

27-й
МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ
КОНГРЕСС

ТЕЗИСЫ
ABSTRACTS

Volume V

Sections 10 , 11



СССР

Москва 4-14 августа 1984

27-й
МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ
КОНГРЕСС



4585

ТЕЗИСЫ
ABSTRACTS

Volume V

Sections 10 , 11

СССР
Москва
4-14 августа 1984



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
МОСКВА 1984



УДК (042.3) 549.0+553

Пятый том тезисов, представленных к 27-му Международному геологическому конгрессу, включает две секции: С.10 - Минералогия и С.11 - Геохимия и космохимия. Тезисы, представленные ведущими учеными-геологами из разных стран мира, отражают вопросы теоретической и прикладной геологии.

Volume V of abstracts presented for the 27th International Geological Congress includes two sections: C.10 - Mineralogy and C.11 - Geochemistry and Cosmochemistry. The abstracts submitted by leading scientists from various countries of all over the world cover problems of theoretical and applied geology.

Ответственный редактор
Н.А.БОГДАНОВ

© Институт литосферы
АН СССР, 1984 г.

PREFACE

Abstracts presented for the 27th International Geological Congress are divided up into twenty two sections and six colloquies. On top of this we have added the abstracts submitted for the Plenary Meeting "Geological Aspects of Environmental Protection", for the Special Session of the International "Lithosphere" Programme and for the Special Symposium "Metallogenesis and Uranium Deposits".

The whole is published in ten volumes divided up in the following way:

volume I - Sections 01 to 03
volume II - Sections 04 to 05
volume III - Sections 06 to 07
volume IV - Sections 08 to 09
volume V - Sections 10 to 11
volume VI - Section 12
volume VII - Sections 13 to 16
volume VIII - Sections 17 to 22
volume IX - Plenary Meeting "Geological Aspects of Environmental Protection", Colloquies 01 to 06, Special Session of the International "Lithosphere" Programme and Special Symposium "Metallogenesis and Uranium Deposits" as well as abstracts received by the Organizing Committee after November 1, 1983
volume X - General authors index.

Lastly, for each section and colloquium, the abstracts are classified in alphabetical order of the authors.

N.A.BOGDANOV
General Secretary
of the Organizing
Committee

П Р Е Д И С Л О В И Е

Тезисы, представленные к 27-му Международному геологическому конгрессу, распределяются по 22 секциям и 6 коллоквиумам. Кроме того, в их число включены тезисы докладов к пленарному заседанию "Геологические проблемы охраны окружающей среды" к специальной сессии по Международной программе "Литосфера" и к симпозиуму "Металлогения и месторождения урана".

Все тезисы опубликованы в десяти томах и распределены следующим образом:

том 1 - секции 01-03
том П - секции 04-05
том Ш - секции 06-07
том 1У - секции 08-09
том У - секции 10-11
том У1 - секция 12
том УП - секции 13-16
том УШ - секции 17-22
том 1Х - пленарное заседание "Геологические проблемы охраны окружающей среды", коллоквиумы 01-06, программа "Литосфера", симпозиум "Металлогения и месторождения урана", а также тезисы, присланные в Оргкомитет после 1 ноября 1983 года
том Х - авторский указатель.

Следует отметить, что в каждой секции и коллоквиуме тезисы расположены в алфавитном порядке (латинском)по фамилии авторов.

П.А.БОГДАНОВ
Генеральный секретарь
Оргкомитета

СЕКЦИЯ / SECTION 10

МИНЕРАЛОГИЯ

MINERALOGY

Conveners: F.V.Chukhrov, S.Hafner

ADUSUMILLI MARIA S., GEMA R.OLIVO, Dept. de Geociencias, Universidade de Brasilia, Brazil

METAMICT MINERALS FROM BRAZILIAN PEGMATITES

Three pegmatite provinces (Northeast, Oriental, and Meridional) besides many small pegmatitic bodies in Brazil are studied with geological, mineralogical and economic objectives. They are granitic, mostly K-rich microcline type with localised albitization. A Li-phase is present in some of them as indicated by the lepidolite-mablygonite-spodumene assemblages. A variety of gems, numerous phosphates and Nb-Ta-Ti, Sn, Th, and U minerals enrich the pegmatites.

Among Nb-Ta minerals in the crystalline state, various species have been identified: columbite-tantalites, manganotantalites, bismutotantalite, tapiolites, wodginite, ixiolite, ilmenorutile, struverite and microlites (Adusumilli, 1976).

New species (staringite, tantal-aeschynite Y) have been identified by Adusumilli and collegues (1969, 1974).

The loss of structure due to -radiation damage is verified not only in Nb-Ta and Ti minerals (samarskites, fergusonites, aeschynites, betafite, euxenite, U-microlite) but also in silicates (allanites and zircon), and phosphates (apatites; and huhnerkobelite-Adusumilli, 1972).

Heat treatment at various temperatures premitted the identification of the newly developed phases through X-ray diffractometry. Complementary studies through optical, physical, IR and Mössbauer spectroscopy, DTA, XRF are made to elucidate mineralogical changes during metamictization.

The study of this complex Nb-Ta group of minerals is important as a contribution to mineralogy and geochemistry of pegmatites, and the implications to metamictization phenomena.

ADUSUMILLI MARIA S., and ANTONIO J.G.C. SILVA., Dept. de Geociências Universidade de Brasilia, **Brazil**

CALDASITE MINERALOGY

Caldasite described initially in 1887 by Derby in Poços de Caldas Alkaline Massif, Minas Gerais State, Brazil, can be considered as a vein rock constituted mainly of Zr-minerals like baddeleyite and zircon, besides others. This paper intends to characterize caldasite mineralogy, specially in relation to U participation. Fresh and altered samples are collected from localities like Serrote, Taquari and Brigidas in the Complex. They show massive, vesicular and breccioid aspects; and are studied through optical and X-ray methods. Microscopically they are granular, hypidiomorphic, vesicular, amigdaloidal, and with foyaitic matrix or intersticial matter when breccioid. Though predominantly composed of zircon crystals and baddeleyite as fibrous radial, microcrystalline and ribbon bands, other minerals as dark violet fluorite and some secondary minerals of uranium are observed filling cavities and/or interstices. Interrelationship between zircon and baddeleyite is detailed. Radioactivity and the dark colour of fluorite are suggestive of the presence of uranium minerals. Yellowish intersticial grains indicate that U is not only diadochic with Zr but also forms independent minerals whose nature is studied. Based on the nature of mineral species and textures, the origin of caldasite, hitherto much disputed, is discussed.

ALBERTI ALBERTO, Università di Modena, Italy

CATIONS AND WATER MOLECULES IN FRAMEWORK SILICATES: COMPARISON BETWEEN DIFFRACTION DATA AND CRYSTAL ENERGY CALCULATIONS

Crystal energy calculations are today largely used in many situations and the number of problems which can be faced by this technique is rapidly increasing. Crystal energy calculations may contribute considerably to the solution of some important problems of framework silicates, even if they are not resolvable via X-ray diffraction: any way it is very useful to compare these data with those obtained by other techniques. The following problems are of particular interest: a) (Si, Al) distribution in frameworks where X-ray analysis gives evidence for full or partial disorder. b) Water molecules and hydroxyl orientations. c) Assignment of the different cations to the extraframework sites found by X-ray diffraction. d) Determination of the most probable coordination of the extraframework cations when the extraframework sites (including waters) are partially occupied.

ARANOVICH L.Ya., KOSYAKOVA N.A., Institute of Experimental Mineralogy of the USSR Academy of Sciences, Chernogolovka, Moscow District, USSR

EQUILIBRIA OF AL-BEARING ORTHOPYROXENE: EXPERIMENTS AND THERMODYNAMICS OF SOLID SOLUTION

In the P/T range 1-5 kbar/750-850°C reversed determinations of compositions of cordierite (Cor) and orthopyroxene (Opx) were made for the equilibrium Cor = Opx + Qz in the systems MgO - Al_2O_3 - SiO_2 and MgO - FeO - Al_2O_3 - SiO_2 ($\pm$ H_2O). In the Fe-free system the equilibrium Al_2O_3-content of Opx increases with increasing pressure from 1.2 wt.% at 1 kbar to 2.33 wt.% at 5 kbar (at 800°C). Introducing FeO increases the Al_2O_3-solubility markedly: at 800°C, 3 kbar from 1.65% at X [Fe, Opx] = 0 to 6.7% at X [Fe, Opx] = 0.63. Thermodynamic treatment of experimental data has been undertaken based on the Bragg-Williams two-site model of the Opx solid solution (ss) and ideal Cor_{ss}. The data on the intracrystalline Fe-Mg exchange between MI and MII sites in Al-free Opx have been involved into calculations. Parameters were computed using nonlinear least-squares technique which allowed the variations of the input mineral compositions within experimental uncertainties. Two-pyroxene high pressure/high temperature experiments in the systems CaO - MgO - SiO_2, CaO - FeO - SiO_2, CaO - FeO - MgO - SiO_2 and CaO - MgO - Al_2O_3 - SiO_2 were also recalculated with this technique and four-component Ca-Fe-Mg-Al pyroxene solid solutions have been modelled. The effect of acid-base interaction of components in solid solutions has been found out.

АРАНОВИЧ Л.Я., КОСЯКОВА Н.А., Ин-т экспериментальной минералогии Академии наук СССР, пос.Черноголовка Московской области, СССР

РАВНОВЕСИЯ ГЛИНОЗЕМИСТОГО ОРТОПИРОКСЕНА: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ И ТЕРМОДИНАМИКА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ

В интервале температуры 750-850°С при давлении 1-5 кбар проведено экспериментальное изучение равновесия кордиерит (Cor) $\rightleftarrows$ ортопироксен (Opx) + кварц (Qz) в системах MgO - Al_2O_3 - SiO_2 и MgO - FeO - Al_2O_3 - SiO_2 ($\pm$ H_2O). Установлено, что в безжелезистой системе растворимость Al_2O_3 в Opx возрастает с ростом давления от 1,2 масс.% при 1 кбар до 2,33 % при 5 кбар (800°С). Введение FeO существенно увеличивает глиноземистость Opx в равновесии с Cor и Qz : при 800°С и 3 кбар от 1,65%, при X [Fe,Opx] = Fe/(Fe+Mg)=0 до 6,7% при X [Fe,Opx] = 0,63. При термодинамической обработке экспериментальных данных использована двупозиционная неконвергентная модель твердого раствора Opx. Расчет параметров W_{Mg-Fe}(MI) и W_{Mg-Fe}(MII) проводился с учетом данных по внутрикристаллическому распределению

Fe и Mg между позициями MI и MII в безглиноземистых Opx . Расчеты выполнялись на ЭВМ по специальной программе, позволяющей варьировать составы минералов в пределах экспериментальных погрешностей. Обработка по этой же методике экспериментальных данных по равновесию клинопироксена (Cpx) - Opx позволила получить значения параметров, необходимые для моделирования четверных твердых растворов Cpx и Opx в системе CaO - MgO - FeO - Al_2O_3 - SiO_2 . Установлено, что параметры Ca-Al и Fe-Al вносят существенный вклад в энергетику твердых растворов пироксенов. Обнаружен эффект кислотно-основного взаимодействия компонентов твердых растворов.

AREVADZE D.V., YAROSHEVICH V.Z., Caucasian Institute of Mineral Resources of the USSR Ministry of Geology, Tbilisi, USSR

SOURCES OF ORE-BEARING SOLUTIONS BASED ON FLUID INCLUSIONS ISOTOPE DATA

A genetic interpretation of isotopic investigations of elements in the mineral crystalline cell is greatly complicated due to usually unequilibric conditions of their crystallization.The drawback can be avoided during isotopic study of fluid inclusions.An available material has been recently proved on isotope composition of water-H, carbon dioxide-C and Ar in fluid inclusions.Some attempts have been undertaken for determining the isotopic composition of O (in H_2O and CO_2), He, N, S(in SO_2), Pb and Sr.These works indicate that ore-forming solutions in the great majority of high-temperature deposits (pegmatite,rare-metallic,skarn, Cu-Mo) at initial stages of their development have deep-seated origin,whereas at later stages these fluids are mixed with surface waters. The same situation is characteristic of a number of pyrite-polymetallic,vein-type and metasomatic deposits, in which, however, a considerable part of surface waters is remarkable even at early stages.In strata-bound Cupyritic and pyrite-polymetallic deposits the hydrothermal-sedimentary stage ores are characterized by seawaters; the waters of the later stages are meteoric. In the studied deposits of the Au-Ag formation only meteoric waters are typical. In stratiform Pb-Zn deposits as well as in As-Sb-Hg ones deep-seated or meteoric fluids are intensively altered as a result of their interaction with wall rocks.

The great majority of endogeneous deposits are characterized by the deep-seated source of carbon, except the deposits in carbonate rocks, where the part of sedimentary and biogenic C is considerable. Ar in fluid inclusions represents the water regime. At the initial stages of high-temperature deposits Ar is deep-seated,whereas the

later stages are distinguished by increased content of its air constituent.

Results of isotopic investigations of fluid inclusion components in addition to sulphur isotope data indicate that the deep-seated matter plays a considerable role during the formation of endogeneous ore deposits.

АРЕВАДЗЕ Д.В., ЯРОШЕВИЧ В.З., Кавказский институт минерального сырья Министерства геологии СССР, г.Тбилиси, СССР

ИСТОЧНИКИ РУДООБРАЗУЮЩИХ РАСТВОРОВ ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА ФЛЮИДНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ

Генетическая интерпретация результатов изотопных исследований элементов в кристаллических решетках минералов сталкивается с рядом трудностей, в основном в связи с изотопной неравновесностью процессов кристаллизации. В этом плане перспективным представляется изотопное изучение компонентов флюидов включений как реликтов минералоотлагающей среды. К настоящему времени накоплен обширный материал по изотопии водорода воды, углерода уклекислоты и аргона во флюидах включений. Предприняты попытки определения во включениях изотопного состава кислорода (в H_2O и CO_2), гелия, азота, серы (в SO_2), свинца и стронция. Эти работы показывают, что вода на преобладающем большинстве высокотемпературных месторождений (пегматитовые, редкометальные, скарновые, медно-молибденовые) на ранних стадиях глубинного происхождения, а на поздних - она интенсивно разбавлялась поверхностными водами. Аналогичная ситуация наблюдается на ряде жильных и метасоматических колчеданно-полиметаллических месторождениях, в которых, однако, иногда значительная доля поверхностных вод фиксируется уже на ранних стадиях их становления. В стратиформных медноколчеданных и колчеданно-полиметаллических месторождениях, в рудах гидротермально-осадочного этапа фиксируется морская вода, а на более поздних стадиях их развития - метеорная. На месторождениях золото- серебряной формации во флюидах включений установлена исключительно метеорная вода. В стратиформных свинцово-цинковых месторождениях, а также в рудах мышьяково-сурьмяно-ртутной формации вода метеорного или глубинного происхождения интенсивно преобразована при взаимодействии с вмещающими породами.
На большинстве эндогенных рудных месторождений источник углерода - глубинный. Исключение представляют месторождения в карбонатных толщах, где доля осадочного, реже биогенного углерода значительна.
Аргон во флюидных включениях отражает режим воды. На начальных стадиях формирования высокотемпературных месторождений он глубинный, а на завершающих - отмечается возрастание доли воздушной составляющей.

Результаты изотопных исследований компонентов флюидных включений совместно с данными по изотопии серы указывают на значительную роль глубинного источника вещества при формировании эндогенных рудных месторождений.

BABČAN JAN, Department of Geochemistry and Mineralogy, Komenský University, Bratislava, ČSSR

LOW-TEMPERATURE NON-BIOGENETIC SYNTHESIS OF DOLOMITE

The origin of dolomite in nature has attracted the attention of geologists over 200 years. Perhaps so far one the biggest problems is that dolomite has not been experimentally prepared at low temperature and pressure as it is required by conditions in nature. Syntheses up till now were positive only at higher temperatures. The failure of dolomite syntheses sharply contrasts with thermodynamical calculations according to which the low-temperature preparation of dolomite via several reactions should not be a problem. Reactions with highest thermodynamical probability were a helpful tool for our experiments. These reactions suggested the non-ionized dissoluble forms of $CaCO_3^o$ and $MgCO_3^o$ to be the basis. They have been prepared by using the "in situ" system, the essential substances being $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (gypsum), $MgSO_4$ and $NaHCO_3$. Their reaction within the range 30 - 40°C and under atmospheric pressure gave rise to X-ray diffractographically defined dolomite, being the first one, entirely non-biogenetic low-temperature product. Although the low-temperature synthesis of dolomite does not fully correspond to assumed natural processes, it elucidates some new ways in solving the given problem.

БАБЧАН ЯН, Кафедра геохимии и минералогии Университета Коменского, г.Братислава, ЧССР

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ АБИОГЕННЫЙ СИНТЕЗ ДОЛОМИТА

Проблема условий образования доломита в природе занимает геологов больше 200 лет. До сих пор не удалось экспериментально получить доломит при низких температурах и низких давлениях, как этого требуют условия его образования в природе. Положительные результаты дает только синтез доломита при повышенных температурах, однако термодинамические расчеты показывают, что низкотемпературная кристаллизация доломита возможна при разных реакциях и не должна являться проблематичной.

Ведущей идеей для наших экспериментов служили реакции с большой термодинамической вероятностью. Эти реакции предполагали участие не ионизированных растворимых соединений $CaCO_3^0$, $MgCO_3^0$, которые приготовлялись по системе **in situ**, причем исходными являлись гипс $CaSO_4$, $2H_2O$, $MgSO_4$ и $NaHCO_3$. Таким путем в диапазоне 30 - 40°C и при атмосферном давлении удалось впервые получить доломит, проверенный рентгенодифрактографическим методом, который является абиогенным низкотемпературным продуктом.

Хотя реализированная модель низкотемпературного синтеза доломита полностью не отвечает предполагаемым природным процессам, тем не менее указывает на новые возможные подходы к решению рассматриваемой проблемы.

BAI WENJI, GAN YUANMING, Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, China

MÖSSBAUER EFFECT STUDY AND A DISCUSSION OF CRYSTAL STRUCTURE FORMULA ON CHROME SPINELS OF DUNGCHIO OPHIOLITE IN XIZANG (TIBET) AUTONOMOUS REGION, CHINA

Mössbauer spectroscopy has been used to study natural chrome spinel samples for several years. But there are different point of view on the iron distribution over tetrahedral and octahedral sites in chrome spinel crystals. Such as E. Galva da Silva and et al. (1980) have found both normal and inverse chrome spinel structures. And Margery D. Osborne and et al. (1981) have indicated arrangement of iron atoms in the crystal structure.

In this work we report the results of cation distribution over crystal structure of chrome spinels by means of Mössbauer effect and chemical analyses. At the same time we would like to point out that both of the references are not identical to our results. They are not achieved and successful.

Using our own procedure of Mössbauer spectra could be resolved in three symmetrical doublets for each sample. And Fe"'/ Fe"+Fe"' ratio from Mössbauer spectra were essentially in keeping with those chemical analyses. We have also assumed that the Cr" cations came to tetrahedral, Fe" occupied octahedral sites.

BAKUMENKO I.T., BAZAROVA T.Yu., PANINA L.I., SIMONOV V.A., Institute of Geology and Geophisics of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Novosibirsk, USSR; KOSUKHIN O.N., Siberian Research Institute of Geology and Mineral Resources of the USSR Ministry of Geology, Novosibirsk, USSR

SPECIFIC FEATURES OF EQUILIBRIAL AND NON-EQUILIBRIAL MAGMA CRYSTALLIZATION AS BASED ON INCLUSION STUDY

Thermobarogeochemical methods were applied to studying crystallization conditions of alkaline-earth and alkaline magmas, beginning from subliquidus early magmatic minerals. Their temperatures and the succession of crystallization were determined. In some of the ophiolitic massives there was fixed a similarity between the crystallization temperatures of clinopyroxenes of gabbroid rocks and that of the dyke rock series. Microprobe analyses of the melt inclusions permitted one to prove the differentiation trends in the closed alkaline-basalt systems: it was found that the residual melts here are enriched in potassium and aluminium. This provides a new approach to the problem of generation of the ultra-potassic high aluminous synnerite-type rocks. The examination of inclusions has shown both mixing and contamination of the magmas. Thus Armenian syenite-porphyry were formed as a result of mixing of tephritic and phonolitic magmas, that may expain the compositional disequilibrium of genetically different phenocrysts and the differences in the composition of inclusions that contained in them. It was shown that formation of rhythmically banded quartz-porphyry, granite-porpyry and pegmatites is due to the effect of the non-equilibrial magmatic crystallization in conditions of a directed matter diffusion. The study of the accompanying fluid inclusions of magmatic stage has provided the data on the composition and pressure maintained in magmatic fluids and the conditions of magma degassation. The difference in fluidal regime during crystallization of pegmatite magmas of residual and anatexitic genesis has been fixed the boundaries of magmatic stage of pegmatite generation; the existence of cavities inherent to a magmatic stage has been fixed as well as the peculiarities in variable fluidal composition during transport of degassing basitic magmas ascending from the zones of generation to the surface.

БАКУМЕНКО И.Т., БАЗАРОВА Т.Ю., ПАНИНА Л.И., СИМОНОВ В.А., Ин-т геологии и геофизики, г.Новосибирск; КОСУХИН О.Н., Сибирский НИИ геологии, геофизики и минерального сырья Мингео СССР, г.Новосибирск,СССР

ОСОБЕННОСТИ РАВНОВЕСНОЙ И НЕРАВНОВЕСНОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ МАГМ ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ ВКЛЮЧЕНИЙ

Методами термобарогеохимии изучены условия кристаллизации щелочноземельных и щелочных магм начиная с выделения субликвидусных раннемагматических минералов. Установлены температуры и порядок их кристаллизации. В некоторых офиолитовых массивах выявилась идентичность температур кристаллизации клинопироксенов из габброидов и пород дайкового комплекса. С помощью микрозондового анализа расплавных включений прослежена направленность дифференциации в закрытых щелочно-базальтовых системах: оказалось, что остаточные расплавы здесь обогащаются калием и алюминием. Это дает новые подходы к проблеме формирования ультракалиевых высокоглиноземистых пород типа сынныритов. С помощью включений зафиксированы явления смешения и контаминации магм. Например, сиенит-порфиры Армении образовались в результате смешения тефритовой и фонолитовой магм, чем и объясняются неравновесность состава генетически разнородных вкрапленников и различия в составе включений в них. Показано, что образование ритмично-полосчатых кварцевых порфиров, гранит-порфиров и пегматитов также обусловлено неравновесной магматической кристаллизацией в условиях направленной диффузии вещества. Исследования сопутствующих флюидных включений магматического этапа дали информацию о составе и давлении магматических флюидов и условиях дегазации магм. Выявились различия флюидных режимов во время кристаллизации пегматитовых магм остаточного и анатектического происхождения и наметились границы магматического этапа пегматитообразования, подтвердилось существование заморышей магматического этапа, наметились закономерности изменения состава флюидов по мере транспортировки дегазирующих базитовых магм из областей генерации к поверхности.

BANSHCHIKOVA I.V., OVCHINNIKOV L.N., Institute of Mineralogy, Geochemistry and Cristallochemistry of Rare Elements of the Ministry Geology of the USSR and of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

THE EVOLUTION AND PHYSICO-CHEMICAL CONDITIONS OF THE FORMATION OF METAMORPHIC COMPLEXES AT THE KOLA SUPERDEEP BOREHOLE

The system thermobarogeochemical study of inclusions in different in age mineral parageneses of the rocks of the Kola Archean and the Pechenga Middle Precambrian complexes was made.

1. The aqueous salt solutions of high density remaining in interstitial inclusions took part in the formation of plagiogneisses and amphibolites of the Kola complex. The migmatite-granites are synchronous to the Kola folding and crystallized from anatectic silicate melts at the temperature over 830-820°C (crystallized inclusions), migmatite-plagiopegmatites - from silicata-salt melts amd salt melts and brines at the temterature ranging from 810 to 675°C (crystallofluid inclusions) and fluid phase pressure of 6,6-5,5·10^8Pa (inclusions with Liquid carbon dioxide).

2. The formation of regional metamorphic zones in the rocks of the Pechenga complex occured synchronously to the folding and resulted from the action of pore solutions of complex salt composition (multiphase inclusions). The temperature of the solutions at the time of the formation of mineral parageneses of prehnite - pumpellyite facies exceeded 190-340°C, epidote-chlorite facies - 340-455°C, biotite-actinolite facies - 455-560°C. The temperature gradient down the cross-section varied from 100°/km to 60°/km.

3. The early diaphthoric **paragenesis** of the rocks of the Pechenga complex were formed under the influence of highly concentrated salt solutions (multiphase inclusions) at the temperature surpassing 260-450°C with gradient varying from 60°/km to 50°/km.

4. The post - Pechenga porphyry-like granites of the Kola complex originated from a silicate magmatic melt (crystallized inclusions) with initial temperature at the early phases of intrusion 845°C and the late phases - 820°C. The pressure of the accompanying carbon dioxide fluid increased respectively from 6,5 ·108 to 8,0·10^8Pa.

5. The late diaphthonic parageneses in the rocks of the cross-section at the temperature over 250-380°C.

6. The origin of bitumen substance occurring within cataclastic zones in the inclusions with hydrogen-hydrocarbon solutions is connected to the formation of late faults.

БАНЩИКОВА И.В., ОВЧИННИКОВ Л.Н., Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов Министерства геологии СССР и Академии наук СССР, г.Москва, СССР

ЭВОЛЮЦИЯ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ПО РАЗРЕЗУ КОЛЬСКОЙ СВЕРХГЛУБОКОЙ СКВАЖИНЫ

Выполнены системные термобарогеохимические исследования включений в разновозрастных минеральных парагенезисах пород кольского комплекса архея и печенгского комплекса среднего протерозоя.
Формирование плагиогнейсов и амфиболитов кольского комплекса происходило при участии высокоплотных водно-солевых растворов, оставшихся законсервированными в интерстиционных включениях. Синкольские осклад-

чатые мигматит-граниты кристаллизовались из анатектических силикатных расплавов с температурами более 830–820°С (раскристаллизованные включения); мигматит-плагиопегматиты – из силикатно-солевых расплавов и солевых расплав-рассолов в интервале температур 810–675°С (кристалло-флюидные включения) и давлении флюидной фазы 6,6–5,5·10^8Па (включения жидкой углекислоты).

Формирование региональной метаморфической зональности в породах печенгского комплекса происходило синхронно со складчатостью под воздействием поровых растворов сложного солевого состава (многофазовые включения). Температура растворов при формировании минеральных парагенезисов пренит-пумпеллиитовой фации превышала 190–340°С, эпидот-хлоритовой – 340–455°С; биотит-актинолитовой – 455–560°С. Температурный градиент вниз по разрезу изменялся от 100°/км до 60°/км.

Ранние дафторические парагенезисы пород печенгского комплекса были образованы под влиянием высококонцентрированных солевых растворов (многофазовые включения) в диапазоне температур выше 260–450°С, с градиентом, изменяющимся от 60°/км до 50°/км.

Становление в разрезе кольского комплекса постпеченгских порфировидных гранитов происходило из силикатного магматического расплава (раскристаллизованные включения), начальные температуры которого для ранних фаз внедрения составляли 845°С, для поздних – 820°С; давление сопутствующего углекислого флюида соответственно возрастало от 6,5 до 8,0·10^8Па.

Поздние диафторические парагенезисы в породах разреза сформировались при воздействии высококонцентрированных хлоридно-натриевых растворов в интервале температур выше 250–380°С.

Выделение битумного вещества, ассоциирующегося в зонах катаклаза с включениями водородно-углеводородных растворов, было связано с поздними разрывными нарушениями.

BARSANOV G.P., GARANIN V.K., KUDRYAVTSEVA G.P., SOSHKINA L.T.,
Moscow State University, Geological Department, Moscow, USSR

TYPOMORTHISM OF ILMENITE FROM KIMBERLITE

The detailed study of the morphology, chemical and phase composition as well as physical properties of ilmenite has revealed the typomorphic features of this mineral within kimberlite bodies, and fields. The morphological types of ilmenite have been detected, and a general diagram of ilmenite composition from the Yakut kimberlite has been compiled. Within this area five main groups of ilmenite composition corresponding to different stages of ilmenite formation are distinctly identified. It has been established that the peculiarity

of kimberlite pipes in the presence of ilmenite with a high content of hematite component (over 10 mol%), this ilmenite being typomorphic for the kimberlite bodies of the Maloye Botuobinskoye Field. This type of ilmenite is characterized by distinct ferrimagnetic properties displayed at room temperature. The chrome-bearing ferrimagnetic ilmenite at room temperature often exhibits the exsolution structures, represented by Mg-Ti-Cr srinels. In kimberlite pipes with relatively high diamond content the ilmenite is mainly of homogeneous composition, whereas in barren pipes ilmenite contains numerous exsolution particles represented either by chrome-bearing titanomagnetite or titanium-bearing chrome spinels.
The regularities of the paragenesises in ilmenite-bearing rocks have been identified, the classification of the rock associations has been worked out and thermodynamic parameters of the ilmenite crystallization have been detected. Three main trends in crystallization of these rocks have been outlined, reflecting the main stages of magmatism evolution. The ilmenite chemical properties reflect the depth of kimberlite formation and can be regarded as a possible mineralogical criterion in estimating diamond-bearing capacity. A comparison of the features of ilmenites and kimberlites from different regions of the USSR was carried out and the ilmenite composition typomorphic peculiarities typical of each region have been determined.

БАРСАНОВ Г.П., ГАРАНИН В.К., КУДРЯВЦЕВА Г.П., СОШКИНА Л.Т., Московский государственный университет, геолфак, г.Москва, СССР

ТИПОМОРФИЗМ ИЛЬМЕНИТА ИЗ КИМБЕРЛИТОВ

При изучении морфологии, химического и фазового состава, физических свойств ильменита установлены его особенности, типоморфные для кимберлитовых тел и полей.
Выявлены морфологические типы выделений ильменита и получена обобщенная диаграмма составов ильменита из кимберлитов Якутии. В пределах этой области четко обособляются 5 основных групп составов ильменита, отвечающих различным этапам его образования. Установлено, что в кимберлитовых трубках присутствует ильменит особой разновидности с высоким содержанием гематитовой компоненты (от 10 мол.% и выше); он характерен для кимберлитовых тел Малого Ботуобинского поля. Отличительная его черта – ярко выраженные при $T_{комн}$ ферримагнитные свойства.
В хромсодержащем ферримагнитном ильмените нередко обнаруживаются структуры распада твердого раствора, представленные Mg-Ti-Cr шпинелидами. В кимберлитовых трубках с повышенной алмазоносностью такой ильменит обладает преимущественно однородным строением, в неалмазо-

носных трубках ильменит содержит многочисленные тельца распада, представленные хромсодержащими титаномагнетитами или титансодержащими хромшпинелидами.

Выявлена закономерная схема парагенезисов в ряду ильменитосодержащих пород, разработана схема классификации ассоциаций этих пород. Выяснены термодинамические параметры кристаллизации ильменита. Намечены три основных тренда их кристаллизации, уточняющие основные этапы эволюции магматизма. Показано, что химизм ильменита является параметром глубинности образования кимберлитов, и может рассматриваться как возможный минералогический критерий в оценке алмазоносности. Проведена сравнительная характеристика ильменита из кимберлитов различных районов СССР и выявлены типоморфные особенности состава этого минерала в каждом из районов.

BART A., BART H., Freinberg Mining Academy, Freinberg, GDR;
KHODAKOVSKY I.L., V.I. Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

THERMODYNAMICS OF HYDROTHERMAL EQUILIBRIA IN THE SYSTEM Bi_2O_3-SiO_2-H_2O

11858

The low limits of hydrogen sulfide concentration in hydrothermal solutions which formed the quartz-bismuthinite veins, can be evaluated according to the equilibrium constant of reaction:

$$\underset{\text{bismuthinite}}{Bi_2S_{3(c)}} + 3SiO_2 + 6H_2O_{(l)} = \underset{\text{eulytine}}{Bi_4[SiO_4]_3} + 6H_2S_{(aq)} \qquad (1)$$

The authors calculated thermodynamic properties of eulytine crystals, not available in literature , which were hydrothermally synthesized on the basis of experimental determination at 200°C and the pressure of saturated vapor of equilibrium constant of reaction:

$$Bi_4[SiO_4]_{3(c)} + 3H_2O_{(l)} = 4Bi(OH)^{o}_{3(aq)} + 3SiO_{2(c)}. \qquad (2)$$

The thermodynamic analysis of equilibria in the system Bi_2O_3-SiO_2-H_2O at 25-300°C allowed to make the following conclusions:

1. With temperature increase the eulytine stability increases, i.e. eulytine may be formed from aqueous solutions at high temperatures even in the presence of relatively high concentrations of sulfide sulphur.
2. For bismuthinite crystallization more favourable are acid and weakly-acid solutions, while for the formation of eulytine-alkali solutions.
3. Hydroxycomplexes of bismuthinite can be the basic forms of its transportation in hydrothermal solutions at high temperatures (250-350°C) and high pH values.
4. H_2S concentration in hydrothermal solutions which formed quartz-

bismuthinite veins at temperatures 250-350°C, was not lower than n 10^{-6} - n 10^{-5} mol/kg H_2O.

БАРТ А., БАРТ Н., Фрайбергская горная академия, г. Фрайберг, ГДР;
ХОДАКОВСКИЙ И.Л., Институт геохимии и аналитической химии
им. В.И.Вернадского АН СССР, г. Москва, СССР

ТЕРМОДИНАМИКА ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ РАВНОВЕСИЙ В СИСТЕМЕ Bi_2O_3-SiO_2-H_2O

Нижние пределы концентрации сероводорода в гидротермальных растворах, образовавших кварц-висмутиновые жилы, могут быть оценены по константе равновесия реакции:

$$\underset{\text{висмутин}}{2Bi_2S_{3(к)}} + \underset{\text{кварц}}{3SiO_{2(к)}} + 6H_2O_{(ж)} = \underset{\text{эвлитин}}{Bi_4[SiO_4]_3} + 6H_2S_{(р-р)}. \quad (1)$$

Авторы рассчитали отсутствующие в литературе термодинамические константы кристаллов эвлитина, синтезированных гидротермальным методом, путем экспериментального определения при 200°C и давлении насыщенного пара воды константы равновесия реакции:

$$\underset{\text{эвлитин}}{Bi_4[SiO_4]_{3(к)}} + 6H_2O_{(ж)} = 4Bi(OH)^{\circ}_{3(р-р)} + 3SiO_{2(к)}. \quad (2)$$

В свою очередь, термодинамические свойства гидроксокомплексов висмута в водных растворах определялись на основании собственных экспериментальных исследований растворимости α-Bi_2O_3 при 25°C и данных Г.А.Колонина и др.

На основе полученных в работе (1983 г.) термодинамических констант для ряда соединений висмута выполнен термодинамический анализ равновесий в системе Bi_2O_3-SiO_2-H_2O при температурах 25-300°C, который позволил сделать следующие выводы.

1. С повышением температуры увеличивается устойчивость эвлетина то есть **эвлитин** может образовываться из водных растворов при высоких температурах даже при относительно высоких концентрациях сульфидной серы.
2. Для кристаллизации висмутина благоприятны кислые и слабокислые растворы, а для образования **эвлитина - щелочные растворы.**
3. Гидроксокомплексы висмута могут быть основными формами его переноса в гидротермальных растворах при высоких температурах (250-350°C) и высоких значениях pH.

4. Концентрация H_2S в гидротермальных растворах, образовавших кварц-висмутиновые жилы, при температурах 250-350°С была не ниже $n \cdot 10^{-6}$ - $n \cdot 10^{-5}$ моль/кг H_2O.

BASU NITIN KUMAR AND MRUMA ABDULKARIM HAMISI, University of Dar es Salaam, Dar es Salaam, Tanzania

MINERAL CHEMISTRY AND STABILITY RELATIONS OF TALC-PIEMONTITE-VIRIDINE BEARING QUARTZITE OF MAUTIA HILL, MPWAPWA DISTRICT, TANZANIA AND THEIR SIMILIARITY WITH THE KONSE SERIES ROCKS

Talc-piemontite-viridine bearing quartzites occur adjacent to talc-kyanite bearing rock assemblages in the Proterozoic Usagaran System occurring along the western edge of the Mozambique Orogenic Belt (450-600 Ma) near Kongwa, Mpwapwa district, Tanzania. Typical rock consists of thin-alternating-concordant bands of quartz-rich layers and layers rich in piemontite, talc, edenitic hornblende with subordinate phlogopite, viridine, yoderite and opaques. Microprobe analyses of minerals in the above rock indicate that much of the manganese present in the rock is accommodated in viridine, piemontite, phlogopite and yoderite and the calcium present is mainly accommodated in piemontite and edenitic hornblende. Recent studies indicate that formation of viridine in preference to kyanite is mainly governed by the availability of trivalent manganese since the P-T range of stability of andalusite structure type is enlarged by the incorporation of Mn^{3+} in Al-sites. Petrographic study indicates that the edenitic-hornblende and phlogopite were formed during the formation of talc-viridine assemblage and their presence depended on the original bulk composition: Ca-rich and Ca-poor bands lead to the formation of edinitic hornblende and phlogopite respectively, piemontite occurring mainly in the edenitic-hornblende rich bands. Yoderite-quartz assemblage was formed as a retrograde product from talc-viridine assemblage similar to the formation of yoderite-quartz at the expense of talc and kyanite. The similarity of this rock with the manganese-silicate bearing metamorphic rocks of Konse Series is very striking. The present rock lacks magnesian spessartite garnet occurring in the Konse assemblage. This difference is interpreted as due to the different physical conditions, the rock in the two areas have been subjected to during metamorphism. Both the occurrences are in the Usagaran System of rocks adjacent to Dodoman System rocks and are associated with quartzite and dolomitic rocks.

BAUTSCH HANS-JOACHIM, Humboldt-University, Berlin, GDR; GENSGAFT YURI and SALTYKOVSKY ARTHUR, Institute of Physics of the Earth of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR; and VOLLSTAEDT HEINER, Institute of Physics of the Earth of the GDR Academy of Sciences, Potsdam, GDR

TRANSFORMATION STRUCTURES OF PYROXENE MEGACRYSTALS FROM BASALTIC ROCKS

The occurence of inclusions of megacrystals of different minerals, first of all of monoclinic pyroxenes, is a typical feature of many basalt provinces of the Earth. They are mostly characterized by a homogeneity of composition and an absence of liquid and mineral inclusions. There are certain geochemical typomorphic correlations between the megacrystals and the host lavas. Of interest are the exsolution structures of the microscopic to submicroscopic scale in some pyroxenes, especially in endiopside and bronzite. These exsolutions (coherent spinodal to incoherent with nucleation) exists of one or two pyroxene phases and/or spinell (ceylanite) and/or garnet (pyrope) in one or more generations. They have different morphologic and lattice orientations to the host parallel or with characteristic inclinations to (100), (001), (010) and some other faces. The different exsolution types (phases and orientations) are typomorphic to different transformation conditions (high pressure and temperature) and stages (thermal history).

БАУЧ ХАНС-ЙОАХИМ, Университет им.Гумбольдта,Берлин,ГДР; ГЕНШАФТ ЮРИЙ, Институт физики Земли АН СССР,Москва,СССР; САЛТЫКОВСКИЙ АРТУР, Институт физики Земли АН СССР,Москва,СССР; ФОЛЬШТАДТ ХАЙНЕР,Институт физики Земли АН ГДР,Потсдам,ГДР

СТРУКТУРЫ ПРЕВРАЩЕНИЯ МЕГАКРИСТАЛЛОВ ПИРОКСЕНА ИЗ БАЗАЛЬТОВ

Обнаружение мегакристовых включений различных минералов,и прежде всего моноклинного пироксена,является характерной особенностью многих базальтовых провинций земного шара. Эти мегакристаллы характеризуются главным образом гомогенным составом,а также отсутствием расплавных и минеральных включений. Наблюдаются некоторые геохимические типоморфные корреляции между мегакристаллами и содержащими их базальтовыми лавами. Интерес представляют структуры распада некоторых пироксенов на микроскопическом и субмикроскопическом уровне, особенно хорошо наблюдающиеся в эндиопсиде и бронзите. Такой распад твердых растворов (от когерентного спинодального до некогерентного нуклеарного) наблюдается в одном или в обоих типах пироксенов,а также в шпинели (цейлонит или плеонаст) и в пироповом гранате в виде одной или нескольких генераций. Вновь образованные структуры имеют

различную ориентацию формы и кристаллической решетки относительно структуры исходного кристалла: либо параллельную ей, либо с характерным наклоном к плоскостям (I00), (00I), (0I0) и некоторым другим плоскостям. Различные виды распада (новые фазы и другая ориентировка) являются типоморфными признаками для различных условий превращения (высокие давления и температуры) и различных стадий (термическая история).

BELLON HERVE, Université de Brest, BREST; PERTHUISOT VINCENT, Ecole normale supérieure, PARIS, France

LES MINERAUX NEOFORMES DES SERIES EVAPORITIQUES DIAPIRIQUES SONT DES CHRONOMETRES ($^{40}K - ^{40}Ar$) TRES SENSIBLES AUX MODIFICATIONS THERMIQUES REGIONALES SUCCESSIVES

Des analyses radiométriques (méthode conventionnelle $^{40}K - ^{40}Ar$) ont été effectuées sur des feldspaths potassiques et des phyllites provenant des séries évaporitiques triasiques des diapirs de Tunisie [C.R. Acad. Sc. Paris, 1975 t. 280 ; Bull. Soc. géol. France, 1977, t. XIX n° 5 ; C.R. Acad. Sc. Paris 1983 t. 296] et du SE de la France (entre Orange et Sisteron) [C.R. Acad. Sc. Paris, 1980 t. 290]. Ces minéraux ont cristallisé dans des carbonates au sein des évaporites et sont associés à d'autres minéraux néoformés (albite, quartz, dolomite, talc).

En Tunisie les données obtenues à partir d'une trentaine d'échantillons se répartissent entre 105 et 5 m.a. A l'intérieur d'un même diapir, ces données sont souvent dispersées. Géographiquement, les âges les plus récents correspondent aux affleurements les plus septentrionaux. L'étude thermobarométrique des inclusions fluides des cristaux de quartz associés montre que la cristallisation s'est effectuée dans un climat thermique anormalement élevé. Le spectre d'âges peut être expliqué par une remise à zéro partielle d'une génération ancienne des minéraux, dont l'âge est estimé à 110-105 m.a., au cours d'épisodes thermiques successifs durant le Tertiaire. En particulier l'épisode de réchauffement le plus récent serait lié à l'activité magmatique sur la marge Tunisienne entre 12,9 et 5,2 m.a.

Des phénomènes analogues ont été reconnus dans les diapirs du SE de la France. Six des sept mesures effectuées sur les minéraux néoformés conduisent à des âges compris entre 37 et 33 m.a. Les données thermobarométriques obtenues sur les inclusions fluides des quartz néoformés font état de températures qui atteignent 250° C pour une pression inférieure à 1 kb. Les âges radiométriques correspondent à celui généralement avancé pour les phases de distension du socle et pour l'optimum thermique alpin dans ce domaine.

Dans les deux cas examinés, les données radiométriques permettent de mettre en évidence, voire de dater avec précision, des phénomènes thermiques dont l'intensité est trop faible pour laisser au dehors des structures diapiriques une empreinte utilisable. Les structures diapiriques sont des zones privilégiées de circulation des fluides au sein de la couverture et constituent des drains thermiques dont le rôle est souvent amplifié par leur position à l'aplomb des grands accidents de socle. Elles peuvent donc, dans une certaine mesure, être considérées comme des témoins superficiels de "l'état" du socle sous-jacent ou du fond du bassin.

BERDNIKOV N.V., KARSAKOV L.P., Institute of Tectonics and Geophysics, of the Far East Scientific Centre of the USSR Academy of Sciences, Khabarovsk, USSR

THERMOBAROGEOCHEMISTRY OF METAMORPHIC COMPLEXES OF THE SOUTH OF THE SOVIET FAR EAST

Within the Stanovoy folded region there occur areally metamorphosed Archean granulitic and amphibolitic complexes, and also a superimposed epidote-amphibolitic complex of suture zones of dislocations.The Chogar granulitic complex is characterised by high-temperature and deep-seated sapphirine-quartz and hypersthene-sillimanite parageneses ($T=1000-1100^{o}C$, $P=10-11$ kbar) with primary inclusions of liquefied CO_2, $\rho = 1.07-1.13$ g/cm^3, impurity up to 7% CH_4. In the Stanovoy amphibolitic complex of "grey gneisses" ($T=600-690^{o}C$, $P=6-7$ kbar) the primary inclusions are filled with CO_2-fluid, $\rho = 0.85-1.18$ g/cm^3, and H_2O impurity. Relict inclusions of liquefied N_2, $\rho = 0.5-0.65$ g/cm^3, carrying the information on "pre-Stanovoy" metamorphism, are also found in it. The zonally metamorphosed rocks of the Giluy complex are characterised by garnet-staurolite-disthen parageneses ($T=600^{o}C$, $P=5$ kbar) with primary inclusions of aqueous-saline composition. During regressive metamorphism CO_2 appears in them. Three types of CO_2-inclusions are found in small-depth granulites of the Khanka median massif ($T=750-800^{o}C$, $P=5-6$ kbar): relict($\rho = 1.05-1.09$ g/cm^3), primary and primary-secondary in the minerals of leading parageneses ($\rho = 0.91-1.03$ g/cm^3), and those originated as a result of amphibolite-facies diaphthoresis ($\rho = 0.80-0.91$ g/cm^3).In the amphibolite-facies rocks with the features of anatexis,which are exposed in the anticlinorium zone of the Sikhote-Alin folded system,the inclusions are filled with liquefied CH_4,as well as are the inclusions in quartz of the granites breaking them.In the xenoliths of the gneisses from the basement of the folded system,primary fluid composition was CO_2.In the Mesozoic during geosynclinal-folded development of the system,the basement rocks were remobilized and broken by the fluid flow of methane composition.Thus the areally metamorphosed Archean rocks are characterised by CO_2-fluid composition,and possible N_2-specialization is ascertained.In the rocks of young,zonally metamorphosed complexes the fluid has diverse (CO_2, H_2O, CH_4, N_2) specialization. There is revealed the dependence of fluid composition in the rocks of the main crustal elements of the region on the degree of their transformation under the influence of mantle material during geological development.

БЕРДНИКОВ Н.В., КАРСАКОВ Л.П., Ин-т тектоники и геофизики ДВНЦ Академии наук СССР, г. Хабаровск, СССР

ТЕРМОБАРОГЕОХИМИЯ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА СССР

В пределах Становой складчатой области распространены архейские ареально метаморфизованные гранулитовый и амфиболитовый комплексы, а также наложенный на них эпидот-амфиболитовый комплекс шовных зон дислокаций. Чогарский гранулитовый комплекс характеризуется присутствием высокотемпературных и глубинных сапфирин-кварцевых и гиперстен-силлиманитовых парагенезисов (T=1000-1100°C, P=10-11 кбар) с первичными включениями сжиженной CO_2 плотностью 1,07-1,13 г/см^3 с примесью до 7% CH_4. В становом амфиболитовом комплексе "серых гнейсов" (T=600-690°C, P=6-7 кбар) первичные включения наполнены преимущественно углекислотным флюидом плотностью от 0,85 до 1,18 г/см^3 с примесью H_2O. В нем обнаружены также реликтовые включения сжиженного N_2 плотностью 0,5-0,65 г/см^3, несущие информацию о "достановом" метаморфизме. Для зонально метаморфизованных пород гилюйского комплекса характерны гранат-ставролит-дистеновые парагенезисы (T=600°C, P=5 кбар) с первичными включениями существенно водно-солевого состава. На регрессивном этапе метаморфизма в них появляется CO_2. В малоглубинных гранулитах Ханкайского срединного массива (T=750-800°C, P=5-6 кбар) обнаружены три типа углекислотных включений: реликтовые (ρ =1,05-1,09 г/см^3), первичные и первично-вторичные в минералах ведущих парагенезисов (ρ = 0,91-1,03 г/см^3) и возникшие в результате диафтореза амфиболитовой фации (ρ =0,80-0,91 г/см^3). В породах амфиболитовой фации с признаками анатексиса, обнажающихся в антиклинорной зоне Сихотэ-Алинской складчатой системы, включения наполнены сжиженным CH_4, как и включения в кварце прорывающих их гранитов. В ксенолитах гнейсов фундамента складчатой системы состав флюида первоначально существенно углекислотный. В мезозое, во время геосинклинально-складчатого развития, породы фундамента были ремобилизованы и прорваны потоком флюида метанового состава. Таким образом, для архейских ареально метаморфизованных пород наиболее характерен углекислотный состав флюида, установлена возможность его азотной специализации. В породах молодых, зонально метаморфизованных комплексов, приуроченных к глубоко проникающим структурам, флюид имеет разнообразную (CO_2, H_2O, CH_4, N_2) специализацию. Выявлена зависимость состава флюида в породах основных структурных элементов земной коры региона от степени их преобразования под воздействием мантийного вещества в ходе геологического развития.

BERNARDINI G.P., CIPRIANI C., CORSINI F., and MAZZETTI G.,
Dpt. Earth Sciences and Mineralogical Museum, Univ. Florence, Italy

THE "NATURAL" AS - SB SYSTEM

A systematic investigation of numerous samples of arsenic, antimony and "allemontite", from different occurrence localities, kindly provided by many Italian Mineralogical Museums, together with an accurate literature survey, has revealed several problems which, at least in part, remain to be solved in the phase relations of "natural" As - Sb system, in order to clarify completely the genesis of the relative mineral group.
The X-ray and thermal studies have allowed to establish the chemical and mineralogical composition of all the samples investigated, trough the costruction of cell volume - and melting point - composition diagrams, and syntheses of "allemontite" assemblages, with small percentage of different trace elements, have been attempted. While no sure evidence has yet been obtained for the role played by trace elements in producing the various textures observed in natural samples by reflected light and scanning electron microscopy, a tentative correlation is established between these textures and the occurrence localities, referring them also to data from literature.

BOKIJ G.B., Institute of Ore Deposits Geology, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

INTERMETALLIC MINERALS

1. The definition of the term "metal". 2. The application of "mineral species" conception to natural intermetallic minerals. 3. The natural metals - the mineral species. 4. Intermetallic minerals. 5. Classification of intermetallic mineral species. 6. The names of intermetallic minerals, finding in mineralogical literature, which are proposed to discredit.

БОКИЙ Г.Б., Ин-т геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии, геохимии АН СССР, Москва, СССР

ИНТЕРМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МИНЕРАЛЫ

I. Определение понятия "металл".
2. Применение определения понятия "минеральный вид" к природным интерметаллическим соединениям.
3. Природные металлы - минеральные виды.
4. Интерметаллические минералы.
5. Классификация интерметаллических минеральных видов.
6. Названия интерметаллических минералов, встречающихся в минералогической литературе, которые предлагается дискредитировать.

BORUTZKY B.E., Institute of Ore Deposits Geology, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR; MARTIN R.F., Department of Geological Sciences McGill University, Montreal, Canada

THE ALKALI FELDSPARS OF KHIBINI MASSIF

About 80 specimens of the alkali feldspars of various intrusive rocks and pegmatites from Khibini massif formely investigated with chemical, X-ray and optical methods, have been studied by means of photography on a Guinier-Hägg focusing camera to make a careful study of the Si and Al segregation in the T-sites of the feldspar-structure on the basis of data on the cell parameter values. In the case of the perthitic feldspars from the khibini nepheline syenites, both the K-feldspar and albite phases have been investigated. In the case of the substantially-potassium, homogeneous, adularia-like feldspars from the khibini poikilitic nepheline syenites (rischorrites, juvites) and from the various rocks of melteigite - ijolite - urtite range, data on both K-feldspar phases (orthoclase and microcline) which often coexist in the same sample of rock, have been obtained. The results of this study are discussed in connection with the problem of origin the rocks and pegmatites of Khibini massif.

БОРУЦКИЙ Б.Е., Ин-т геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Академии наук СССР, г.Москва, СССР;
МАРТИН Р.Ф., Университет Макгилла, г.Монреаль, Канада

ЩЕЛОЧНЫЕ ПОЛЕВЫЕ ШПАТЫ ХИБИНСКОГО МАССИВА

Около 80 образцов щелочных полевых шпатов из различных типов пород и пегматитов Хибинского массива, ранее детально изученных химическими, рентгеновскими и оптическими методами, исследовались с помощью рентгеновской камеры Гинье с целью определения распределения атомов кремния и алюминия по позициям полевошпатовой кристаллической структуры. В пертитах из нефелиновых сиенитов массива структурно изучены обе, калишпатовая и альбитовая, фазы, а в существенно калиевых адуляровидных полевых шпатах из пойкилитовых нефелиновых сиенитов (рисчорритов, юитов) и мельтейгит-уртитов - две, обычно сосуществующие калишпатовые фазы: ортоклаз и микроклин. Полученные данные обсуждаются в свете существующих представлений о генезисе пород и пегматитов Хибинского массива.

BURRUSS ROBERT C., Gulf Research & Development Co., Houston, TX, and
RUPERT R. T.(retired), USA

CHEMICAL AND PVT ANALYSIS OF FLUID INCLUSIONS IN SEDIMENTARY ROCKS: TOWARD A QUANTITATIVE TOOL FOR STUDIES OF PETROLEUM MIGRATION AND SEDIMENTARY DIAGENESIS

Microthermometric and chemical analysis of fluid inclusions in diagenetically altered sedimentary rocks can yield estimates of paleo-subsurface temperatures and pressures and the time of petroleum migration. Detailed chemical analysis of the hydrocarbon inclusions is necessary for two reasons: 1) Direct comparison with reservoired oils to define pathways and timing of migration and 2) Input to an equation of state to calculate isochores for P,T estimates.

We modified a commercially available, cryogenically programmed, capillary column gas chromatograph for analysis of hydrocarbons released from inclusions in small samples (2-4 mg.) of diagenetic minerals. The small sample size allows detailed petrographic characterization of the inclusions to be analyzed. Inclusions are opened by decrepitation at 300°C, and the contents are directly injected on the column via a switching valve. The system is microprocessor controlled to insure reproducible retention times and quantitative calculations of compositional parameters. All individual saturated and aromatic hydrocarbons from C_1 to C_8 are resolved, with high resolution separation out to $C_{28}+$. Initial experiments with inclusions in carbonate minerals shows good correlation of hydrocarbon yields with the abundance of inclusions observed by fluorescence microscopy. Decrepitation of inclusions in fluorite and halite is less efficient due to "stretching"; therefore, the system was modified to allow crushing of samples. Chromatograms of inclusion contents compare well with macroscopic samples of reservoired oils.

The high resolution analysis allows calculation of the mole fractions of the C_1 through C_7+ hydrocarbons. This composition is used with a reservoir engineering equation of state to calculate isochores for the hydrocarbon inclusions. In samples where both two-phase aqueous inclusions and distinct two-phase hydrocarbon inclusions can be demonstrated to be trapped contemporaneously (Narr and Burruss, 1982, 1984), both fluids have intersecting isochores which uniquely

define paleo-pressure and temperature. Thus, combined chemical analysis and PVT modelling can yield quantitative information on the P,T history of diagenetically altered sediments.

CABRI L.J., Canada Centre for Mineral and Energy Technology, Ottawa, Canada;
NALDRETT A.J., Department of Geology, University of Toronto, Toronto, Canada

THE NATURE OF THE DISTRIBUTION AND CONCENTRATION OF PLATINUM GROUP ELEMENTS IN VARIOUS GEOLOGICAL ENVIRONMENTS

Oxide/silicate-associated types include those of the UG-2 chromite-associated type with extremely high (3000 to 5000x chondritic) levels of Pd, Pt, Rh and Ru and much lower (100 to 500x chondritic) Au, Ir and Os; the PGM include laurite, cooperite, braggite and an unnamed Pt-Ir-Ru-Cu sulphide associated with small masses of base metal sulphides within a chromitite layer. Alpine-type chromite-associated deposits differ from most others in having very low (0.01 to 0.08x chondritic) Pd and Pt; the most common PGM are Ru-Os-Ir alloys. The Alaskan and Inagli sub-types are chromite-associated deposits that contain high proportions of Pt relative to other PGE and are characterized by a predominance of Pt-Fe alloys. Other oxide-associated deposits include the titanomagnetite-associated Kachkanar type, characterized by predominance of Pt-Fe over Ir-rich minerals and the platiniferous pipes of the Bushveld complex, again rich in Pt-Fe alloys.

Concentrations of platinum-group elements (PGE) can be classified on basis of their geochemical, mineralogical and petro-tectonic associations. Two major subdivisions, in a proposed new classification, are the "sulphide association" and the "oxide-silicate association". Sulphide-associated types include those of Sudbury, in which bulk sulphides are characterized by modest (0.5 to 6x chondritic) levels of Au, Pd and Pt, low (0.01 to 0.3x chondritic) levels of Ru, Ir and Os and a tendency for PGE to occur as sperrylite and michenerite and in sulpharsenides. The Merensky Reef type, in large layered complexes, is also characterized by higher Au, Pd and Pt (100 to 8000x chondritic) than Ru, Ir and Os (6 to 30x chondritic), and by much higher overall levels than at Sudbury; the PGE mineralogy is variable, but includes Pt-Pd sulphides and tellurides, sperrylite, laurite, Pt-Fe alloys and solid solutions in pentlandite. The Noril'sk type, associated with flood basalts, has similar metal ratios to Sudbury, but about 10x the abundance of most PGE and a wide diversity of minerals. The Kambalda sub-type, associated with komatiites, has close to chondritic proportions of all PGE.

CHEN YINHANG, Geological Institute, Ministry of Chemical Industry, Hebei Province, P.R. China

STUDY OF THE MINERAL INCLUSION OF MIDDLE-LATE YANSHAN MAGMA-MINEROGENETIC SERIES

The mineral inclusions of the middle-late Yanshan magma-minerogenetic series, in nothern margin of the North China stable block, are classified into three main types and five subtypes according to their trapping state, composition, and evolution process: 1. crystalline inclusion (apatite, zircon, titanite); 2. molten inclusion, a. simple salt (silicate) glassy inclusion and molten crystal inclusion, b. complex salt (silicate + sulfide or oxide, halide or sulfate) molten crystal inclusion; 3. fluid inclusion, a. molten fluid (transitional type), b. simple fluid (vapor, vapor-liquid and pure liquid) inclusion, c. complex fluid (containing LCO_2 or H_2S) inclusion. Fractional melting, fractional distillation and defluidization are happening dring the evolution process of the molten crystal inclusion of complex salt. The temperature, pressure, component and facies state of volcanic rock, subvolcanic rock, intrusive rock and mineralized inclusion have continuity and succession.

CHUKHROV F.V., GORSHKOV A.I., Institute of Ore Deposits Geology, Mineralogy, Petrography & Geochemistry of the USSR Ac.Sci., Moscow;
DRITZ V.A., Geological Institute of the USSR Ac.Sci., Moscow, USSR

THE CRYSTALLOCHEMICAL NATURE OF ASBOLANS

The recent investigations [1-4], carried out mainly by means of the transmission analytical electron microscopy (selected area electron diffraction, energy dispersive analysis) combined with the X-ray analysis, X-ray photo-electron spectroscopy, infra-red spectroscopy and some other methods, have made it possible to reveal the crystallochemical features of the fine-grained poorly crystalline minerals - asbolans. For the first time it was shown, that the asbolans are the hybrid minerals, composed of orderly or disorderly alternating along c-axis layers of different composition and (or) structure, these layers being incommensaturate in (001) plane. The description of indicated minerals needs two interpenetrating lattices, differ in the unit cell parameters. The significant peculiarity, distinguished the asbolans from the other known minerals, consists in the coexistence of the two-dimensional continuous layers of one type with the defect (island-like) layers of the other type. In the structures of the Co-Ni-asbolan [1] and Ni-asbolane [2] the Mn^{4+} containing two-

dimensional continuous octahedral layers orderly alternate with island-like Co, Ni and correspondingly Ni containing octahedral layers. In the Co-asbolan structure [3] the two-dimensional continuous octahedral Mn^{4+}-layers orderly alternate with island-like Co-layers, contained Co in the tetrahedral coordination. In asbolan specimen from Kara-Chagyr (Uzbekistan) [4] it was established the disordered alternation of island-like tetrahedral layers, containing Mn^{4+} and V^{5+}, with the two-dimensional continuous octahedral layers, including in composition Al, Cu, Ni, Zn. In the oceanic Fe-Mn concretions it was discovered the manganese mineral with mixed-layer structure, composed of the asbolan-like packets disorderly alternating with the packets of the buserite type [5]. 1. Chukhrov F.V., Gorshkov A.I. et al.-Proc. USSR Academy of Sciences, ser.geol.,1980, N 6, p. 73-81. 2. Chukhrov F.V., Gorshkov A.I. et al.-Proc. USSR of Sciences, ser. geol., 1980, N 9, p.108-120. 3. Chukhrov F.V., Gorshkov A.I. et al.-Proc. USSR Academy of Sciences,ser.geol.,1982, N 6,p.69-77. 4. Chukhrov F.V., Gorshkov A.I. et al.Proc.USSR Academy of Sciences,ser.geol.,1983,N 12,p.85-95. 5.Chukhrov F.V.,Gorshkov A.I. et al.-Proc.USSR Academy of Sciences,ser.geol.,1983,N 5,91-99.

ЧУХРОВ Ф.В., ГОРШКОВ А.И., Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР, г.Москва; ДРИЦ В.А., Геологический институт АН СССР, г.Москва, СССР

КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА АСБОЛАНОВ

Исследованиями последних лет [1-4], проведенными главным образом с помощью просвечивающей аналитической электронной микроскопии (микродифракции, энергодисперсионного анализа) сочетании с рентгеноструктурным, РФЭС, ИКС и другими методами, были раскрыты кристаллохимические особенности тонкодисперсных плохоокристаллизованных минералов - **асболанов.** Впервые показано, что асболаны являются гибридными минералами с несоразмерными в плоскости (001) упорядоченно или неупорядоченно чередующимися в направлении оси c_0 слоями разного состава и (или) строения. Для описания указанных минералов требуются две вставленные друг в друга решетки, которые отличаются параметрами элементарных ячеек. Важная особенность, которая отличает асболаны от всех известных минералов, состоит в том, что двумернонепрерывные слои одного типа могут сосуществовать с дефектными (островковыми) слоями другого типа. В Co- Ni- [1] и Ni - [2] асболанах Mn^{4+} содержащие двумернонепрерывные октаэдрические слои упорядоченно чередуются с островковыми Co - Ni- и соответственно Ni -содержащими октаэдрическими слоями. В структуре Co-асболана [3] двумернонепрерывные октаэдрические Mn^{4+} слои упорядоченно чередуются с островковыми Co-слоями, в которых Co находится в тетраэдрической координации. В асболане

из Кара-Чагыра (Узбекистан) [4] установлено неупорядоченное чередование островковых тетраэдрических слоев, содержащих Mn^{4+} и V^{5+} с двумерно-непрерывными октаэдрическими слоями, имеющими в своем составе Al, Cu, Ni, Zn. В океанических Fe-Mn конкрециях обнаружен марганцевый минерал со смешанослойной структурой, в которой асболаноподобные пакеты неупорядоченно чередуются с пакетами бузеритового типа [5].

I. Чухров Ф.В., Горшков А.И. и др.-Изв. АН СССР. Сер. геол., 1980, № 6, с.73-81.
2. Чухров Ф.В., Горшков А.И. и др.-Изв. АН СССР. Сер. геол., 1980, № 9, с.108-120.
3. Чухров Ф.В., Горшков А.И. и др.-Изв. АН СССР. Сер. геол., 1982, № 6, с.69-77.
4. Чухров Ф.В., Горшков А.И. и др.-Изв. АН СССР. Сер. геол., 1983, № 12, с.85-95.
5. Чухров Ф.В., Горшков А.И. и др.-Изв. АН СССР. Сер. геол., 1983, № 5, с.91-98.

COMIN-CHIARAMONTI P., DELLA GIUSTA A., FLORA L., Instituto di Mineralogia, University of Trieste, Italy; CARBONIN S., Istituto di Mineralogia, University of Padova, Italy

SPINELS AS PETROGENETIC INDICATORS: CRYSTAL CHEMISTRY PROBLEMS

We present the results of the crystal structure refinement of several Fe-Mg-Al-Cr spinels from different petrological environments, experimentally re-equilibrated at different temperatures. The data obtained from x-ray analyses are in very good agreement with the microprobe results. The obtained cation distribution in A and B sites often differs from those generally assumed for geothermometric purposes. As an example, spinels from the Balmuccia spinel peridotite (Western Italian Alps) require a small but definite degree of Mg-Al inversion and the ordering of Fe^{3+} in the tetrahedral A site. Anyway the possibility of getting very reliable cation distributions is strictly dependent both on the accuracy of the cation-oxygen distances in the spinel structure and on the charge distribution. Incorrect information about the last point may even erroneously suggest the existence of interstitial cations, due to the strong geometric constraints of the structure. Some of the investigated crystals exibit reflections forbidden by the Fd3m symmetry. These reflections, whose meaning is still not understood, are not ascribable to Rennin-

ger effect, and disappear after heating under controlled atmosphere at temperatures as low as 650°C. A systematic approach on the kinetics of the exchange reaction between A and B sites in spinels is necessary prior to relate their characteristics to the petrogenesis of the host rocks.

CONSTANTINESCU EMIL, University of Bucharest; SUBAU GAVRIL, Enterprise for Geological and Geophysical Prospecting, Bucharest, Romania

MINERALOGY OF ALPINE VEINS FROM THE ROMANIAN CARPATHIANS

The Alpine veins which are less known in the Romanian Carpathians, are described in the present paper as occurrences in different types of metamorphic rocks: in migmatites and laminated granites with quartz-adularia-ripidolite-apatite paragenesis; in amphibolites and amphibole schists with quartz-albite-chlorite-actinolite-calcite-hematite paragenesis; in chlorite-sericite schists with epidote with quartz-albite-chlorite-actinote-epidote paragenesis; in chloritoid pyrophyllite schists with quartz-chlorite-pyrophyllite-paragonite/muscovite-chloritoid paragenesis. The characteristics of the main minerals are: quartz, crystals of 1-22 cm, faces of 1010, 1011, 5052, 3031, 0331; chlorite (ripidolite), helmintic structure, faces of 001, 010, 110, b parameter (resulted from X-ray analyses) = 9.2673 Å: Si-O vibrations: 643 cm^{-1}, 751 cm^{-1} and Al^{VI}-O-Si: 547 cm^{-1}; adularia crystals of 2-4 cm: (110), (001), (201), 2V = 38-80°; IR bands of 18.3-18.7 m and 15.4-15.8 m and triclinic values = 0-0.8 which point to monoclinic and triclinic systems with different Al/Si array against the monoclinic symmetry; pyrophyllite, reflex (006) = 3.045 Å, crystallinity index = 122. In all cases, the mineralogical composition of the Alpine veins is directly related to that one of adjacent rocks and points to the generation of the former by lateral secretion. The veins exhibit a deposition sequence which starts with an alkaline phase (quartz + adularia or albite) and continues with a calcic-alkaline phase (actinote, epidote, calcite). The morphology of crystals, the chemical-structural features (order/disorder) and the homogeneisation temperatures of fluid inclusions point to generation temperatures of 50-200°C. The Alpine veins represent the final, post-deformation fabricts within regional metamorphism processes in the Romanian Carpathians.

DAL NEGRO A., CARBONIN S., MOLIN GM., and SECCO L., Istituto di Mineralogia e Petrologia, Padova University, Italy; CUNDARI A., Geology Department, Melbourne University, Australia; and PICCIRILLO E.M., Istituto di Mineralogia e Petrografia, Trieste University, Italy

CRYSTAL CHEMISTRY AND EVOLUTION OF THE CLINOPYROXENE IN VOLCANICS AND HIGH PRESSURE ULTRAMAFIC NODULES

The Ca-rich pyroxenes of basaltic rocks show distinct correlations between crystal-structural parameters (mainly generated as a function of Ca content in the M2 site) and concentrations of R^{3+} (Al, Fe^{3+}, Cr^{3+} and Ti^{4+}) in the M1 site, and Si in the T site. Clinopyroxenes from intermediate and acidic volcanics, instead, show a strong influence of Fe^{2+}_{M1} on the geometrical parameters of the whole structure. The clinopyroxenes of high-pressure nodules are distinctive with respect to those of volcanics for their significantly smaller M1 volume. The M1 clinopyroxene polyhedron dominates the intracrystalline physical chemical variations, essentially given by the triple substitution $Al^{VI} * Fe^{2+}_{M1} * Ti^{4+} = Cr^{3+} * Fe^{3+} * Mg^{2+}_{M1}$. Notably, the behaviour of Fe^{2+} in the M1 and M2 sites is opposite with increasing temperature (melting process).

DAVIES THEO CLAVELL, Dept. of Geology, Fourah Bay College, Univ. of Sierra-Leone, Freetown, Sierra-Leone

ON MINERAL TRANSFORMATIONS DURING LATERITE FORMATION IN SIERRA-LEONE

Electron microscopy, X-ray diffraction analysis and leaching experiments have been applied to the study of mineral transformations during lateritization of various rock types in Sierra Leone. Two different courses of neomineralization are recognized and they correspond to a classification of the laterites as residual or reworked. In the residual laterites, primary textures and structures are preserved; neomineralization takes place mainly by the replacement of primary minerals of the parent rock, but the orientation of the laterite minerals corresponds to the crystallography of the primary minerals. In the reworked laterites on the other hand, there is clear evidence for the reconstitution of the original lateritic minerals resulting in the production of well-formed crystals, as well as the formation of numerous vugs and iron oxide concretions that give the laterites a sedimentary-like texture in thin section.

DEICHA G.A.,Université P. & M. Curie, Lab. Géologie Appliquée, Paris; PROUVOST J., Univ. Lille, Lab. Minéralogie et ER 45 CNRS, France

LE DESEQUILIBRE CRISTALLOGENETIQUE DANS L'EVOLUTION DES VOILES D'INCLUSIONS FLUIDES, D'APRES LEUR ETUDE PAR FRACTOGRAPHIE ELECTRONIQUE

Comme la plupart des autres caractéristiques des architectures cristallines, les divers types d'inclusions se trouvent sous le contrôle des degrés de surfusion, ou de sursaturation, des milieux fluides de formation et d'évolution. La présente communication précise les effets des déséquilibres cristallogénétiques sur les inclusions qui jalonnent d'anciennes fissures dans les minéraux. Encore relativement trop peu utilisée pour l'étude systématique des inclusions, la microscopie électronique à balayage (MEB) apporte des résultats particulièrement intéressants sur l'évolution des fissures recimentées les plus fines. Qu'elles soient pratiquement syngénétiques ou nettement épigénétiques, les cavités résiduelles doivent leur individualisation à une mise en présence, parfois brutale, de la matière cristalline interne avec des fluides minéralisateurs capables d'en opérer la recristallisation. Suivant les orientations, les parois des fissures peuvent présenter des caractéristiques topochimiques très différentes de celles des faces cristallines de croissance. Il en résulte nécessairement des déséquilibres, qui entraînent des phénomènes complémentaires de corrosions et de dépôts. La communication examine les facteurs qui règlent l'abondance, les dimensions, la morphologie et les autres caractéristiques des cavités qui s'individualisent progressivement. Dans cette étude, le cas spécial des inclusions "pseudo-primaires", définies par Ch. SABOURAUD, lors de la précédente session du Congrès (Paris, 1980), est confronté à celui des inclusions "pseudo-secondaires", Définies il y a plus d'un tiers de siècle par N.P. ERMAKOV et dont on connait l'importance pour les progrès de la "Thermobarogéochimie". Ces recherches concernent également la controverse actuelle sur les inclusions des gangues des porohyres cuprifères.*

---

*Bull. Soc. géol. France, N° 1, 129-130, 1983 .

DJEMAI A.,Université des sciences et de la technologie,institut des sciences de la terre,Alger,Algérie;
NIKITINA L.P.,MASLENIKOV A.V.,SMIRNOVA N.S.,OVTCHINIKOV N.O., Institut de géologie et de géochronologie du précambrien, Académie des sciences d'URSS,Léningrad,URSS

ORDRE ET DESORDRE DANS LES STRUCTURES DES SILICATES FERROMAGNESIENS

Dans les structures des silicates ferromagnésiens,outre la mise en évidence d'un ordre-répartition ordonnée de cations bivalents (Mg^{2+},Fe^{2+}) et de cations trivalents (Al^{3+},Fe^{3+}) entre des sites non équivalents (sous-structures),il a été établi un ordre proche qui s'exprime par la tendance qu'ont les atomes d'un type à s'entourer soit par des atomes d'un autre type (ordre proche au sens strict),soit,par le même type d'atomes (clastering).
Le caractère de l'environnement immédiat des cations dans les structures des silicates peut être obtenu par les méthodes de spectroscopie Mössbauer et infra-rouge (dans la région des vibrations de valence Si-O et OH^-).
Dans le présent travail sont examinés les résultats d'étude de la répartition des cations isomorphes entre les sites tétraédriques et octaédriques dans la structure de la staurotide,des orthopyroxènes hyperalumineux et des clinopyroxènes hypercalciques,obtenus par les méthodes de résonnance nucléaire des rayons gamma,de spectroscopie infra-rouge et d'analyse structurale aux rayons X.
Dans la structure des minéraux d'un ordre cationique de degré élevé,il est établi un caractère d'un type non statistique de la distribution des cations entre les sites énergétiquement non équivalents ,mis en évidence dans les sous-structures,et, dûs à la différence de composition de l'environnement cationique immédiat.
La dépendance du caractère de la distribution des cations isomorphes ne s'observe pas seulement entre les sous-structures.
La répartition de Si^{4+}et Al^{3+} entre les sites tétraédriques non équivalents dépend aussi du mode d'occupation des sous-structures par les cations Fe^{2+}et Mg^{2+}.

ДЖЕМАЙ А.Х., Университет наук и технологии, Ин-т наук о земле, г.Алжир, Алжир; НИКИТИНА Л.П., МАСЛЕНИКОВ А.В., СМИРНОВА Н.С., ОВЧИННИКОВ Н.О., Ин-т геологии и геохронологии докембрия АН СССР, г.Ленинград, СССР

ДАЛЬНИЙ И БЛИЖНИЙ ПОРЯДОК В СТРУКТУРАХ ЖЕЛЕЗО-МАГНЕЗИАЛЬНЫХ СИЛИКАТОВ

В структурах железо-магнезиальных силикатов наряду с проявлением дальнего порядка - упорядоченного распределения двух (Fe^{2+}, Mg^{2+})-

и трехвалентных (Fe^{3+}, Al^{3+}) катионов между неэквивалентными позициями (подрешетками) устанавливается ближний порядок, выражающийся в стремлении атомов данного сорта окружить себя либо атомами другого (собственно ближний порядок), либо того же (кластеринг) сорта. Информация о характере ближнего окружения катионов в структурах силикатов может быть получена из γ-резонансных и инфракрасных (в области валентных колебаний Si-O и -OH) спектров. В настоящей работе рассматриваются результаты исследования распределения изоморфных катионов по тетраэдрическим и октаэдрическим позициям в структурах ставролитов, высокоглиноземистых ромбических пироксенов и высококальциевых моноклинных пироксенов методами ЯГР- и ИК-спектроскопии и рентгеноструктурного анализа. В структурах этих минералов при высокой степени упорядочения катионов между подрешетками устанавливается нестатистический характер распределения катионов между энергетически неэквивалентными позициями (субпозициями), которые выделяются в пределах подрешеток и обусловлены различием в составе их ближайшего катионного окружения. Распределение кремния и алюминия между неэквивалентными тетраэдрическими позициями зависит от способа заселения катионных подрешеток закисным железом и магнием.

DOLGOV Yu.A., TOMILENKO A.A., CHUPIN V.P., Institute of Geology and Geophisics of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Novosibirsk, USSR

ANATEXIS AND METAMORPHISM CONDITIONS ACCORDING TO INCLUSIONS IN MINERALS

1.Fluid composition and evolution in metamorphism and anatexis and PT parameters of these processes during the formation of a number of migmatite-gneiss complexes of the Soviet Union, Mongolia, the GDR and India are determined by thermobarogeochemical methods. During granulite formation of the Aldan shield, Khan-Khukh-Ei ridge (Mongolia), charnockites and gneisses of Kansk granulite complex (the Yenisei ridge) fluid pressure was 6-8 kbar. Higher fluid pressures(higher 15 kbar) are obtained for eclogite of Eastern Siberia and the GDR. Low-temperature generations and crystallization of anatectic melts under the conditions of amphibolite facies of Mama mica-bearing region in Trans-Baikal region (about 640°C), Mymchukur block in the Dzhungarsky Alatau and Gorny Altai series in the South Chuisky ridge (about 700°C) comparing to amphibolitic and granulitic facies of the Western part of the Aldan shield (for Upper Aldan suite accordingly 830-780 and 900-820°C) are obtained when studying inclusions of crystallized granitoid melts by homogenization method. In the granulite facies melting low water content (about 2-3 weight %) and rather high CO_2 content (up to 0,6 weight %)

are established. The data on the conditions of volatiles separation during anatectic melts crystallization are obtained. 2.Craters on the Moon, Venus, Mercury and Mars surfaces are of impact origin. On the Earth similar craters are mainly wiped out by exogenous processes. Several tens of younger craters preserved have peculiar structure and minerals, characterizing the influence of high pressures and high temperatures. Target rocks undergo local impact metamorphism and transform into impact-metamorphic ones. Minerals develop jointing at impact. Higher pressure and temperature develop near joints, and that leads to the formation of melting inclusions in joints, having ladder-like pattern and gas bubbles appearing at cooling. Such inclusions allow usual procedures for determining homogenization temperature.

ДОЛГОВ Ю.А.,ТОМИЛЕНКО А.А.,ЧУПИН В.П., Институт геологии и геофизики СО АН СССР, г.Новосибирск, СССР

УСЛОВИЯ АНАТЕКСИСА И МЕТАМОРФИЗМА ПО ВКЛЮЧЕНИЯМ В МИНЕРАЛАХ

Термобарогеохимическими методами определены состав и эволюция флюидов при метаморфизме и анатексисе и PT-параметры этих процессов при формировании ряда мигматит-гнейсовых комплексов Советского Союза, Монголии, ГДР, Индии. При формировании гранулитов Алданского щита, хребта Хан-Хух-Эй (Монголия), чарнокитов и гнейсов Канского гранулитового комплекса (Енисейский кряж) давления флюида достигали 6-8 кбар. Наиболее высокие давления флюида (выше 15 кбар) получены для эклогитов Восточной Сибири и ГДР. При изучении включений раскристаллизованных гранитоидных расплавов методом их гомогенизации получены низкие температуры генерации и кристаллизации анатектических расплавов в условиях амфиболитовой фации Мамского слюдоносного района в Забайкалье (около 640°С), Мынчукурского блока в Джунгарском Алатау и горноалтайской серии в Южно-Чуйском хребте (около 700°С) по сравнению с амфиболитовой и тем более гранулитовой фациями западной части Алданского щита (для верхнеалданской свиты соответственно 830-780 и 900-820°С). В выплавках гранулитовой фации установлено низкое содержание воды (около 2-3 вес.%) и довольно высокое содержание CO_2(до 0,6 вес.%). Получены данные об условиях отделения летучих при раскристаллизации анатектических расплавов.

Кратеры на поверхности Луны, Венеры, Меркурия и Марса имеют ударное происхождение. На Земле подобные кратеры в своем большинстве стерты экзогенными процессами. Несколько десятков сохранившихся наиболее молодых имеют своеобразную структуру и минералы, характеризующие влияние высоких давлений и высоких температур. Породы мишени испытывают локальный ударный метаморфизм и трансформируются в ударно-метаморфические. Минералы при ударе развивают трещиноватость. Наибольшие давления и температуры развиваются вблизи от трещин, что приводит к об-

разованию расплавных включений по трещинам, имеющим лестничный рисунок, и газовые пузырьки, возникающие при остывании. Такие включения допускают обычные процедуры для определения температур гомогенизации.

ДУДКИН О.Б., Геологический институт Кольского филиала АН СССР, г. Апатиты Мурманской обл., СССР

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛОВ ЩЕЛОЧНЫХ МАССИВОВ КОЛЬСКОГО РЕГИОНА

В детально изученных щелочных массивах Кольского региона установлены отчетливые изменения химического состава и физических свойств минералов в зависимости от геологической обстановки. Опыты показывают, что каждый природный кристалл и каждая пространственная совокупность монокристаллов минерала обладают особенными, индивидуальными характеристиками, но для их определения требуется большой объем дорогостоящей информации. Практическую ценность имеют свойства минералов, общие в одной и той же ассоциации, но особенные по отношению к другим. Для их обнаружения необходимо располагать возможностью экспрессного исследования минералов в объеме породы. При изучении минералов щелочных массивов в ряде случаев удалось подобрать эффективные приемы массового контроля их плотности, оптических констант, люминесценции, химического состава. Типоморфизм разных минералов проявляется в разных характеристиках. Типоморфизм апатита наиболее ярко выражен в химическом составе и люминесценции; сфена, нефелина, карбонатов - в химизме и морфологии монокристаллов и т.д. Минералы однотипных по происхождению пород из разных массивов обладают близкими особенностями. Закономерно меняются свойства и состав минералов при увеличении их содержания в породе. Особенно устойчивы характеристики минералов в крупных телах однородных пород. В совокупности с геологическими и петрографическими признаками изменения состава и свойств минералов имеют поисковое значение и указывают на близость апатит-нефелиновых залежей, карбонатитов, титаномагнетитовых и магнетитовых руд.

EL GEMMIZI MAHMOUD A. and HASSAN MAMDOUH A., Nuclear Materials Corp., Cairo, Egypt

MORPHOLOGY AND DISTRIBUTION OF ZIRCON IN METASOMATIC ROCKS AS A GUIDE TO THEIR ORIGIN

The upper part of the Nugrus psammitic gneiss, Eastern Desert, Egypt is stronglymetasomatised with the formation of a strong zirco-

nium anomaly (1000-4000 ppm) due to great abundance of zircon (0.4-0.5%). Metasomatism took place during the doming up of the formation by the thermal event at 600 m.y. ago. Throughout the psammitic gneiss, three types of zircon were recognised: mud (metasomatic), recrystallized (metamorphic) and detrital (sedimentary). In the upper part, zircon is mainly of the mud type with traces of the detrital type. In the lower part, zircon is metamorphic and detrital and is highly corroded. A model is suggested for explanation. During the uplift and doming of the psammitic gneiss, its lower part was heated up. Water and other volatiles were squeezed out during recrystallization and migrated upwards where they were diverted sideways against the overlying schist, initiating a convection cell. The rising fluids leached zirconium and other elements from the lower part and carried them upwards to be redeposited in the upper part in response to changes of temperature. Contribution to the convection cell could have come from subjacent granitic intrusions. This model explains also some geochemical and mineralogical features in the gneiss.

EFIMOVA M.I., MALAKHOV V.V., Far East Geological In-te of the Far East Scientific Center of the USSR Academy of Sciences, Vladivostok; CHERNYSHEV A.V., NOSENKO N.A., Industrial Association "Bor", Dalnegorsk, USSR

GENETIC FEATURES OF THE BOROSILICATE DEPOSIT, DALNEGORSK (ACCORDING TO THE THERMOBAROGEOCHEMISTRY DATA)

Skarn deposit was formed at the contact of terrigenous - carbonaceous rocks with (Mesozoic) and granitoid intrusion of andesite formation. We distinguish two phases: the first one - 50,5 to 56,5 millions of years - diorites, quartz-diorites, the temperature of the crystallized inclusions (T_H) is 980 to 990°C; the second one - 32 to 56,5 millions of years - adamellites, aplites, granites, T_H of the melted inclusions is 770 to 820°C. Salt inclusions in granitoid quartz originated at 290 to 550°C. Analysis of mineral gas phase supports the temperature value of crystallization start. The deposit is zoned: inner zones - wollastonite (T_H 560 to 690°C), median ones - hedenbergite (T_H 550 to 420°C), marginal ones - andradite (T_H 460 to 420°C). Kidney-shaped and globe-shaped formations with concentric zonal structures characterize the deposit. Borosilicate mineralization super imposed all zones is represented by datolite, danburite, axinite; datolite is of principal importance. We distingnish three genera-

tions: datolite 1(T_H 365 to 320°C) composes lines in skarns replacing wollastonite; datolite 2 (T_H 280 to 260°C) develops along broken skarns together with quartz 1 replacing hedenbergite and datolite 1; datolite (T_H 240to 220°C) is drusoid, associates with apophyllite and quartz 2 (T_H 260 to 220°C). We relate the skarn formation to the action of high concentrated and high temperature fluids durihg active tectonic movements. Considerable increase of fault channels and rapid loss of solvent favoured the formation of colloidal systems. Irregular crystallization of these systems explain skarn texture variation. Bicarbonate - sodic solutions deposited productive association; CH_4 and CO_2 prevailed in gas phase. Borosilicate mineralization associates through time with the formation of minor intrusions of contrast alkaline - potassium series (36 to 27 millions of years). Isotope analysis of carbonaceous minerals confirms the endogenous source of dioxide during mineralization.

ЕФИМОВА М.И., МАЛАХОВ В.В., Дальневосточный геологический институт ДВНЦ АН СССР, г. Владивосток; ЧЕРНЫШЕВ А.В., НОСЕНКО Н.А., Производственное объединение "Бор",пос. Дальнегорск, СССР

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДАЛЬНЕГОРСКОГО БОРОСИЛИКАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ПО ДАННЫМ ТЕРМОБАРОГЕОХИМИИ)

Скарновая залежь образовалась на контакте терригенно-карбонатных пород (Mz) с интрузией гранитоидов андезитовой формации. Выделяются две фазы: I.50,5-56,5 млн.лет - диориты, кварцевые диориты; $T_г$ раскристаллизованных включений 980-990°С. II.32-56,5 млн.лет - адамеллиты аплиты, граниты; $T_г$ расплавных включений 770-820°С. Солевые включения в кварце гранитоидов захватывались в интервале 290-550°С. Данные о температурах начала кристаллизации подтверждены анализом газовой фазы в минералах. Залежь зональна: внутренние зоны - волластонит ($T_г$ 560-690°С), средние - геденбергит ($T_г$ 550-420°С), краевые - андрадит ($T_г$ 460-420°С). Характерны почковидные и шарообразные образования концентрически-зонального строения. Боросиликатная минерализация, наложенная на все зоны, представлена датолитом, данбуритом, аксинитом, главное значение имеет датолит. Выделяется 3 генерации: датолит I ($T_г$ 365-320°С) слагает полоски в скарнах, замещая волластонит; датолит II ($T_г$ 280-260°С) развивается по раздробленным скарнам совместно с кварцем I, замещая геденбергит и датолит I; датолит III ($T_г$ 240-220°С) имеет друзовидный характер, ассоциирует с апофиллитом и кварцем II ($T_г$ 260-220°С). Формирование скарнов связывается с воздействием высококонцентрированных, высокотемпературных флюидов в период оживления тектонических движений. Значительный прирост объемов трещинных

каналов и быстрая потеря растворителя способствовали образованию коллоидных систем, неравномерная раскристаллизация которых объясняет разнообразие текстур скарнов. Продуктивная ассоциация отлагалась растворами бикарбонатно-натриевого типа, в газовой фазе преобладали CH_4 и CO_2. Боросиликатная минерализация ассоциирует во времени с формированием малых интрузий контрастной щелочно-калиевой серии (36-27 млн.лет) Изотопный анализ карбонатных минералов подтверждает эндогенный источник углекислоты в процессе минералообразования.

EVSTIGNEEVA T.L., Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy & Geochemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR; NEKRASOV I.Ya., Institute of Experimental Mineralogy of the USSR Academy of Sciences, Chernogolovka, Moscow Distr., USSR

ON THE CRYSTALLOCHEMISTRY OF GOLD - AND PLATINUM GROUP - MINERALS

In nature gold generally occurs in native state and only occasionally as intermetallides with Cu, Sb, Bi and Hg or as sulfides (with Ag), tellurides and tellurates. Genetically gold is related to granitoid magmatism and is deposited at the final stage of the hydrothermal process. The platinum group metals form over 100 natural compounds, mainly with Cu, Pb, Sn, Bi, Sb, As and Te. They crystallize early at the high-temperature stage of sulfide ore formation associated with basic rocks. Many of the gold minerals and platinum group minerals are indicators of the physico-chemical conditions of the formation of endogenic deposits and control t°, f_{S_2}, f_{O_2} and other parameters. The experimental studies of the crystallization process of the Au- (maldonite, aurostibite) and Pt-, Pd- (isoferroplatinum, paolovite) intermetallides confirm this conclusion. Most of noble metal minerals are intermetallide compounds (B^1-B^{4-6}, T^{8-10}-B^{4-6}). Their main structural types are Cu, Mg, Cu_3Au, CuAu, NiAs-Ni_2In, CdJ_2, FeS_2-pyrite, MnP and Ni_2Si. The additional interaction occuring between noble metal atoms determines the essentially "metallic" bonding. The principal factor determining isomorfous replacements in gold minerals and platinum group minerals with metallic bond is the atom radius. The modern classification of noble metal minerals based precisely on this factor is discussed in the paper. The differences observed in the behaviour of gold and platinum group metals during magmatic and postmagmatic processes are also discussed in terms of crystallochemistry.

ЕВСТИГНЕЕВА Т.Л., Ин-т геологии рудных месторождений, минералогии, петрографии и геохимии АН СССР, г.Москва ; НЕКРАСОВ И.Я., Ин-т экспериментальной минералогии АН СССР, пос.Черноголовка Московской обл., СССР

ОСОБЕННОСТИ КРИСТАЛЛОХИМИИ МИНЕРАЛОВ ЗОЛОТА И МЕТАЛЛОВ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ

Золото в природе встречается в основном в самородном состоянии, редко в виде интерметаллидов с Cu, Sb, Bi и Hg; сульфидов (с Ag); теллуридов и теллуратов. Генетически оно связано с гранитоидным магматизмом и отлагается на завершающем этапе гидротермального процесса. Металлы платиновой группы образуют свыше 100 природных соединений в основном с Cu, Pb, Sn, Bi, Sb, As и Te. Они кристаллизуются вначале высокотемпературного этапа формирования сульфидных руд, генетически ассоциирующихся с породами основного состава. Многие минералы золота и металлов платиновой группы служат индикаторами физико-химических условий образования эндогенных месторождений, контролируя t^0, fs_2, fo_2 и другие параметры. Это подтверждено экспериментальными исследованиями процесса кристаллизации интерметаллидов Au (мальдонита, ауростибита), Pt и Pd (изоферроплатины, паоловита).

Большинство минералов благородных металлов принадлежат к классу интерметаллических соединений ($B^I - B^{4-6}$ и $T^{8-10} - B^{4-6}$). Их основными структурными типами являются: Cu, Cu_3Au, CuAu, NiAs-Ni_2Zn, CdJ_2, Cu_2Mg, FeS_2 - пирит, MnP и Ni_2Si. Дополнительное взаимодействие между атомами благородных металлов определяет в них преимущественно "металлическую" связь. При интерметаллическом характере связи решающим фактором, определяющим изоморфные замещения в минералах золота и платиновых металлов, является размер атомов. Именно он положен в основу современной систематики минералов благородных металлов, рассматриваемой в докладе. С кристаллохимической позиции обсуждаются и различия в поведении золота и металлов платиновой группы в магматическом и постмагматическом процессах.

EWING RODNEY C., Department of Geology, University of New Mexico, Albuquerque, New Mexico, USA; GREEGOR R. B. and LYTLE F. W., The Boeing Company, Seattle, Washington, USA

TEM, EXAFS AND XANES EXAMINATION OF METAMICT, ORTHORHOMBIC, Nb-Ta-Ti OXIDES

Metamict, orthorhombic, Nb-Ta-Ti oxides of the type formula AB_2O_6 (A = lanthanides, Fe^{2+}, Mn, Na, Ca, Th, U, Pb; B = Nb, Ta, Ti, Fe^{3+}) have been examined by transmission electron microscopy (TEM). Electron diffraction, high resolution dark field imaging, and interference image microscopy have been used to characterize the metamict structure (alpha dose greater than 10^{26} alphas/m^3). With the exception of the secondary alteration products, the materials were electron-diffraction amorphous. One important feature common to all of the complex Nb-Ta-Ti oxides was the presence of spherical microvoids 30 Å to ~2μm in

size. In order to obtain additional structural information extended x-ray absorption fine structure (EXAFS) and x-ray absorption near edge structure (XANES) spectroscopy were used to determine the nearest neighbor environment of Ti in metamict AB_2O_6-type complex oxides (euxenite and aeschynite structure types). Comparison of the EXAFS/XANES data for metamict samples with data for annealed and crystalline samples suggests minor changes in the first coordination sphere, Ti-O, (a slight decrease in coordination number and bond lengths, and increased distortion of the octahedral coordination polyhedron), but major disruption of the second coordination sphere, Ti-Ti, for the material in the metamict state. The minor changes in the first coordination sphere and the major changes in the second coordination sphere suggest a transition from the crystalline to metamict state in which the individual Ti-coordination polyhedra experience minor distortion, but assume orientations in which the entire coordination polyhedron is tilted from its original position (across shared corners) to form a random "glass-like" network. This type of transition places important topologic constraints on the types of structures that may be converted to the metamict state.

FILLION G., Laboratoire Louis Néel, C.N.R.S. Grenoble Cedex; HAFNER S.S., REGNARD J.R., Laboratoire d'Interactions Hyperfines (DRF) CENG Grenoble Cedex; WIEDENMANN A., Laboratoire de Diffraction Neutronique (DRF) CENG Grenoble Cedex, France

MAGNETIC PROPERTIES OF A NATURAL ORTHOPYROXENE $Fe_{0.87}Mg_{0.13}SiO_3$

Orthopyroxenes $Fe_xMg_{1-x}SiO_3$ are chain silicates particularly suitable for precise site occupancy determinations (1). In their crystal structure the Fe^{2+} and Mg^{2+} ions occur at two nonequivalent positions, M_1 and M_2, of distorted oxygen octahedra which have equal multiplicities. For the composition x = 1, both positions are occupied completely with iron. For $x < 1$, however, Fe^{2+} exhibits preference for the more distorted M_2 position, whereas the Mg^{2+} ions occur mainly at M_1. The M_1 and M_2 octahedra share edges; they are linked to ribbons of infinite length along the c axis, the ribbons consisting of two linear chains of M_2 which enclose a zig-zag chain of M_1. The distances between nearest M_1-M_2 and M_1-M_1 centers within a ribbon are about 3.1 Å. The unit cell includes four similar ribbons which are separated by chains of corner sharing SiO_4 tetrahedra. The distance between the ribbons is about 4.9 Å. From this arrangement a special type of 1D magnetic behaviour can be expected. In the present work we performed Mössbauer, magnetic susceptibility, magnetisation and neutron diffraction experiments on natural XYZ pyroxene (2) with the composition $Fe_{0.866}Mg_{0.134}SiO_3$. The powder magnetic susceptibility of XYZ follows a Curie-Weiss behavior $X = \frac{C_m}{T-\theta_p}$ with a positive θ_p = 34 K and C_m = 3.4.
This corresponds to an effective magnetic moment of $\mu_{eff} = 5.24 \mu_B$, indicating large orbital contributions. Moreover, the magnetic susceptibility exhibits a maximum at 28 K and an inflection point at T_N = 26 K which reflects the an antiferromagnetic ordering.

In the neutron diffraction patterns, an increase of the intensity of several Bragg reflections was observed below 25 K, confirming the onset of long-range magnetic ordering. The propagation vector is $\vec{k} = [000]$ which is indicative of a collinear magnetic structure. The refinement of the intensities and the observed extinction of a great number of reflections revealed the coupling of the 16 Bravais lattices: all the moments within a ribbon are aligned ferromagnetically along the b axis with an antiferromagnetic coupling between neighbouring ribbons. The ferromagnetic exchange interaction between the nearest neighbours within the ribbons is certainly much stronger than the antiferromagnetic coupling of the moments between neighbouring ribbons. This is in agreement with the positive value of θ_p.

Mössbauer experiments were carried out between 300 K and 1.5 K. The temperature T_N of magnetic ordering was measured to be $T_N = 27 \pm 1$ K. Just at temperatures immediately above T_N, the quadrupolar interactions measured for Fe^{2+} at M_1 and M_2 are 3.07 mm/s and 1.99 mm/s, respectively. The Mössbauer spectrum at 4.2 K cannot be simply fitted with two magnetic hyperfine patterns related to the presence of Fe^{2+} at M_1 and M_2. The large linwidth of about 0.8 mm/s must result from a distribution of distinct electric field gradients and magnetic hyperfine fields due to the different Mg^{2+}, Fe^{2+} configurations surrounding M_1 and M_2 as nearest neighbors. It is interesting to compare these results with data obtained from synthetic orthoferrosilite $FeSiO_3$, which was also studied (3).

(1) D.Virgo and S.S.Hafner, Amer. Mineral. 55, 201-223 (1970).
(2) C.W.Burnham, Y.Ohashi, S.S.Hafner and D.Virgo, Amer. Mineral. 56, 850-876 (1971).
(3) G.K. Shenoy, G.M.Kalvius, and S.S.Hafner, J. App. Phys. 40, 1314-1316 (1969).

FILIZOVA L., PETROV O., KIROV G.N., Laboratory of Experimental and Technical Mineralogy, Bulgarian Academy of Sciences and University of Sofia "Kl. Ohridski", Sofia, Bulgaria

CRYSTAL CHEMICAL ASPECTS OF ION EXCHANGE IN NATURAL ZEOLITES

It is known that different samples of one and the same zeolite species display significant differences in their ion exchange properties. X-ray powder diffraction examination of natural and ion-exchanged forms of clinoptilolite indicates that the ion-exchangeably cations occupy specific positions in the channels of the structure. The distribution of sodium and calcium, which both occupy M1 and M2 sites in the 8- and 10-membered channels, respectively, in the

structure of natural clinoptilolites depends on the content of other exchangeable cations. In the presence of high magnesium contents they are located in the M2 position while the 10-membered channels are occupied "with priority" by strongly hydrated magnesium cations. The presence of potassium imposes restrictions on the localization of Na^{+} and Ca^{2+} in the 10-membered channels. During ion exchange the cations occupy positions compatible with their size, with their hydration characteristics and the distribution of anionic sites in the framework. The presence of cations which restrict the occupation by the appropriate cations may bring about considerable changes in the selectivity and in the ion exchange kinetics.

ФОЙТ Б., ГАУК Я., Университет Я.Э.Пуркине, кафедра минералогии и петрографии, г.Брно, ЧССР

ЗОЛОТО МОРАВСКОСИЛЕЗИЙСКИХ ЕСЕНИКОВ

Современные минералогические исследования установили два типа накоплений золота в полиметаллических и колчеданных месторождениях Моравскосилезийских Есеников (ЧССР).
Эндогенное золото сопровождает местами сульфидные вкрапления в кварцитовых породах или образует скопления в залежах кварца среди кристаллических сланцев. Различия минеральных ассоциаций находятся в прямой зависимости от характера среды. В кварцевых залежах золото самородное, ассоциируется с сульфидами, особенно с халькопиритом. Содержание в нем серебра варьирует до образования электрума включительно. В том и другом случае золото метаморфогенное.
Супергенное вторичное золото приурочено к тектонически нарушенным частям месторождений сульфидных колчеданных руд, где местами отмечаются относительно большие его концентрации. Было обнаружено, что заново отлагается не только высокопробное самородное золото (как это раньше отмечалось в литературе); при процессах "цементации" в благоприятных условиях осуществляется смешивание компонентов Ag и Au .

FRANZ GERHARD, Techn. Univ. Berlin; GÜNTER GRUNDMANN, GIULIO MORTEANI, Techn. Universität München, DIETRICH ACKERMAND, Universität Kiel, FRG

THE FORMATION OF BERYLLIUM MINERALS IN METAMORPHIC ROCKS

The formation of beryllium minerals in metamorphosed a) pegmatites, b) granites, and c) tuffitic rocks is described.
a) Pegmatites from amphibolite, migmatite, and granulite facies terranes (Maršikov/CSSR, Kolsva/Sweden, Maroankora/Madagascar) show re-

action textures interpreted as breakdown of primary beryl and alkali-feldspar:

(1) beryl + feldspar + H^+ = chrysoberyl + quartz + Na^+/K^+ + H_2O,

(2) beryl + feldspar + H_2O = chrysoberyl + quartz + melt.

P-T conditions of reaction (2) have been determined experimentally.

b) Within granitic rocks (Schrammacher, Tirol/Austria) metamorphosed at P 10 to 5 kbar, T 550 to 500°C, pre-alpine vein assemblages with phenakite are transformed into beryl:

(3) 3 phenakite + 2 muscovite + 9 quartz = 2 beryl + 2 K-feldspar + 2 H_2O.

Cm- to dm-size nodules with the main mineral assemblage beryl-phenakite-garnet-phengite within these orthogneisses are of uncertain origin. A possible explanation is the decomposition of a primary Be-rich cordierite:

(4) 3 NaBe-cordierite + 6 quartz = 2 garnet + 3 albite + beryl.

(5) 3 NaBe-cordierite + K-feldspar + 1,5 quartz + H_2O = 2 garnet + 3 albite + muscovite + 1,5 phenakite.

c) In low grade metamorphosed tuffitic rocks (Habachtal, Salzburg /Austria) the formation of beryl is connected with a metasomatism between metavolcanic/metasedimentary rocks and serpentinite/talc bodies. Be was originally incorporated as a trace element in mica and feldspar. Later during metasomatism beryl was precipitated. Locally phenakite is transformed into beryl:

(6) 3 phenakite + 2 muscovite + 3 quartz + chlorite = 2 beryl + 2 biotite + 2 H_2O.

Crystal chemistry of the beryls is distinctly different. Relic beryls from metamorphosed pegmatites are homogeneous and alkali free; beryls formed by metamorphism/metasomatism show strong chemical zoning with alkali free or poor cores and Na-rich rims. Most important substitutions are:

Al + O = Mg + Na; Al = Fe^{3+}; Al + O = Fe^{2+} + Na.

FRASER DONALD G., Department of Geology and Mineralogy, Oxford University, Parks Road, Oxford, U K; RAMMENSEE WERNER, Max-Planck Institut für Chemie, Saarstrasse, Mainz, FRG

DETERMINATION OF MIXING PROPERTIES OF ALKALI ALUMINOSILICATE MELTS BY VAPOUR PRESSURE MEASUREMENT

We report new measurements of activities of silicate components in melts by Knudsen Cell Mass Spectrometry. In this technique compositions of the vapours in equilibrium with silicate melts are analyzed using a quadrupole mass spectrometer and activities are obtained from the relationship $a_i = f_i/f_i^o = p_i/p_i^o$ where a_i is the activity

and f_i, f_i^o, p_i and p_i^o the fugacities and partial pressures in melt and standard state respectively.

Measurements in the systems $NaAlSi_3O_8$-$KAlSi_3O_8$; $NaAlSi_2O_6$-$KAlSi_2O_6$ and (Li, Rb, Cs) $AlSi_3O_8$-$KAlSi_3O_8$ indicate that the vapours in equilibrium with these melts are composed mainly of the alkali metal atoms with small amounts of SiO and Al_2O. Mixing in these systems from 1200°-1600°C is close to ideal with the melts resembling in structure the mineral stable on the liquidus and not necessarily that having the same formula - i.e.$KAlSi_3O_8$ melts may have leucite-like structure and $NaAlSi_2O_6$ melts may resemble nepheline. This has important implications for the modelling of crystal-liquid equilibrium in systems showing incongruent melting.

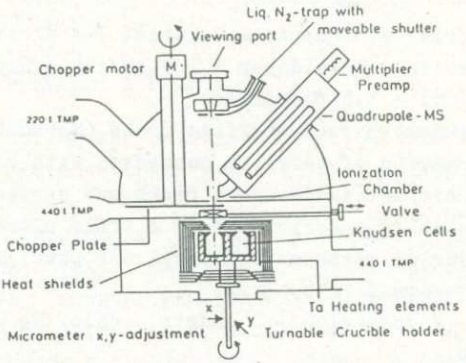


FIG. 1. Diagram of molecular beam apparatus showing positions of Knudsen cells, chopper plate and proximity of ion source to Knudsen orifices. T.M.P. = Turbo-molecular Pump.

GAO FAN & GAO MAI, Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Tianjin, China

GARNETS INDICATING A RETROGRADE METAMORPHIC TREND OF ARCHAEAN GRANULITE FACIES ROCKS IN YANSHAN MOUNTAIN AREA

Garnets are widespreadly produced from Archaean granulite facies rocks that suffered the retrogressive metamorphism extensively in Yanshan mountain area. Garnet is one of the minerals showing retrograde characteristics. Retrograde garnets may be divided into two main models:

1. Homogenization of zoned garnets formed earlier near the progres-

sive maximum apex temperature of granulite facies. The garnet rims are in partition equilibrium with adjacent clinopyroxene etc.. Fe, Mg, Ca, Mn being exchanged between them to varying degrees. EPM analyses core and edge compositions of firmly contacting garnets and clinopyroxenes in 7 pairs under the same experimental conditions. Temperatures of the cores are 25-55°C higher than those of rims, being a model of retrograde zoned garnet.

2. The garnets formed after progressive maximum temperature apex have included a number of orthopyroxene relics and ilmenite inclusions formed from hornblends breakdown reactions. They were obvious retrogressive symplectitic textures later overprinted on the high grade metamorphic rock matrixes. Garnet forming temperature varied from nearly progressive maximum temperature 844°C to the lower 780°C, 740°C, 700°C.

GODOVIKOV A.A., Institute of Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the Academy of Sciences of the USSR, Novosibirsk, USSR

HALOGENOSALTS: DEFINITION, STRUCTURE FEATURES, POSITION IN MINERALOGICAL SYSTEMATICS, AND GENERAL CHARACTERISTICS OF GENESIS

Binary halogen compounds may have basic, amphoteric or acidic properties of the composing cation such as its force characteristic and atomic number. Halogenobases and halogenoanhydrides possess essentially different structures which are coordination and molecular, respectively, amphoteric halogenides being intermediate in this relation. Halogenobases when reacting with halogenoanhydrides form halogenosalts, they are analogous in this relation to oxosalts forming oxygen bases and anhydrides. Halogenosalts are similar to oxosalts of preferably strong acids according to many other features such as structure, solubility etc. It makes us divide the type of halogen compounds into two subtypes, i.e. halogenides and halogenosalts, the further systematics being built according to the principles presented earlier (Godovikov 1983)*. Halogenosalts are shown to form close paragenetic groups the apperance of which is determined by high volatility of halogenosalts and original halogenides, by limiting activity of some elements, especially, Ca and Si.

---

* Godovikov A.A. Mineralogy (2nd edition). Moscow: Nedra, 1983.

ГОДОВИКОВ А.А., Институт геологии и геофизики СО АН СССР, г. Новосибирск, СССР

ГАЛОГЕНОСОЛИ : ОПРЕДЕЛЕНИЕ, ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ, МЕСТО В МИНЕРАЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМАТИКЕ, ОБЩИЕ ЧЕРТЫ ГЕНЕЗИСА

Бинарные галогенные соединения могут обладать основными, амфотерными или кислотными свойствами в зависимости от катиона, входящего в их состав - величины его силовой характеристики и атомного номера. Галогенооснования и галогеноангидриды обладают существенно различными структурами - координационными и молекулярными соответственно; амфотерные галогениды в этом отношении занимают промежуточное положение. Галогенооснования при реакции с галогеноангидридами образуют галогеносоли, будучи аналогичными в этом отношении кислородными основаниями и ангидридом, образующим оксосоли. Галогеносоли и по многим другим признакам - структуре, растворимости и т.п. - аналогичны оксосолям преимущественно сильных кислот. Это заставляет делить тип галогенных соединений на два подтипа - галогенидов и галогеносолей; дальнейшая систематика строится по изложенным ранее принципам (Годовиков, 1983)*. Показано, что галогеносоли образуют тесные парагенетические группы, возникновение которых определяется высокой летучестью галогеносолей и исходных галогенидов, лимитирующим влиянием активностей ряда элементов, в первую очередь Ca и Si.

---

*Годовиков А.А. Минералогия. Изд. 2-е. М.: Недра, 1983.

GORSKAYA M.G., FRANK-KAMENETSKAYA O.V., FRANK-KAMENETSKY V.A., Leningrad State University, Geol. Dept., Leningrad; ROZHDESTVENSKAYA I.V., NPO "Burevestnik", Leningrad, USSR

CRYSTAL STRUCTURE OF CHROMODRAVITE, A NEW MINERAL

Crystal structure of new mineral chromodravite (a_o=16.130(4), c_o=7.403(2)Å; R3m, 720 indep. reflections with $F > 4\delta_F$, autodiffractometer $P2_1$, Mo K_α) was refined to a residual R of 0.061. The refinement was carried out with anisotropic temperature factors for all atoms except hydrogen and varying occupancies for all cation positions. The comparison of calculated and experimental occupancy factors and mean cation-oxygen bond length (d_y=2.025(3)(ms), 2.020 (calc); d_z=2.007(3)(ms), 2.005Å(calc) show that Cr and Mg occupy "Y" and "Z" octahedra, while Fe enters only into "Y" octahedra. It contradict the data of Rumyantseva (Rumyantseva, 1983) that Cr replaces Al only in "Z" octahedra. Crystal chemical formula after the data of X-ray analysis is: $(Na_{0.85}K_{0.07}Ca_{0.03})_{0.94}(Cr_{1.22}Fe_{1.03}$

$Mg_{0.64}Mn_{0.06}Ti_{0.02}V_{0.01})_{2.99}(Cr_{3.90}Mg_{2.08}Al_{0.02})_{6.00}B_{3.00}Si_{6.00}O_{27}$ $(O_{1.14}OH_{2.86})_{4.00}$. So composition of the mineral with Cr > Fe, Mg in "Y" position and Cr > Mg+Al in "Z" position is the intermediate one in the solid state series with general formula (Na, Ca) (Cr, Fe, Mg)$_3$(Cr, Mg, Al)$_6$B$_3$Si$_6$O$_{27}$(O, OH)$_4$. The cation distribution in chromodravite is really like that in Cr-bearing tourmaline (Schmetzer et al., 1979) that has the following formula: $(Na_{0.84}Ca_{0.16}K_{0.02})_{1.02}$ $(Mg_{1.71}Cr_{1.29})_{3.00}(Al_{3.92}Mg_{1.19}Cr_{0.89})_{6.00}B_{3.00}Si_{6.00}O_{27}(O, OH)_4$. Inspection of valence sums based on experimental bond length show the presence of H atoms in two positions: H O_1 and H O_3. The difference Fourier synthesis has only one significant peak identified as H O_3 (H-O_3=0.93(4)Å). These H atoms construct the hydrogen bond between Si-O ring and octahedral layer: $O_3 \ldots O_5$=3.289(10), H...O_5= 2.37(5)Å, O_3-H...O_5=172.74°(32). The close composition of chromodravite and Cr-bearing tourmaline results in similarity of geometrical characteristics of these structures. Flattening of "Y" octahedra (Ψ_y=59°15'; 59°20') is less than in other tourmaline structures, while stretchening of "Z" octahedra (Ψ_z=54°12'; 54°24') is most significant. Compared to dravite both structures have considerable corrugation of Si-O ring (Δz=0.124; 0.125Å) and slight ditrigonal distortion (δ=0.014; 0.016).

ГОРСКАЯ М.Г., ФРАНК-КАМЕНЕЦКАЯ О.В., ФРАНК-КАМЕНЕЦКИЙ В.А., Ленинградский государственный университет, геолфак, г.Ленинград;
РОЖДЕСТВЕНСКАЯ И.В., НПО "Буревестник", г.Ленинград, СССР

КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА НОВОГО МИНЕРАЛА ХРОМДРАВИТА

Уточнение кристаллической структуры нового минерала хромдравита (a_0=I6,I30(4), c_0=7,403(2)Å, R3m, 720 незав.отражений с $F>4\sigma_F$, автодифрактометр $P2_I$, Мо K_α) с учетом анизотропии колебаний неводородных атомов и степени заселенности катионных позиций проведено до R=0,06I. Сопоставление расчетных и экспериментальных значений факторов заселенности позиций и средних расстояний октаэдрический катион-кислород ($d^э_y$=2,025(3), $d^р_y$=2,020; $d^э_z$=2,007(3), $d^р_z$=2,005Å) позволило надежно установить, что Cr и Mg входят как в "У", так и в "Z" октаэдры, а все Fe находится в "У" позиции. Это противоречит предположению (Румянцева,I983) о том, что Cr замещает Al только в " Z" позиции. Уточненная по рентгеновским данным кристаллохимическая формула минерала:$(Na_{0,85}K_{0,07}Ca_{0,03})_{0,94}(Cr_{1,22}Fe_{1,03}Mg_{0,64}Mn_{0,06}Ti_{0,02}$ $V_{0,01})_{2,99}(Cr_{3,90}Mg_{2,08}Al_{0,02})_{6,00}B_{3,00}Si_{6,00}O_{27}(O_{1,14}OH_{2,86})_{4,00}$. Распределение катионов в хромдравите близко к выявленному в Cr -содержащем турмалине (Schmetzer et al, I979). Изученный минерал, в котором Cr> Fe, Mg в позиции "У" и Cr > Mg +Al в позиции "Z ", являет-

ся по составу промежуточным в серии твердых растворов с общей формулой $(Na,Ca)(Cr,Fe,Mg)_3(Cr,Mg,Al)_6B_3Si_6O_{27}(O,OH)_4$.
Анализ локального баланса валентностей указал на наличие атомов водорода у O_I и O_3. На разностном Фурье-синтезе выявлен лишь атом водорода у O_3, участвующий в водородной связи между кремнекислородным кольцом и слоем октаэдров: $H\text{-}O_3$=0,93(4); $O_3...O_5$=3,289(10); $H...O_5$= 2,37(4)Å; $O_3\text{-}H...O_5$=172,74°(32). Близкий состав хромдравита и Cr -содержащего турмалина обуславливает сходство геометрических особенностей этих структур. Сжатие октаэдров "У" (Ψ_y=59°15′ и 59°20′ соответственно) меньше, чем в других турмалинах, а вытянутость октаэдра "Z " (Ψ_Z=54°12′ и 54°24′), наоборот, максимальная. В обеих структурах наблюдается значительная по сравнению с обычными дравитами гофрировка кремнекислородного кольца тетраэдров (ΔZ =0,124 и 0,125Å) и сравнительно слабое дитригональное искажение (δ= 0,014 и 0,016).

GOTTARDI G. and ALBERTI A., Università di Modena;
and PASSAGLIA E., Università di Ferrara, Italy

RELATIONSHIPS BETWEEN CHEMISTRY AND GENESIS OF ZEOLITES

Zeolites are well known to be deposited in various geological environments, schematically in hydrothermal and in sedimentary ones. As a matter of fact, the so called sedimentary environment includes very different types of genesis: saline lacustrine genesis (hydrologic closed system), genesis by slow percolation of water in loose volcanic sediments (hydrologic open system), the geoautoclave genesis, in deep sea sediments, burial diagenesis of marine or continental sediments up to the beginning of the very low grade metamorphism. A few zeolite species (clinoptilolite, mordenite, chabazite, phillipsite, erionite) may crystallize in several of these environments but with different chemical compositions: an attribution to a particular genesis on the basis of the chemical composition alone is not yet possible to-day, although this kind of data may give evidence in favour of one particular hypothetical genetical model.

The main experimental problem in this kind of research is to get reliable chemical analyses for minerals small in size ($\sim$10 μm) and dispersed in the sediments, which they may be difficult to be identified in and purified from.

Hydrothermal zeolites have usually a characteristic chemical composition different from the sedimentary (lato sensu) ones. Zeolites from closed systems are similar to, but slightly different from deep sea zeolites. Those from open systems have composition in some way intermediate between the hydrothermal ones and those from closed systems. The same holds for many zeolites of burial diagenetic origin.

GRICHUK D.V., BORISOV M.V., SHVAROV Ju.V., Moscow State University, Dept. of Geology, Moscow, USSR

THERMODYNAMIC SIMULATION OF HYDROTHERMAL SYSTEMS

The consistent use of partial and local equilibrium principles allows to construct numeral equilibrium-dynamic models of natural systems processes, ore forming in particular. In the case of dynamic approach the chemical composition of systems would depend on precedent path of a process. In the course of simulation errors of equilibrium calculations accumulate, and therefore the accuracy of algorithmes and of thermodynamic data is decisive. The computation of equilibrium-dynamic models were performed, using ES computer (program "GIBBS"). The model of convective hydrothermal system in mid-ocean ridge is discussed, as example. Convective system is presented as a stepped flow chemical reactor. Temperature and rate of fluid-basalt interaction change step by step. In descending branch of hydrothermal system sea water is heated, reacts with basalts, and changes its composition. It loses Mg^{2+} and SO_4^{2-}, gains Ca^{2+} and H_4SiO_4, pH decreases. At $t > 250°C$ reducing compounds as H_2S, CH_4, H_2 appear in solution, pH increases. Computered secondary mineral assemblages in low-temperature part of the system are typical for zeolite facies of metamorphism, in high-temperature part of the system - for greenschists. Three geological types of ascending branch have been simulated: fast discharge of the fluid on the sea floor, slow cooling of the fluid, and mixing with cold sea water. Computered composition of hydrothermal deposits depends on discharge type an and fluid temperatures. Simulated mineral assemblages are consistent with those observed on East Pacific Rise. Our calculations show, that fluids can leach Cu, Zn, and Pb from basalts in low-temperature part of the hydrothermal system, but only Cu can migrate in its high-temperature part. This peculiarity explanes high copper contents in hydrothermal ores in oceanic crust.

ГРИЧУК Д.В., БОРИСОВ М.В., ШВАРОВ Ю.В., Московский государственный университет, геолфак, г.Москва, СССР

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Применение принципов частичного и локального равновесий позволяет создать численные равновесно-динамические модели, приближенно описывающие геохимическое строение природных объектов, в т.ч. рудообразующих гидротермальных систем. При учете динамики растворов хи-

мический состав системы определяется предшествующим течением процесса. При этом ошибки расчета равновесий накапливаются, что предъявляет повышенные требования к точности применяемых алгоритмов и используемых термодинамических свойств веществ.

Рассмотрены примеры решения равновесно-динамических задач. Все расчеты выполнены по программе "GIBBS" на ЕС ЭВМ. В качестве относительно простой задачи приводятся результаты расчета модели конвективной гидротермальной системы в срединно-океаническом хребте. Конвективная система представлена в виде ступенчатого проточного химического реактора с изменяющимися по ступеням температурой и скоростью взаимодействия флюида с базальтом. В нисходящей ветви конвективной системы нагревающаяся морская вода реагирует с базальтом и меняет свой состав: теряет Mg^{2+}, SO_4^{2-}, обогащается Ca^{2+} и H_4SiO_4, pH снижается. При $t>250^{\circ}C$ раствор приобретает восстановительный характер, появляются H_2S, CH_4, H_2, pH растет. Расчетная ассоциация вторичных минералов в низкотемпературной части системы соответствует цеолитовой фации метаморфизма, в высокотемпературной - фации зеленых сланцев.

Рассмотрены три типа восходящей ветви системы: быстрая разгрузка флюида на морское дно, медленное охлаждение, смешение с морской водой. В зависимости от типа разгрузки и температуры флюида рассчетный состав гидротермальных осадков меняется. Полученные ассоциации близки к отмеченным на Восточно-Тихоокеанском поднятии. Расчеты показали, что в низкотемпературной части системы Cu, Zn и Pb выщелачиваются из базальтов, а в высокотемпературной - хорошо мигрирует только Cu, что объясняет медноколчеданную специализацию гидротерм в океанической коре.

GRISHINA S.N., Institute of Geology and Geophisics of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Novosibirsk, USSR

EFFECT OF CH_4 CONTENTS ON THE FINAL MELTING TEMPERATURE OF CO_2 IN THE SYSTEM CO_2-CH_4

Liquid methane-carbonic inclusions in halite from Dneprovsk-Donetsk depression are the convenient object for studying the system CO_2-CH_4 with various relationship of the components (to X_{CH_4}=0,6). The binary composition of the inclusions has been fixed by means of four independent methods. The presence of isolated groups of inclusions of similar types, high density of filling of the vacuoles and low temperature of their destruction permitted one to apply gas chromotography with various regimes of destruction, mass-

pectrometry, freezing stage, crushing stage and Raman microprobe analysis to study the composition of the inclusions.

All methods have shown the presence of practically pure methane-carbonic mixture in the studied inclusions. In several inclusions it was found the insignificant nitrogen admixtures ($X_{N_2} \leqslant 0,005$) by Raman microprobe analysis and mass-spectrometry. Comparisons of various regimes of destruction for chromatographic determination has shown the change in the component composition at elevated temperature over 400°C.

The study of the same inclusions on freezing stage and crushing stage permitted one to fix the correlation between the final melting temperature of CO_2 and CH_4 contents. The obtained correlation makes it possible to evaluate the relationship of the components contained in methane-carbonic inclusions found in minerals of various geological origin providing valuable information on physico-chemical parameters of the mineral-forming solutions.

ГРИШИНА С.Н., Ин-т геологии и геофизики СО АН СССР, г.Новосибирск, СССР

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ CH_4 НА ТЕМПЕРАТУРУ КОНЦА ПЛАВЛЕНИЯ CO_2 В СИСТЕМЕ CO_2–CH_4

Жидкие углекислотно-метановые включения в галите Днепровско-Донецкой впадины представляют собой идеальный объект для исследования системы CO_2–CH_4 с различным соотношением компонентов (до X_{CH_4}=0,6). Бинарный состав включений установлен с помощью пяти независимых способов. Наличие изолированных групп однотипных включений, высокая плотность наполнения вакуолей и низкая температура их вскрытия позволили применить для исследования состава включений газовую хроматографию с различными режимами вскрытия, масспектрометрию, криометрию, волюмометрию и раман-спектроскопию.

Все методы показали наличие практически чистой углекислотно-метановой смеси в исследованных включениях. В нескольких включениях обнаружены незначительные примеси азота ($X_{N_2} \leqslant 0,005$) методами раман-спектроскопии и масспектрометрии. Сравнение различных режимов вскрытия включений для хроматографического определения проиллюстрировало изменение компонентного состава при превышении температуры вскрытия выше 400°C.

Изучение одних и тех же включений методами криометрии и волюмометрии, проконтролированной достоверными данными рамановского микрозонда MOLE , позволило установить зависимость между температурой конца плавления CO_2 и содержанием CH_4. Полученная зависимость позволяет

оценивать соотношение компонентов в углекислотно-метановых включениях, обнаруженных в последнее время в минералах различных геологических объектов и представляющих важную информацию о физико-химических параметрах минералообразующих растворов.

GRZETIĆ I., SLAVIĆ I., Faculty of Mining and Geology, University of Belgrade, ULEMA, Belgrade, Yugoslavia; EL GORESY A., Max-Planck Institut füf Kernphysick, Heidelberg, FRG; PAVIĆEVIĆ M.K., Faculty of Mining and Geology, University of Belgrade, ULEMA, Belgrade, Yugoslavia

FITTING OF SK_β EMISSION SPECTRA OF SOME 3d METAL SULPHIDES

Very important information supplementing the knowledge on conditions of investigated minerals' formation, can be obtained during investigation of the sulphur bond's nature existing in minerals. Apart from numerous instrumental methods applied during investigation of the sulphur bond's nature, a particular attention was paid to research works carried out by X-ray spectrometry of soft radiation with electron microexcitation which is certainly characterized by advantages shown during the study of microvolume. The K_β X-ray emission spectra can be also used as a source of information concerning the influence of a ligand field on a central anion. In our investigation the 3d metal sulphides were used as the relative examples. The mathematical fitting method was used both in the analysis and interpretation of K_β X-ray emission spectra. Very good results, enabling a satisfactory spectra' interpretation can be obtained in cases when the peak's intensity exceeds the intensity of back-ground for several times.

HALLBAUER DIETER K., Chamber of Mines of S.A. Research Organization, Johannesburg, Republic of South Africa

CHARACTERIZATION OF PYRITE BY MICROINCLUSIONS AND TRACE ELEMENT CONTENT

As the most common ore mineral pyrite is present in many deposits, often as more than one generation. Mineragraphic differences are usually subtle or ambiguous and often absent. Characteristic differences between pyrites of diverse origin could, however, be obtained by comparing and correlating the type and nature of microinclusions with the trace elements contained in single pyrite grains. For this purpose between 10 and 30 pyrite grains per locality and of about 1 mm or more in diameter were split mechanically. Using electro-

thermal atomic absorption spectrophotometry one half of each grain was analyzed for 25 to 27 trace elements. The other half was mounted in a SEM to study and analyze the microinclusions and fluid inclusions. The most common microinclusions were found to be quartz, various phyllosilicates and feldspar in different combinations and proportions, and of different composition. Specific inclusions with regard to a classification were carbonates, anhydrite, magnetite and various sulphide minerals. Factor analysis and multivariate discriminant analysis of the trace element contents and their correlation to particular inclusion finally completed the classification. Detrital pyrites from Witwatersrand conglomerates could thus be differentiated according to primary sources and their distribution mapped.

HALLEY S., Australian National University, Canberra, Australia; SOLOMON M. & HIGGINS N.C., Bureau of Mineral Resources, Canberra, Australia

PRESSURE, TEMPERATURE AND SOURCE CONDITIONS FOR THE FLUIDS OF THE ABERFOYLE (TASMANIA) TIN-TUNGSTEN VEIN SYSTEM

The Lutwyche sheeted vein system lies between the Aberfoyle and Storys Creek systems in NE Tasmania. The Lutwyche veins strike NW, N or NE, dip westerly, and cut folded pre-Devonian quartzwackes and shales. The veins are largely milky quartz with wolframite, cassiterite, sphalerite, chalcopyrite, pyrrhotite, pyrite, muscovite, topaz, fluorite and carbonates. Slices of country rock in the veins testify to repeated opening, and faulting and fine-scale fracturing is both pre- and post-vein formation. Poorly defined textures indicate quartz grew inward from the walls. Fluid inclusions in quartz are of five types: A, 3-phase with $CO_{2(l)}$, $CO_{2(v)}$ and aqueous solution of about 3.5 equivalent wt.% NaCl; B, 2-phase with $CO_{2(v)}$ and aq. solution; C, 2-phase with aq. solution and vapour; D, multiphase with aq. solution, vapour and daughter salts; E, vapour with aq. solution. In types A and B, T_h (270-360°C) and compositional data (mole $\%CO_2$) define CO_2-H_2O-NaCl solvii. Pressures estimated from experimental data are between 200 and 500 bars. Types D and E are relatively late and higher temperature (T_h = 304 to 489°C) and represent the components of a CO_2-poor, two-phase H_2O-NaCl system. $S^{34}\delta$ values of sulphides range from -3.3 to +1.3°/oo and $\delta^{18}O$ values of quartz from +13.94 to +14.90°/oo. Calculated fluid compositions indicate mainly magmatic solutions throughout vein history. Early solutions were near 350°C, with CO_2/CH_4 molar ratio $>100:1$ (R.W.T. Wilkins, pers, comm.), neutral to 1.5 units acid, total sulphur $>10^{-2}$ m, and $fO_2 \approx 10^{-31}$ or lower. Later solutions were higher temperature and CO_2-poor. The veins grew by rapid precipitation during repeated pha-

ses of fracture dilation. The pressure range recorded may reflect oscillation from lithostatic to hydrostatic. Gas loss during phases of fluid immiscibility developed during pressure drop possibly led to fall in temperature, and increase in pH and fO_2; these were probably the major factors in mineral precipitation.

HARTOPANU ION, Institute of Geology and Geophysics, Bucharest;
MARIN SECLAMAN, University of Bucharest, Romania

DYNAMICS OF EQUILIBRIUM GEOSURFACES OF MINERAL ASSEMBLAGES WITH EXEMPLIFICATIONS FROM THE CARPATHIANS

In the introductory part of the paper the authors propose the replacement of the classical "isograde" term by the term of "equilibrium geosurface", defined as the surface from the tridimensional geological space in which the equilibrium monovariant conditions of the metamorphic assemblages are achieved. It is shown that the position of the equilibrium geosurfaces depends on the reciprocal position of isotherms and isobars and on the value of the geothermal gradients. The change in the position of the equilibrium geosurface is caused by the change in time of the geothermal gradient and the position of the isotherms. The migration rate of the equilibrium geosurface may be higher or lower than the adaptation rate of the assemblage through reactions: when the rate is lower, the equilibrium surface is actually a surface delimiting two distinct isochemical assemblages; in the opposite case partial mineral reactions take place between the initial geosurface and the final one, delimiting a reaction zone (volume). In conclusion the authors underline the fact that, between the initial position and the final one of the equilibrium surface there take place adaptation mineral reactions (in a reactant space) that may be retrograde or prograde depending on the migration sense of the geosurfaces. Thus there is a reaction zone characterized by superposed assemblages in the vicinity of the equilibrium geosurface.

HORN ELFRUN, Geologisch-Paläontologisches Institut of University of Göttingen, Goldschmidtstr, Göttingen, FRG

STUDIES OF ELEMENTS IN INDIVIDUAL CLOSED FLUID INCLUSIONS USING THE HEIDELBERG PROTON MICROPROBE (PIXE)

At Heidelberg a proton induced X-ray emission (PIXE) microprobe has been constructed and is being successfully applied for quantitative analysis of trace elements in single biological cells, in minute inclusions of lunar materials and of meteorites. The purpose of this paper is to demonstrate the feasibility of using PIXE to study the elements in selected fluid inclusions. Under controlled conditions individual

closed fluid inclusions in minerals can be investigated with PIXE. Principally it is possible to detect elements with atomic numbers greater than 11, corresponding to Na, however, in reality this is matrix dependent. Between atomic number, matrix, beam and limit of detection there are distinct relationships. The detection limit increases with higher atomic numbers. Therefore it is possible to analyze heavier elements, e.g. Fe, Br, Sr in inclusions from a depth of 10 - 50 µm beneath the sample surface.

For investigations with PIXE the same samples can be used as for fluid inclusion studies. Therefore it is possible to observe microthermometric data and to study chemical composition of fluid inclusions in successive order within the same sample.

Initial qualitative investigations were carried out on quartz samples.

ISMAILOV M.I., CHEBOTAREV G.M., BABADJANOV A.A., BALAKINA A.S., NASIROVA R.I., H.M. Abdullaev Institute of Geology and Geophisics of the UzbSSR Academy of Sciences, Tashkent, USSR

TYPOMORPHISM OF THE MAIN MINERALS OF UZBEKISTAN TUNGSTEN AND GOLD DEPOSITS AND ITS PROSPECTING IMPORTANCE

Total combination of the typomorphic indications of ore-forming minerals in tungsten deposits (Ingichka, Koitash, Langar, Yakhton and others) and gold deposits of the region have been established (Muruntau, Charmitan, Kokpatas and others). Tungsten pyroxene and garnet of various formation skarns are characterized by coarse grain, high ferriferousness, ferrosalite, hedenbergite and grossular composition, high refraction and cell parameters. Vollastonite is remarkable for high admixture elements content (iron, manganese), high Ng and Np values but low values of the unit cell parameters. Calcite and apodolomite calcite marbles become coarse-grained near the ore bodies.

They become more primitive and dekretoactivity, the ratio of low temperature peak of thermoluminescence to the high temperature peak increase but hardness and elasticity decrease. Ore quartz of the tungsten and gold deposits differs from barren ones in high dekretoactivity, twin-cone TL-curves and low admixture elements content. Gold from the economic complex is high-grade, homogeneous, fine and cloddy. Pyrite has pentagonal-decahedronal and rarely cubo-octahedronal shape and is characterized by high arsenic content, heavy sulphur and thermo-electro-conductivity of p-type. Arsenopyrite is remarkable for minor value of arsenic, lower microhardness and mixed conductivity type.

ИСМАИЛОВ М.И., ЧЕБОТАРЕВ Г.М., БАБАДЖАНОВ А.А., БАЛАКИНА А.С., НАЗИРОВА Р.И., Институт геологии и геофизики им.Х.М.Абдуллаева АН УзССР, г.Ташкент, СССР

ТИПОМОРФИЗМ ГЛАВНЕЙШИХ МИНЕРАЛОВ ВОЛЬФРАМОВЫХ И ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УЗБЕКИСТАНА И ЕГО ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Установлена совокупность типоморфных признаков ведущих рудообразующих минералов вольфрамовых - Ингичка, Койташ, Лянгар, Яхтон и др., золоторудных - Мурунтау, Чармитан, Кокпатас и др. месторождений региона. В вольфрамоносных скарнах пироксены и гранаты характеризуются относительно крупными размерами зерен, повышенной железистостью, ферросалитовым, геденбергитовым и гроссуляровым составами, высокими значениями показателей преломления и определенными величинами параметров кристаллической решетки. Волластонит отличается повышенным содержанием железа, марганца, высокими N_g и N_p, относительно малыми величинами элементарной ячейки. Кальцитовые и анодоломитовые кальцитовые мраморы вблизи рудных тел становятся крупнозернистыми, более пористыми, возрастают их декрептоактивность, величина отношения низкотемпературного пика термолюминесценции (ТЛ) к высокотемпературному, но уменьшаются их прочность, упругость. Кварц вольфрамовых и золоторудных месторождений отличается от безрудного повышенной декрептоактивностью, двухвершинными кривыми ТЛ, бедностью примесей. Золото продуктивной минеральной ассоциации высокопробное, однородное; частицы его мелкие, комковидные. Пирит образует пентагондодекаэдрические, реже кубооктаэдрические кристаллы, характеризуется повышенным содержанием мышьяка. По изотопному составу сера близка к метеоритной, ТЭДС р-типа. Арсенопирит отличается дефицитом мышьяка, пониженной микротвердостью, смешанным типом проводимости.

JACKSON KENNETH J. AND HELGESON HAROLD C., Dept. of Geol. and Geophys., Univ. of California, USA

SOLUBILITY OF CASSITERITE AND TIN DEPOSITION IN THE SOUTHEAST ASIAN TIN BELT

Thermodynamic calculations indicate that in the absence of appreciable chloride and fluoride concentrations, $Sn(OH)^{\circ}_2$ and $Sn(OH)^{\circ}_4$ are the predominant tin species in H_2O up to 350°C at $1 \leq pH \leq 6.5$. Except in the presence of geologically unrealistic concentrations of fluoride or a pH greater than ~ 3 at 250°C or ~ 4.5 at 350°C, chloride complexes of Sn^{2+} predominate by several orders of magnitude over their fluoride and hydroxide counterparts in 1-3 molal (m) NaCl solutions. At higher pH, most of the tin in solution is present as hydroxide complexes, even at concentrations of NaCl as high as 3m. Depending on the fugacity of oxygen and solution composition, the solubility of cassiterite in hydrothermal solutions may exceed 100 ppm under geologically realistic conditions. Taking account of phase relations and fluid inclusions in the Southeast Asian tin deposits, it appears that tin was present in the ore-forming solutions primarily as stannous chloride and hydroxide complexes. The presence of topaz precludes significant transport of tin as tin fluoride complexes. The intimate association of cassiterite and the greisenized wall rock adjoining the

veins suggest that tin mineralization occurred in response to increasing solution pH accompanying hydrothermal alteration of the host rock.

Abstract of a paper to be presented at the Symposium on Thermodynamics of Mineral Formation, 27th International Geologic Congress, Moscow, August 4-14, 1984.

JAIRETH S., SINGH A.K., University of Roorkee, Roorkee, India

FLUID INCLUSION GEOTHERMOMETRY OF QUARTZ-WOLFRAMITE VEINS AT DEGANA WOLFRAMITE DEPOSIT, RAJASTHAN, INDIA

Wolframite mineralization is represented by quartz-wolframite-sulfide veins trending NNW-SSE and NNE-SSW. Quartz, topaz, mica (muscovite-zinnwaldite), fluorite are the main gangue minerals. Pyrite, chalcopyrite, sphalerite, pyrrhotite, arsenopyrite, tungstenite, molybdenite are present in small amount. Ore paragenesis studies show that wolframite is later to quartz-mica-topaz association but is earlier than fluorite and sulfides. Fluid inclusions have been studied in quartz, topaz and fluorite. All these minerals show presence of dry gaseous, predominantly gaseous, gas-liquid, liquid-gaseous inclusions with variable gas filling. Many inclusions contain more than two solids. Some fluorite grains have inclusions containing eight to ten solids. Many of the inclusions show presence of liquid CO_2. Homogenization studies show that quartz, topaz and fluorite were formed at temperatures between 413°C to about 100°C, 283°C to 135°C and 203°C to 133°C respectively from hydrothermal solutions that underwent recurrent boiling.

JANECZEK JANUSZ, Wroclaw Univ., Wroclaw, Poland

TYPOMORPHIC MINERALS OF PEGMATITES FROM THE SUDETEN GRANITIC MASSIFS

The Sudeten Variscan granitic massifs contain bodies of miarolitic, lenticular to pod-shaped pegmatities as well as veins of simple pegmatites. In miarolitic pegmatites two mineral assemblages can be distinguished: pegmatitic assemblage (quartz, alkali feldspars, biotite) and hydrothermal assemblage (over fifty minerals). Most of hydrothermal minerals in void space crystallized in the range of 300-200°C. In Strzegom pegmatites two typomorphic hydrothermal assemblages are observed: A. stilpnomelane, cleavelandite, tourmaline, zinnwaldite, Ca-zeolites (without laumontite), calcite, B. strigovite, epidote, axinite, bavenite, fluorite, Ca-zeolites (including laumontite), calcite. The chemical composition and physical properties of above-mentioned minerals show that minerals of both assemblages were

precipitated from the fluids of different composition in the same P-T regime. Also the habit of K-feldspar varies from type A^a_1 in miaroles containing A, to type A^a_{001} in miaroles containing B. High activity of Ca ions during the crystallization of B minerals determined the occurrence of bavenite as an exclusively primary phase. The typomorphic minerals of pegmatitic veins are low-alkaline beryl, garnet (spessartine) and muscovite. The pegmatites from the Karkonosze massif unlike the remaining pegmatites contain numerous minerals of Nb, Ta, U, Th, as a result of geochemical trend of this massif.

JARKOVSKÝ J., Department of Geochemistry and Mineralogy, Faculty of Sciences, Comenius University, Bratislava, ČSSR

TYPOMORPHIC SULPHIDE MINERALS FROM DIFFERENT DEPOSITS IN THE WESTERN CARPATHIANS: GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS

Geochemical characteristics of certain minerals: pyrite, chalcopyrite, pyrrhotite and antimonite from different Czechoslovak, mainly the Western Carpathian deposits, are given. Apart from the mentioned sulphides, also the results of siderite study from the Rudnany ore vein are presented. The paper also shows that the study of typomorphic admixtures of cobalt and nickel in pyrite enables to solve the problems of its genesis and metallogeny. From the point of geochemical peculiarities, pyrite from stratiform deposits differentiates from those appearing in hydrothermally-plutogeneous ores. The special typomorphic feature of pyrite from stratiform-type deposits seems to be regular distribution of cobalt and nickel within pyrite. Contents of the elements under consideration in pyrite are conditioned by surrounding rock environment, thermodynamic conditions of its formation and other factors. In the case of temperature increase, pyrite recrystallizes and it is partly recrystallized into pyrrhotite. At the same time, redistribution of cobalt and nickel takes place: cobalt concentrates mainly in pyrite and nickel in pyrrhotite. Unlike chalcopyrites from Neogene volcanics of Slovakia, the presence of tin admixture as typomorphic element appears to be a special typomorphic feature in chalcopyrites from the Spisskogemerské rudohorie Mts. The presence of silver in chalcopyrite from subvolcanic deposits is a distinguishing feature. Mercury was found to be a typomorphic element in antimonite from different Czechoslovak deposits. Its increased content is characteristic for Neogene volcanic areas, its lowest concentrations were found in areas where crystalline rocks have developed (the Nízke Tatry Mts., Central Bohemian pluton).

ЯРКОВСКИЙ Я., Университет Каменского, кафедра геохимии и минералогии, Братислава, ЧССР

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТИПОМОРФНЫХ МИНЕРАЛОВ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНЫХ КАРПАТ

Дана геохимическая характеристика некоторых минералов: пирита, халькопирита, пирротина и антимонита,-из различных месторождений ЧССР, главным образом расположенных в Западных Карпатах. Кроме указанных сульфидов приведены результаты изучения сидерита из рудных жил месторождения Рудняны.

Показано, что изучение типоморфных микропримесей кобальта и никеля в пирите позволяет решить вопросы его генезиса и металлогении. По геохимическим особенностям пирит из стратиформных месторождений отличается от пирита из гидротермально-плутоногенных руд. Типоморфной особенностью пирита из месторождений стратиформного типа является равномерное распределение кобальта и никеля в нем. Содержания указанных элементов в дисульфиде железа зависят от рудовмещающей среды, термодинамических условий и других факторов. При повышении температуры пирит перекристаллизуется и частично превращается в пирротин. Одновременно происходит перераспределение кобальта и никеля: кобальт концентрируется главным образом в пирите, а никель - в пирротине.

Типоморфной особенностью халькопирита из Спишско-Гемерских Рудных гор является присутствие в нем в качестве типичного элемента-примеси олова, которое не характерно для халькопиритов неогеновых областей Словакии. Отличительная особенность халькопирита из субвулканических месторождений - наличие в нем серебра.

Типоморфным элементом в антимоните из разных месторождений ЧССР является ртуть. Повышенное содержание этого элемента характерно для антимонитов из неовулканических областей, минимальные ее концентрации обнаружены в районах развития комплексов кристаллических пород (горная цепь Низкие Татры, Среднечешский плутон).

JIANG SHAOYING, Geological Company of State Bureau of Building Materials Industry, LIU WEI, Institute of Physics, Academy Sinica, China

DISCOVERY AND SIGNIFICANCE OF POVLENTYPE HYDROCHRYSOTILE

The authors discovered a kind of chrysotile which has lathed form (like thick fibred form) with dark green colour in Shimian County, Sichuan province. It occurred in asbestos-bearing serpentinite. Wet chemical analyses, XRD and electron microscopic analyses have been carried out on it, and by which it could be defined as povlentype hydrochrysotile. It takes the shape of tuble-in-tuble in the elect-

ron micrographs. In general their outer diameters are 700-1500 A, some can be up to 2000 A. The structure formula is $(Mg_{5.58}\ Fe^{3+}_{0.109}\ Fe^{2+}_{0.01}\ Ti_{0.0035}\ Ni_{0.007}\ Mn_{0.0024})_{5.71}\ (Si_{3.744}\ Al_{0.027})_{3.77}\ (O_{8.65}\ OH_{1.35})_{10}\ OH_{8.04}\ F_{0.0086}\ Cl_{0.002}\ \Sigma_{8.0506}$. Repeated chemical analyses show that the mineral is rich -OH. Its H_2O^+ is 2% higher than ideal value (13%) of chrysotile. Excess OH may replace O in the tetrahedra. XRD and E.D. are somewhat similar to those of chrysotile. But they are different from them in its sharp-strong reflection of $d_{(202)}$=2.45 A and d_{131} reflection in XRD patterns and its obvious d_{131}, d_{132}, d_{135} reflections in E.D. patterns. Their crystal structures identified by electron diffraction method are both clino and ortho. Their lattice images were photographed directly by high resolution microscopy. Lattice images of the longitudinal section clearly show fringe spacing of $d_{(002)}$=7.3 A. Their diameters are 1400 A. Lattice images of the cross section are circular and polygon. The diameters are 800 A and 1500 A, in which fringe spacing of $d_{(002)}$=7.3 A and $d_{(020)}$=4.5 A can be clearly observed. The numbers of up-rolled layers are 70-80 layers more than Yada's report (1967, 1981) of lattice images of chrysotile. From the microstructures its various modes of growth have been observed. The mineral and systematic mineralogical data, such as composition, IR, particularly the lattice images of the longitudinal and cross sections so far have not been reported. Discovery of the mineral shows that in the mine chrysotile asbestos might form in extra rich water condition. From clear photographs of lattice images allow us to expound the mechanism of chrysotile growth.

JIANG SHAOYING, SU SHANLI, Geological Company of State Bureau of Building Materials Industry; WU GUOZHONG, Beijing Graduate School, Wuhan College of Geology, Beijing, China

DISCOVERY AND MINERALOGY OF AL-PALYGORSKITE IN CHINA

A white colour fibrous mineral is found in Dafang County, Guizhou province, which is characterized by its pure and fine crystal. Wet chemical analysis, XRD, IR, DIA etc. have been carried out and by means of which, it could be known as more dioactahedral Al-palygorskite. Its chemical compositions are: SiO_2 55.90 TiO_2 0.04 Al_2O_3 12.75 Fe_2O_3 0.17 FeO 0.57 CaO 0.087 MgO 9.76 MnO 0.02 Na_2O 0.10 K_2O 0.10 F 0.17 2F = O 0.07 total 99.48. Calculation based upon 30 oxygens shows that its structure formula is:
$(Al_{2.087}Mg_{2.014}Fe_{0.0657}Ca_{0.0129}Ti_{0.004}Mn_{0.0023})_{4.2}$ $(OH)_2F_{0.074})_{2.074}\ Si_{7.765}O_{19.83}\cdot 8.17H_2O$. There are five cation positions in octahedron, but not necessarily all being occupied. That is their positions may be free. Electron micrographs show that the fi-

bers are clear. Their diameters are 200-500 Å.
Characteristic lines of XRD: 10.31 (10) 6.33 (2) 5.39 (1.2) 4.46(2.5) 4.16(2) 3.64(1.5) 3.16(3) 2.58(1.5) 2.55(1.2) 2.51(2). Calculated cell parameters are: a=12.67Å b=17.83 Å c=5.23 Å.
Infrared spectra: Absorptions of H_2O molecules and OH are at 3620(s) 3540(s) 3400(m) 3270(sh) Cm^{-1}. There are four strong absorption (at 1120(s) 1091(s) 1040(vs) 990(vs) Cm^{-1}) and two mid-strong absorption (at 1190, 910 Cm^{-1}) in Si-O stretching vibration regions. In Si-O distrotional vibration regions, there are 518(s) 490(s) 445(s) in which its absorption are sharper and stronger than ordinary palygorskite, and their wavenumbers are higher too.
DTA curve: There are four obvious endothermic effects: 50-250°c (three) 500-600°C (one). Endothermic effect is not obvious at 800-950°c. When the mineral had been treated hydrothermally at 200°c and 0.5 kbar for 7 days, it remained unchanged. Treated at 500°c and 0.5kbar for 7 days, the mineral decomposed to beidellite and amorphous materials and at 700°c and 0.5 kbar for 7 days the mineral futher decomposed to talc and quartz.
Character of transformation by hydrothermal treatment of the mineral and so well crystallized Al-palygorskite have not been reported before.

JIANG SHAOYING, WANG GUODONG, ZHANG GUANGRONG, YANG YAXIU, LIU WEI, WANG QUNZHI, WANG XIAOLI, Geological Company of State Bureau of Building Materials Industry, China

THE MINERALOGY AND INDUSTRIAL USES OF CHRYSOTILE ASBESTOS OF SHIMIAN COUNTY, SICHUAN PROVINCE

The most of chrysotile asbestos in Shimian County, Sichuan province are in the form of slip-tilted fibers. Cross fibers are rare. We have collected 121 samples of asbestos fibers, including commercial fibers. Systematic mineralogical studies have been made by use of wet chemical analyses (50 samples), XRD (450 times), DTA (480 times), TG (20 samples), IR (40 samples), electron images and E.D. (20 samples). Physical properties of asbestos, such as tensile strength, elastic modulus, volume resistivity, specific magnetic susceptibility, specific gravity, resistance to heat, heat conductivity, specific surface, chemical resistance etc. have been tested for more than 5000 times. A lot of data-base and illustrations have been proposed for industrial application. The chrysotile of this mine are mostly clinochrysotile. Orthochrysotile are rarely. Reflection of $d_{(001)_{Bru.+Chry.}}$ 20A formed by superstructure of brucite and chrysotile in XRD patterns have been found. Electron images of various mode

of fiber growth have been observed. Distribution features of bruite, magnetite, calcite, dolomite, fibrous hydromagnesite, hydrotalcite associated or accompanied with chrysotile asbestos have been found out. The contents of bruite, magnetite, calcite, dolomite in the samples have been calculated by chemical analyses, XRD and DTA also. Asbestos fibers in this area could be distinguished into four types: long fibers (20 centimeter), silky fibers, impure fibers and weathered fibers. On the basis of different impurities in fibers, impure fibers could be subdivided into 7 associations. This paper not only discussed the chrysotile crystallinity, physicochemical condition of mineral formation and impurities influence on physical properties of fibers, but also dealt with the influence of mineral processing and heat treatment on the physical properties. Tensile strength is one of the most important industrial specification. It is generally agreed that the tensile strength of fibers decreases greatly with temperature increase at heat treatment. A lot of experiments show that the tensils strength of chrysotile asbestos in Shimian mine increases 10-70% of original fibers (150-250 kg/mm) after heat treatment.

KALUZHNY V.A., NAUMKO I.M., Institute of Geology and Geochemistry of Fuel Minerals of the Ukrainian Academy of Sciences, Kiev, USSR;
VOZNIAK D.K., Institute of Geochemistry and Physics of Minerals, Ukrainian Academy of Sciences, Kiev, USSR

ACID-ALKALINE PERIODS OF MINERAL FORMATION AND PARAGENESISES OF MINERALS OF PEGMATITES OF ZANORYSH TYPE OF THE UKRAINE (ACCORDING TO DATA OF FLUID INCLUSIONS)

Inclusions of fluids is an important source about conditions of genesis of individual minerals and their paragenetic associations. An example of zanorysh (chambered) pegmatites sufficiently completely illustrates possibilities of fluid inclusions in realization of regime reconstruction of thermo-dynamic and geochemical parameters of mineral formation. A detailed crystal-genetic analysis of inclusions, a study of their composition and thermobaric properties precedes to restoration of evolution of relative values of pH fluid. Conjugated alterations of PT - parameters and pH fluids determines the sequence of formation, recrystallization and destruction of mineral individuals and their assemblages. Pegmatites are formed in two stages, divided by polymorphic transition of quartz: preinverse and postinverse. Dynamics of mineral genesis in postinverse stage is subordinated mainly to regime of acid-alkaline conditions of environment. According to measurements of pH solutions in quartz, topaz, fluorite and other minerals, postinverse stage is divided into three acid and two alkaline periods. The depth of alteration of initial zones of peg-

matites and observed constant of mineral new formations in near placed pegmatite bodies indicates of open system and superimposed influence of introduced fluids. Paragenesises of albitized, microclinized, topazized and quartzized rocks and also zanorysh regions of pegmatites are singled out. Devision into periods in alteration of relative value of pH fluids, established for zanorysh pegmatites of the Ukraine and corroborated on other fields of analogous genesis, is general regularity of postmagmatic processes in pegmatites and, apparently, granites of middle depths of formation. Obtained factual data and ideas of dynamics of process are corroborated by calculations of paragenetic and phase diagrams. They in general outline correspond to known theoretical models of evolution of pH postmagmatic fluids (Korzhinsky, 1965; Govorov, 1967; Naumov, 1975), unsealing, however, new particular details of process.

КАЛЮЖНЫЙ В.А., НАУМКО И.М., Институт геологии и геохимии горючих ископаемых АН УССР, г. Киев; ВОЗНЯК Д.К., Институт геохимии и физики минералов АН УССР, г. Киев, СССР

КИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНЫЕ ПЕРИОДЫ МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ И ПАРАГЕНЕЗИСЫ МИНЕРАЛОВ ПЕГМАТИТОВ ЗАНОРЫШЕВОГО ТИПА УКРАИНЫ (ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ ФЛЮИДНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ)

Включения флюидов - важный источник информации об условиях генезиса отдельных минералов и их парагенетических ассоциаций. Пример заноры-шевых (камерных) пегматитов Украины достаточно полно иллюстрирует возможность включений флюидов в осуществлении реконструкции режима термодинамических и геохимических параметров минералообразования. Восстановлению эволюции относительных значений pH флюида предшествует всесторонний кристалло-генетический анализ включений, изучение их состава и термобарических свойств. Сопряженное изменение PT-параметров и pH флюидов определяет последовательность образования, перекристаллизации и разрушения минеральных индивидов и их сообществ. Пегматиты формируются в две стадии, разделяемые полиморфным переходом кварца: доинверсионную и послеинверсионную. Динамика минералогенеза в послеинверсионную стадию подчинена главным образом режиму кислотно-щелочных условий среды. Согласно измерениям pH растворов включений в кварце, топазе, флюорите и других минералах, послеинверсионная стадия делится на три кислотных и два щелочных периода. Глубина преобразований первичных зон пегматитов и наблюдаемая контрастность минеральных новообразований в рядом расположенных пегматитовых телах свидетельствуют об открытости системы и наложенном воздействии привнесенных флюидов. Выделяются парагенезисы альбитизированных, микроклинизирован-

ных, топазизированных и окварцованных пород, а также занорышевых областей пегматитов.

Периодизация в изменении относительного значения pH флюидов, установленная для занорышевых пегматитов Украины и подтверждаемая на других аналогичного генезиса месторождениях, является общей закономерностью пастмагматических процессов в пегматитах и, по-видимому, гранитах средних глубин формирования. Полученные фактические данные и представления о динамике процесса подтверждаются расчетами парагенетических и фазовых диаграмм. Они в общих чертах соответствуют известным теоретическим моделям эволюции pH постмагматических флюидов (Коржинский,1965; Говоров,1967; Наумов,1975), вскрывая, однако, новые особые детали процесса.

KAMENTSEV I.E., SMETANNIKOVA O.G., Leningrad State University, Department of Crystallography, Leningrad, USSR

STRUCTURAL TYPOMORPHISM IN K-Na FELDSPARES

A generalization of a great volume of experimental data on structural state variations (more than 2000 samples) gave the possibility to determine the main regularities in t_1 change in feldspars from rocks of different origin. There have been obtained the statistical data on the character of spreading of the main types of K-Na feldspars in relation with their ordering- sanidine, orthoclase, microcline. Character of phase transformation sanidine-orthoclase in monoclinic series of feldspars and orthoclase-microcline in monoclinic-triclinic series of feldspars has been discussed on the basis of analysis of aluminium distribution in T_1-site (t_1) and degree of X-ray triclinity (t_1O-t_1m).

A role of main factors controlling the ordering in K-Na feldspars: temperature, rock cooling speed, mineral-forming medium composition, admixture of large cations - Rb, Cs is also discussed. It is established the existence of the relation between t_1 and temperature of mineral crystallization determined by different geothermometers. The relation between Al-Si ordering (t_1,t_1O-t_1m), temperature of crystallization and Rb, Cs admixture content is found on the example of feldspars from pegmatites.

It has been analysed the methodical questions of studying of zonality and unmixing, estimation of the structure's defects and possibility to recognize relicts of initially crystallized feldspars. It gives the possibility to study the process of Al-Si ordering in solid state as well as the process of metasomatic substitution in feldspars which were crystallized earlier.

КАМЕНЦЕВ И.Е., СМЕТАННИКОВА О.Г., Ленинградский государственный университет, кафедра кристаллографии, г.Ленинград, СССР

СТРУКТУРНЫЙ ТИПОМОРФИЗМ К - Na ПОЛЕВЫХ ШПАТОВ

Обобщение большого фактического материала по вариациям структурного состояния (более 2000 образцов) позволило установить основные закономерности в изменении t_I в полевых шпатах из пород различного генезиса. Получены статистические данные о характере распространенности основных типов К- Na полевых шпатов - санидина, ортоклаза, микроклина. Анализируются особенности распределения алюминия в положении T_I (t_I) и степень рентгеновской триклинности ($t_I0 - t_Im$); рассматривается характер фазового перехода санидин-ортоклаз в ряду моноклинных и ортоклаз-микроклин в ряду моноклинных-триклинных полевых шпатов. Обсуждается роль основных факторов, влияющих на упорядоченность К-Na полевых шпатов: температуры, скорости остывания пород, состава минералообразующей среды, примесей крупных катионов (Rb, Cs). Установлено существование связи между t_I и температурой кристаллизации минерала, определенной по различным геотермометрам. На примере полевых шпатов из пегматитов выявлена взаимосвязь между Al-Si упорядоченностью (t_I, $t_I0 - t_Im$), температурой кристаллизации и содержанием примесей Rb , Cs в минерале. Рассматриваются методические вопросы изучения зональности, структур распада, степени дефектности структуры, возможности выявления реликтов первоначально кристаллизовавшегося полевого шпата с целью изучения процессов упорядочения в твердом состоянии, а также признаков метасоматического замещения ранее кристаллизовавшегося полевого шпата.

KÄMPF H., BANKWITZ P., Central Institute of Physics of the Earth, Acad. Sci. GDR, Potsdam, Berlin; PIETZSCH C., FRITZSCH M., BAUM H., OETTEL H., Mining Acad. Freiberg; THOMAS R., VEB Spurenmetalle, Freiberg, GDR

CONTRIBUTIONS TO THE GENESIS AND CRYSTAL CHEMISTRY OF MINERALS WITH SPHALERITE STRUCTURE AND - SUPERSTRUCTURE

Sphalerite, chalcopyrite and stannite from hydrothermal veins in the south of GDR were investigated comprising the paragenesis, major and trace element content, the $\delta^{34}S$ variation, precession determination of lattice values, ^{57}Fe and ^{119}Sn Mössbauer spectroscopic determinations and thermobarogeochemical measurements. Sphalerite proved to be very suitable for characterizing local genetic influences (e.g. postmineralic superimpositions, metasomatic influences). For chalcopyrite it was shown that not only the high hydrothermal species have a tendency to "transition structures". Cata- and epithermal chalco-

pyrites have enlarged lattices (Cu and Fe atoms on interstitional lattice sites). For telethermal chalcopyrite deficient in metal atoms and with reduced elementary cell an empty lattice sites model for cations was laid down.

KÄMPF H., BANKWITZ P., Central Institute of Physics of the Earth, Adac. Sci. GDR, Potsdam, Berlin; BETZL M., Central Institute of Nuclear Research; PIETZSCH C., OETTEL H., BAUM H., Mining Acad., Freiberg, GDR

CONTRIBUTION TO THE CRYSTAL CHEMISTRY OF THIOSPINEL

In mineralogic geochemical and crystal chemical aspect the following thiospinels were investigated: $CuCo_2S_4$, $CoCo_2S_4$, $(Co, Ni)_3S_4$, $CoNi_2S_4$, $NiNi_2S_4$, $FeNi_2S_4$. The minerals are from hydrothermal carbonate sulphide veins of Central Europe. Paragenesis, major and trace element content, X-ray, precision determination of lattice constants, Mössbauer and neutron diffraction determinations were made. It was proved that $CoNi_2S_4$ has the electron configuration of normal spinel and $(Ni, Co)_3S_4$ that of inverse spinel. Thereby the autonomy of both spinels as independent mineral species becomes probable.

KÄMPF H., BANKWITZ P., Zentralinstitut für Physik der Erde, Akad. Wiss. DDR, Potsdam, Berlin; BETZL M., Zentralinstitut für Kernforschung, Rossendorf; PIETZSCH C., OETTEL H., BAUM H., Bergakademie Freiberg, DDR

EIN BEITRAG ZUR KRISTALLCHEMIE VON THIOSPINELLEN

Unter mineralogisch-geochemischem bzw. kristallchemischem Aspekt wurden folgende Thiospienne untersucht: Cu Co_2S_4, Co CO_2 S_4, (Co, Ni)$_3$ S_4, Co Ni_2 S_4, Ni Ni_2 S_4 und Fe Ni_2 S_4. Die Minerale stammen aus hydrothermalen Karbonat-Sulfid-Gängen Mitteleuropas. Es werden Aussagen zur Paragenese, zum Haupt- und Spurenelementbestand sowie zur Feinstruktur gemacht. Die Feinstrukturuntersuchungen umfassen röntgenographische Präzisionsgitterkonstandenbestimmungen, Mössbauer- und Neutronendiffraktionsuntersuchungen.

Es wurde der Nachweis erbracht, da Co Ni_2 S_4 die Elektronen-Konfiguration eines normalen Spinells und (Ni, Co)$_3$ S_4 die eines inversen Spinells aufweisen. Damit wird die Eigenständigkeit beider Thiospinelle als Mineral wahrscheinlich gemacht.

KARAPETIAN A.I., AMIRIAN Sh.H., Institute of Geological Sciences of the Academy of Sciences of Armenian SSR, Yerevan, USSR

TELLURIDES OF GOLG AS INDICATORS OF THE GEOCHEMICAL CONDITIONS OF MINERALFORMATION

As indicators of geochemical conditions of mineralformation in the goldore and goldbearing deposits of Armenian SSR a number of tellurides have been revealed, such as sylvinite, calaverite, krennerite, petzite and also native gold. Depending on tellurium concentration the form of gold in the oreforming solutions is essentially different. At high concentrations the gold deposited mainly as compounds of tellurium and silver (gold-silver tellurides). At the low concentrations mostly the native gold, electrum and küstelite are formed. In the deposits considered the silver and partly the lead deposited in the form of tellurides, the gold partly being in the form of tellurides but mainly in the native form at the end of the oreformation process. The ability of tellurium to form the combinations with silver rather then with gold is confirmed also by the complete absence of sulphides of silver (argentite, acantite and etc.), whereas the association of native gold with gold tellurides and tellurides of other elements is considerably widespread.
At low concentration of tellurium from rich in silver goldbearing solutions the native gold, electrum, küstelite, native silver and acanthite are formed. The composition of the native gold from high temperature deposits and paragenetic association to low temperature is changed, the content of silver and other admixtures increasing. The low probe native gold is distinguished by comparatively high heterogeneity of the composition and variable physico- mechanical properties.

КАРАПЕТЯН А.И., АМИРЯН Ш.О., Институт геологических наук Академии наук Армянской ССР, г.Ереван, СССР

ТЕЛЛУРИДЫ ЗОЛОТА КАК ИНДИКАТОРЫ ГЕОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ

В золоторудных и золотосодержащих месторождениях Армянской ССР в качестве индикаторов геохимических условий минералообразования могут быть использованы теллуриды - сильванит, калаверит, креннерит, петцит, а также самородное золото.
В зависимости от относительной концентрации теллура в рудообразующих растворах менялась форма нахождения золота. При высоких его концентрациях золото выпадало главным образом в виде соединений с теллуром

и серебром (теллуриды золота и серебра), при низкой концентрации кристаллизовались самородное золото, электрум, кюстелит.
В рассматриваемых месторождениях почти все серебро и часть свинца отлагались также в виде теллуридов. Способности теллура образовывать соединения с серебром подтверждаются полным отсутствием в изучавшихся рудах сульфидов серебра и самородного серебра.
Широко распространены ассоциации самородного золота с его теллуридами и теллуридами других элементов, хотя местами устанавливается некоторая пространственная разобщенность этих минералов. Показателями относительно низкой концентрации теллура в богатых серебром золотоносных растворах служат ассоциации самородного золота, электрума, кюстелита, самородного серебра, акантита. Состав самородного золота от высокотемпературных минеральных ассоциаций к низкотемпературным меняется: в нем возрастает роль серебра и других примесей. Низкопробное самородное золото отличается неоднородностью состава и изменчивостью физико-механических свойств.

KATCHAN GEORGE, Univ. Sydney, N.S.W., Australia

ZONED MONTICELLITE - GLAUCOCHROITE FROM THE GUNUNG BIJIH (ERTSBERG) SKARN, IRIAN JAYA, INDONESIA

The Gunung Bijih (G.B.) skarn is associated with a high - level, Plio - Pliestocene quartz monzonite intrusion that was emplaced into Tertiary dolomitic limestones of the New Guinea highlands.

The distribution of monticellite - glaucochroite ("monticellite") at G.B. is restricted to zones of exoskarn. G.B. "monticellites", defined within the ternary isomorphous series monticellite ($CaMgSiO_4$) - glaucochroite ($CaMnSiO_4$) - kirschsteinite ($CaFeSiO_4$), range in composition between:

$mont_{98.9}glauc_{0.3}kirsch_{0.8}$ - $mont_{82.5}glauc_{1.0}kirsch_{16.5}$ - $mont_{18.2}glauc_{79.9}kirsch_{1.9}$

Five types of compositional zoning can be distinguished: normal, reverse, oscillatory, patchy and veinlet (fracture - controlled). Some of the above zoning types are restricted in occurrence to certain calcsilicate assemblages.

Oscillatory, reverse and some of the normal and patchy zoning formed during an initial period of Si metasomatism of the dolomitic limestones. Veinlet and some of the normal and patchy zoning are related in origin to "contact" skarns. Skarn minerals associated with "monticellite" include: diopside, forsterite, vesuvianite, garnet (grandite, Zr ugrandite, hydrogrossular), spinel, harkerite, ellestadite and clintonite.

KELLY WILLIAM C., PETERSEN ERICH U., BLAKE DAVID F., and ALLARD LAURENCE, F., University of Michigan, Ann Arbor, MI, USA

IMAGING AND CHEMICAL ANALYSIS OF MICROINCLUSIONS IN OPAQUE AND TRANSPARENT HYDROTHERMAL MINERALS BY CRYOGENIC SCANNING ELECTRON MICROSCOPY AND ENERGY DISPERSIVE METHODS

Cryogenic methods of X-ray microanalysis developed in the medical sciences for studies of frozen-hydrated biological tissues have been adapted to the imaging and semi-quantitative chemical analysis of fluid inclusions in minerals. After preliminary optical study, inclusions are "shock-frozen" in situ in their host crystals, are next exposed by cleaving or microdrilling under liquid nitrogen, and are then transferred to the cold stage of a scanning electron microscope (SEM) utilizing a specially designed sample holder. The inclusions are thus kept at liquid nitrogen temperatures throughout all stages of preparation, transfer, and analysis. Semi-quantitative chemical analysis is performed using the energy dispersive system (EDS) of the SEM to compare X-ray spectra of the frozen inclusions with those of saline standards prepared in the same manner and placed in the sample holder alongside the unknowns. These cryogenic SEM-EDS procedures are tedious, but they offer a unique means of determining major dissolved components in individual fluid inclusions. Moreoever, the new technique is applicable to fluid inclusions in both optically opaque and transparent host crystals.

KIRKINSKY V.A., Institute of Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the Academy of Sciences of the USSR, Novosibirsk, USSR

CRYSTAL CHEMISTRY OF V GROUP CHALCOGENIDES UNDER HIGH TEMPERATURES AND PRESSURES

Polymorphism and phase diagrams of the following compounds $A_2^{V}B_3^{VI}$: As_2S_3, As_2Se_3, As_2Te_3, Sb_2S_3, Sb_2Te_3, Bi_2S_3, Bi_2Se_3 and Bi_2Te_3 have been studied under pressures up to 2-10 GPa and temperatures up to 1500 K by the differential thermal analysis and X-ray methods. Five new polymorphs are found and described, namely: δ-As_2S_3, β - and γ-As_2Se_3, β-As_2Te_3, β-Sb_2Se_3. The stability fields of high pressure phases earlier obtained are found, too. The crystal structures of compounds studied are classified. The crystal chemistry of the V group chalcogenides is characterized by a great variety of crystal structures and by their specificity for this group of compounds, as well as by the combination of covalent, van-der-waals and metallic bonds, the role of the latter being increased in the high pressure modification. Unlike the compounds with essentially ionic character of bond, dimensional relations of atoms (ions) in the group of substances investigated do not determine their coordinational sites. Morphotropic transition in the series of arsenic chalcogenides when decreasing cation and anion radii relation occurs with an increase in coordination of the half of As atoms. Morphotropy in the series of antimony and bismuth chalcogenides is followed by a decrease in the total coordination number and by an increase in the number of the nearest neighbours. Crystal chemistry regularities of polymorphism, i.e. coordination rules of temperature and pressure as well as homologous rule of pressure, are of the restricted use for the

compounds investigated which have the complex character of chemical bond. The stability of minerals referred to this group, namely, orpiment, stibnite, bismuthinite, guanajuatite, tellurostibnite and their varieties is discussed as well as the possibility of discovery of high pressure phases in nature.

КИРКИНСКИЙ В.А., Институт геологии и геофизики СО АН СССР, г. Новосибирск, СССР

КРИСТАЛЛОХИМИЯ ХАЛЬКОГЕНИДОВ V ГРУППЫ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ И ДАВЛЕНИЯХ

Методами дифференциально-термического и рентгеновского анализа изучены полиморфизм и фазовые диаграммы соединений $A_2^{V}B_3^{VI}$: As_2S_3, As_2Se_3, As_2Te_3, Sb_2S_3, Sb_2Se_3, Sb_2Te_3, Bi_2S_3, Bi_2Se_3 и Bi_2Te_3 при давлениях до 2 – 10 ГПа и температурах до 1500°К. Открыты и охарактеризованы пять новых полиморфных модификаций: δ-As_2S_3, β- и γ-As_2Se_3, β-As_2Te_3, β-Sb_2Se_3. Найдены поля устойчивости ранее полученных фаз высокого давления. Предложена классификация кристаллических структур изученных соединений. Для кристаллохимии халькогенидов V группы характерно разнообразие кристаллических структур и их специфичность для данной группы соединений, сочетание ковалентной, ван-дер-ваальсовой и металлической связи; роль последней возрастает в модификациях высокого давления. В отличие от соединений с существенно ионным характером связи, в изученной группе веществ размерные соотношения атомов (ионов) не определяют их координационных положений в кристаллических структурах. Морфотропный переход в ряду халькогенидов мышьяка при уменьшении отношения радиусов катиона и аниона происходит с увеличением координации половины атомов мышьяка. Морфотропия в рядах халькогенидов сурьмы и висмута сопровождается понижением общего координационного числа и повышением числа ближайших соседей. Кристаллохимические закономерности полиморфизма – координационные правила температуры и давления и гомологическое правило давления – имеют ограниченную применимость для изученных соединений, имеющих сложный характер химической связи. Обсуждается устойчивость минералов, относящихся к данной группе: аурипигмента, антимонита, висмутина, гуанахуатита, теллурантимонита и их разновидностей, а также возможность обнаружения фаз высокого давления в природе.

KLATT E. and SCHOCH A.E., University of the Orange Free State, Bloemfontein, **Republic of South Africa**

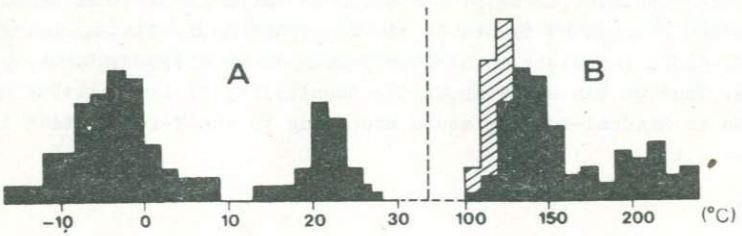
COMPARISON OF FLUID INCLUSION CHARACTERISTICS FOR HIGH GRADE METAMORPHIC ROCKS FROM FINNISH LAPLAND WITH MEDIUM GRADE ROCKS FROM NORTH-WESTERN CAPE PROVINCE, SOUTH AFRICA

It is intended to illustrate the essential differences between volatile fluids associated with Proterozoic metamorphic events of different grades. For this purpose fluid inclusions in quartz are studied using granite, augen gneiss, granulite, mica schist and quartzite from both areas. The fluid properties are deduced from determined peak melting and homogenisation temperatures (Tm and Th), and effects attributable to later hydrothermal events are excluded as far as possible.

The sillimanite-garnet-cordierite-gneiss of the granulite belt of Finnish Lapland, formed during the Karelian orogeny (2,1-1,9 b.y. ago), has high carbon dioxide mole fractions. In the granulite complex to the east of the river Tana, carbon dioxide forms between 100% and 25% of all inclusions, with a peak density of 0,88 - 0,99 g/cc (A left). These inclusions contain as much as 20% equivalent methane. The coexisting water inclusions (B, hatched) exhibit a high salinity, ranging from 5% to 35% equivalent chlorides in the system H_2O-NaCl-KCl-$CaCl_2$.

The gneiss, quartzite and granite from the north-western Cape Province, South Africa (1,5 - 1,1 b.y. old), are mainly of amphibolite grade metamorphites. The peak density of water inclusions ranges from 0,89 to 0,94 g/cc (B), with peak salinity of 6% to 12% eNaCl. Carbon dioxide inclusions are relatively few and exhibit a peak density of 0,70 - 0,78 g/cc, probably representing a late or retrograde metamorphic event. Metamorphites from the more highly deformed regions (such as the Augrabies area) have water inclusions with a similar density to those of the less deformed rocks, namely 0,90 - 0,97 g/cc, but the salinity varies very widely from 0 to 24% eNaCl. The peak density of the carbon dioxide inclusions in the deformed rocks is somewhat more variable than for the less deformed material, namely 0,68 - 0,84 g/cc (A, right). All the carbon dioxide inclusions are practically free of hydrocarbons.

It is concluded that the granulite terrane studied (Finland) has fluid inclusions of higher density than the amphibolite terrane (Cape Province). The CO_2 inclusions of the former area contain far more hydrocarbons than those of the latter region, possibly reflecting differences in regional subcrustal composition of the two areas. It is to be noted that variation in the intensity of regional deformation is reflected by a concomittant spreading of some fluid inclusion properties, but that the peak characteristics can still be determined by careful microthermometric observations.



KLYAKHIN V.A., LEBEDEV A.S., FURSENKO D.A., Institute of Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Novosibirsk, USSR

EXPERIMENTAL STUDY OF BERILLIUM-CONTAINING MINERALS DEPENDENCE ON FORMATION CONDITIONS

The experimental study of growth conditions of some berillium-containing minerals under hydrothermal conditions has permitted the verification of isomorphous substitutions dependence in beryl, helvite group minerals, bertrandite on physico-chemical system parameters.

Beryl. Cations of variable valency of periodic system fourth order (Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu) can occupy different lattice sites and these sites, valent state and their concentration are determined primarily by P_{O_2} conditions and possibilities of surplus valent bonds compensation. The conditions under which alkaline cations act as compensators of surplus valency are considered. "Chemical composition - physical properties dependence is given for beryl. The complex study of beryl properties specifying the lattice sites and valent state of impurity cations is rather significant for the solution of genetic problems. Inadequate informativity of chemical analysis in view of the low accuracy of the main components as Si, Al Be ($\pm$0.3-0.6wt.%) definition is outlined.

Helvite group minerals. The effect of axid-alkaline solution on the danalite (Fe), helvite (Mn) and genthelvite (Zn) minals correlation in the helvites formed, has been shown. Danalite minals portion decreases under axid neutral conditions and disappeares utterly in alkaline solutions. Helvite and genthelvite minals incorporate at any values of pH. However, the helvite minal maximum falls upon neutral conditions and genthelvite - upon alkaline ones thus permitting the explanation of natural helvite zonality by the change of axidity-alkalinity in mineral-forming solutions.

Bertrandite. It has been experimentally shown that the degree of OH-group substitution by fluorine ion is thermally determined. Fluorine-ion content at the limit of its stability in the thermal range of 470-580°C increases monotonously from 10 to 65%(P_{H_2O}=1kbar, C_{HF}= 0.1m). Thus we can speak about the possibility of ion activity estimation in mineral-forming media according to the F-ion content in bertrandite.

КЛЯХИН В.А., ЛЕБЕДЕВ А.С., ФУРСЕНКО Д.А., Институт геологии и геофизики СО АН СССР, г.Новосибирск, СССР

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СОСТАВА И СВОЙСТВ БЕРИЛЛИЙСОДЕРЖАЩИХ МИНЕРАЛОВ ОТ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ

Экспериментальное изучение условий роста ряда берилийсодержащих минералов в гидротермальных условиях позволило установить зависимости изоморфных замещений в берилле, минералах группы гельвина, бертрандите от физико-химических параметров системы. Берилл. Катионы переменной валентности четвертого периода периодической системы (Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu) могут занимать различные структурные позиции, причем положение в структуре, валентное состояние и их концентрация определяются в первую очередь режимом P_{O_2} и возможностями компенсации избыточных валентных связей. Рассмотрены условия, при которых в качестве компенсаторов избыточной валентности выступают щелочные катионы. Даются зависимости химический состав - физические свойства для берилла. Отмечается важность комплексного изучения свойств берилла, помогающих уточнять структурное положение и валентное состояние примесных катионов, для решения генетических вопросов. Подчеркивается недостаточная информативность химического анализа ввиду низкой точности определения главных компонентов - Si, Al и Be ($\pm$ 0,3 - 0,6 вес.%). Минералы группы гельвина. Показано влияние кислотности-щелочности растворов на соотношение даналитового (Fe), гельвинового (Mn) и гентгельвинового (Zn) миналов в образующихся гельвинах. Доля даналитового минала уменьшается от кислых к нейтральным условиям и он полностью исчезает в щелочных растворах. Гельвиновый и гентгельвиновый миналы входят при всех значениях pH. Однако максимум гельвинового минала приходится на нейтральные условия, а гентгельвинового - на щелочные. Это позволяет объяснить зональность природных гельвинов изменением кислотности-щелочности минералообразующих растворов. Бертрандит. Экспериментально установлено, что степень замещения OH-группы фтор-ионом зависит от температуры. Содержание фтор-иона вблизи границы его устойчивости в интервале температур 470-580°C монотонно возрастает от 10 до 65% (P_{H_2O}=1кбар, C_{HF}=0.1 м). Поэтому можно говорить о возможности оценки активности иона в минералообразующей среде по содержанию F -иона в бертрандите.

KISELEVA I.A., OGORODOVA L.P., Moscow State University, Faculty of Geology, Moscow; KUPRIJANOVA I.I., Ministry of Geology of the USSR, Moscow, USSR

MINERAL EQUILIBRIUMS IN THE SYSTEM (FROM THE DATA OF THERMOCHEMICAL DETERMINATIONS AND TOPOLOGICAL ANALYSIS OF MULTISYSTEM)

It is difficult to obtain direct experimental results for the low T and P interval of the system, thus the amount of information on that interval is considerably reduced. In this case the most promising approach is to determine the constants of minerals by means of thermochemical methods and on their basis to calculate the phase equilibriums with preliminary topological analysis of the entire multisystem.

Values of $\Delta H^{\circ}_{f,\ 298}$ were obtained by high-temperature dissolution calorimetry on natural samples for beryl (Ber) = -2157.1±3.2; chrysoberyl (Chrb) = -547.8±0.9; phenacite (Phen) = -514.9±1.0; euclase (Eucl) = -1216.2±2.2; bertrandite (Brt) = -1103.6±2.9 kcal/mol, and also values $\Delta G^{\circ}_{f,\ 298}$ of minerals were calculated. The selection of the stable variant of the multisystem (5 beryl and 6 non-beryl minerals, $n=-6$) was based on observations in natural conditions and on experiments made by G. Franz and G. Mortini (1981); this selection was also adjusted to reliable data on the system Al_2O_3 - SiO_2 - H_2O. Calculation of equilibriums in P-T coordinates ($P_{H_2O} = P_S$) has shown that beryl is stable until low temperatures are reached: Ber = Q + Eucl + Phen, at 2-5 kbar and 210 - 280°C, Ber = Q + Eucl + Brt, below 2 kbar and 210°C. The stability range of euclase is restricted by equilibriums: Eucl = Ber + Chrb + Phen, 320 - 400°C over 0.5 - 1 kbar and Eucl = Ber + Chrb + Brt, 300 - 320°C below 0.5 - 1 kbar, which control the limits of its existence with beryl. Decomposition of beryl and euclase with participation of kaolinite corresponds with late-hydrothermal and hypergenic processes.

The Q + Eucl association is stable within a wide temperature range, but it is restricted in pressure (from 2.5 kbar at 210°C up to 5 kbar at 320°C); it is, therefore, more typical of pegmatites. The Phen = Brt equilibrium exists within 200-250°C range, i.e., in many experiments the bertrandite synthesis proceeds with metastability.

КИСЕЛЕВА И.А., ОГОРОДОВА Л.П., Московский государственный университет, геолфак, г.Москва; КУПРИЯНОВА И.И., Министерство геологии СССР, г.Москва, СССР

МИНЕРАЛЬНЫЕ РАВНОВЕСИЯ В СИСТЕМЕ (ПО ДАННЫМ ТЕРМОХИМИЧЕСКИХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ И ТОПОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МУЛЬТИСИСТЕМЫ)

Система наименее изучена для области низких Т и Р, где получение прямых экспериментальных результатов затруднено. В этом случае наиболее перспективно определение констант минералов термохимическими методами и расчет на их основе фазовых равновесий с предварительным топологическим анализом всей мультисистемы. Методом высокотемпературной калориметрии растворения на природных образцах получены значения $\Delta H^{o}_{f,298}$: для берилла (Бер) – -2157,1 ± 3,2; хризоберилла (Хрб) – -547,8 ± 0,9; фенакита (Фен) – -514,9 ± 1,0; эвклаза (Эвк) – -1216,2 ± 2,2; бертрандита (Брт) – -1103,6 ± 2,9 ккал/моль, и рассчитаны величины $\Delta G^{o}_{f,298}$ минералов. Стабильный вариант мультсистемы (5 бериллиевых и 6 безбериллиевых минералов, n = -6) выбран на основе природных наблюдений и экспериментов Г.Франца и Г.Мортини (1981г.) и увязан с надежными данными по системе Al_2O_3 – SiO_2 – H_2O. Расчет равновесий в координатах Р-Т ($P_{H_2O} = P$) показал, что берилл устойчив до низких температур: Бер = Кв + Эвк + Фен при 2–5 кбар, 210–280°С; Бер = Кв + Эвк + Брт ниже 2 кбар и 210°С. Область стабильности эвклаза ограничена равновесиями: Эвк = Бер + Хрб + Фен, 320 – 400°С выше 0,5–1 кбар и Эвк = Бер + Хрб + Брт, 300–320°С ниже 0,5 – 1 кбар,–которые определяют пределы его существования с бериллом. Разложение берилла и эвклаза с участием каолинита отвечает позднегидротермальным и гипергенным процессам. Ассоциация Кв + Эвк стабильна в широком диапазоне температур, но ограничена по давлению (от 2,5 кбар при 210°С до 5 кбар при 320°С) и поэтому более характерна для пегматитов. Равновесие Фен = Брт лежит в пределах 200–250°С, т.е. синтез бертрандита во многих экспериментах происходит метастабильно.

KISHIMA NORIAKI and SAKAI HITOSHI, Institute for Thermal Spring Research, Okayama University Misasa, Tottori-ken, Japan

REDOX PROPERTIES OF OLIVINE AND RELATED MINERALS UNDER HYDROTHERMAL CONDITIONS

Redox properties of Fe(II)-containing minerals associated with olivine and its serpentinization are investigated under hydrothermal conditions experimentally. The Dickson-type apparatus is used, the solution samples withdrawn from it during the run are analyzed for volatile and nonvolatile components and the measured H_2 concentra-

tions (C_{H_2}) are interpreted thermodynamically using the f_{H_2}/C_{H_2} conversion factor we have obtained. These studies are intended to contribute to such problems as: (1) redox state at the serpentinization front of ultramafic rocks; (2) ideality of the olivine solid solution at lower temperatures; (3) f_{O_2} of the "FMQ" buffer at low temperatures beyond its stability field in the presence of water; and (4) specifications of the conditions for the hydrothermal synthesis of olivines.

KOGARKO L.N., Romanchev B.P., V.I. Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

PHASE EQUILIBRIA IN ORE-BEARING ALKALINE MELTS

The conditions of apatite, eudialite and loparite ores formation have been observed: temperatures of homogenisation, phase and chemical composition of microinclusions were determined, phase equilibria in synthetic systems with ore components were studied, experimental data on melting of rocks in controlled conditions were obtained.
Such complex approach to the investigation of ore-bearing melts helped to determine that apatite, eudialite and loparite ores of the Kola peninsula and Greenland were formed during the process of crystallization differentiation, joint with convection. Carbonatites of the East African ridge zone were formed as a result of the separation of immiscible alkali-carbonate liquid from alumo-silicate melt.
Necessary condition for the appearence of the deposits of magmatic type is turned out to be cotectic saturation of melt in respect to ore component.

КОГАРКО Л.Н., РОМАНЧЕВ Б.П., Институт геохимии и аналитической химии имени В.И.Вернадского Академии наук СССР, г.Москва, СССР

ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ В РУДОНОСНЫХ ЩЕЛОЧНЫХ РАСПЛАВАХ

Рассмотрены условия формирования апатитовых, эвдиалитовых и лопаритовых руд: определены температуры гомогенизации, фазовый и химический составы микровключений, изучены фазовые равновесия в синтетических системах с рудными компонентами, получены экспериментальные данные по плавлению пород в контролируемых условиях.
Такой комплексный подход к исследованию рудоносных расплавов позволил установить, что апатитовые, эвдиалитовые и лопаритовые руды Кольского полуострова и Гренландии формировались в процессе кристаллизационной дифференциации, сопряженной с конвекцией. Карбонатиты

рифтовой зоны Восточной Африки образовались в результате ликвационного отделения щелочно-карбонатной жидкости от алюмосиликатного расплава.
Необходимым условием возникновения месторождений магматического типа является котектическая насыщенность расплава в отношении рудного компонента.
Разработан метод оценки потенциальной рудоносности щелочных магм по химическому составу включений.

КОЛЬКОВСКИ Б.Г., МИТЕВА С.В., Софийский университет, геолого-географический факультет, г.София, НРБ; МЕЛЬНИКОВ Ф.П., Московский государственный университет, геологический факультет, г.Москва, СССР

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СВИНЦА И ЦИНКА БОЛГАРИИ

На территории Болгарии установлено около ста свинцово-цинковых месторождений скарнового, плутогенно-гидротермального, вулканогенно-гидротермального и стратиформного типов.
Нами и другими авторами исследовались температурные условия формирования месторождений разных генетических типов методом гомогенизации газово-жидких включений в минералах и частично методом декрепитации.
Полученные данные показывают, что в скарновых месторождениях собственно скарновый (родонит-йогансенитовый) парагенезис формировался при температуре 410-360°С, а наложенно-скарновый кварц-сфалерит-галенитовый (продуктивный) парагенезис - при температуре 360-220°С; интервал массового отложения минералов в отдельных месторождениях однако более узкий - до 30-40°С для скарнового парагенезиса и до 40-60°С для кварц-сфалерит-галенитового парагенезиса.
В плутогенно-гидротермальных месторождениях (Центральные Родопы, Осогово, Стара-планина, Странджа) массовая кристаллизация минералов продуктивного (кварц-сфалерит-галенитового) парагенезиса происходит при температуре 360-280°С, но интервал массового отложения минералов в отдельных месторождениях не больше 20-30°С.
В вулканогенно-гидротермальных месторождениях (Восточные Родопы, Средногорье) массовое отложение минералов в продуктивном (кварц-сфалерит-галенитовом) парагенезисе происходит при температуре 310-210°С, тогда как в отдельных месторождениях интервал обычно 15-20°С.
В стратиформных месторождениях (Стара-планина) формирование первого продуктивного (галенит-сфалеритового) и второго продуктивного (галенит-теннантит-борнит-халькопиритового) парагенезиса происходит соответственно при 110-80°С и 180-155°С, что хорошо согласуется с предположением о накладывании в исследованных месторождениях минерализаций двух довольно отдаленных во времени этапов рудообразования.

KOLONIN G.R., PAL'ANOVA G.A., SHIRONOSOVA G.P., Institute of Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the Academy of Sciences of the USSR, Novosibirsk, USSR

ARSENIC MINERALS AS INDICATORS OF PHYSICO-CHEMICAL CONDITIONS OF ORE FORMATION

The stability conditions of different As and Fe mineral associations in hydrothermal solutions are considered on the basis of thermodynamical calculations in open and closed systems as well as through control experiments. The data obtained are used to establish the trends of main parameters of ore formation systems according to changes of mineral parageneses. It is shown, that arsenopyrite, the most common As mineral, is to be formed as a result of arsenic presence in the system under conditions corresponding to stability of pyrrhotite. An increase in solution alkalinity and temperature favours to the substitution of arsenopyrite by magnetite and in some cases by löllingite. An increase in solution acidity and a decrease in temperature lead at first to the appearance of native arsenic and then to the appearance of realgar or orpiment. The close relation between composition of mineral parageneses and that of equilibrium solutions is revealed. The contents of main components in solutions formed as result of their interacting with arsenopyrite, with association arsenopyrite + pyrite etc., namely Fe, As, S, H_2, are calculated as function of temperature and pH taken as intensive parameters. The results are presented as sets of isoterms of the above components characterizing the different mineral buffers with participation of arsenic minerals. The specific physico-chemical conditions of the formation of own arsenic, gold-ore, tin-tungsten, cobalt-nickel, mercury-antimony and uranium deposits with participation of arsenic minerals are discussed. The potential gold and silver contents in ore-forming fluids are evaluated quantitatively for different stages of the ore-forming process.

КОЛОНИН Г.Р., ПАЛЬЯНОВА Г.А., ШИРОНОСОВА Г.П., Институт геологии и геофизики Сибирского отделения АН СССР, г.Новосибирск, СССР

МИНЕРАЛЫ МЫШЬЯКА КАК ИНДИКАТОРЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РУДООБРАЗОВАНИЯ

На основании термодинамических расчетов в вариантах открытых и закрытых систем и контрольных экспериментальных исследований рассматрива-

ются условия устойчивости различных ассоциаций минералов мышьяка и железа в гидротермальных растворах. Полученные данные используются для выяснения направления эволюции основных параметров рудообразующих систем по изменению состава минеральных парагенезисов. Показано, что широко распространенный арсенопирит должен образовываться как результат присутствия мышьяка в системе в обстановке, соответствующей полю устойчивости пирротина. Повышение щелочности растворов и температуры способствует замещению арсенопирита магнетитом, а в некоторых случаях - леллингитом. Повышение же кислотности растворов и снижение температуры процесса приводят к появлению сначала самородного мышьяка, а затем и реальгара или аурипигмента. Выявлена тесная связь между составами минеральных парагенезисов и равновесных с ними растворов. Содержание ведущих компонентов в растворах, формирующихся при их взаимодействии с арсенопиритом, ассоциацией арсенопирит + пирит и др., а именно Fe, As, S , H_2, вычислены как функция температуры и pH, принятых в качестве интенсивных параметров. Результаты представлены в виде систем изотерм концентраций указанных компонентов, характеризующих различные минеральные буферы с участием минералов мышьяка. Проанализирована специфика физико-химической обстановки формирования собственно мышьяковых, золоторудных, олово-вольфрамовых, кобальт-никелевых, ртутно-сурьмяных и урановых месторождений с участием минералов мышьяка. Проведена количественная оценка потенциальной золото- и сереброносности рудообразующих растворов на разных стадиях процесса.

KONEV A.A., Institute of the Earth Crust of the Siberian Branch of the USSR Ac. Sci.; VOROBYEV E.I., AFONINA G.G., SAPOZHNIKOV A.N., PARADINA L.F., MALYSHONOK Yu.V., A.P. Vinogradov Institute of Geochemistry of the Siberian Branch of USSR Ac. Sci., Irkutsk, USSR

NEW DATA ON THE NATURAL SYSTEM $CaTiO_3$ - (Na, TR)TiO_3 - $PbTiO_3$ - $SrTiO_3$ - $BaTiO_3$

The discovery of strontium perovskite and tausonite ($SrTiO_3$), the existance in the latter $PbTiO_3$ and $BaTiO_3$ admixtures and complicated zonation of monocrystals make it possible to interpretate the natural mineralogenesis in the system of perovskite group from a new point of view. The conclusion about the real capacity of $BaTiO_3$ formation under natural conditions is of a particular importance. The conditions are analogues to those which were observed in a tausonite crystallization: in high-temperature alkaline fusions poorly saturated by sieica, they are enriched by K and CO_2 and characterized by high potentials of Ti, Ba and Sr. According to the magnitudes of ionic radii of cations a significant isomorphic intermixture in

tausonite, makedonite and $BaTiO_3$system can be expected, as well as in tausonite-loparite and loparite-perovskite series. Microprobing studies of the compositions in zonal tausonite microcrystals stand as an argument in favour of this assumption. At the same time significant unmixed zones of $CaTiO_3$ on the one hand and $SrTiO_3$, $PbTiO_3$ and $BaTiO_3$ on the other hand are to exist. The nomenclature of complicated polyminal mineral groups is not reasonably worked out, especially in the cases when the content of individual minal in minerals does not exceed 50 mol %. The authors suggest to order the nomenclature of triminal systems on the basis of the given group. Such principle would be an interesting consideration for another mineral groups.

КОНЕВ А.А., Ин-т земной коры СО Академии наук СССР;
ВОРОБЬЕВ Е.И., АФОНИНА Г.Г., САПОЖНИКОВ А.Н., ПАРАДИНА Л.Ф., МАЛЫШОНОК Ю.В., Ин-т геохимии им.А.П.Виноградова СО Академии наук СССР, г.Иркутск, СССР

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПРИРОДНОЙ СИСТЕМЕ $CaTiO_3$ - (Na,TR) TiO_3 - $PbTiO_3$- $SrTiO_3$ - $BaTiO_3$

Открытие стронциевого перовскита и таусонита ($SrTiO_3$), установление в последнем примесей $PbTiO_3$, $BaTiO_3$ и сложной зональности монокристаллов позволяют по-новому оценить возможности природного минералообразования в указанной системе перовскитовой группы. Особенно важен вывод о реальной возможности образования $BaTiO_3$ в природных условиях аналогичных тем, в которых кристаллизовался таусонит, а именно: в недосыщенных кремнеземом высокотемпературных щелочных расплавах, обогащенных К и CO_2 и характеризующихся высокими потенциалами титана, бария и стронция. С позиций величин ионных радиусов катионов можно ожидать значительную изоморфную смесимость между таусонитом, македонитом и $BaTiO_3$, а также в рядах таусонит-лопарит и лопарит-перовскит. Микрозондовое изучение составов зональных микрокристаллов таусонита подтверждает это положение. В то же время должны быть значительные области несмешиваемости между $CaTiO_3$, с одной стороны, и $SrTiO_3$, $PbTiO_3$ и $BaTiO_3$-с другой.

Известно, что номенклатура сложных полиминальных минеральных групп недостаточно разработана, особенно в тех случаях, когда содержание каждого из миналов в том или ином минерале не превышает 50 мол.%. На примере рассмотренной группы авторы предлагают определенным образом упорядочить номенклатуру трехминальных систем. Этот принцип может быть распространен и на другие минеральные группы.

KONNERUP-MADSEN JENS, Institute of Petrology, Geological Institute, University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark

HYDROCARBON GASES IN FLUID INCLUSIONS ASSOCIATED WITH ALKALIC IGNEOUS ACTIVITY IN THE PRECAMBRIAN CONTINENTAL GARDAR RIFT PROVINCE, SOUTH GREENLAND

Studies of fluid inclusions in minerals from alkalic igneous complexes belonging to the Precambrian Gardar continental rift province in south Greenland have revealed a distinct difference in the composition of carbonic fluids between Si-oversaturated and Si-undersaturated rock types. Whereas granites and quartz syenites are essentially characterized by CO_2 and contain only minor amounts of CH_4, agpaitic nepheline syenites are dominated by hydrocarbons (mainly CH_4) and contain only insignificant amounts of CO_2 and/or CO. Stable isotope analyses favour a juvenile origin for both types of carbonic fluids.

The formation and subsequent entrapment of hydrocarbon gases in agpaitic nepheline syenites is considered to reflect: (1) low oxygen fugacities; (2) retention of volatiles during crystallization; (3) a low-temperature solidus; and (4) redissolution of previously exsolved water in an increasingly peralkaline melt on cooling and crystallization.

Comparisons of the hydrocarbon gases in the Gardar agpaitic nepheline syenites with those in similar rock types from other continental rift environments reveal a high degree of similarity and suggest the existence of a characteristic hydrocarbon-rich vapour phase associated with Si-undersaturated, peralkaline magmatic activity. The significance of these data for the existence of hydrocarbons (CH_4) in the Earth's crust and upper mantle is discussed.

KORMUSHIN V.A., IVKINA I.N., DARBADAYEV A.B., SAVOSTIN B.A., Institute of Geological Sciences of the Kazakh SSR Academy of Sciences, Alma-Ata, USSR; BOGOMAZ V.P., Institute of Mathematics and Mechanics of the Kazakh SSR Academy of Sciences, Alma-Ata, USSR

RECONSTRUCTION OF MINERAL-FORMING SOLUTIONS IN ACCORDANCE WITH MICROINCLUSIONS IN MINERALS

Various methods have been used to reveal ion composition and the liquid phase concentration in microinclusions. Gas was analysed independently. The composition of mineral-forming solution (MS) was reconstructed according to the data of analyses and the results of determination of the microinclusion volume and the fluidity degree of solutions. The microinclusion volume was measured by the diameter of a gas bubble and calculated by the formula, combining the value

of the gas bubble diameter and the thermal expansion of mineral and liquid. MS fluidity degree was determined by the method of vacuum thermometry. Microinclusions were broken up in vacuum and the partial pressure of volatiles (water and gas) was selectively measured while temperature decreased. The mineral volumetric expansion was calculated according to the roentgenometric data of the lattice cell parametres of minerals. The experimental data processing was carried out by the method of approximation and in accordance with the programs which were processed in Fortran machine language for electronic computers. Microinclusions in quartz and fluorite from pegmatites and the raremetal Kazakhstan deposits were investigated. The resultant data of analyses of MS composition are given in kg of substance per 1 m^3 of solution. The experiment was carried out at the temperature of homogenization. Besides that the solution density and the pressure of the mineral-forming medium were calculated.

КОРМУШИН В.А., ИВКИНА И.Н., ДАРБАДАЕВ А.Б., САВОСТИН Б.А., Ин-т геологических наук Академии наук Казахской ССР, г.Алма-Ата;
БОГОМАЗ В.П., Ин-т математики и механики Академии наук Казахской ССР, г.Алма-Ата, СССР

РЕКОНСТРУКЦИЯ СОСТАВА МИНЕРАЛООБРАЗУЮЩИХ РАСТВОРОВ ПО МИКРОВКЛЮЧЕНИЯМ В МИНЕРАЛАХ

Различными методами в микровключениях выявлен ионный состав и концентрация жидкой фазы и независимо проанализирован газ. Реконструкция состава минералообразующего раствора (МР) выполнена по данным анализов и результатов определения объема микровключений и степени флюидности растворов.

Объем микровключений измеряли по диаметру газового пузырька и затем рассчитывали по формуле, связывающей размеры диаметра газового пузырька с тепловым расширением минерала и жидкости.

Степень флюидности МР определяли методом термовакуумометрии путем вскрытия микровключений в вакууме и измерения парциального давления паров воды и газов селективно при понижении температуры.

Объемное расширение минералов вычисляли по данным рентгенометрического замера параметров элементарной ячейки минералов.

Обработка экспериментальных величин выполнена методом аппроксимации и по программам, разработанным на языке Фортран для ЭВМ.

Исследованы микровключения в кварце и флюорите из пегматитов и редкометальных месторождений Казахстана.

Результаты по составу МР приведены в кг каждого вещества, содержащегося в I $м^3$ МР при температуре гомогенизации микровключений. Кроме того, рассчитывалась плотность МР и давление минералообразующей среды.

KORNETOVA V.A., Fersman Mineralogische Museum der Academie der Wissenschaften der UdSSR, Moskau, UdSSR

ZUM FRAGE DER KLASSIFIKATION DER TURMALINGRUPPE

Die alte Klassifikation der Turmalinen ist allen bekant. In der Grunde dieser Klassifikation liegt das chemische Prinzip. Zu diese Klassifikation gehören: Scherl, Dravit, Elbait, Uvit, hypothetische Tsilaisit und Buergerit. Buergerit bildet hier eine Ausnahme, denn sein Zusammensetzung ist die selbe wie bei Scherl, hier aber finden wir das dreiwertige Eisen. Zur Grunde neue Klassifikation der Mineralien der Turmalingruppe ligt das kristallchemische Prinzip. In der Turmalingruppe unterscheiden wir zwei grosse Familien. Diese Familien enthalzen verschiedene Menge des Aluminiums in Z-Oktaedern. Die erste Familie wo Position Z_6 ist gleich Aluminium sechs. Die Variabilität in Eigenschaften und gleichfals die Veränderung in Benennung stammen von verschiedenen Elementen und ihrer Wertigkeit in Position Y und X. Zu dieser Familie schreiben wir zu: Scherl und Dravit, Buergeritgruppe wohin gehören Buergerit und auch einige Cr- und V-haltige Turmalinen und Elbaitgruppe. Zu dieser lezte gehören Rubellit, Achroit und zahlreiche bundte Turmalinen, hypothetische Tsilaisit, Liddicoatit. Zu dieser Gruppe soll man auch die Turmalinen zuschreiben welche mit Al reich sind, aber mit zweiwertigen Kationen arm sind und kein Li enthalten. Die zweite Familie hat ein Defizit Al in Position Z_6. Die Eigenschaften der Turmalinen hier stammen meistens von Bestand der Z-Oktaedern und wenigsten von Zusammensetzung der Y-Oktaedern. Zu diese Gruppe sollen wir "ferric irone"-Turmalin, Ferridravit, Cromodravit, Uvit und Magnodravit zuschreiben. Einige Turmalinen der lezte Gruppe brauchen die selbständigen Namen bekommen.

КОРНЕТОВА В.А., Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана АН СССР, г. Москва, СССР

К ВОПРОСУ О КЛАССИФИКАЦИИ МИНЕРАЛОВ ГРУППЫ ТУРМАЛИНА

Классификация минералов группы турмалина, основанная, за одним исключением, на химическом принципе, как это было ранее до расшифровки структуры турмалина, общеизвестна: шерл, дравит, эльбаит, увит и теоретический тсилаизит, бюргерит. Последний, содержащий трехвалентное железо в позиции игрек, составляет исключение, т.к. его состав соответствовал бы шерлу, если бы не иная валентность в нем железа. Предлагаемая классификация рассматривает кристаллохимические типы, в формулы которых укладываются все известные минералы, имеющие структуру турмалина. Все турмалины делятся на два крупных семейства, которые отличаются друг от друга степенью заселения алюминием зет-октаэдров. Первое семейство содержит шерл, дравит, бюргерит и некоторые хромо-

вые и ванадиевые турмалины, эльбаит, лиддикоатит. Основное различие между минералами этой группы проистекает от качества и валентности элементов, занимающих позиции игрек или икс. Второе семейство всегда имеет дефицит алюминия а позиции зет. Свойства турмалинов этого семейства зависят от состава октаэдров зет, восполняющих этот дефицит трех- или двухвалентными катионами. В это семейство входят: феррикайрон, турмалин, ферридравит, хромодравит, группа увита, магнодравит. Вышеупомянутые семейства обладают четкими отличительными особенностями и некоторые представители их нуждаются в самостоятельных названиях.

KOSTOV I., National Natural History Museum, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria

CRYSTALLOGENETIC TRENDS IN A RATIONAL SYSTEMATICS OF THE PHOSPHATES AND RELATED MINERALS

Following previous studies on other types of natural compounds a crystallogenetic trend isometric (pseudoisometric) --- axial --- planar minerals seems to hold good for the phosphates and related minerals (arsenates, vanadates, etc.) as well. This general trend of paragenetic suites is considered important enough to enter in a suitable way the systematics of these minerals. The latter follows the author's concepts for a hybridized geochemical and crystallochemical principle and subdivisions based first of all on assemblages of geochemically similar metals entering the composition of the minerals and displaying the possibilities for diadochy, and secondly on crystallochemical similarity of the mineral species. The dual geochemical-crystallochemical principle appears to reflect better the position of the minerals within their arrangement in the class. The systematics is near-nature and logically evolves the associated chemistry, similarity of physical preperties and conditions of natural crystallization of the phosphate and related minerals.

KOSTOV RUSLAN, Laboratory of Experimental and Technical Mineralogy, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria

ELECTRON PARAMAGNETIC RESONANCE AND THERMOLUMINESCENCE OF QUARTZ FROM THE RHODOPE MASSIF (BULGARIA)

Quartz of different genesis (rock-forming quartz from granites and metamorphic rocks, quartz from pegmatites, quartz veins from metamorphic rocks, hydrothermal ore-bearing and sterile quartz veins, quartz from agate geodes) are studied by electron paramagnetic re-

sonance (EPR) and thermoluminescence (TL). It has been shown that the different defects in the structure of quartz are connected with the conditions of mineral formation. These fine differences allow to differenciate certain groups in every of the above-mentioned genetic types of quartz. The relationship between defect centres and certain geological and genetic factors of forming and superimposed prosesses is discussed. Some examples are given for using the EPR and TL methods for solving geological problems.

KOVALENKER V.A., BORTNIKOV N.S., Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

CHEMICAL COMPOSITION AND PARAGENESIS OF SULPHOSALTS IN THE PRECIOUS METAL DEPOSITS IN VARIOUS GEOLOGICAL ENVIRONMENTS

A chemical composition and assemblages of sulphosalts in ores of the gold and silver deposits located within volcanic rocks (East Usbekistan, North-East Territory of the USSR), granitic intrusive complexes (East Trans-Baikalian) and sedimentary formations (Yakutia) have been examined. Sulphosalts found in these deposits are fahlore, lead-copper and lead-silver sulphobismuthites, lead, silver, copper sulphantimonites. A chemical composition of these minerals is correlated with the geochemical features of the deposits. Evolution in the mineral chemical composition in time and space was observed. The differences in mineral assemblages found resulted from the differences in physico-chemical parameters (temperature, activity of components) of the mineral formation.

КОВАЛЕНКЕР В.А., БОРТНИКОВ Н.С., Ин-т геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР, г.Москва, СССР

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЗМА И ПАРАГЕНЕЗИСЫ СУЛЬФОСОЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ, ЛОКАЛИЗОВАННЫХ В РАЗЛИЧНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБСТАНОВКАХ

На примере золотых и серебряных месторождений малых и средних глубин, локализованных в вулканогенных породах (Восточный Узбекистан, Северо-Восток СССР), в интрузивах гранитоидов (Восточное Забайкалье) и в осадочных образованиях (Якутия) показаны особенности химизма и парагенезисов сульфосолей. Эти минералы не образуют значительных скоплений, но встречаются повсеместно. Сульфосоли представлены минералами группы блеклых руд, сульфовисмутитами свинца и меди, свинца и серебра, сульфоантимонитами серебра, меди и свинца. Химический состав

этих минералов отражает геохимические особенности руд каждого конкретного месторождения. В пределах месторождений и рудных районов установлена скрытая минералого-геохимическая зональность, причем изменения химизма сульфосолей прослеживаются как в пространстве, так и во времени. Выявлены различия состава минеральных парагенезисов месторождений, сформированных в разных геологических обстановках. Показано, что обнаруженные различия обусловлены неодинаковыми физико-химическими параметрами (температура, активность компонентов) минералообразования.

KRASNOBAIEV A.A., VOTYAKOV S.L., GRAMOLIN A.B., SAMATOV M.V., KROKHALEV V.Ya., In-te of Geology and Geochemistry of the Urals Scientific Centre of the USSR Academy of Sciences, Sverdlovsk, USSR

SPECTROSCOPIC PROPERTIES OF ISOSTRUCTURAL ZIRCON AND XENOTIME

Crystals of zircon (Z) and xenotime (X) were synthesized; the problems of Z xenotimization, schemes of heterovalent isomorphism and effects of ionizing radiation were investigated. In Z Y^{3+} replaces Zr^{4+}, P^{5+} replaces Si^{4+}, and as the P concentration increases (I%), octahedral interstices of the structure are filled. Xenotimization is accompanied by an increase in parameters of the Z-lattice. There are three schemes of compensation of an excess charge of Zr^{4+} in X: a non-local type and two local ones. When both matrices being activated by the Nb, Nf, Mo, As ions, the following schemes of isomorphism are realized: Nb^{5+}, Hf^{4+}, $Mo^{5+} \rightarrow Zr^{4+}$ and As^{5+}, $Mo^{6+} \rightarrow Si^{4+}$ (Z); Nb^{4+}, $Hf^{4+} \rightarrow Y^{3+}$ and Nb^{5+}, Mo^{6+}, $As^{5+} \rightarrow P^{5+}$ (X). In Z Mo^{5+} ion is characterized by local and non-local charge compensation; a local symmetry of the rest impurity ions is just the same as in the case of a replaced ion. Neutron radiation results in creation of ion-radicals: SiO_3^-, SiO_3^{3-} (Z) and PO_3^{2-} (X). Valent reduction of impurity ions, paramagnetic defects Si_4^{3-}/Y^{3+}, Zr^{3+}/P^{5+}, Zr^{3+}/Me^+ (Z) and some types of low-symmetry radicals O^- (X) are stimulated by X-rays, UV and γ-radiation. Thermostability of the considered defects has been studied. Widely developed isomorphism of ions with variable valency makes possible considerable light accumulation; both thermostimulated and tunneling mechanisms of bleaching have been investigated. Based on the data obtained, the properties of natural high and low Z, relationship between metamictization and xenotimization and radiation were investigated. Some new ion-radicals SiO_m^{n-}, stabilized by Y and H impurities, were interpreted there. Typomorphic spectroscopic properties of zircon have been identified, allowing to make their genetic classification.

КРАСНОБАЕВ А.А., ВОТЯКОВ С.Л., ГРАМОЛИН А.Б., САМАТОВ М.В., КРОХАЛЕВ В.Я., Институт геологии и геохимии УНЦ Академии наук СССР, г.Свердловск, СССР

СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИЗОСТРУКТУРНЫХ ЦИРКОНА И КСЕНОТИМА

Синтезированы монокристаллы циркона (Ц) и ксенотима (К); исследованы вопросы ксенотимизации Ц, схемы гетеровалентного изоморфизма и воздействие ионизирующих облучений. В Ц $Y^{3+} \rightarrow Zr^{4+}$, $P^{5+} \rightarrow Si^{4+}$, причем с повышением концентрации фосфора ($\geq$ I%), происходит также заполнение октаэдрических пустот структуры. Ксенотимизация сопровождается увеличением параметров решетки Ц. В К реализуется три схемы компенсации избыточного заряда примеси Zr^{4+}: нелокальная и два типа локальной. При активации обеих матриц ионами Nb, Hf, Mo, As реализуются следующие схемы изоморфизма: Nb^{5+}, Hf^{4+}, $Mo^{5+} \rightarrow Zr^{4+}$ и As^{5+}, $Mo^{6+} \rightarrow Si^{4+}$(Ц); Nb^{4+}, $Hf^{4+} \rightarrow Y^{3+}$ и Nb^{5+}, Mo^{6+}, $As^{5+} \rightarrow P^{5+}$ (К). У иона Mo^{5+} в Ц наблюдается локальная и нелокальная компенсация заряда; симметрия позиции остальных ионов сохраняется та же, что и у замещенного иона. Нейтронное облучение приводит к образованию ион-радикалов SiO_3^{3-}, SiO_3^{-} (Ц) и PO_3^{2-}(К), рентгеновское, УФ и γ вызывают восстановление ионов примесей, образование парамагнитных центров SiO_4^{3-} / Y, Zr^{3+} / p, Zr^{3+} / Me (Ц) и несколько типов низкосимметричных радикалов O^{-} (К). Изучена термоустойчивость рассмотренных дефектов. Широко развитый изоморфизм переменно-валентных ионов в Ц и К приводит к возможности значительного радиационного светозапасания; изучены как термостимулированный, так и туннельный механизм высвечивания светосуммы. С учетом полученных данных рассмотрены свойства природных кристаллических - метамиктных-разностей, связь метамиктности с ксенотимизацией и облучением, расшифрован ряд новых ион-радикалов SiO_m^{n-}, стабилизированных примесями иттрия и водорода. Выделены типоморфные спектроскопические свойства цирконов, позволяющие проводить их генетическую классификацию.

K R O M E R H., S E V I L G E N E., Staatliches Forschungsinstitut für Angewandte Mineralogie bei der Technischen Universität München, Regensburg, F R G

FORMATION OF MINERALPHASES IN FIRED CLAY BODIES IN RELATION TO THE CHEMICAL AND MINERALOGICAL COMPOSITION

Natural clays are characterized by a large variety of chemical and mineralogical composition, particle size distribution and crystallinity of minerals. These material data are of special importance when the clays are industrially used for ceramic products. The reactions during the firing process can be divided into two categories as was

already pointed out by G. W. BRINDLEY: Up to about 900 °C certain clay minerals undergo decomposition reactions independently of the presence of other minerals. Above 1000 °C reactions between the mineral components start, and chemical composition becomes an increasing influence on the course and rate of these reactions. The resulting phase-compositions and microstructures control the properties of ceramic products. In technological processes equilibrium is almost never reached and therefore the reactions have to be considered in view of the reaction sequence and rate.

In fired kaolinitic clays (high in Al_2O_3) mullite is the main crystalline phase. Even small quantities of fluxes induce the development of considerable amounts of a molten phase which can dissolve certain other mineral phases. This is why cristobalite can be found in fired kaolins only under certain circumstances and especially in high refractory clays.

In fired clays, high in illite and sericite, a well crystallized spinel develops besides or even instead of mullite. The influence of iron oxide in the body depends on its original structure. Iron minerals like goethite or limonite change into hematite during firing. The hematite participates only scarcely in further reactions.

Clays high in smectite minerals exhibit during firing a completely different reaction-sequence. Intermediate phases are cristobalite and spinel; the latter reacts to cordierite above 1200 °C. Cordierite disappears at 1400 °C and than only mullite is formed as the stabile high temperature phase, besides the remaining cristobalite.

The presence of considerable amounts of magnesia and iron in the raw material causes thus a completely different reaction sequence in smectitic clays.

The reaction sequences discussed here give an explanation for the development of the microstructures of certain ceramic bodies. They reveal that small variations in chemical and mineralogical compositions of clays can cause considerable variations in the reaction sequences and therefore in the phase composition of the fired body.

KUNOV A., VELINOVA M., PUNEV L., Geological Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria

PHOSPHATE AND SULPHATE MINERALS IN THE SPAHIEVO ORE FIELD (EASTERN RHODOPE MOUNTAINS, BULGARIA)

The Spahievo ore field is situated in the Eastern Rhodopian Paleogen depression. The region is predominantly built up by volcanic and intrusive rocks. The hydrothermally altered rocks (the propylites, the argillisites and the secondary quartzites) and wall rock hydrothermal alteration (with the lead-zinc mineralization) are largely

present. The varied phosphate and sulphate mineralization in the Spahievo ore field present as well. The following minerals are distinguished: alunite, jarosite, plumbojarosite, gypsum, barite, chalcantite, brochantite, apatite, pyromorphite, wavellite, variscite (the Lucin and Messbach types), turquoise, cuprofaustite, alumochalcosiderite, vivianite, svanbergite, roscherite. These minerals have different origin: magmatic, hydrothermal (hydrothermal-metasomatic), supergenic and such ones without genesis. Some of the minerals are convergents. The localization of the phosphates and the sulphates with the lead-zinc and gold-zinc mineralization show the possibility to use them as indicators for prospecting of ore mineralization.

КУНОВ А., ВЕЛИНОВА М., ПУНЕВ Л., Геологический институт Болгарской академии наук, г.София, НРБ

ФОСФАТНЫЕ И СУЛЬФАТНЫЕ МИНЕРАЛЫ В СПАХИЕВСКОМ РУДНОМ ПОЛЕ (ВОСТОЧНЫЕ РОДОПЫ, БОЛГАРИЯ)

Спахиевское рудное поле расположено в пределах Восточнородопского палеогенского понижения. В геологическом строении принимают участие вулканические и интрузивные породы. Широко развиты гидротермально измененные породы (пропилиты, аргилизиты, вторичные кварциты) и околожильные изменения, связанные со свинцово-цинковым оруденением. В Спахиевском рудном поле наблюдается разнообразная фосфатная и сульфатная минерализация. Доказаны алунит, ярозит, плюмбоярозит, гипс, барит, халькантит, брошантит, апатит, пироморфит, вавеллит, варисцит (тип Люсин и Месбах), бирюза, купрофаустит, алюмохалькосидерит, вивианит, сванбергит, рошерит. Выделяются 4 генетические группы: магматогенные, гидротермальные (гидротермально-метасоматические), гипергенные и с невыясненным генезисом. Некоторые минералы могут быть конвергентными.
Локализация фосфатов и сульфатов в участках свинцово-цинкового и золото-свинцово-цинкового оруденений используется в качестве поискового признака.

KUO TSUNGSHAN, Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, China

ISOMORPHOUS SUBSTITUTION IN TORBERNITE AND AUTUNITE

It is believed that there exists a little or no isomorphous replacement between Cu and Ca in torbernite and autunite.

A yellowish-green sample was collected at a deposit of W, Sn, No, Bi skarn and stock-work type, Hunan province. The mineral is

micaceous, with yellow and green mutually replaceable colors, (001) cleavage perfect, D 3.2, and with strong beautiful yellowish green fluorescence under UV light. Uniaxial negative. The microprobe analyses, with pure Cu (Cu), arsenopyrite (As), In P (P), Pure U (U), and calcite (Ca) as standards, give: UO_3 58.233 - 57.848, CuO 2.766 - 6.522, CaO 3.038 - 0.154, As_2O_5 6.580 - 3.037, P_2O_5 11.595-11.590, and H_2O 18-20 %. Many analyses were carried out at spots of different colors, i.e. yellow and green, and much bubbles of H_2O evolved on the cleavage-flakes during the analyses. The formula based on 12(O) are as follows:

$$(Ca_{0.52}\ Cu_{0.33})((U_{1.95}\ O_4)\ |\ (P_{1.56},\ As_{0.55})\ O_8)\cdot 9.5\ H_2O\ ;$$

$$(Cu_{0.84}\ Ca_{0.027})((U_{2.08}\ O_4)\ |\ (P_{1.68},\ As_{0.27})\ O_8)\cdot 11.4 H_2O\ .$$

Hence the mutual replacement between Cu and Ca, P and As are evident. The mineral associated with torbernite and autunite is β -uranophane which has a higher SiO % than that of the theoretical β -uranophane. Optical and X-ray diffration of powder lines also support the idea of mutual replacements of Cu-Ca and P-As.

LAHTI SEPPO I., Geological Survey of Finland, **Finland**

THE COMPOSITION FIELD OF SOME Nb-Ta MINERALS IN PEGMATITES — NEW OBSERVATIONS

Some 100 microprobe analyses on columbite-tantalite, 30 analyses on tapiolite and 12 analyses on wodginite samples from 40 pegmatite dykes in the Eräjärvi area of Orivesi, southern Finland, revealed wide variation in chemical composition.

The composition of columbite-tantalite is limited close to the ferrocolumbite-manganotantalite join. Lithium pegmatites are characterized by both columbite and tantalite, but beryl-bearing pegmatites with a simpler mineralogy by ferrocolumbite only. The crystals may be zonal and the composition vary within wide limits in different parts of a dyke. The substitution of $Fe(Ta,Nb)_2O_6$ by $Mn(Ta,Nb)_2O_6$ and also of $(Fe,Mn)Nb_2O_6$ by $(Fe,Mn)Ta_2O_6$ is in zonal crystals usually 5-30 mol.% (up to 41 mol.%) and between different parts of a single deposit 10-30 mol.% (up to 52 mol.%). The variation of the composition is wider in lithium pegmatites than in pegmatites with a simpler mineralogy. The samples show varying degrees of cation disorder: 22 % of them give a powder pattern of ordered columbite-tantalite; the others are structurally disordered pseudo-ixiolites.

In tapiolite, the substitution of $FeTa_2O_6$ by $(Fe,Mn)Nb_2O_6$ and by $Mn(Ta,Nb)_2O_6$ does not generally exceed 20 mol.%. One zonal crystal

was detected that showed more Mn than Fe, representing a new Mn-dominant analogue of tapiolite. The composition of this manganotapiolite--ferrotapiolite crystal varies between $(Mn_{0.70}Fe_{0.22}Ca_{0.04}Sn_{0.03})(Ta_{1.68}Nb_{0.31})O_6$ and $(Fe_{0.66}Mn_{0.34}Sn_{0.03}Ca_{0.01})(Ta_{1.73}Nb_{0.25})O_6$.

The composition of wodginite found in pegmatites also varies greatly. The content of SnO_2 may be as high as 20.8 wt% and the content of FeO may vary between 0.7 and 10.6 wt%. Two pseudo-orthorhombic wodginite crystals (SnO_2 12.4 - 18.0) were detected which gave a powder pattern similar to that of ixiolite owing to a strong ixiolite type substructure.

LANGER K., ASCHERMANN L., HEGELER H., West Berlin

IR-MICROSCOPE SPECTROMETRY ON SYNTHETIC PYROPES AND GE-MICAS: CONTRIBUTIONS TO THE PROBLEMS OF $Si^{4+} = 4H^+$ SUBSTITUTION IN PYROPE AND OF $K^+ = H_3O^+$ (OXONIUM) SUBSTITUTION IN MICAS

Since pyrope is one of the most important mantle silicates, any hydrogarnet substitution, $Si^{4+} = 4H^+$ in this phase would be important for the crystallochemical interpretation of water contents, estimated near 0.2 wt%, in the earth's mantle (e.g. Ringwood, 1966).

Pyrope single crystals, Ø up to 500 µm, were grown from gels at $p_{H_2O}=p_{tot}$ = 25kb and 1000°C and studied by X-ray diffraction, electron microprobe, EMP, and IR-microscope spectrometry, IRMS (Ackermann et al., 1983). IRMS (Nanospec IR 20) allowed for areal and spectral resolutions of 30x30 µm and 1% of any given wavenumber, resp. The pyrope spectra showed a relatively sharp band, $\Delta\tilde{\nu}_{1/2}$ = 100 cm^{-1}, at 3600 cm^{-1} typical of hydrogarnet ν_{OH} vibrations (e.g. Zabinski, 1966). In addition, a broad, diffuse band occurs near 3400 cm^{-1}, the relative intensity of which increased with increasing turbidity of the crystals due to fluid inclusions. The 3600 cm^{-1} band qualitatively proves the possibility of the hydrogarnet substitution in pyrope, which was postulated to contribute significantly to mantle water by Fyfe (1970) but was later rejected by Martin & Donnay (1972). Si-deficit, which would be the consequence of the $Si^{4+}=4H^+$ substitution, is proven by careful EMP-analyses on several pyrope crystals.

The IRMS methods are calibrated for quantitative application by means of H_2O-analyzed, gem quality grossulars. With the calibration obtained so far, the hydropyrope "water" contents, $c^{Pyr}_{H_2O,H\text{-}Gt}$, in pyrope obtained at 25kb/1000°C (St1) are determined to be 0.0630 wt%.

Further studies on pyropes, obtained at varying p_{H_2O} and T in the

range 25 - 40kb and 800 - 1000°C, are aimed to evaluate the relations $c^{Pyr}_{H_2O,H\text{-}Gt} = f(p_{H_2O},T)$.

Synthesis and crystal growth experiments as well as XRD-, EMP-, and IRMS-studies on KGe-muscovite and KGe-phlogopite compositions, $K_2O{\cdot}3Al_2O_3{\cdot}6GeO_2$ (I) and $K_2O{\cdot}6MgO{\cdot}Al_2O_3{\cdot}6GeO_2$ (II), resp., are carried out to check as to whether or not oxonium, H_3O^+, which in size and charge equals K^+, can substitute for this ion in the mica interlayer. The hydrothermal experiments were performed with H- or D-aqueous, neutral or acid fluid phases. The Ge-analogues of the Si-micas were studied for following reasons: of the four IR-active modes of H_3O^+ (C_{3v}), only $\nu_{2\delta}$ (A_1) at about 1000 cm^{-1} (Bishop, 1965; Bokij & Arkhipenko, 1977) would clearly prove the presence of H_3O^+. While the energy range near 1000 cm^{-1} is obscured by strong $T^{[4]}$-O vibrations in silicates, it is free in germanates.

The results show that H_3O^+ substitution occurs, if ever, only in trace amounts in the interlayer of the Ge-micas studied. As there is no reason, why Si-micas should, in this respect, behave different from the Ge-analogues, the oxonium substitution is likely to be ruled out for muscovites and phlogopites contrary to what is suggested by literature data (White & Burns, 1963; Bokij & Arkhipenko, 1977). Crystal growth experiments on compositions I and II with high fluid/solid ratios (approx. 0.5) produced idiomorphic, pseudohexagonal crystals, Ø up to 500/um, t up to 60/um, of optically biaxial $2M_1$ muscovitic micas with tetrahedral Ge-deficit and with OH-excess, $KAl_2(Ge_{3-x}Al_{1+x}O_{10-x}(OH)_x(OH)_2)$, where x=0.13 (H45: comp.I/4kb/600°C) and x=0.16 (H52: comp.II/6kb/600°C) as determined with EMP. The new $2M_1$ mica had lattice constants (H47: comp.I/4kb/600°C): a=5.391(1), b=9.345(3), c=20.975(3) Å, ß=99.97(4)°, V=1052.7 $Å^3$. The extra OH dipoles showed ν_{OH} at 3480 cm^{-1} in addition to the "normal" muscovite ν_{OH} found at 3640 cm^{-1}. According to IRMS measurements with polarized radiation on properly oriented crystals, the structural orientation of the extra OH dipoles is: $\varphi = 110°$ (φ is $\vec{OH} \nparallel b$ within the ab-plane), $\varrho = 15°$ (ϱ is $\vec{OH}$ ab-plane). Thus, the extra OH-groups substitute possibly for some apical oxygen of the tetrahedral layers, with the H-atoms dipping towards the free octahedral M1-positions of the dioctahedral mica structure. The implied substitution, $Ge^{4+}+O^{2-} = Al^{3+}+OH^-$, could principally occure, in an analogue way, also in natural micas and should be systematically be looked for, as it would influence the thermodynamic properties of the micas.

Ackermann L., Cemič L., Langer K. (1983), Earth Planet.Sci.Lett., 62, 208.
Bishop DM. (1965), J.Chem.Phys., 43, 4453.
Bokij GB., Arkhipenko DK. (1977), Phys.Chem.Minerals, 1, 233.

Fyfe W.S. (1970), Phys.Earth Planet.Interiors, 3, 196.
Martin R.F., Donnay G. (1972), Amer.Mineral., 57, 554.
Ringwood A.E. (1966), in: Hurley P.M., ed., MIT Press, Cambridge/Mass, 287.
White J.L., Burns A.F. (1963), Science, 141, 800.
Zabinski W. (1966), Pol.Akad.Nauk Oddz.Krakowie Kom., Nauk Mineral., 3.

LAPUSHKOV V.M., KRASNIKOV V.I., SUMATOKHIN V.A., FAVOROV V.A.,
Transbaikalian Complex Scient. Res. Inst. of Ministry of Geology of the USSR, Chita, USSR

STUDY OF ELECTRONIC COMPOSITION AND PARAMETERS OF ZONAL STRUCTURE OF MINERALS BY PHOTOELECTRIC METHODS

Data on the energetic condition of valent electrons and impurities of different elements in minerals can be obtained by investigation of spectral run of an absorption coefficient. The field of application of this method is limited by the semiconducting minerals with great concentration of charge carriers on the one hand and by the minerals with an insignificant absorption coefficient in the impurity zone on the other hand. Using the properties based on inner photoeffect allows to widen essentially the range of the minerals the zonal structure parameters of which can be studied by optical methods. Investigation of photoelectric phenomena obviates to a considerable extent the above-mentioned restrictions appearing when measuring the absorption coefficient as only the photoactive part of absorption is registered. Study of kinetics of photoeffect gives qualitatively new information about the condition of energetic levels of impurity atoms. Apparatus is worked out for measuring spectral distribution of photoEMF and photoconductivity in a wide range of property change: from low ohm semiconducting minerals to dielectrics. Measurements are carried out using monochromatic radiation in the energy range 0.1-6.0 eV at different temperatures (from 77°K and more). The minimal size of the samples is 1 mm. Photoelectric properties of more than two hundred minerals have been studied. Most of them have a photoeffect the value of which lies within the limits of the sensibility of the apparatus. It is shown (pyrite is as an example) that the width of the forbidden zone of sulphides with metal atoms from the transitional group can change under the influence of the ligand field of the impurity atoms substituting for sulphur. The influence of the correlation of sticking and recombination levels upon photosensibility in the field of pyrite and cassiterite self-absorption has been studied. The low levels in the galenite spectrum of photoEMF as well as the level of structure defect associated with the deviation from stoichoimetry have been found. The obtained parameters of the zonal structure give an opportunity to systematize minerals by their photoelectric properties.

ЛАПУШКОВ В.М., КРАСНИКОВ В.И., СУМАТОХИН В.А., ФАВОРОВ В.А., Забайкальский комплексный НИИ Мингео СССР, г.Чита, СССР

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО СТРОЕНИЯ И ПАРАМЕТРОВ ЗОННОЙ СТРУКТУРЫ МИНЕРАЛОВ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Сведения о энергетическом состоянии валентных электронов и примесей различных элементов в минералах могут быть получены с помощью исследования спектрального хода коэффициента поглощения. Область применения этого метода ограничена, с одной стороны, полупроводниковыми минералами с большой концентрацией носителей заряда, с другой стороны, минералами, коэффициент поглощения которых в примесной области имеет незначительную величину. Существенно расширить диапазон минералов, параметры зонной структуры которых могут быть изучены оптическими методами, позволяет использование свойств, в основе которых лежит внутренний фотоэффект. Исследование фотоэлектрических явлений в значительной степени устраняет упомянутые выше ограничения, возникающие при измерении коэффициента поглощения, так как регистрируется только фотоактивная часть поглощения. Качественно новую информацию о состоянии энергетических уровней примесных атомов дает изучение кинетики фотоэффекта.

Разработана аппаратура измерения спектрального распределения фотоЭДС и фотопроводимости в широком диапазоне изменения свойств от низкоомных полупроводниковых минералов до диэлектриков. Измерения проводятся с использованием монохроматического излучения в интервале энергий 0,I-6,0 эВ при различных температурах образца от 77 ^{o}К и выше. Минимальный размер образцов для массовых измерений I мм.

Изучены фотоэлектрические свойства более двухсот минералов. Большинство из них имеет фотоэффект, величина которого лежит в пределах чувствительности аппаратуры. На примере пирита показано, что ширина запрещенной зоны сульфидов с атомом металла из переходной группы может меняться под влиянием лигандного поля примесных атомов, замещающих серу. Изучено влияние соотношения уровней рекомбинации и прилипания на фоточувствительность в области собственного поглощения пирита и касситерита. В спектрах фотоЭДС галенита обнаружены мелкие уровни, которые можно идентифицировать с примесью висмута и сурьмы, а также уровень дефекта структуры, связанного с отклонением от стехиометрии. Полученные параметры зонной структуры позволили систематизировать минералы по фотоэлектрическим свойствам.

ЛХАМСУРЭН Ж., Научно-исследовательский и производственный институт геологии и горнорудной промышленности МНР, г.Улан-Батор, МНР

УСЛОВИЯ И МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ ФЛЮИДНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ ВО ФЛЮОРИТАХ РАЗЛИЧНОГО ГЕНЕЗИСА НА ТЕРРИТОРИИ МНР

Флюорит образуется в различных физико-химических условиях. Широкое распространение флюоритоносных геологических образований (граниты, сиениты, пегматиты, карбонатиты, редкометальные грейзены и жилы, средне- и низкотемпературные жильные тела) на всей территории МНР обусловлено широким диапазоном температур и давлений минералообразующих фторсодержащих флюидов, действовавших в различных геолого-тектонических условиях.

В кристаллах флюорита установлены остаточно-магматические, пневматолитово-гидротермальные и гидротермальные типы флюидных включений. Расплавы-рассолы представлены кристаллофлюидными включениями $T^{o}_{г}$ = 800-850°С для карбонатитов и $T^{o}_{г}$=580-600° и Р= 3,3-3,5 кбар для камерных хрусталеносных пегматитов.

Пневматолитово-гидротермальный тип включений характеризует раннюю стадию редкометальных жильных и грейзеновых месторождений и скарнов. Включения содержат газы до 30-60% объема, минералы-узники гомогенизируются в температурном интервале 250-480° при давлениях 1150-550 бар.

Гидротермальные водно-жидкие включения широко развиты во флюоритах эпитермальных флюоритовых месторождений и поздних стадий редкометальных и др. месторождений. Обычно они двухфазовые, с меньшим содержанием газа и гомогенизируются при 50-250°С. Встречаются и сложные с углекислотой включения жидко-водных растворов.

Механизм образования включений различен. Правильные тригонально-пирамидальные формы образуются на преобразованных дислокациях и при процессе ступенчатого перерастания октаэдра в куб. Овально-округлые включения формируются при расшнуровывании тонкого слоя раствора по трещинам спайности. Изучение флюидных включений помогает выявить температурную зональность месторождений и рудных полей. Конкретные ассоциации и семейства включений, состоящих из характерного сочетания определенных групп включений, характеризуют генетический тип эндогенных месторождений, парагенезис минералов и определенные рудные формации. Для многостадийных флюоритовых месторождений, связанных с вулкано-тектонической структурой, характерны ступенчато-волнообразные изменения температурного уровня. Изучение включений дает возможность уста-

норить эволюцию минералообразующих сред, порождающих ряды рудных формаций, характерных для области тектоно-магматической активизации, примером которой является Восточная Монголия.

LINDQVIST J.-E., & WIDMARK TORBJÖRN, University of Lund, Dept. of Mineralogy and Petrology, Sölvegatan, Sweden

PARAGENETICAL INFLUENCE ON THE PHENGITE CONTENT OF K-WHITE MICAS

White micas from phyllites of the greenschist and subgreenschist facies have been studied with XRD and microchemical analyses. In the sampled area, the phengite rich micas are present in the chlorite zone. The biotite formed by the reaction: CHLORITE+PHENGITE=BIOTITE+LESS PHENGITIC MUSCOVITE+QUARTZ+H_2O. When passing into areas with the same bulk chemistry of the rocks but with the paragenesis BIOTITE-CHLORITE-PHENGITE, the phengite content of the K-white micas decreases, clearly because of this biotite forming reaction.

The phengite content of K-white micas is widely used as a pressure indicator for rocks of quartz pelitic and pelitic compositions. However, this geobarometer neglects paragenetical effects leading to always lower phengite contents of micas from the biotite zone as compared to those from the chlorite zone, the bulk chemical composition being constant. The pressure dependence of the biotite forming reaction is uncertain. Thus, the present work calls in question the use of the phengite content of K-white micas as a pressure indicator in the chlorite-biotite interval of metamorphism.

LIU LIN-GUN, Research School of Earth Sciences, Australian National University, Canberra, A.C.T., Australia

THERMODYNAMIC CALCULATIONS OF PHASE TRANSITIONS IN MANTLE MINERALS

Phase transitions in mantle minerals occur at high pressures and high temperatures simultaneously. Direct experimental determination of phase boundary at pressures greater than about 200 kbar is practically unreliable at present, because of the lack of calibration of pressure at high temperatures. The transition pressure of a phase transition at a given temperature can be calculated thermodynamically within a reasonable certainty, if the compression curves and the Gibbs free energies of formation for the various phases of concern can be reasonably estimated. By using phase transitions observed in the system MgO-SiO_2 as an example, it can be concluded that at 1000°C if $MgSiO_3$ adopts an ilmenite phase at pressures ca. 200 kbar and Mg_2SiO_4 decomposes into $MgSiO_3$ (perovskite) + MgO (rocksalt) at pressures below 300 kbar, then the assemblage $MgSiO_3$ (ilmenite) + MgO (rocksalt) should not be found in Mg_2SiO_4 and the component oxides SiO_2 (stishovite) + MgO (rocksalt) should not occur in both $MgSiO_3$ and Mg_2SiO_4.

MALEEV M.N., KALCHEVA Yu.K., Laboratory of Experimental and Technical Mineralogy, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria

STUDY OF THE TRANSFORMATION KINETICS OF CLEAVAGE SURFACES OF MINERALS BY THE DECORATION METHOD

Fresh cleavage surfaces of molybdenite, fluorite, gypsum, quartz and biotite were studied with time by a complex of decoration methods (vacuum decoration with gold and silver chloride, decoration with anthraquinone and sulphur). The evolution of the cleavage surfaces of minerals manifests itself in the change of the various polymorphs, the change with time of the laws of epitaxial growth and in the density and degree of coalescence of the decoratin particles. For the different minerals the steady state of the surface is reached after different periods of time. The time required for reaching a steady state of the surface varies for different individuals of one and the same mineral species. This makes it possible to use it as a typomorphic indication. A comparison is made for some minerals between the steady-state cleavage surface and the corresponding natural growth surfaces.

МАЛЕЕВ М.Н., КАЛЧЕВА Ю.К., Лаборатория экспериментальной и технической минералогии, Болгарская академия наук, г. София, НРБ

ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ СКОЛА МИНЕРАЛОВ МЕТОДАМИ ДЕКОРИРОВАНИЯ

Комплексом методов декорирования - вакуумным декорированием золотом и хлористым серебром, декорированием антрахиноном и серой - исследовано изменение свежеполученной поверхности скола молибденита, флюорита, гипса, кварца и биотита во времени. Жизнь поверхности скола минералов проявляется в смене различных полиморфных модификаций, изменении законов эпитаксиального нарастания во времени, изменении плотности и степени коалесценции декорирующих частиц. Для различных минералов достижение стационарного состояния поверхности достигается в продолжение неодинакового периода времени. Время достижения стационарного состояния поверхности для различных индивидов одного минерального вида различно, что позволяет использовать его как типоморфный признак. Для некоторых минералов проведено сравнение стационарной поверхности скола и соответствующей поверхности естественного роста.

MALINKO S.V., Ministry of Geology, Moscow, USSR

THE FEATURES OF THE BOROSILICATES AND BORATES COMPOSITION AS A MINERALOGICAL-GEOCHEMICAL INDICATORS OF THE ENDOGENIC BORON DEPOSITS ORIGIN

Peculiar characteristics of borosilicates and borates composition in skarn deposits and occurences have been examined by luminescence and neutron-activation analyses of rare-earth elements, by boron and oxygen isotope studies, by analysis of gas component in inclusions of the mineral-forming substances. The study of the geologic setting of these boron deposits has been also carried out. It is shown that boron concentrations in these minerals relate to various ore sources - crust and mantle sources. All the known deposits of borosilicates (datolite and danburite) localize in limestone skarns and contain boron of the mantle origin. Datolite and danburite occurrence in the same rocks suggests both mantle and crust origin of boron.

All the endogenic borate deposits associate with the magnesian skarns and contain boron of the crust origin. Typomorphic properties of borosilicates are the low value of the $^{11}B/^{10}B$ isotope ratio (< 4.00), similar to those in meteorites and kimberlites; constant content of bivalent lanthanoids - europium in datolite and itterbium in danburite, that indicates the initial reduction of rare-earths in danburite and datolite mineral-forming substances; presence of specific reducing agents such as nitrogen, carbon monoxide and also carbon dioxide in low concentrations in gas component of inclusions; the isotopically light oxygen (negative $\delta^{18}O$ value in datolite and $\delta^{18}O$ value ≤ 12 in danburite). The high (> 4.00) $^{11}B/^{10}B$ isotope ratio in minerals suggests the crust boron origin in magnesian-skarn borate deposits. These typomorphic properties of borosilicates and borates in skarns are considered to be the mineralogical-geochemical indicators of endogenic boron deposits formation.

They can be used as criteria for local prediction and estimation of endogenic boron mineralization.

МАЛИНКО С.В., Министерство геологии СССР, г.Москва, СССР

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА БОРОСИЛИКАТОВ И БОРАТОВ КАК МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ ГЕНЕЗИСА ЭНДОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БОРА

Изучены тонкие особенности состава боросиликатов и боратов скарновых месторождений и рудопроявлений (люминесцентное и нейтронно-активационное определение редких земель, анализ изотопного состава бора и кислорода, хроматографическое исследование газовой компоненты во включениях минералообразующих сред). Полученными данными в совокупности с учетом геологических обстановок этих объектов установлено, что концентрации бора связаны с различными источниками рудного вещества. Все известные месторождения боросиликатов - датолита и данбурита - локализуются в известковых скарнах и обязаны своим происхождением мантийному источнику бора; рудопроявления бора в тех же породах имеют как мантийное, так и коровое происхождение. Все эндогенные месторождения и рудопроявления боратов связаны с магнезиальными скарнами, источники бора в них - коровые. Для боросиликатов, известково-скарновых месторождений типоморфны: низкие значения изотопного отношения $^{11}B/^{10}B$ (ниже 4,00), аналогичные таковым в метеоритах и кимберлитах; устойчивая примесь двухвалентных лантаноидов - европия в датолите и иттербия в данбурите, свидетельствующая об изначально восстановленном состоянии редких земель в среде минералообразования; присутствие в газовой составляющей включений характерных компонентов восстановительных сред - азота, метана, монооксиси углерода и низкая концентрация двуокиси углерода; облегченный изотопный состав кислорода (в датолите отрицательные значения $\delta^{18}O$, в данбурите $\delta^{18}O$ не выше 12). О коровой природе бора в магнезиально-скарновых месторождениях и рудопроявлениях свидетельствует повышенное значение отношения изотопов $^{11}B/^{10}B$ в минералах (выше 4,00). Установленные особенности боросиликатов и боратов в скарнах являются минералого-геохимическими индикаторами условий образования эндогенных месторождений бора; в совокупности с геологическими факторами они могут служить критериями для локального прогнозирования и оценки эндогенного борного оруденения.

MALISA ELIAS, Univ. Dar es Salaam, Dar es Salaam, Tanzania; KARI KINNUNEN and TAPIO KOLJONEN, Geol. Surv. Finland, Finland

THERMOMETRIC EVIDENCE FOR THE HYDROTHERMAL ORIGIN OF THE VANADIFEROUS ZOISITE (TANZANITE) OF THE MERELANI AREA, TANZANIA

In the Merelani area, Tanzania, transparent vanadiferous zoisite with natural tan/blue zoning (tanzanite when a gemstone) occurs as residual crystals in indistinct pockets and veins in weathered and hydrothermally altered Upper Precambrian graphite-kyanite gneiss of the Mozambique Belt. The deeply weathered nature of the host rocks in the tanzanite mines and in their surroundings has hindered the use of conventional petrological working methods in deciphering the genesis of the mineralization. Thermometric observations on the vanadiferous zoisite crystals reveal that 1) the few primary gas-liquid inclusions are filled with gas from 220°C to 250°C, 2) the solid phases in the inclusion cavities begin to dissolve above about 390°C and 3) the conversion of tan to blue zoisite begins under the oxidizing atmospheric conditions above about 440°C. These thermometric observations and the deduced original pocket paragenesis with doubly-terminated quartz crystals and small empty voids strongly suggest that the vandiferous zoisite is hydrothermal in origin and not a metamorphic segregation.

MARFUNIN A.S., BERSHOV L.V., Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

DESK AND FIELD EPR RADIOSPECTROMETERS AND THEIR USES IN GEOLOGY

1. Methods of electron, X-ray, optical, luminescent, Raman, infrared, Mössbauer, Electron Paramagnetic Resonance, Nuclear Magnetic and Quadrupole Resonance spectroscopies represented experimental basis for the fundamental theories of chemical bonding, real structure and properties of minerals. New genetic, prospecting and technological features were obtained by these methods for four groups of the natural matter: 1) rock and ore forming minerals, 2) lunar specimens, 3) natural glasses-earth and lunar, volcanic impactite and textite, 4) organic matter in rocks and ores.

2. New class of instruments - small size EPR radiospectrometer - was developed and constructed for serial express measurements of geological specimens. While research EPR radiospectometers are weighing up to one tonn, are very expensive and need highly specialized handling, "mini EPR" spectrometers are desk and field instruments for geologists but keep charecteristics of normal commercial EPR spectrometers.

3. Serial measurements of EPR spectra of rocks and ore have been

carried by means of the mini EPR spectrometer. The EPR method was used for prospecting some radioactive, gold and non-ferrous metals, for dividing intrusive massivs and sedimantary series, for determination of the minerals in fine-grained rocks and ores, for distinction of natural and synthetic gem stones, for retracing of some processes in dressing of ores.

МАРФУНИН А.С., БЕРШОВ Л.В., ИГЕМ АН СССР, Москва, СССР

МАЛОГАБАРИТНЫЕ РАДИОСПЕКТРОМЕТРЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ГЕОЛОГИИ

I. Методы электронной, рентгеновской, оптической, люминесцентной, рамановской, инфракрасной, мессбауэровской спектроскопии, электронного парамагнитного, ядерного магнитного и квадрупольного резонанса послужили экспериментальной основой фундаментальных теорий реальной структуры, химической связи и свойств минерального вещества. Новые характеристики, имеющие генетическое, поисковое и технологическое значение получены с помощью этих методов для четырех групп природного вещества: I) породо- и рудообразующих минералов; 2) лунных образцов; 3) природных стекол - земных и лунных, вулканических, импактитовых и тектитовых; 4) органического вещества в породах и рудах.

2. Для массовых экспрессных измерений в геологии разработан и внедрен при участии авторов новый класс приборов - малогабаритные мини-радиоспектрометры ЭПР. В отличие от исследовательских дорогостоющих спектрометров весом до одной тонны, требующих высокой специализации, разработанные приборы являются настольными или полевыми, сохраняя основные параметры серийных ЭПР-спектрометров.

3. С помощью малогабаритных спектрометров проведены массовые измерения спектров пород и руд без разделения на фракции. Методика использована для поисков и оценки по выходам месторождений радиоактивных, благородных и цветных металлов, для расчленения интрузивных массивов и осадочных толщ, для диагностики минералов в породах в тонких смесях, для прослеживания поведения минералов в процессах обогащения, для различения природных и синтетических драгоценных камней и имитаций.

MARIN Yu.B., Leningrad Mining Institute, Leningrad, USSR

COMPARATIVE ANALYSIS OF MINERAL ASSOCIATIONS OF GRANITOIDS OF VARIOUS GEOLOGICAL EPOCHS

The laws of mineral evolution and mineral associations of granitoids in several time intervals have been explored: from the earlier mineral generations to the later ones in the course of rock formation (IV from the earlier facies rocks to the later ones in intrusive complexes or formations (III), from earlier formations to later ones in-

side the series,appearing in the course of the tectonic-magmatic cycle(II) and from the more anciet series towards the younger ones (I). The most important characteristics of the change of mineral content of granitoid associations (particularly accessory ones) which is distinctly revealed in the II and uniformly, but in a less range in the III and I evolution ranges is the regular decreasing of the role of the island and chain silicates, coordination structure oxides. The determined trends are regarded as a result of structural-organization processes of "ascending evolution", that was discussed generally by P.Feillard de Chardin. The coordination of the intervals of the directed shifts of various properties and mineral content at different evolution stages attracts some attention: the intervals of the changes of some properties overlap one another. This being a revealation of geogenetic law (Rundkvist,1971) and at the same time gives us some idea of the conservatism of some properties and the mobility of the other ones. The analysis of the direction of the change of characteristics in various evolution limits(Marin,1976), allows us to give the 3 main variants: the first one demonstrates the oneway change of particular characteristics (e.g. grain dimensions, plagioclase basicity) in all the 4 evolution ranges; the second one is a oneway change in the limits of IV-II ranges and the reverse on in I (e.g.the ferrous characteristics of dark-coloured minerals); as to the third one, they have the same tendency in (IV) and (II) ranges and the reverse one in (I) and one (the order of feldspar regularity). The appearance of these variants is a result of the two trends which influence differently on the change of mineral content and properties. The first one is characterized by the regular temperature decrease in the evolutionary series (its influence is predominantly realized in IV,II ranges) and the second one is characterized by the decreasing of pressure (the predominant influence takes place in III and I).

МАРИН Ю.Б., Ленинградский горный институт, г.Ленинград, СССР.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МИНЕРАЛЬНЫХ АССОЦИАЦИЙ ГРАНИТОИДОВ РАЗНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЭПОХ

Исследованы закономерности эволюции минералов и минеральных ассоциаций гранитоидов в нескольких масштабах времени: от ранних генераций минералов к поздним при образовании породы (IУ), от пород ранних фаз к поздним в интрузивных комплексах или формациях (Ш), от ранних формаций к поздним внутри серий, возникающих в течение тектоно-магматического цикла (П), и от более древних серий к молодым (I). Важнейшей особенностью изменения состава минеральных (особенно акцессорных) ассоциаций гранитоидов, отчетливо проявленной во П и однотипно, но в

меньшем диапазоне в Ш и I масштабах эволюции, является закономерное снижение роли островных и цепочечных силикатов, окислов, координационного строения, увеличение роли каркасных силикатов и окислов к поздним образованиям, т.е. закономерное усложнение состава минеральных ассоциаций. Установленные тенденции рассматриваются как результат структурно-организационных процессов "восходящей эволюции", обсуждавшейся в общем виде П.Тейяром де Шарденом. Обращает внимание различное соотношение диапазонов направленного изменения разных свойств и состава минералов в различных масштабах эволюции: диапазоны изменения одних свойств при незначительном закономерном смещении почти перекрываются, тогда как других - с небольшим перекрыванием "доращивают"друг друга. Это, являясь отражением геогенетического закона (Рундквист, 1971), в то же время свидетельствует о консерватизме одних свойств и изменчивости других. Анализ направленности изменения разных признаков по различным масштабам эволюции (Марин,1976) позволяет наметить 3 основных варианта, он демонстрирует: I) однопланового изменение определенных признаков (например,размер зерен, основность плагиоклазов) по всем 4 масштабам эволюции; 2)однопланового изменение по П-IУ масштабам и обратное по I (например, железистость темноцветных минералов); 3) одинаковую тенденцию в IУ и П масштабах и обратную в Ш и I (упорядоченность полевых шпатов). Возникновение этих вариантов является результатом сложного взаимодействия, по крайней мере, двух по разному влияющих на изменение состава и свойств минералов тенденций. Первая характеризуется закономерным падением температуры в эволюционном ряду (влияние ее преимущественно реализуется в IУ, П масштабах), вторая - уменьшением давления (превалирующее влияние в Ш и I).

MARTINEZ FRIAS J., LUNAR R., VINDEL E., Depart. of Crystallography and Mineralogy, University Complutense, Madrid, Spain

SPHALERITE-CHALCOPYRITE TEXTURES: GENETIC IMPLICATIONS AND FORMATION MECHANISMS

In this paper,we analize firstly the relationship that exists between several types of unmixing sphalerite-chalcopyrite and the shape developed in the process of crystaline growth, until the equilibrium form is reached.

This relationship establishes a general textural model of evolution, from which, we can know the variation of the concentration in the host and the type of nucleation which has operated in the genesis of the unmixing bodys.

The methods used were: Optic Microscopy of Reflection and Scanning Electronic Microscopy (SEM).

MECKONI H.R. (Late), Gemmological Institute of India, Bombay;
RAO S.M.D., NAMBI K.S.V., Health Physics Division, Bhabha Atomic Research Centre Bombay, Bombay, India

LABELLING OF NATURAL GEMSTONES BY THEIR THERMOLUMINESCENCE FEATURES

Thermoluminescence (TL) methods could be developed to offer yet another tool in the examination of gemstones for their quality. This paper presents preliminary results obtained in this laboratory towards realising such a goal. The natural specimens available for this study were Almandine-Pyrope Garnets (three varieties), Beryls (two types), Iolite and Tourmaline; these originates in continents such as South America, Africa and India. Investigations of the TL features (both glow curves and spectral emissions) were carried out on specimens in the naturally irradiated state as well as after artificial gamma irradiation in the laboratory. It was heartening to be able to record TL from all the samples contrary to what has been reported in literature in the past; the present success can be attributed to the progress realised in TL instrumentation and read out procedures as compared to earlier times. The TL was emitted in the natural state in the temperature region of 200 - 500°C for these samples. Beryls and Garnets had no significant emission beyond about 300°C while the green tourmaline emitted at the highest temperature of 450°C. After laboratory gamma irradiation, these samples exhibited additional TL peaks at temperatures lower than their natural TL peak temperatures; all the samples gave easily recordable TL intensities and it is suggested that the TL peaks occurring in the middle temperature region of 150 - 250°C can be used for detecting artificial gemstones colored by laboratory irradiation. The TL emission spectra consisted of broad bands in the region of 400 - 650 nm excepting for tourmaline where reasonably sharp emissions especially at 485, 585 and 670 nm could be recorded. While commonly known emission centres like Cr^{3+}, Fe^{3+}, Fe^{2+} and Mn^{2+} could be related to the broad TL emission bands, the sharp ones are thought to arise from rare earth impurities. All the samples were also counted for their gross alpha radioactivity and the results ranged from 0.14 to 20.63 cph from 42 mm dia (infinitely thick) samples. An anticorrelation has been seen between TL intensity and the alpha radioactivity: TL emission is more for samples with low radioactivity. Alpha radioactivity measurements form a precursor for any TL dating attempt in archaeology/geology.

MELLINI MARCELLO, MERLINO STEFANO and PASERO MARCO, Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Pisa, Pisa, Italy

AVERAGE STRUCTURE AND FAULTED SEQUENCES IN ORIENTITE

Orientite was first found as an abundant constituent of the manganese ores in Oriente Province (Cuba) and, subsequently, together with the new mineral phase macfallite $Ca_2Mn_3^{3+}Si_3O_{11}(OH)_3$ near Manganese Lake, Keewenaw County, Michigan. Moore (1965) and Moore et al. (1979) pointed out the relationships between orientite and ardennite, on the basis of the cell dimensions and chemical data.

The present structure model for orientite was developed on the basis of our study on the sursassite-pumpellyite structural relationships (Mellini, Merlino and Pasero, 1983). Sursassite, $Mn^{2+}Al_2[(OH)_3(SiO_4)(Si_2O_7)]$, isostructural with macfallite, and pumpellyite, $Ca_2Al_3[(OH)_3(SiO_4)(Si_2O_7)]$, apart from the chemical differences, are built up by identical structural layers, differently stacked. The distinctive feature in the two structures is that whereas in pumpellyite similar silicate groups (ortho-ortho and diortho-diortho) face each other, in sursassite different silicate groups face each other on both sides of the aluminum octahedral rows.

Similarly, ardennite, $Mn_4^{2+}(Al,Mg)_6[(OH)_6(AsO_4)(SiO_4)_2(Si_3O_{10})]$, is characterized by trisilicate and orthosilicate groups, with different groups facing each other. By analogy to the sursassite-pumpellyite case, a different modification may be envisaged, with similar groups facing each other. This model was now refined to R = 0.08 for orientite from Cuba (a = 9.044, b = 6.091, c = 19.031 Å, space group Pcmm) and resulted in the ideal crystal chemical formula $Ca_4Mn_6^{3+}[(OH)_6(SiO_4)_3(Si_3O_{10})]$.

Our previous study on sursassite-pumpellyite showed frequent lamellar intergrowth of sursassite and pumpellyite-like domains, determined by the occurrence of faulted stacking sequences. Similar disorder phenomena are now observed also in orientite, which is characterized by disordered alternation of orientite-like and ardennite-like domains. Such stacking faults can well explain the difficulties found during the X-ray structure analysis and also the previous assumption of a C-centered cell for orientite: the C-cell corresponds to the average structure, resulting from the superposition of the ardennite-like and orientite-like structures.

MILTON CHARLES, George Washington University, Washington;
VITALIANO DOROTHY B., US Geological Survey, Reston, Virginia, USA

THE NON-EXISTENCE OF MOISSANITE, SiC

Moissanite SiC has been reported as an authigenic mineral from over a hundred worldwide localities, in almost every type of rock, from kimberlites, granites and limestones, to Stassfurt salt deposits and Green River oil shales. Critical review of all available literature has shown no evidence that natural SiC exists; and is not in all cases synthetic carborundum. Whereas there are valid criteria by which authigenicity could be considered, not one published report meet them. They are (1) SiC included in or by a magmatic (especially hydrothermal) mineral, with proof that it was not forced in or on during rock crushing or grinding (2) eutectic or sutured intergrowth with magmatic minerals (3) euhedral unbroken crystals (4) fluid inclusions (5) large (over 1 cm) crystals (6) freshly-broken rock

showing enclosed SiC. On the few cases where such evidence is asserted, we have examined two such described specimens and found their identification to be erroneous. Some 5 x 10^6 tons of SiC abrasive have been dispersed over the earth in this century, enough to scatter many microscopic grains on every square meter of the earth's surface. Academician V.S. Sobolev (1907-1982) warned against geochemical theorizing based on moissanite "misinformation" - a warning unfortunately disregarded.

MINCHEVA-STEFANOVA J., Geological Institute of Bulgarian Academy of Science, Sofia, Bulgaria

CHEMICAL ZONING, POLYMORPHIC RELATIONS AND CRYSTAL GROWTH OF MINERALS

The chemical zoning of crystals as a widely spread phenomenon in nature for which increasing information is published in the literature, should be outlined as an independent problem in the crystal chemistry of the minerals. First of all it indicates the restrictions in the isomorphous miscibility defined by the degree of mixing of the different systems - the presence of isotypic or homeotypic structural analogy plus crystallochemical advantage on the background of corresponding physicochemical conditions of mineral formation. A characteristic manifestation of chemical zoning is the frequent participation of zones whose composition corresponds to that of the main constituents in the system or differ by whole some number relations of these constituents. The latter compositions mark most often the boundaries of structural changes in the system as well as that of the crystallochemical advantage/disadvantage. A steplike change in the constituents content in the neighbouring zones is a specific feature. Only the zones with different intermediate compositions of their miscibility fields are very narrow and they frequently follow one after the other with small differences in chemistry and without sharp boundaries. A certain tendency is manifested in the general chemical change of the zoned crystals. The crystals with chemical zoning can be interpreted as orientated growth of minerals from a given system representing first of all its main constituents or defined intermediate compositions. Hence new polymorphs of given mineral can be established. Frequent changes in the growth mechanism or in the habit development of chemically different zones, are discernible in the zoned crystals. They are an additional criterion for the interpretation of the genesis of these crystals.

MINEEV D.A., PUTIVTZEVA N.V., BELYAKOV A.Yu., Sergo Ordgonikidze Moscow Prospecting Institute, Dept. Mineralogy and Geochemistry, Moscow, USSR

TYPOMORPHISM OF APATITE

Apatite is the main phosphorus-bearing mineral on the Earth and the major component of any phosphatic agrochemical raw. The following typomorphic features of apatite from the main types of apatite deposits in the USSR were investigated: morphologic, optic-physical, geochemical, paragenetic and mineralogic-technological. Apatite from each type of deposits and paragentic assemblages is characterized with the definite morphologic and stereometric features: the set of simple face shapes and developed crystallographic belts, grain aggregate structure, grain number and size, statistic distribution parameters. Typochemical and optico-physical variety in apatite is determined with characteristical trace element and fluorine distribution patterns. Any even monomineral apatite aggregate is heterogeneous. Its summary characteristic is determined by ratio between primary and secondary (recrystallized, redeposited or changed) apatite. Two generations always represent apatite from unique Khibina alkaline massif: fine-grained primary apatite with complex crystallographic grain surfaces and coarsgrained recrystallized one, consisted from subparallel growth, numerous subindividuals. The faces of recrystallized apatite are decorated with submicroskopical cubic grains of villiaumite, indicating the conditions of recrystallization. As stereometric microanalyse evidences, the graines of recrystallized apatite are characterized with significant less specific surface and less dispersion of contact angles as compared with primery fine-grained apatite, thus definiting its thermodynamic stability and improved flotation properties.

МИНЕЕВ Д.А., ПУТИВЦЕВА Н.В., БЕЛЯКОВ А.Ю., Московский геологоразведочный институт им. Серго Орджоникидзе, кафедра минералогии и геохимии, г.Москва, СССР

ТИПОМОРФИЗМ АПАТИТА

Апатит – основной носитель и концентратор фосфора на Земле, главный компонент любого фосфатного агрохимического сырья. Изучены типоморфные особенности апатита ведущих типов апатитовых месторождений СССР-морфологические, оптико-физические, геохимические, парагенетические и минералого-технологические.

Апатит каждого типа месторождений и каждой парагенетической ассоциации характеризуется определенными морфологическими и стереометрическими признаками: определенным набором простых гранных форм и развитых кристаллографических поясов, структурой зернистых агрегатов, ко-

личеством и размерами зерен, статистическими параметрами их распределения. Типохимическое и оптико-физическое разнообразие определяется своеобразными спектрами распределения элементов-примесей и фтора в апатите.

Любой, даже мономинеральный апатитовый агрегат гетерогенен. Его суммарная характеристика определяется соотношением первичного и вторичного - перекристаллизованного, переотложенного или измененного-апатита. Так, апатит уникального Хибинского щелочного массива всегда представлен двумя генерациями: мелкозернистым первичным апатитом со сложной кристаллографической поверхностью зерен и крупнозернистым, перекристаллизованным, состоящим из субпараллельных сростков, многочисленных субиндивидов. Грани кристаллов апатита декорируются субмикроскопическими кубическими выделениями виллиомита, характеризующими условия рекристаллизации. Как свидетельствует стереометрический микроанализ, зерна рекристаллизованного апатита характеризуются значительно меньшей удельной поверхностью и меньшей дисперсией контактных углов по сравнению с первичным мелкозернистым, что определяет его термодинамическую устойчивость и улучшенные флотационные свойства.

МИРОНОВ А.Г., Геологический институт Бурятского филиала СО АН СССР, г.Улан-Удэ; ГЕЛЕТИЙ В.Ф., Институт геохимии СО АН СССР, г.Иркутск, СССР

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ МИКРОПРИМЕСЕЙ ЗОЛОТА В СУЛЬФИДАХ И МАГНЕТИТЕ (С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАДИОИЗОТОПОВ)

С помощью метода радиоизотопных индикаторов изучено распределение золота в синтезированных сульфидах Fe, Cu, Pb, Zn. Гидротермальный синтез осуществлялся с градиентом температуры при P 1000 атм и T 300° и 500°C; рабочий раствор - 2,06 М хлорид аммония; длительность экспериментов 360 часов, изменение температуры по внешней стенке автоклава 14°. Радиоизотоп золота ^{195}Au с носителем общим количеством 50 и 500 г/т вводился в шихту в металлическом виде. Детектирование радиоизотопа проводилось авторадиографическим путем. Экспериментально доказано, что в условиях, моделирующих гидротермальный процесс, золото входит в кристаллическую решетку пирротина, характеризующегося наименее плотной упаковкой атомов (изоморфизм внедрения), а также в сульфиды (галенит, халькопирит), содержащие элементы с близкими к золоту атомными свойствами (изоморфизм замещения). В пирите-минерале с более плотной упаковкой атомов, сфалерите и магнетите золото образует микровключения, возникающие на гранях растущих кристаллов этих минералов. Выявлена зависимость между качественной и количественной характеристиками распределения золота в парагенетически связанных сульфидах гидротермального генезиса (при 300-500°C). Сопоставление полученных данных с матери-

алами по природным сульфидам показало их аналогию. Рассматриваются генетические и кристаллохимические факторы, контролирующие формы нахождения микропримесей золота в сульфидах и в магнетите. Характеризуется значение микроэлементов и особенностей их распределения в минералах как показателей условий кристаллизации сульфидных минералов.

MIRWALD Peter W., Inst. für Mineralogie, Ruhr-Universität, Bochum, FRG

THE SODIUM CONTENT OF SYNTHETIC MG-CORDIERITE AT 600 AND 800°C UP TO 6 KBAR AND ITS EFFECTS ON THE INCORPORATION OF H_2O AND CO_2.

Cordierite, $(Mg,Fe)_2Al_4Si_5O_{18}$ $n(H_2O, CO_2; Na^+, K^+)$, a common mineral in metapelites, is a frame-work silicate whose structure is characterized by channels hosting fluids and alkalis. Incorporation of these components is probably related to the composition of the vapor phase present at elevated p-T-conditions during metamorphism.
The study was carried out with a piston cylinder apparatus. Electron microprobe and coulometer served for sample analysis.

Experiments with 1n-NaOH suggest a significant increase in Na with pressure in Mg-cordierite at lower temperatures (600°C: 0.15 to 0.45 wt% Na_2O between 1 and 6 kbar) which is less marked at higher temperatures (800°C: 0.15 to 0.25 wt% between 1 and 6 kbar). The sodium content of cordierite is thus a potential geobarometer. Sodium is incorporated mainly according to the substitution Na + Al → Si. Incorporated sodium has little influence on the H_2O-content of Mg-cordierite. A very pronounced correlation exists, however, between Na-content and CO_2-incorporation, e.g. at 6 kbar/600°C: Na-free Mg-cordierite incorporates 0.8 wt% (0.11 mol) CO_2, Mg-cordierite containing 0.6 wt% of Na_2O incorporates 3.5 wt% (0.5 mol) CO_2.

Lattice constants: The a-parameter of Mg-cordierite contracts (~0.1%) with increasing H_2O content. This is counterbalanced by the b- and c-parameter, thus no volume change occurs. Similar observations apply for incorporation of CO_2. Incorporation of sodium leads to an additional increase of the c-parameter (~0.1%).

IR-spectra: Na-bearing cordierite exhibits a band modulation at 1080 cm^{-1}. On hydration the noted bands at 3689 cm^{-1} (I), 3574 and 3532 cm^{-1} (II) are observed which are related to two orientations of H_2O in the cordierite channel. CO_2-incorporation in cordierite causes four bands at 2348 cm^{-1} ($\perp$ c-axis), 2307, 2352 and 2390 cm^{-1} (// c-axis) of which those correlated with the orientation // the c-axis disappear with increasing sodium content.

MIRWALD Peter W., Inst. für Mineralogie, Ruhr-Universität Bochum, MALINOWSKI Marek and SCHULZ Heinz, Max-Planck-Inst. für Festkörperforschung, Stuttgart, FRG

THE COMPRESSION OF CORDIERITE TO 30 KBAR (25°C) - AN EXAMPLE OF INTERDEPENDENCE OF CRYSTAL STRUCTURE AND PRESSURE MEDIUM

The compression behavior of cordierite, $(Mg,Fe)_2Al_4Si_5O_{18}\cdot n(H_2O, CO_2; Na^+, K^+)$ - a frame-work silicate with characteristic channel elements hosting the fluid phase and alkalis - was studied to 30 kbar at 25°C by volumetric method (piston cylinder apparatus) and X-ray technique (diamond anvil cell). Both types of experiments suggest volume discontinuities at 2.2 ± 0.3 and 9.0 ± 0.6 kbar, but the X-ray data indicate no change in the crystal symmetry. By interpreting the two discontinuities as phase transition, three pressure-dependent modifications can be established: a low-pressure (LP)-phase, a first high-pressure (HP1)-phase, and a second high-pressure (HP2)-phase. The gross compressibility of cordierite decreases from 1.2 $mbar^{-1}$ at 1 bar to some 0.6 $mbar^{-1}$ at 30 kbar. Comparison of the different data sets reveals peculiarities in the compression behavior of cordierite that are related to type and nature of the pressure transmitting medium. This is particularly striking for the HP1-phase. The volumetric method, where lead is used as a quasihydrostatic pressure medium, indicates normal compression behavior. However, X-ray data obtained with the diamond cell, where a methanol-ethanol mixture provides hydrostatic pressure conditions show e.g. for the HP1-phase a dramatic decrease in compressibility to nearly zero. IR-spectra of samples run in additional experiments with methanol and D_2O demonstrate that pressure media of which the molecule size is comparable with the channel dimensions are incorporated into the structure. Thus the external compression of the cordierite structure is modified by an internal compression component acting via the channel system. This compression behavior of cordierite and its implications for the thermodynamic properties of this phase must be considered in petrological evaluations of cordierite-bearing mineral assemblages.

MITRA SACHINATH, Department of Geological Sciences Jadavpur University, Calcutta, India

STUDY OF COLOUR CENTRES IN AMBA DONGAR FLUORITES

The colour centres in yellow and colourless fluorites from Amba Dongar were investigated by optical spectra and thermoluminescence

(TL) studies using normal as well as δ-irradiated samples. The colourless fluorite showed a distinct transmission band at 7,400 nm (1348 cm^{-1}) and natural thermoluminescence (NTL) at about 350°C with a shoulder at 270°C. On irradiation the bands appeared with intense TL peaks at about 80°, 130° and 240°C. On annealing at different temperatures the peak positions shifted with intensities increasing with greater irradiation till saturation is reached. The yellow fluorites showed at room temperature ($\sim$ 300°K) a broad absorption band at 430 nm. NTL of yellow fluorites gave peaks at $\sim$ 360°C, which on δ-irradiation at $x10^6$ Rad showed changes in intensity and glow peak positions. X-band ESR study of the samples indicated F and V centres with little or no rare-earth elements, but the bands being attributed to O_2^- molecular ion at F^- sites. A mechanism for oxygenation of crystalline fluorites has been presented in this paper.

MITRA SACHINATH, Department of Geological Sciences Jadavpur University, Calcutta, India

NEAR IR SPECTRA OF H_2O AND OH-BEARING MINERALS

Some H_2O-bearing minerals viz., apophylite, mesolite and gypsum have been studied by near infra-red spectroscopy and compared with those of a synthetic $Mg SiF_6$, $6H_2O$ crystal. Besides these hydrated crystals the spectra of tourmaline which contains OH in its crystal structure are also studied and presented in this paper. The absorption spectra of the hydrated minerals exhibit characteristic bands at 1.18, 1.45, 1.75 and 1.94 um at 300°K, the resolution being much better at 80°K. Some of these bands from combinational overtones of fundamental H_2O vibrations in the crystal. The 1.45 um band, in particular, shows fine structure in some cases and appears to be highly sensitive to the nature of binding with the surrounding atoms. The absorption coefficient for the principal bands gives an approximate measure of the degree of hydration. The spectra of tourmaline show only one principal band with three peaks around 1.4 um, one small peak at 1.93 um (presumably due to channel water) and a number of intense bands in the range 2.2 - 2.5 um. One component of the 1.4 um band disappears in the perpendicular polarisation, suggesting that it is the first overtone of the OH fundamental frequency.

MOËLO Y., C.N.R.S.-C.S.C.M., Orléans, France; MAKOVICKY E., Institute of Mineralogy, Copenhagen; KARUP-MØLLER S., Mineralogical Institute, Lyngby, Denmark

MINERALOGY OF THE ANDORITE SERIES - NEW DATA

The andorite series, Sb-analogue of the gustavite-lillianite series, consists of five definite species (senandorite, quatrandorite, ramdohrite, fizelyite and uchucchacuaite) ; other compounds, such as nakaseite, are imperfectly defined.

Senandorite (= andorite VI), orthorhombic, corresponds to $And_{102-109}$; optically untwinned. Nakaseite (= andorite XXIV), is also oversubstituted andorite (And_{108}), optically identical with senandorite. Quatrandorite (= andorite IV), monoclinic pseudo-orthorhombic, corresponds to And_{94-99} ; irregular twinning is ubiquitous.

Ramdohrite and fizelyite are monoclinic ; respective ideal compositions are And_{75} and $And_{62.5}$; optically identical, with ubiquitous lamellar twinning along two directions. Uchucchacuaite, apparently orthorhombic, corresponds to And_{50} ($Pb_3MnAgSb_5S_{12}$) ; lamellar twinning characteristic.

Microprobe analyses allow to detect numerous minor elements : Cu is always present in senandorite (0.n %) ; highest contents occur in nakaseite (up to 1.2 %) ; Fe substitutes for Pb, preferentially in fizelyite and ramdohrite. Natural solid solution was found between quatrandorite and its Bi-analogue, gustavite. Cd, always present in ramdohrite (0.6 to 1.7 %), appears essential for its stabilization in nature ; Mn is also essential for uchucchacuaite. As, In, Sn and Se rarely detected.

Minerals of the andorite series show various topotactic associations : epitactic overgrowths, replacements, syntactic intergrowths, and exsolution phenomena. Contrary to experimental syntheses, which favour solid solution phenomena and sub-microscopic associations, natural crystallization of these sulfosalts induces specific compounds, generally well-differenciated at a microscopic scale.

MOZGOVA N.N., Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

PRINCIPLES OF CLASSIFICATION OF SULPHOSALTS

Sulphosalt systematics based on type of a sulphoradical are the most developed. In these metals (Me) and semimetals (SMe) oppose each other as cations and components of sulphoanions. Their correlations in each mineral are considered stoichiometric and constant. However this contradicts the ideas of non-stoichiometry of sulphosalts, which have been being fruitfully developed recently. From the crystal chemistry point of view non-stoichiometry is provided by the oc-

currence of mixed Me and SMe positions in sulphosalts structures, in which their ratio can vary. Due to different Me and SMe valencies it is accompanied by forming of vacancies. Under the changing of conditions homogenity field of non-stoichiometric compounds breaks down into chemically and structurally similar ordered phases. All the phases covering homogenity field of a non-stoichiometric compound represents a homologous seria. The composition and structure of these seria members are related. From the crystal chemistry point of view members of seria usually differ in superstructures (a subcell = an elementary cell of parent soild solution) or in number of the repeating of the same structural element in family composite structures. A homologous seria of sulphosalts evidently should be regarded as classification unite. At the same time in the classifications, which are based on type of sulphoradical, members of the same homologous seria get into different divisions (structural type - after Nowacki, families - after Godovikov, areas on a diagram - after Takeuchi and Sadanaga). It can be explained by the fact that in such series SMe:S ratio characterising the type of a radical changes from one member to another. Disassembling of homologous seria members leads to loss of natural regularity. It is suggested that at first sulphosalts should be grouped on a chemical base followed by distinguishing of homologous series with family derivative structures in isoelementic groups. For sulphosalts with unknown structures it is possible to use the parameters of elementary cell and patterns homologous seria. It seems reasonable to consider a homologous seria to be a mineral species. The non-stoichiometric nature of sulphosalts let us to refer them to the class of minerals, which is intermediate between alloys and sulphides.

МОЗГОВА Н.Н., Ин-т геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Академии наук СССР, г.Москва, СССР

О ПРИНЦИПАХ КЛАССИФИКАЦИИ СУЛЬФОСОЛЕЙ

Наиболее разработаны систематики сульфосолей по типу сульфорадикала. В них металлы (Ме) и полуметаллы (ПМе) противопоставлены друг другу как катионы и составные части сульфоанионов. Их соотношения в каждом минерале признаются целочисленными и постоянными. Однако это не согласуется с представлениями о нестехиометрии сульфосолей, плодотворно развиваемыми в последние годы. В кристаллохимическом плане нестехиометрия обеспечивается наличием в структурах сульфосолей смешанных позиций Ме и ПМе, в которых их соотношения могут меняться. В связи с разной валентностью Ме и ПМе это сопровождается появлением вакансий. Известно, область гомогенности нестехиометрических соединений при изменении условий распадается на химически и структурно подобные упорядоченные фазы. Совокупность фаз, охватывающая область гомогенности

нестехиометрического соединения, представляет гомологический ряд, состав и строение членов которого взаимосвязаны. Кристаллохимически члены одного ряда обычно различаются сверхструктурами (подъячейка = элементарной ячейке исходного твердого раствора) или числом повторений одинакового структурного элемента в родственных составных структурах. Очевидно, гомологический ряд сульфосолей в минералогической систематике должен представлять одну классификационную единицу. В то же время в классификациях по сульфорадикалу члены одного и того же гомологического ряда попадают в разные подразделения (структурный тип по Новацкому; семейства по Годовикову; области на диаграмме по Такеучи, Саданага). Это объясняется изменениями в членах ряда отношения ПМе/S , **характеризующего тип радикала.** Разобщение членов единого гомологического ряда в классификации приводит к потере естественных закономерных связей. Предлагается сульфосоли прежде всего систематизировать на химической основе, а затем в изоэлементных группах выделять гомологические ряды с родственными производными структурами. Для сульфосолей с неизвестными структурами можно опираться на параметры элементарной ячейки и признаки гомологических рядов. Изоэлементный гомологический ряд целесообразно рассматривать как минеральный вид. Нестехиометрическая природа сульфосолей позволяет их относить к классу минералов, промежуточному между интерметаллидами и сульфидами.

MULLIS JOSEF, Univ. Freiburg, Institut für Mineralogie und Petrographie, Freiburg, Switzerland

EVOLUTION OF FLUID COMPOSITION IN ALPINE FISSURES DURING PROGRADE AND RETROGRADE METAMORPHISM OF THE SWISS ALPS

Fluid inclusion studies in quartz crystals from > 200 alpine fissures of the Swiss Alps have been carried out by different methods: Microthermometry, Raman spectroscopy and Mass spectrometry (stable isotopes). The aim was to study the evolution of the fluid composition during 1) the prograde and 2) the retrograde metamorphism.

1) Evolution of the earliest fluids from the non-metamorphic zone to the mesozone: The earliest fluids change their composition in correlation with the prograde alpine regional metamorphism.

- non-metamorphic zone : ~1 to > 80 mole-% higher hydrocarbons, (H_2O, NaCl, CO_2, CH_4, ..)
- low-grade anchizone : ~1 to > 90 mole-% CH_4, < 1 mole-% higher hydrocarbons, (H_2O, NaCl, H_2S, CO_2, ..)
- high grade anchizone and epizone : ~70 to > 99 mole-% H_2O, < 1 mole-% CH_4, (NaCl, H_2S, CO_2, N_2, ..)
- mesozone : ~10 to > 60 mole-% CO_2, (H_2O, NaCl, H_2S, CH_4, N_2, ..)

The higher hydrocarbons in fluid inclusions from the non-metamorphic zone were derived from organic material through biochemical and geochemical processes during the sedimentary burial. The predominance of CH_4 in the low-grade anchizone is mainly due to the cracking of the higher hydrocarbons with an increase in temperature and pressure. The observed transition from the methane rich fluids to the water rich fluids however can not be explained.

2) Evolution of the fluids during the retrograde path of metamorphism: Characteristic changes of fluid compositions can be observed in the epi- and mesozone. The earliest fluids are poor in CH_4 and N_2. The contents of both often increases during retrograde metamorphism, whereas the amounts of CO_2 and NaCl decrease.

The origin of N_2 is uncertain. It is perhaps a product of biotite and feldspar decomposition, rich in NH_4^+. The amount of CH_4 increases probably during decreasing temperature and pressure in the presence of graphite and the quartz-fayalite-magnetite (QFM) buffer. The decrease of CO_2 and NaCl is probably due to water supply whereas the precipitation of CO_3^{--} in the presence of suitable cations plays a lesser role.

MUMME W.G., CSIRO, Melbourne, Australia

THE CRYSTAL STRUCTURES OF ASCHAMALMITE, $Pb_6Bi_2S_9$, AND "REZBANYITE", $Ag_{1.2}Cu_{5.8}Pb_{1.3}Bi_{11.5}S_{22}$

Aschamalmite is a new mineral closely related to heyrovskyite. It has a unit cell and crystal structure which are related to those of heyrovskyite by a slight monoclinic distortion. The composition of aschamalmite is $Pb_{5.92}Bi_{2.56}S_9$ and the unit cell is a = 13.71, b = 4.09, c = 31.43 Å, β = 91.0° (C2/m, Cm or C2). Relationships between the crystal chemistry of aschamalmite and heyrovskyite are discussed. In this context, new synthetic phases in the Pb-Bi-Sb-S system, with ordered structures related to the lillianite/heyrovskyite structure-type can also be introduced into the discussion. "Rezbanyite" is a new mineral so called because it has been found in old samples labelled rezbanyite from Baita Bihar, Rezbanya. (Rezbanyite as presently defined, $Pb_3Cu_2Bi_{10}S_{19}$, is not found to exist). It is monoclinic, $P2_1/m$ or $P2_1$, a = 17.55, b = 4.02, c = 28.44 Å, β = 106.1° and has the composition, by microprobe, $Ag_{1.2}Cu_{5.8}Pb_{1.3}Bi_{11.5}S_{22}$. This composition has been confirmed by crystal structure analysis. Structural similarities with related minerals are discussed, together with some aspects of nomenclature. Co-workers include B. Lindqvist, Stockholm, G. Niedermayer, Vienna, L. Zak, Prague.

NA KICHANG, Dept. of Earth Sciences, Chungbuk National University, Cheongju, Chungbuk, South Korea

AN EXPERIMENTAL STUDY OF THE STABILITY RELATIONS OF AMPHIBOLES IN THE SYSTEM Na_2O-CaO-MgO-Al_2O_3-SiO_2-H_2O

In the system Na_2O-CaO-MgO-Al_2O_3-SiO_2-H_2O, the stability relations of amphiboles such as edenite and tremolite were studied by conventional hydrothermal techniques employing the bulk compositions (1) $Na_2O \cdot 4CaO \cdot 10MgO \cdot Al_2O_3 \cdot 14SiO_2$+excess H_2O, (2) $Na_2O \cdot 4CaO \cdot 10MgO \cdot Al_2O_3 \cdot 16SiO_2$+excess H_2O, and (3) $Na_2O \cdot 4CaO \cdot 10MgO \cdot Al_2O_3 \cdot 18SiO_2$+excess H_2O. In the bulk composition (1), diopside and Na-phlogopite are stable below 675±4°C at 0.3-3.8 Kb P_{H_2O}. Diopside, edenite, and Na-phlogopite are stable above this temperature below 805±5°C at 0.3 Kb, 845±5°C at 0.5 Kb, and 880±5°C at 1 Kb. Diopside, Na-phlogopite, forsterite, nepheline, and plagioclase are stable above these temperatures. The breakdown temperatures of Na-phlogopite are 810±3°C, 855±3°C, and 880±5°C at 0.3, 0.5, and 1 Kb respectively. Diopside, Na-phlogopite, albite, and talc are stable below 670±5°C at 1-2 Kb P_{H_2O} in the bulk composition (2). Diopside, Na-phlogopite, tremolite, and albite are stable below 760±4°C at 1 Kb and 810±5°C at 2 Kb. Diopside, edenite, and albite are stable above these temperatures. In the bulk composition (3), tremolite and albite are stable between 670±5°C and 830±5°C and 770±3°C, 675±3°C and 720±5°C, at 1, 2, and 3 Kb respectively. Diopside, talc and albite are stable below the low temperature limits of tremolite. The high temperature limits of Na-phlogopite seem to shift to low temperature side with the silica content increase in this system. Judging from X-ray diffraction and refractive indexes data, edenite-rich amphiboles in bulk composition (1) seem to decompose to tremolite with increasing silica content, and edenite-rich amphiboles synthesized initially seem to change to tremolite with increasing run length.

NAMBI K.S.V., BAPAT V.N., SUNTA C.M., Health Physics Division Bhabha Atomic Research Centre Bombay, India

THERMOLUMINESCENCE STUDIES OF THE DEEP SEA CARBONATE OOZES FROM THE INDIAN OCEAN

Thermoluminescence (TL) studies coupled with radioactivity and trace element analyses of the Deep Sea Carbonate oozes from the Indian Ocean have revealed some interesting patterns of correlations: (i) the TL sensitivity (light intensity for a fixed laboratory gamma irradiation) decreases linearly with the gross alpha radioactivity on a log-log scale; (ii) ratio of 350°C and 250°C TL peaks increases

linearly with the concentration ratio of Mg and Mn impurities and (iii) the TL ages of the samples are much smaller than the known geological ages and bear a nearly constant ratio with the alpha radioactivity (age decreasing with increasing alpha radioactivity). The TL emission spectrum from all the samples is the characteristic Mn^{2+} orange band and the intensities encountered are exceptionally high considering the sedimentary nature of the samples. The anticorrelation effect between TL intensity and the alpha radioactivity could be explained as a damage effect brought about by the chronic alpha self irradiation. An early setting of a dynamic equilibrium and hence a systematic underestimation of the age by the TL method could be clearly seen in these ocean core samples. The depthwise age patterns for the three cores analysed in the present study, revealed an interesting major transition corresponding to Miocene-Oligocene boundary layers of the cores. The TL intensities start diminishing at a depth of 110 metres for the site with an overlayer of about 4000 metres sea water and about 160 metres for two other sites with an overlayer of nearly 2000 metres sea water. Two possible mechanisms could be thought of: (i) the decrease in TL intensity could be purely a pressure effect beyond a critical value; and/or (ii) the TL clock might have got disturbed due to the manganese nodule formation; in fact a clear second transition corresponding to middle Eocene period is unambigously indicated for all sites in the depthwise TL profile and usually the Mn nodule formation in these areas are associated with Eocene periods.

NEACSU GHEORGHE, NEACSU VASILICA, Enterprise for Geological and Geophysical Prospections, Bucharest, Romania

INTERSTRATIFIED CLAY MINERALS IN THE HYDROTHERMAL ALTERATION OF THE HARGHITA MOUNTAINS, ROMANIA

The study of the hydrothermal argillizations of the Harghita Mts points out that the change in time of the solutions character evolved from acid pH to alkaline pH, from the lack of alkalies to the abundance of K^+ and, finally, of Mg^{2+} and Ca^{2+}. Most of the argillized zones consist of a hydromuscovite-type micaceous minerals, featuring an interstratified mineral. Kaolinite - in places forming monomineral rocks - smectite and chlorite occur subordinately. The preponderance of kaolinite, beside pyrophyllite, in certain zones, and of nacrite and zunyite on fissures point to high-temperature solutions, which circulated on fractures nearby craters. The argillization zone in the Harghita Mts, mostly constituted of mixed-layer type minerals, represents the most widespread geological formation in Romania. The common mixed-layer mineral is preponderantly hydro-

muscovitic, of random' type, with montmorillonite in small amounts. The mixed-layer mineral rarely represents a disordered interstratification of hydromica, smectite and chlorite. This paper is a through roentgenographic study of the interstratified minerals, on the basis of which the physico-chemical and thermodynamic conditions of the environment are established.

NEKRASOV I.Ya., Institute of Experimental Mineralogy of the USSR Academy of Sciences, Chernogolovka, Moscow District, USSR

EXPERIMENTAL STUDY ON THE FORMATION CONDITIONS OF Sb, Bi AND Cu - BEARING Ag AND Au INTERMETALLIDES

The determination of the genesis of noble metal intermetallides is a topical problem in mineralogy because they are formed in nature under extreme conditions which were quantified in the dry and wet studies (200-600°C and P_{H_2O} to 101.3 MPa) on the Ag and Au binary and ternary systems involving Sb, Bi and Cu. As the result, Au and Ag intermetallides were synthesised, the Sb, Bi and Cu solubility limits in Au and Ag determined and the phase stability boundries obtained depending on T, fS_2 and fO_2. The complete reciprocal solubility of Au and Cu producing cuproauride ($Au_{4+x}Cu_{1-x}$) has been confirmed and the Sb and Bi solubility limits in Au were refined: 0.07% mass Sb at 300°C and 0.12% at 600°C; 0.06% Bi at 300°C and 0.18% at 550°C. The nonstoichiometry of the intermetallides was shown to depend mainly on component activities (a_k) while their stability - on the fS_2 and fO_2 in the systems. The following equilibria were studied

$$AuSb_2 + 1.5\ S_2 = Au + Sb_2S_3;$$
$$2Au_2Bi + 1.5\ S_2 = 4Au + Bi_2S_3;$$
$$Ag_2Sb + 1.5\ S_2 = Ag_3SbS_3\ ;$$
$$Ag_3Sb + 2Sb + 3S_2 = 3AgSbS_2;$$

and the fS_2 values were determined for reactions yielding aurostibite, maldonite and discrasite. These minerals are stable in the pyrrhotite stability field at>300°C, and in the pyrite field at<300°C it was also found that Au and Ag intermetallides from preferentially in acid and weakly alkaline chloride solutions and reducing media. The available geological and experimental evidence was used to determine the physico-chemical parameters of formation of typomorphic assemblages containing intermetallides and occurring in various gold and gold-silver deposits.

НЕКРАСОВ И.Я., Институт экспериментальной минералогии Академии наук СССР, пос.Черноголовка Московской обл., СССР

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ ИНТЕРМЕТАЛЛИДОВ Ag И Au С Sb,Bi И Cu

Определение генезиса интерметаллидов благородных металлов является актуальной проблемой минералогии, поскольку они образуются в природе при экспериментальных параметрах, для количественной оценки которых были изучены бинарные и тройные системы Ag и Au с Sb,Bi и Cu в сухих и гидротермальных (200-600°С и P_{H_2O} до 101,3 МПа) условиях. В результате осуществлен синтез интерметаллидов Au и Ag, определены пределы растворимости Sb,Bi и Cu в Au и Ag и получены граничные значения устойчивости фаз от t, fS_2 и fO_2. Подтверждена полная взаимная растворимость Au и Cu с образованием купроаурида ($Au_{4+x}Cu_{1-x}$) и уточнены пределы растворимости Sb и Bi в Au: 0,07% Sb при 300°С и 0,12% при 600°С; 0,06% Bi при 300°С и 0,18% при 550°С. Показано, что нестехиометрия интерметаллидов зависит в основном от активностей компонентов ($a_к$), а устойчивость - от fS_2 и fO_2 в системах. Изучены равновесия

$$AuSb_2 + 1,5\ S_2 = Au + Sb_2S_3\ ;$$

$$2Au_2Bi + 1,5\ S_2 = 4Au + Bi_2S_3;$$

$$Ag_3Sb + 1,5\ S_2 = Ag_3SbS_3\ ;$$

$$Ag_3Sb + 2Sb + 3S_2 = 3AgSbS_2$$

и получены значения fS_2 реакций образования ауростибита, мальдонита и дискразита. Оказалось, что они при $t > 300$°С устойчивы в поле стабильности пирротина, а при $t < 300$°С в поле пирита. Установлено также, что для образования интерметаллидов Au и Ag благоприятны кислые и слабощелочные хлоридные растворы и восстановительная среда. По геологическим и экспериментальным данным определены физико-химические параметры образования типоморфных ассоциаций с интерметаллидами в различных типах золотых и золото-серебряных месторождениях.

NGUYEN KIM HOAN, NGUYEN VAN NGOAN, Research Institute of Geology and Mineral Resources, Vietnam

TYPOMORPHOUS CHARACTERISTICS OF CASSITERITE OF TIN ORE REGIONS OF VIETNAM

The typomorphous characteristics of cassiterite particularly investigated are: chemical composition characteristics, crystal morphology and several physical properties. Results of chemical composition analyses show that cassiterites of tin ore regions of Vietnam contain more than 30 elements-impurities. Their quantity and content reach maximum in cassiterite of pegmatite formation. The elements-impurities exist in cassiterite chiefly as microminerals, such as: tantalite-columbites, ilmenerutile, volframite, rutile, ilmenite, etc. Some of them isomorphously replace Sn^{4+} in crystal structure. The replace schemes are proposed as: $Ti^{4+} \rightleftarrows Sn^{4+}$; $Nb^{4+} \rightleftarrows Sn^{4+}$; $W^{4+} \rightleftarrows Sn^{4+}$; $Fe^{3+} + Nb^{5+} \rightleftarrows 2Sn^{4+}$; $Fe^{3+} + Ta^{5+} \rightleftarrows 2Sn^{4+}$; $Ti^{3+} + Nb^{5+} \rightleftarrows 2Sn^{4+}$; $Ti^{3+} + Ta^{5+} \rightleftarrows 2Sn^{4+}$; $W^{6+} + 2Fe^{3+} \rightleftarrows 3Sn^{4+}$; $W^{6+} + 2Ti^{3+} \rightleftarrows 3Sn^{4+}$. Crystal elongation coefficient (K) increases simultaneously with formation temperature of the mineral. The symplest crystal forms are characteristics for pegmatite formation, less generally for silicate- (sulphide) - cassiterite formation. Crystal morphology of cassiterite of other formations is extremely multiform. Colour of cassiterites is of their most indicating properties.

Colour darkness of the mineral reduces itself according to reduction of formation temperature and content of the elements-impurities. Cassiterite typomorphous criterion shows that on territory of Vietnam exist almost all tin ore formations, but among them only silicate - (sulphide) - cassiterite - and quartz - (volframite) cassiterite formations have industrial value.

НГУЕН КИМ ХОАН, НГУЕН ВАН НГОАН, Институт геологии и минерального сырья, Ханой, Вьетнам

ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КАССИТЕРИТА ОЛОВОРУДНЫХ РАЙОНОВ ВЬЕТНАМА

Типоморфными особенностями, тщательно исследованными, являются особенности химического состава, морфология кристаллов и некоторые физические свойства касситерита.

В результате анализов в касситерите оловорудных районов Вьетнама были обнаружены примеси больше чем 30 элементов. Их количество и содержание достигают максимума в касситерите месторождений пегматито-

рой формации. Они существуют в основном в виде микровключений минералов, таких, как тангалит-колумбиты, ильменорутил, вольфрамит, рутил, ильменит и др. В небольшом количестве некоторые элементы изоморфно замещают Sn^{4+} в кристаллической решетке касситерита по следующим предполагаемым схемам: $Ti^{4+} \rightarrow Sn^{4+}$; $Nb^{4+} \rightarrow Sn^{4+}$; $W^{4+} \rightarrow Sn^{4+}$; $Fe^{3+} + Nb^{5+} \rightarrow 2Sn^{4+}$; $Fe^{3+} + Ta^{5+} \rightarrow 2Sn^{4+}$; $Ti^{3+} + Nb^{5+} \rightarrow 2Sn^{4+}$; $Ti^{3+} + Nb^{5+} \rightarrow 2Sn^{4+}$; $Ti^{3+} + Ta^{5+} \rightarrow 2Sn^{4+}$; $W^{6+} + 2Fe^{3+} \rightarrow 3Sn^{4+}$; $W^{6+} + 2Ti^{3+} \rightarrow 3Sn^{4+}$.
Коэффициент удлинения (К) кристаллов увеличивается с понижением температуры образования. Самые простые кристаллы характерны для месторождений пегматитовой формации, в меньшей степени - для силикат (сульфид)- касситеритовой формации; в месторождениях других формаций морфология кристаллов очень разнообразна. Окраска касситерита является свойством существенного индикаторного значения. Темная окраска минерала ослабевает с понижением температуры его образования и с уменьшением содержания в нем элементов—примесей.
Анализ типоморфных свойств касситеритов показывает, что во Вьетнаме можно найти предстаителей почти всех оловорудных формаций, но преобладающее развитие принадлежит в основном силикат (сульфид)-касситеритовой и, в меньшей степени, кварц (вольфрамит)-касситеритовой формациям.

NICOLAYEVA I.V., KAMENEVA M.Yu., KOVALYEVA L.T., Institute of Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the Academy of Sciences of the USSR, Novosibirsk, USSR; ANOHINA L.K., GABITIVA R.U., CHALABOV P.I., Institute of Physics of the Daghestan Branch of the Academy of Sciences of the USSR, Makhachkala, USSR

CLASSIFICATION AND GEOCRYSTALLOCHEMISTRY OF GLAUCONITE GROUP MINERALS

The glauconite group minerals (GGM) have structure of 1M polytype mica. Scheme of isomorphism, established on the base of statistic data on 1000 samples, are common for micas as a whole: $SiK\text{-}R^{3+}R^{2+}$ and $2R^{3+} - 3R^{2+}$. Mineral species are established as final member of isomorphous series: $SiKR^{3+} - R^{2+}$, $SiKR^{2+} - R^{3+}$, $Al\text{-}Fe^{3+}$, $3(Fe^{2+}, Mg) - 2(Al, Fe^{3+})$, $Fe^{2+} - Mg$ and are distinguished on predominant octahedral cation: Fe^{3+}, Al, Mg, Fe^{2+} and minal ($MgFe^{2+}$). Sedimentary GGM distinguish themselves on minal ($MgFe^{2+}$), scheme of isomorphism $SiKR^{3+} - R^{2+}$ and hydroxyl quantity greater 2,00, part of them are dehydroxylated by 300°C, that is not characteristic of hydrothermal ones. In sedimentary basin GGM are characterized by zone chemical composition: a) by macrozonality (sublatitude, sublongitude and concentric), reflecting general facial-climatic zonality of marine sediments, b) by microzonality, conditioned by wash-out of sediments

and their subwater weathering, and c) by hyperzonality, connected with the processes of kathagenesis and land weathering. Structure peculiarity of GGM (on data of diffraction and spectroscopic methods) are defined by dispersivity, crystallinity, availability of order or orbitrary defects. Three former parameters are defined by conditions of crystallization, the letter fix varieties, subjected to consedimentation subwater weathering. Geocristallochemistry data introduce essentially clarity into possibility of GGM as indicators of marine facies and sedimentary ores and as isotopic age indexes.

НИКОЛАЕВА И.В., КАМЕНЕВА М.Ю., КОВАЛЕВА Л.Т., Институт геологии и геофизики Сибирского отделения АН СССР, Новосибирск;
АНОХИНА Л.К., ГАБИТОВА Р.У., ЧАЛАБОВ Р.И., Институт физики Дагестанского филиала АН СССР, Махачкала, СССР

КЛАССИФИКАЦИЯ И ГЕОКРИСТАЛЛОХИМИЯ МИНЕРАЛОВ ГРУППЫ ГЛАУКОНИТА

Минералы группы глауконита (МГГ) имеют структуру слюды политипа 1М. Корреляционным анализом минералогических данных около 1000 образцов установлена схема изоморфизма, общая для слюд в целом: $SiK - R^{3+}R^{2+}$ и $2R^{3+} - 3R^{2+}$. Минеральные виды выделяются как конечные члены изоморфных рядов $Si\,KR^{3+} - R^{2+}$, $SiKR^{2+} - R^{3+}$, $Al - Fe^{3+}$, $3Fe^{2+}$ $Mg - 2Al$, Fe^{3+} и $Fe^{2+} - Mg$ и различаются по преобладающему октаэдрическому катиону Fe^{3+}, Al, Mg, Fe^{2+} и миналу (Mg, Fe^{2+}). По химическому составу МГГ отличаются миналом ($Mg \cdot Fe^{2+}$), изоморфизмом $SiKR^{3+} - R^{2+}$ и повышенным числом (более 2,00) гидроксилов, частично разрушающихся при температуре $\sim$ 300°С, что не характерно для минералов гидротермального происхождения. В седиментационном бассейне МГГ характеризуются макрозональностью состава (субширотной, субмеридиональной, концентрической), отражающей общую фациально-климатическую зональность морских осадков и распределение полезных ископаемых, микрозональностью, обусловленной влиянием перемыва осадков и их подводным выветриванием, и гиперзональностью, связанной с процессами катагенеза и континентального выветривания. Структурные особенности МГГ (по данным комплекса дифракционных и спектроскопических методов) определяются дисперсностью, степенью окристаллизованности, наличием закономерных (упаковки) и произвольных дефектов. Первые три параметра определяются условиями кристаллизации и перекристаллизации, последние отмечаются в разновидностях, подвергшихся конседиментационному выветриванию. Данные геокристаллохимии существенно расширяют возможности МГГ как индикаторов морских фаций, осадочных полезных ископаемых и показателей изотопного возраста.

NOVGORODOVA M.I., Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the Academy of Sciences of the USSR, Moscow, USSR

TYPOMORPHISM OF NATIVE METAL ASSOCIATIONS

Native metals are minerals indicating redoxy-potential of oreforming process. There are three groups of native metals in nature: 1) associations of nickeliferous iron (tanite and kamacite) with phosphides, nitrides, carbides, sulfides that crystallizated in melt; ones are typomorphic for meteorites; 2) associations of iron containing of pure impurity of nickel with troilite, cogenite, native copper that are accompanied by chromspinelids and complex oxydes of iron and titanium; ones are typomorphic for linear rocks, meteorites and earth's basalts; these association indicate on reaction of subsolidus decomposition of olivines, spinelides, ilmenite and other; 3) associations native metals and intermetalides with carbides, graphite and carboniferous matter that are accompanied by philosilicates, quartz, carbonates and other; ones occur in ore deposits and altered magmatic rocks; these associations are formed in result of hydrothermal processes of condensation of gaseous phase at elevated T and P; various kinds of native metals are typomorphic for ores and rocks of various types.

Typomorphic properties of native metals are quantity of impurites and some crystallochemical peculiarities. Native metals as hightemperature solid solutions occur in meteorites while native metals containing poor impurities or submicroheterogeneous mixture of various metals occur in earth geological formation. Important factors of their reformation are segregations of atoms of the same kind and ordering of atoms of various kind.

НОВГОРОДОВА М.И., Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР, г.Москва, СССР

ТИПОМОРФИЗМ АССОЦИАЦИЙ САМОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Минералы рассматриваемой группы являются индикаторами восстановительных условий минералообразования. Среди их закономерных сообществ выделены три группы: I) ассоциации никелистого железа (тэнита и камасита) с фосфидами, нитридами, карбидами, сульфидами, образованные в результате кристаллизации высокотемпературных расплавов и последующего преобразования первоначально возникавших твердых растворов; эти ассоциации типоморфны для метеоритов; 2) ассоциации малоникелистого железа с троилитом, когенитом, самородной медью, сопутствующими хромшпинелидами и сложными окислами железа и титана; они характерны для лунных пород, метеоритов и земных базальтоидов, реже для кислых пород; дан-

ные ассоциации свидетельствуют о протекании реакций разложения ранее образованного оливина, шпинелидов, ильменита и ряда других минералов на позднемагматической или постмагматической стадии становления и последующих изменений пород; 3) ассоциации разнообразных самородных металлов (Au, Fe, Cr, Zn , Cd , Al и др.), их природных твердых растворов и интерметаллических соединений с карбидами металлов, свободным углеродом в виде графита или неупорядоченного углеродистого вещества с сопутствующими слоистыми силикатами, кварцем, карбонатами и др.; они распространены в рудных месторождениях гидротермального генезиса и в измененных магматических породах; такие ассоциации самородных металлов образованы при газоконденсатных реакциях при сравнительных невысоких значениях T и P процессов. Типоморфными являются различия в видовом составе членов ассоциаций самородных металлов, устанавливаемых в разнотипных породах.

К числу типоморфных особенностей самородных металлов относятся количественные соотношения примесей в них и ряд кристаллохимических особенностей. В отличие от метеоритов, где самородные металлы встречаются в виде высокотемпературных неупорядоченных твердых растворов, в земных геологических образованиях распространены самородные металлы с малым количеством примесей, близкие к твердым растворам, и микрогетерогенные смеси. В процессе твердофазного преобразования твердых растворов ведущую роль играют явления сегрегации атомов, в меньшей мере – явления упорядочения.

NOVIKOV G.V., EGOROV V.K., VOLEGOVA O.A., VOLTSHKOVA H.B., Institute of Experimental Mineralogy of the USSR Academy of Sciences, Chernogolovka, Moscow District, USSR

MOSSBAUER EFFECT ON TEXTURED SAMPLES: PROBLEMS AND POSSIBILITIES

The polarization effects determining the relative intensities of the HFS components of the textured sample Mossbauer spectrum are discussed in the paper. The general considerations on relative intensities in special Mossbauer measurements are developed and used for determining of the sign of the electric field gradient and orientation of the main axis of the GEF tensor at the iron positions in cummingtonites, pyroxenes and alkali amphybolites. The estimates of the possible influence of the second order effects in quadrupole interaction on relative intensities have been made. It is shown that in many cases using of the textured samples gives the same information as the single crystal experiments. The possibility of examination of the Goldanskii-Karyagin effect by means of proposed method are discussed.

НОВИКОВ Г.В., ЕГОРОВ В.К., ВОЛЕГОВА О.А., ВОЛЧКОВА Н.В., Ин-т экспериментальной минералогии Академии наук СССР, пос.Черноголовка Московской обл., СССР

ЭФФЕКТ МЕССБАУЭРА НА ТЕКСТУРИРУЕМЫХ ОБЪЕКТАХ: ПРОБЛЕМЫ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

В работе обсуждаются поляризационные эффекты, влияющие на относительные интенсивности компонент СТС в мессбауэровских спектрах текстурированных образцов. Полученные в работе общие закономерности поведения относительных интенсивностей в спектрах, полученных в специальных геометрических условиях эксперимента, использованы для определения знака градиента электрического поля и ориентации главной оси тензора ГЭП относительно кристаллографических осей в куммингтонитах, пироксенах и щелочных амфиболах. Приводятся оценки возможного вклада эффектов второго порядка в квадрупольном взаимодействии в величину относительных интенсивностей компонент СТС. Показано, что во многих случаях использование текстурированных образцов позволяет получить ту же информацию, что и при работе с монокристаллами, а в отдельных случаях дает дополнительные возможности.
В работе обсуждается возможность выявления эффекта Гольданского-Карягина с помощью предложенной методики.

OIVANEN P., ILETYINEN V., Geological Survey of Finland, Helsinki, Finland; BORODAEV Yu.S., Moscow State University, Moscow, USSR; MOZGOVA N.N., OZEROVA N.A., Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry (IGEM) of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

TYPOMORPHIC MINERAL ASSOCIATIONS OF ANTIMONY DEPOSITS WITH NATIVE ANTIMONY IN BALTIC SHIELD

In recent decades in the territory of Baltic Shield new type of antimony deposit was revealed, where in contrast with usual stibnite deposits native antimony presents as main mineral. The known representatives of the new type of antimony deposits are in the first place the deposits of Seinäjoki ore district in Finland and the occurrence near Stepanova Guba in Karelia, which occur in Proterozoic metamorphic shists. The study of ore from these deposits has shown them to be very similar in both mineralogical compositions and paragenetic associations. Quartz-sulphide association is developed in strong silicificated crystalline schists and consists of native Sb, arsenopyrite, löllingite, stibnite and some rare minerals (seinäjokite, pääkkönenite, Sb-westerveldite et al.). Antimony-sulphide association is related to the rocks, which were not undergone silicification and preserved primary pyrrhotite dessimination. Interaction between pyrr-

hotite and Sb-containing solution coused the successiv formation of gudmundite, berthierite and stibnite. The characteristic features of the deposits from both ore districts are following: (I) entering of Sb and Ni into some As-minerals (to 17.6% Sb and I.4% Ni in arsenopyrite and to 3.4% Sb and 9.0% Ni in löllingite); (2) presence of Ni-minerals (seinäjokite in Seinäjoki and parammelsbergite in Karelia); (3) development of some minerals with sulphur deficiency (pääkkönenite, Sb-westerveldite et al.). Paragenetic analysis, use of known experimental data, investigation of fluid inclusions indicate that ore formation was characterized by relatively high initial temperatures (380-400°C) and extremely low sulphur fugacity, which explain the presence of significant concentration of native Sb and the formation of unique associations of minerals incompletely saturated with sulphur.

ОЙВАНЕН П., ИЛЕТУЙНЕН А., Геологическая служба Финляндии, г.Хельсинки, Финляндия; БОРОДАЕВ Ю.С., Московский государственный университет, г.Москва; МОЗГОВА Н.Н., ОЗЕРОВА Н.А., Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии (ИГЕМ) АН СССР, г.Москва, СССР

ТИПОМОРФНЫЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ АССОЦИАЦИИ В СУРЬМЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ С САМОРОДНОЙ СУРЬМОЙ (БАЛТИЙСКИЙ ЩИТ)

В последние десятилетия на территории Балтийского щита выявлен новый тип месторождений сурьмы, в которых, в отличие от обычных антимонитовых месторождений, широко развита самородная сурьма. Известными представителями этого типа являются месторождения рудного района Сейняйоки в Финляндии и рудопроявление Степановой губы в Карелии, залегающие среди протерозойских метаморфических сланцев. Исследование показало заметное сходство их руд как по общему минеральному составу, так и по парагенетическим ассоциациям. Выделяются две типоморфные парагенетические ассоциации. Первая - кварцево-сурьмяная - развивается в сильно окварцованных кристаллических сланцах и включает самородную сурьму, арсенопирит, лёллингит, антимонит и ряд редких минералов (сейняйокит, пяккёненит, Sb -весьервельдит и др.). Вторая - сурьмяно-сульфидная-приурочена к породам, почти не окварцованным и сохранившим первичную вкрапленность пирротина. Взаимодействие последнего с Sb-содержащими растворами привело к последовательному образованию гудмундита, бертьерита и антимонита. Для месторождений обоих рудных районов характерны: I) вхождение Sb и Ni в некоторые минералы мышьяка (до I7,6%Sb и I,4%Ni в арсенопирите и до 3,4% Sb и 9% Ni в лёллингите); 2) наличие самостоятельных минералов Ni (сейняйокита в Сейняйоки и парараммельсбергита в Карелии); 3) развитие минералов

с дефицитом серы (пяккёненит, Sb-вестервельдит и др.). Парагенетический анализ, привлечение известных экспериментальных данных, исследование газово-жидких включений свидетельствуют о том, что рудообразование характеризовалось сравнительно высокими начальными температурами (380-400°С) и резкой недостаточностью серы в растворах, что обусловило образование уникальной ассоциации малосернистых соединений и самородной сурьмы.

ORGANOVA N.I., Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR.

POSSIBLE BASIS FOR SYSTEMETIZATION OF INCOMMENSURATE TWO-LAYERS STRUCTURES

A store of data on different kind of disorder mineral structures: incommensurate, modulate ones, the first stage of exsolution and so on affords an opportunity to systematize every type of them. Some indications are proposed as possible basis for classification of incommensurate two-layer structures (ITS) after the similar paper by Makovicky (1981). ITS are unusual crystal type: two different kinds of incommensurate layers alternate regularly. As a result they can be described by two sublattices.

Different layer combinations are as follows: 1.hydrooxide (OH) - chloride (könnenite) 2.HO - oxyde (asbolane) 3.HO - sulfide (valleriite-tochilinite) 4.Sulfide - sulfide (cylindrite-frankeite, cannizarite) 5.Oxide-fluoride-O,F ($Y_5O_6F_9$) 6.Graphite-chloride. Every kind of the layer has a high symmetry with a slight possible deviation: either (pseudo) tetragonal (T) or (pseudo) hexagonal (H). The only combinations are: H-H, T-H, but never T-T. Only the first has no declination from the exact hexagonal symmetry.

The two-dimensional incommensurability (TI) is a characteristic for ITS with HO (1,2,3): the hydrogen bonds favour valency balance. The one-dimensional incommensurability (OI) is a characteristic for the examples (4,5). Some foregoing examples form commensurate structures as a result of a slight composition change (3,6)

Mutual fitting leads to the atomic motive modulation by the displacement-substitution mechanism.

As a rule every ITS has a bulky crystallo-chemical formula and can be described by the correspondence coefficient (k) of unit cells surfaces.

K is a variable value for many mineralogical groups.

A number of every layer structure types is limited: fluorite, HO, galena-type limited in (100) or (111) plane.

ОРГАНОВА Н.И., Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР, г.Москва, СССР

ВОЗМОЖНЫЕ ОСНОВЫ СИСТЕМАТИКИ НЕСОРАЗМЕРНЫХ ДВУХСЛОЙНЫХ СТРУКТУР

Накопление большого количества данных по изучению минералов с различного рода неупорядоченностью в структурах (несоразмерных, модулированных, структур с начальными стадиями распада твердого раствора и др.) позволяет систематизировать каждый из этих классов. В настоящей работе предлагается рассмотрение некоторых признаков, важных для классификации класса несоразмерных двухслойных структур (НДС) вслед за недавней работой на эту тему Э.Маковицкого (Makovicky, 1981). НДС представляют собой необычный тип кристаллов, в которых закономерно переслаиваются слои с несоразмерной метрикой, в результате чего их описывают в двух подрешетках.

Основные встреченные сочетания различных пар слоев: 1) гидроокисел (ГО) - хлорид (кенненит); 2) ГО - окисел (асболаны); 3) ГО - сульфид (валлериит, точилинит); 4) сульфид - сульфид (цилиндрит, франкеит, канницарит); 5) оксифторид - O_2F_2 /$Y_5O_6F_9$/; 6) графит - хлорид. Каждый сорт слоя имеет высокую симметрию с небольшими возможными отклонениями: или (псевдо)тетрагональную (Т), или псевдо(гексагональную) тригональную (Н). Сочетаются между собой Н-Н, Т-Н, но никогда Т-Т. Только в первом сочетании нет отклонений от истинной гексагональности.

Двумерная несоразмерность (ДН) характерна для НДС с ГО(см.1,2,3),что по-видимому, обусловлено водородными связями, позволяющими мобильно обеспечивать компенсацию заряда. Одномерная несоразмерность (ОН) характерна для примеров 4,5. Некоторые перечисленные выше структуры образуют при определенном химическом составе (в пределах каждого представителя возможны небольшие вариации состава) полностью соразмерные структуры (3,6). В структурах с ОН вдоль соразмерного кристаллографического направления взаимное приспособление происходит по принципу "нониуса" и реализуется путем модуляции атомного мотива по механизму смещение - замещение.

Каждая из НДС, как правило, имеет громоздкую кристаллохимическую формулу, которую можно записать с учетом коэффициента соответствия (к) поверхностей элементарных подъячеек. В пределах многих минералогических групп наблюдается колебание в значениях к.
Число структурных типов, образующих каждый из слоев, ограничено: флюоритовый, ГО, галенитовый при ограничении по плоскостям (100) или (111).

OSADCHII E.G., Institute of Experimental Mineralogy of the USSR Ac. Sci., Chernogolovka, Moscow District, USSR; ALEKHIN Ju.V., Moscow State University, Geology Department, Moscow, USSR

ON THE ORIGIN OF NATIVE ALUMINIUM

The origin of native aluminium is not amenable to analysis in terms of common physico-chemical parameters of mineral-forming processes. As an alternative, disproportionation of the lowest valency gaseous compounds (AlCl, AlF, Al_2O) is suggested as a possible mechanism which would eliminate some of the thermodynamic constraints. As an example, the authors discuss the formation of AlCl from the interaction of a basic or ultrabasic melts undersaturated in silica (e.g. the melilitic basalt with normative alumina) and host rocks or fluids bearing NaCl and SiO_2:

$0.45Ca_2Al_{1.8}Mg_{0.1}Si_{1.1}O_7 + 0.595Al_2O_3 + 1.627SiO_2 + 0.1NaCl =$
$= Ca_{0.9}Na_{0.1}Al_{1.9}Si_{2.1}O_8 + 0.022Mg_2SiO_4 + 0.1AlCl + 0.05O_2$

$\log K^{298} = -5.511$; $\log K^{1000} = -0.653$; $\Delta V_s = 6.747$ cm^3/mol.

For the unit AlCl fugacity and temperature above 1000K, the reaction places above the Ni-NiO equilibrium in the $\log fO_2$-1/T coordinates. The reaction yields anorthite and forsterite, i.e. the minerals commonly found with native aluminium in trappean intrusions of the Siberian platform which recorded the anarthositic trend in magmatic differentiation. Native aluminium was formed as the result of the AlCl disproportionation on its passage through deep-seated channels together with other fairly "dry" reducing gases:

$3AlCl_{(g)} \rightarrow AlCl_{3(g,s)} + Al_{(s)}$.

The authors maintain that the aluminium in lunar soils could have accumulated by condensation during the disproportionation of Al_2O formed by impact cratering. At the same time, the co-occurrence of the lunar aluminium with galite and silvine does not altogether rule out the possibility for its abyssal origin involving halogenides, eiter in magmatic processes or from local melting induced by large-scale impact processes.

ОСАДЧИЙ Е.Г., Ин-т экспериментальной минералогии АН СССР, пос. Черноголовка Московской обл.; АЛЕХИН Ю.В., Московский государственный университет, геолфак, г.Москва, СССР

К ВОПРОСУ О ПРОИСХОЖДЕНИИ САМОРОДНОГО АЛЮМИНИЯ

Вопрос о происхождении самородного алюминия выходит за рамки традиционных взглядов о физико-химических параметрах процессов минералообразования. Привлекаются представления о механизме образования самородного алюминия в результате диспропорционирования газообразных соединений низшей валентности (AlCl , AlF , Al_2O), что позволяет снять

ряд термодинамических препятствий. В качестве примера рассматривается возможность образования AlCl при взаимодействии основного или ультраосновного расплава, недосыщенного кремнеземом, например, мелилитового базальта, содержащего нормативный глинозем, с вмещающими породами или флюидами, содержащими NaCl и SiO_2:

$$0{,}45Ca_2Al_{1{,}8}Mg_{0{,}1}Si_{1{,}1}O_7 + 0{,}595Al_2O_3 + 1{,}627SiO_2 + 0{,}1NaCl =$$
$$= Ca_{0{,}9}Na_{0{,}1}Al_{1{,}9}Si_{2{,}1}O_8 + 0{,}022Mg_2SiO_4 + 0{,}1AlCl + 0{,}05O_2;$$
$$lgK_p^{298} = -5{,}511;\ lgK_p^{1000} = -0{,}653;\ V_s = 6{,}747\ см^3/моль.$$

При единичной летучести AlCl и температуре выше 1000°К указанная реакция в координатах lgf_{O_2} - I/T находится выше равновесия Ni-NiO. Реакция идет с образованием анортита и форстерита, т.е. минералов, обычно сопровождающих самородный алюминий в траповых интрузивах Сибирской платформы, с анартозитовой тенденцией дифференциации магм. Образование самородного алюминия связано с диспропорционированием AlCl при его транспорте по глубинным каналам совместно с другими достаточно "сухими" восстановительными газами по реакции:

$$3AlCl_{(г)} \rightarrow AlCl_{3(г,т)} + Al_{(т)}.$$

По мнению авторов, нахождение самородного алюминия в лунном грунте может быть объяснено конденсацией его при диспропорционировании Al_2O, образующегося в процессе взрывного кратерообразования. Однако совместное нахождение лунного алюминия с галитом и сильвином не исключает и его глубинное происхождение с участием галогенидов как в результате собственно магматических процессов, так и в результате локального плавления при крупномасштабных импактных процессах.

OSTROVSKY I.A., Inst. of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

GIBBS' FREE ENERGY OF AGGRESSIVE GASES AND OTHER COMPOUNDS AT PRESSURES UP TO 2 MBAR AND TEMPERATURES UP TO 4000 K, AND THERMODYNAMIC CALCULATIONS OF THE REACTIONS IN THE EARTH'S MANTLE

Thermodynamic principles of calculations. Corresponding states method. Potential equation of state of condensed phases. Standard states ΔG_T^0. Gibbs' free energy of the mineral-forming reactions and inferences for the geology: 1. Problem of stability of ore-transporting fluids at great depths. 2. On the stability of halogenides of Si and Sn. 3. Garnet or "perovskite" in the mantle? 4. The behaviour of methane in extremal conditions. H_2O, H_2S, SO_2, SiF_4 and solid oxides are stable in the whole mantle, whereas HCl, HF, SO_3 and CH_4 may exist mostly in the upper mantle. $SiCl_4$ and $SnCl_4$ are stable in the lower mantle. The stability of FeS at highest parameters suggests the possibility of the existence of the Goldschmidt's sulfide layer.

ОСТРОВСКИЙ И.А., Ин-т геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Академии наук СССР, г.Москва, СССР

ИЗОБАРНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ АГРЕССИВНЫХ ГАЗОВ И ДРУГИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ДАВЛЕНИЯХ ДО 2 МБАР И ТЕМПЕРАТУРАХ ДО 4000°К И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ РЕАКЦИЙ В МАНТИИ ЗЕМЛИ

Термодинамические основы расчета, метод соответственных состояний, потенциальное уравнение состояния конденсированных фаз, стандартные состояния ΔG_T^o . Изобарные потенциалы минералообразующих реакций и выводы для геологии: I. Проблема стабильности рудопереносящих флюидов на больших глубинах. 2. О стабильности галогенидов кремния и олова. 3. Гранат или "перовскит" в мантии(?). 4. Поведение метана в экстремальных условиях. H_2O, H_2S, SO_2, SiF_4 и твердые окислы стабильны во всей мантии, тогда как HCI, HF , SO_3 и CH_4 могут существовать преимущественно в верхней мантии. $SiCl_4$ и $SnCl_4$ стабильны в нижней мантии. Устойчивость FeS при наивысших параметрах указывает на возможность существования сульфидного слоя Гольдшмидта.

PAAR WERNER, Institute of Geosciences (Mineralogy), University of Salzburg, Austria ; CHEN T.T., CANMET (Mineralogy Section), Ottawa, Canada

ORE MINERALOGY OF THE WASCHGANG GOLD-COPPER DEPOSIT, UPPER CARINTHIA, AUSTRIA

The gold-copper deposit at Waschgang (Southern Goldberg mountains, Upper Carintnia) belongs to a type of stratiform, dominantly pyritic deposit, which is hosted by greenschists ("Alpine Kieslager"; Friedrich, 1936). The ores occur as impregnations (ore type 1) and as massive ores (ore type 2) in prasinitic rocks of the Obere Schieferhülle of the Penninic unit. A N-S trending fault zone cuts the ore deposit to the W (Lettenkluft); the position of the displaced part is unknown.

The mineralogical composition of type 1 ores is rather monotonous. Pyrite is the most important ore, minor components are chalcopyrite, bornite, sphalerite and magnetite. No visible native gold has been observed in this type of ore. Type 2 ores are dominated by chalcopyrite and are characterized by large amounts of visible native gold. The majority of these ores occur in the vicinity of the Lettenkluft.

Type 2 ores carry a great variety of cogenetic mineral inclusions, of which several have been studied with the electron microprobe and investigated by X-ray methods. These include: tetradymite,

$Bi_2Te_{1.81}Se_{0.13}S$; hessite, Ag_2Te; matildite, $AgBiS_2$; gladite, $Cu_{1.09}Pb_{1.14}Bi_{5.28}S_9$; krupkaite, $CuPbBiS_6$; pekoite, $Cu_{1.09}Pb_{0.97}Bi_{12.56}S_{18}$; (?) benjaminite, $(Ag_{2.72}Cu_{0.42})_{3.14}(Bi_{6.88}Pb_{0.12})_7(S_{11.08}Se_{0.92})_{12}$; pavonite, $(Ag_{0.74}Cu_{0.45})_{1.19}(Bi_{2.86}Pb_{0.27})_{3.13}(S_{4.96}Se_{0.04})_5$; (?) cupropavonite, $(Cu_{0.73}Ag_{0.4})_{1.13}(Bi_{2.59}Pb_{0.83})_{3.42}S_5$; and siegenite, $(Ni_{1.07}Co_{1.76}Cu_{0.19})_{3.02}S_4$. Other components have been determined by qualitative and quantitative microscopy and include: bornite, idaite, mawsonite, sphalerite, millerite, magnetite, hematite, ilmenite, rutile and a variety of silicates.

While the layered ore impregnations (type 1 ores) can be considered as being syngenetic with the associated volcanics of Jurassic age, a syn- to postkinematic (Alpidic) crystallization can be postulated for the type 2 ores. These ores are considered as remobilized and reconcentrated parts of the type 1 ores formed in tectonic stress zones. The crystallization of chalcopyrite and included ore minerals occurred during the cooling history of Alpidic metamorphism, for which in this region a maximum temperature of 500°C and pressures between 4-6 kb have been deduced from the mineral assemblage of the surrounding prasinites, consisting of albite with rims of oligoclase, epidote, chlorite, sphene and amphibole (Höck, 1980). Based on Springer's limit of 300°C as approximately representing the maximum temperature at which natural members of the bismuthinite-aikinite mineral series have been formed, krupkaite and gladite with the intergrown pavonite type phases might have been deposited directly from solutions at or below 300°C. Unmixing of pekoite from gladite probably occurred at or below the same temperature.

PAGEL MAURICE, (CRPG) Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques et (CREGU) Centre de Recherches sur la Géologie de l'Uranium, Vandoeuvre lès Nancy cedex, France; et POTY BERNARD, (CREGU) Centre de Recherches sur la Géologie de l'Uranium, France

THE EVOLUTION OF COMPOSITION, TEMPERATURE AND PRESSURE OF SEDIMENTARY FLUIDS OVER TIME : A FLUID INCLUSION RECONSTRUCTION

Fluid inclusions have been studied in several sandstones filled sedimentary basins. Inclusions from quartz overgrowths, quartz veins and carbonate cements are readily available for the determination of the evolution of composition temperature and pressure of sedimentary fluids over time. The following precambrian examples will be described : Athabasca sandstones (Saskatchewan - Canada), Kombolgie sandstones (Northern Territories - Australia) and Francevillian sandstones (Gabon).

These case studies and other cases from literature have shown that

the following problems have been solved with fluid inclusion studies :

- origin of the detritic material ;

- chemical concentration of fluids related to silica diagenesis : presence of brines in the Athabasca and Kombolgie sandstones and more dilute solutions, in the Francevillian sandstones ; similar results have been obtained with carbonate cement ;

- evolution of temperature and composition of the fluids on a vertical log at a given time, for example at the beginning of the silica diagenetic cementation (Athabasca and Francevillian sandstones) ;

- change of temperature and composition of fluid during diagenesis, from the beginning of quartz overgrowth to quartz veining (Kombolgie sandstones) ;

- determination of the maximal temperature peak in a basin, in good agreement with cristallinity index of illite but with larger application possibilities.

Fluid inclusions represent a good tool for studying the evolution of P.T.X diagenetic fluid over time and space. These studies should be developed in the near future in relationships to petroleum reservoir, mineralized areas...

The only published data about a petroleum source-rock from Venezuela (VISSER, 1982) show that there is a good agreement with maximum diagenetic temperature deduced from well logs and temperature determined by fluid inclusions.

At the present time, few comparisons between coal rank and fluid inclusions are available but large discrepencies could be envisaged in relation to tectonic activities and hydrothermal processes.

PAPIKE J.J., SHEARER C.K., SIMON S.B., Institute for the Study of Mineral Deposits, South Dakota School of Mines and Technology, Rapid City, South Dakota, USA; and LAUL J.C., Battelle, Richland, Washington, USA

CRYSTAL CHEMICAL ASPECTS OF Li, Rb, AND Cs PARTITIONING BETWEEN COEXISTING MUSCOVITE AND BIOTITE

As part of a comprehensive investigation of pegmatites in the Black Hills, South Dakota, a metasomatic halo surrounding the Etta pegmatite was studied with special emphasis on the partitioning of Li, Rb, and Cs between coexisting muscovite and biotite. The Etta pegmatite intruded (~1.7 b.y.) quartz mica schist country rock with the following modal mineralogy: quartz (27-62%), plagioclase (6-60%), biotite (0-34%), muscovite (0-31%), tourmaline (0-5%). A series of samples were collected at intervals along a 90 meter tunnel traverse through the quartz mica schist into the pegmatite.

Bulk samples show large variations in Li, Rb and Cs that are highly correlated with modal biotite plus muscovite. Kd's (biotite/muscovite) are Li ~4, Rb ~2.5, Cs ~10. These Kd's can be rationalized in terms of the crystal chemistry of biotite and muscovite. The interlayer site in trioctahedral biotite is held open by the completely filled octahedral layer which is occupied by the relatively large Fe^{2+}, Mg^{2+} cations. In contrast, the interlayer site in dioctahedral muscovite is smaller (more collapsed) because of 1/3 vacancies and the relatively small Al cations in its octahedral layer. As a result, the large Cs cation (r ~1.7 Å) and to a lesser extent Rb (r ~1.5 Å) tend to be excluded from the muscovite structure relative to biotite. The Li distribution can be explained by fluid/crystal exchange reactions that show greater ease of exchange between Li (fluid) and biotite than Li (fluid) and muscovite.

PAVLISHIN V.I., Institute of Geochemistry and Physics of Minerals of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kiev, USSR

THE GENETIC ASPECTS OF THE MINERAL TYPOMORPHISM

The study of the typomorphic features of the quartz, micas and feldspar is of the most importance for the notion of the origin of granite, pegmatite, hydrothermal veins and other endogenic formation. The comparative study of this minerals from the different rocks and ores of the Ukraine has been carried out using the complex of the physical methods, such as X-ray analysis, electron paramagnetic resonance, luminescence analysis and others. The data obtained indicate that the revealed typomorphic features can be used as indicators of the granites and pegmatites belonging to the definite formation. The composition and defect distinction of the micas and feldspars structures was shown to be depend on the depth of the generation and crystallization of the granite melts. The minerogenesis conditions and the variation of these conditions in time can be evaluated with help of the such characteristics as polymorphic transition, mineral composition, inclusions of the crystallization environment and also more fine peculiarities such as the defect structure of quartz, the content and distribution of aluminium, iron and titanium among the different position of the mica structure, the structural state of feldspars, the thermoluminescence spectra of minerals, etc. The minerals of the genetic similar rocks and ores are characterized as a rule by the same typomorphic features. The distinguished peculiarities of the minerals from the ore and barren formation were revealed. These data can be used as a basis for the development of the search and valuation criterion.

ПАВЛИШИН В.И., Институт геохимии и физики минералов АН УССР, г.Киев, СССР

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ УЧЕНИЯ О ТИПОМОРФИЗМЕ МИНЕРАЛОВ

Для развития представлений о происхождении гранитов, пегматитов, гидротермальных жил и других эндогенных образований все более важное значение приобретают исследования типоморфных особенностей кварца, слюд и полевых шпатов. Автором проведено сравнительное изучение этих минералов из генетически разных пород и руд Украины. Использован комплекс методов – рентгеновский, электронный парамагнитный резонанс, люминесцентный и др. Полученные данные свидетельствуют о том, что совокупность установленных типоморфных признаков может служить индикатором принадлежности гранитов и пегматитов к определенным формаци-

ям. Выявляются различия состава и дефектности структуры слюд и полевых шпатов в зависимости от глубины зарождения и кристаллизации гранитных расплавов.
Об условиях минералообразования и их эволюции во времени позволяют судить, наряду с известными данными (α-β переход, состав минералов, включения минералообразующей среды и др.), также такие типоморфные признаки, как дефектность кристаллической структуры кварца, содержание и распределение по позициям алюминия, железа и титана в слюдах, структурное состояние полевых шпатов, внешняя морфология и внутреннее строение (анатомия) кристаллов кварца и полевых шпатов, терморентгенолюминесценция минералов.
Минералы генетически однотипных пород и руд характеризуются близкими типоморфными особенностями. Установлены различия особенностей минералов из рудоносных и безрудных образований. Эти данные - основа для разработки минералогических поисково-оценочных критериев.

PAULITSCH PETER, Institute of Mineralogy, Darmstadt, FRG

DIFFERENCES IN AMPHIBOLES AS INDICATORS OF FORMATION CONDITIONS

Amphiboles are constituents of both mantlerock and greenschists in the earth's crust. Seven parameters of amphiboles can be applied establishing the facies and polyphasic history of amphibol-bearing rocks. 1. The chemical formula of the amphibole. 2. The position - density of the atomcoordinates M_2, M_4 and A. 3. The number of coordination of aluminium - 4 or 6. 4. The magnesium content - the zonation within the amphibole or within two different types of amphibole in the same rock; also the titanium content. 5. Double-chain or fourfold chain of (Si, Al) tetrahedron. 6. Low-stresstwin parallel to (100) or polysynthetic high-stresstwin parallel to ($\bar{1}$01). 7. The orientation of the prismplane - (110), (100), or (010)-parallel to the schistosity. The orientation of prism axis c is sometimes correlated with the chemical composition of the amphiboles in the same rock. Lit.: Paulitsch, P.: Tscherm. Min. Petr. Mitt. 20, 257-266 (1973).

PHAM VAN AN, NGUYEN VAN BINH, TRAN CONG VAN, Institute of Mining and Geology, Hanoi, Vietnam

MINERAL CHARACTERISTICS OF THE HUMIDE TROPICAL WEATHERING CRUST ON VIETNAM'S TERRITORY

A great number of specimens of the products of weathering crust of different rocks have been studied by such methods as: optical,

X-Ray Diffraction, Electron Microscopy, Infrared analysis, Thermal Investigation, spectral and chemical analysis. The typical chemical elements of the humide-tropical weathering crust on Vietnam's territory are silicon, aluminium, iron, oxygen and hydrogen. Their content reachs to 95% of bulk chemical composition of the weathering products. These elements exist in the forms of different minerals such as: quartz, opal, goethite, hydrogoethite, hematite, gibbsite, kaolinite, nontronite, montmorillonite, hydromica and other. In the final stage of the weathering process there are the following typical mineral associations: - kaolinit-quartz-goethite is the typical mineral association of kaolin weathering crust of igneous rocks of intermediate and acid composition; goethite-opal-kaolinite is typical mineral association of lateritic weathering crust of different rocks on hilly relief; gibbsite-goethite-kaolinit - is typical mineral association of the lateritic - bauxite crust of weathering on basaltic rocks; nontronite - montmorillonite - hydrogoethite is typical mineral association of the margarite weathering crust on mafic and untramafic igneous rocks; montmorillonite - kaolinite - hydrogoethite is typical mineral association of the margarite weathering crust on limestones.

ФАМ ВАН АН, НГУЕН ВАН БИНЬ, ЧАН КОНГ ВАН, Ханойский горно-геологический институт, г.Ханой, Вьетнам

МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЛАЖНО-ТРОПИЧЕСКОЙ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ВЬЕТНАМА

При исследованиях большого количества образцов использованы минералогические методы: оптический, рентгеновский, термический, ИК-спектроскопии, электронной микроскопии и методы спектрального и химического анализов. Установлено, что типичными химическими элементами влажно-тропической коры выветривания во Вьетнаме являются кремний, алюминий, железо, кислород и водород, содержание которых в образцах достигает 95% валового химического состава. Эти элементы входят в состав различных минералов, таких, как кварц, опал, гётит, гидрогётит, гематит, гиббсит, каолинит, нонтронит, монтмориллонит, **гидрослюда** и др.
Для коры выветривания во Вьетнаме характерны типоморфные минеральные ассоциации, которые устойчивы в конечной стадии выветривания:
- каолинит + кварц + гётит - типоморфная минеральная ассоциация типа каолиновой коры выветривания, развитой на магматических породах кислого и среднего состава;
- гётит + опал + каолинит - типичны для боксито-латеритовой коры выветривания на базальтах;
- нонтронит + монтмориллонит + гидрогётит - ассоциация, свойственная типу маргаритовой коры выветривания ультраосновных пород;
- монтмориллонит + каолинит + гидрогётит - типоморфная минеральная

ассоциация в маргаритовой коре выветривания, развитой на известняках.

Результаты систематического исследования типоморфных минеральных ассоциаций и типоморфных особенностей главных минералов будут изложены в докладе.

PHADKÈ ANANT and KSHIRSAGAR LALIT K., Department of Geology, University of Poona, Pune, **India**

THERMO-ANALYSIS OF LOW CRISTOBALITE FROM PUNE, MAHARASHTRA : PARAGENETIC SIGNIFICANCE

Thermo-analytical studies of naturally occurring tiny octahedral and interpenetrant spinel type twinned crystals supported on thin fibres of mordenite associated with chalcedony and quartz in cavities in 'aa' type basaltic lava flows belonging to the Deccan Trap volcanics of Cretaceous - Eocene age, from near Pune, Maharashtra, have been carried out using a MOM Derivatograph. The d.t.a. records in heating experiments show a broad rounded trough in the range of 100 - 160°C and a sharp endothermic peak at 265°C with small Δ T. The first composite endotherm is identified with less ordered low-tridymite (t_i : $\alpha \rightarrow \beta_1$, $\beta_1 \rightarrow \beta_2$) and the second with low-cristobalite (t_i : $\alpha \rightarrow \beta$). These identifications are confirmed from the X ray diffractograms. The heating - cooling hysterisis for the cristobalite inversion temperature shows a high (+)ve value of 40°C. From these results the material under study is identified as well ordered α - cristobalite with few paramorphs after low tridymite and low quartz, formed under metastable conditions close to surface in an alkaline environment. The higher t_i for cristobalite may be also attributed to the presence of small impurities of Al and Na. These results provide strong evidence to conclude that the zeolites and other cavity minerals in Deccan Trap basalts crystallised from the last residues of crystallising basalt magma rich in volatiles and water as open system, after reacting with early formed glass.

PEN'KOV I.N., ABDULLIN R.S., KAL'CHEV V.P., TOGULEV N.V., Kazan State University, Geological Department, Kazan, USSR

THE COPPER MINERAL INVESTIGATION BY THE NQR-METHOD: CRYSTALLCHEMISTRY, ELECTRON DISTRIBUTION, LATTICE DYNAMICS

Copper's minerals with linear, trigonal and tetrahedral coordinations of Cu (I) have been studied by the NQR-technic. The origin of the electrical field tensor gradient (EFG) have been investigated both theoretically and experimentally. The NQR's frequencies have been calculated by means of the MOLKAO-technic. The structural factor characterising the magnitude of EFG have been found. The orbitals populations and electron configurations of copper and ligands have been calculated. It was shown the field gradient on the nuclei

descreases as the coordinational number of Cu increases. The analisis of the dependence of EFG on the length of chemical bonds Cu - X and the valence angles X - Cu - X have been made. The experimental investigation have been made in the following minerals: 1) compounds with becoordinated copper, having the structure of delafossite $CuMO_2$ (M-Fe, Cr, Al, Ga), in which the quadrupol interaction exceeded 50 MHz; 2) compounds with tricoordinated groups CuX_3 (Cu_2S, CuS, Cu_3SbS_3, Cu_3BiS_3) in which quadrupol splittings constants were 40 MHz; the space's group symmetry have been maded more precise for Cu_2S; 3) the complex sulfids of Cu and Fe with antiferromagnetic ordering ($CuFeS_2$, $CuFe_2S_3$, Cu_5FeS_4) with tetrahedral groups CuX_4 with the magnitude of the quadrupol splitting being found as 1-3 MHz. When temperature was increased the EFG descreased due to the atom's vibrations with the frequences 10^{12} Hz and amplitudes 0,25 Å. Additional information about the lattices dynamic was obtained by the spin-lattices relaxation's investigation of nuclei $Cu^{63, 65}$. In the trigonal complex CuX_3 the cation's selfdiffusion of Cu to the vacancies of structure have been found. The temperature range of the motions' appearance have been determined as 100, 160 and 210 K accordingly.

ПЕНЬКОВ И.Н., АБДУЛЛИН Р.С., КАЛЬЧЕВ В.П., ТОГУЛЕВ Н.В., Казанский государственный университет, геолфак, г.Казань, СССР

ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛОВ МЕДИ МЕТОДОМ ЯДЕРНОГО КВАДРУПОЛЬНОГО РЕЗОНАНСА: КРИСТАЛЛОХИМИЯ, ЭЛЕКТРОННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, ДИНАМИКА РЕШЕТКИ

Методом ЯКР изучены минералы меди с двойной, тригональной и тетраэдрической координацией Cu (I). Природа градиента электрического поля (ГЭП) на ядрах меди исследовалась теоретически и экспериментально. Методом МО ЛКАО (МВГ) проведен модельный расчет частот ЯКР и выявлены структурные факторы, обусловливающие величину ГЭП. Рассчитаны заселенности орбиталей, электронные конфигурации атома меди и лигандов. Показано, что с увеличением координационного числа атома меди величина ГЭП на ядре уменьшается. Проведен анализ зависимости ГЭП от изменения длин химических связей Cu - X и валентных углов X - Cu- X.

Экспериментальные исследования проводились: I) в минералах группы делафоссита Cu MO_2 (M - Fe,Cr, Al, Ga), содержащих двухкоординированную медь, квадрупольные взаимодействия в них превышают 50 МГц; 2) в сульфидах, сульфосолях Cu с тригональными комплексами Cu X_3 (Cu_2S, Cu_3SbS_3, Cu_3BiS_3, CuS) определены средние величины констант квадрупольных взаимодействий (40 МГц); в халькозине уточнена группа пространственной симметрии структуры; 3) в сложных суль-

фидах Cu и Fe с антиферромагнитным упорядочением ($CuFeS_2$, $CuFe_2S_3$, Cu_5FeS_4), содержащих тетраэдрические комплексы CuX_4; величины квадрупольных расщеплений порядка I-3 МГц. Наблюдаемое при увеличении температуры уменьшение ГЭП обязано тепловым колебаниям атомов в узлах решетки с частотой порядка 10^{12} Гц и амплитудой 0,25А. Дополнительные данные о динамике решетки получены при исследовании спин-решеточной релаксации ядер $Cu^{63,65}$, которая обусловлена флуктуацией ГЭП на этих ядрах. В структурах с тригональными комплексами CuX_3 выявлена самодиффузия катионов меди по вакансиям структуры. Установлены температурные области возникновения этих движений: 100, 160, 210° К соответственно. Дана геологическая интерпретация полученных результатов.

ПЕТРОВ П.П., Софийский университет, геолого-географический факультет, г.София, НРБ

ФЛЮИДНЫЕ ВКЛЮЧЕНИЯ В ПРИРОДНОМ КВАРЦЕ, ГЕНЕТИЧЕСКИ СВЯЗАННЫЕ С ТРЕЩИНАМИ

Флюидные включения в кварце, парагенетически связанном с полиметаллической минерализацией месторождений третичного возраста в Южной Болгарии, характеризуются в значительной степени непостоянством жидких и газовых фаз. Эти данные свидетельствуют в пользу гипотезы о захвате минералообразующих флюидов по мнимовторичным и вторичным трещинам. В зависимости от фазовых соотношений исследованные включения разделяются на три группы: I) включения с одинаковыми и близкими фазовыми соотношениями; 2) включения с небольшими различиями фазовых соотношений и 3) включения с большими различиями. Рассматриваемые примеры подчеркивают роль двух главных факторов, определяющих относительную скорость залечивания систем трещин при понижении температуры: I) направление трещин по отношению кристаллографических элементов кристаллов кварца и 2) мощность трещин. В результате их сочетания на единицу поверхности в плоскости трещин образуются различные по количеству, форме и величине включения. Установлена пропорциональная зависимость между кристаллографическим строением включения и постоянством их фазовых заполнений.

PETROVSKAYA N.V., CHUKHROV F.V., Institute of Ore Deposits Geology, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the Academy of Sciences of the USSR, Moscow, USSR

PRINCIPAL TENDENCY OF INVESTIGATION ON TYPOMORPHISM OF MINERALS

One of achievements in mineralogy of XX century is fixing dependences of peculiarities of minerals on conditions of its crystalli-

sation and making apparent mineralogical indicators of genesis of rocks and ores. Conception of typomorphism of minerals had narrow boundaries at early years but then it is of importance as soviet scientist A.E. Fersman indicated for the first time. In USSR typomorphism of minerals of classes of native elements, oxides, sulfides, silicates was investigated in detail. Analyses of data show that new field of genetic mineralogy is forming; it connects with problems of petrology, metallogeny, ore processes.Authors raise question on working out of system of interacting typomorphic signs to have an effect on difference between members of various geological formation, f.e. formations of rocks and ores forming on different conditions. The mineralogenesis is to fixe in trends of quantitative changes of typomorphic signs of minerals of various associations - its composition, characteristic physical properties a.o. In paper some examples will be considered. Up to day stage of investigations is characterized by increase of complex methods and experiments, varieties of objects of investigations (from formation of rocks and ores to details of structure of mineral individes), connection with problems of petrology and ore genesis, progress in applied mineralogy.

ПЕТРОВСКАЯ Н.В., ЧУХРОВ Ф.В., Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР, г.Москва, СССР

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ТИПОМОРФИЗМА МИНЕРАЛОВ

Одним из крупнейших достижений минералогии XX века явилось установление зависимости особенностей минералов от условий их образования и определение на этой основе минералогических индикаторов генезиса пород и руд. Возникшее при этом понятие о типоморфизме минералов, в начале узкое (работы Ф.Бекке, П.Ниггли, У.Грубенмана и др.), приобрело затем широкое значение, впервые указанное советским ученым А.Е.Ферсманом.

В СССР детально исследовался типоморфизм многих минералов из классов самородных элементов,окислов, сульфидов, силикатов; анализ накопленных данных показывает, что формируется новая область генетической минералогии (Чухров,1969; Петровская, Чухров,1982;и др.). Выделяются ее разделы, связанные с проблемами петрологии, металлогении, рудогенеза.

Авторы доклада ставят вопрос о разработке систем взаимосвязанных типоморфных признаков, отражающих различия членов определенных систем

геологических образований, например формаций пород и руд, возникших при разных физико-химических условиях. Количественные изменения условий минералогенеза (P,T, глубинность и т.п.) должны фиксироваться в направленных изменениях количественно оцениваемых типоморфных признаков минералов различных ассоциаций - состава, свойств, количественных соотношений примесей. В докладе рассмотрены конкретные примеры.

Современный этап исследований по типоморфизму минералов характеризуется резким расширением комплексов применяемых методик и экспериментов, позволяющих уточнять зависимости изучаемых особенностей минералов от факторов минералообразования; увеличением диапазона объектов (от формаций пород и руд до тончайших деталей строения минеральных индивидов); тесной связью с проблемами породо- и рудогенеза; возрастающим интересом к использованию получаемых данных в прикладной минералогии.

PERRUCHOT ALAIN, DELBOVE FRANCOIS, Centre de Recherches sur la Synthèse et la Chimie des minéraux, G.I.S. CNRS-BRGM, Orléans, France

CONCENTRATION DES ELEMENTS DE TRANSITION DIVALENTS PAR LES GELS SILICATES. INTERPRETATION THERMODYNAMIQUE DE DONNEES EXPERIMENTALES

On étudie les équilibres de distribution de deux éléments de transition divalents A, B entre gels silicatés de composition $pSiO_2$-(A,B)O $-nH_2O$ et solution aqueuse A^{2+}, B^{2+}(A,B = Ag, Mn, Ni, Co, Cu, Zn). On montre que l'enthalpie libre molaire standard des réactions d'échange est donnée par la relation simple:
$G^o_{(experimental)} = K(p)\ G^o_{(calcule)}$, où k (p) est un coefficient qui ne dépend que de la teneur en silice du gel et $G^o_{(calcule)} = (G^o_{A(OH)_2} - G^o_{B(OH)_2})^{hydroxide} - (G^o_{A^{2+}} - G^o_{B^{2+}})^{solution}$.

Cette loi montre que la sélectivité des réactions d'échange diminue lorsique la teneur en silice des gels (définie par p) augmente. Elle permet de prévoir le comportement d'un quelconque élément divalent quel que soit p.

Les mécanismes d'échange d'ions éstudiés doivent jouer un rôle important dans la genèse des gîtes silicatés résiduels, en particulier de cuivre (gîtes à chrysocolle) et de nickel (gîtes de type Nouvelle-Calédonie).

ПИПЕРОВ Н.Б., Ин-т общей и неорганической химии Болгарской академии наук, г.София, НРБ

КРАТКИЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ГАЗОВО-ЖИДКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ В МИНЕРАЛАХ

Дана краткая характеристика современных методов химико-аналитических исследований флюидных включений. Методы разделены на две большие группы: недеструктивные (без разрушения включений) и деструктивные. К первой группе относятся: криометрия, позволяющая оценивать концентрацию раствора, и спектроскопия, в том числе Рамановская спектроскопия с лазерным возбуждением. Последний метод, впервые примененный к микровключениям в 1975 г., все более успешно используется для анализа газовой, жидкой и твердой фаз флюидных включений. Появились первые данные о применении ядерной техники - бомбардировки протонами - с целью недеструктивного определения тяжелых элементов во включениях. Ко второй группе относятся: а) в анализе газовой фазы - волюмометрический метод индивидуальных включений, газовая хроматография и масс-спектрометрия; б) в анализе водной фазы - анализ сухих остатков, лазерный микрозонд, эмиссионная спектроскопия, рентгено-флюоресцентный анализ, метод водных вытяжек; в) в анализе твердой фазы - электронный микрозонд, рентгено-структурный анализ.
Основные выводы: 1) флюидные включения являются сложными и трудными объектами с аналитической точки зрения, поэтому нет единой схемы анализа, а используются различные методы и их комбинации в зависимости от особенностей включений и целей исследования; 2) в случаях деструктивного анализа включений особенное внимание нужно обратить на методы извлечения, так как неправильный подход на этой начальной стадии анализа приводит к грубым ошибкам при получении конечных результатов; 3) налицо явная тенденция к введению мощных аналитических методов, направленных главным образом к анализу индивидуальных включений.

PLATONOV A.N., Institute of Geochemistry and Physics of Minerals of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kiev, USSR

OPTICAL SPECTROSCOPY IN GENETICAL AND APPLIED MINERALOGY

The role and possibility of the optical spectroscopy method (OS) in the decision of genetical and applied mineralogy problems are determined by high informative rate of spectroscopic parameters of optically active centres (OAC) in minerals, and first of all, in magnesianferruginous rock-forming dark-coloured ones, i.e. olivines, garnets, pyroxenes, amphiboles, micas, etc. Spectroscopic parameters of transitional metals' ions (Fe^{2+} and Cr^{3+}, especially) reflect concentration of these elements, the character of their distribution

in non-equivalent structural sites (ordering), the composition of the second coordinational sphere. A detailed study of such dependences extends the sphere of OS use, makes it possible to evaluate peculiarities of mineral composition according to their optical spectra parameters. For example, the character of Al_{IV} ions' influence on Fe^{2+} ions' spectra parameters in enstatites is studied, used for evaluation of orthotschermakite minal concentration in enstatites from various mantle parageneses of pyrope-graphite and diamond-pyrope facies of depth. For "polycentred systems", such as garnets and klino-pyroxenes from upper mantle xenolites in kimberlites, colorimetric parameters of minerals are proposed to be used as generalized spectral characteristics of minerals. They are calculated from optical absorption spectra and reflect qualitative set and relative concentration of various OAC, and other species-forming cations as well. In particular, colorimetric parameters λ_k and P_c were used in comparative analysis and recognition of garnets and klino-pyroxenes in upper-mantle mineral associations, different as to their composition. Some theoretical and applied problems have been solved on this methodical basis. Optical spectroscopic information is also widely used in gemmological practice, as it opens essentially new ways in gem diagnostics and inelaboration of effective synthesis technology of their high-quality analogues.

ПЛАТОНОВ А.Н., Институт геохимии и физики минералов Академии наук УССР, г.Киев, СССР

ОПТИЧЕСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ В ГЕНЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ МИНЕРАЛОГИИ

Роль и возможности метода оптической спектроскопии (ОС) в решении проблем генетической и прикладной минералогии определяются высокой степенью информативности спектроскопических параметров оптически активных центров (ОАЦ) в минералах, прежде всего в магнезиально-железистых породообразующих "темноцветах" - оливинах, гранатах, пироксенах, амфиболах, слюдах и др. Спектроскопические параметры ионов переходных металлов, особенно Fe^{2+} и Cr^{3+}, отражают концентрацию этих элементов, характер их распределения по неэквивалентным структурным позициям (упорядочение), состав второй координационной сферы. Детальное исследование таких зависимостей значительно расширяет границы применимости метода ОС, создавая возможность оценки особенностей состава минералов по параметрам оптических спектров. В качестве примера рассматривается характер влияния ионов Al_{IY} на параметры спектра ионов Fe^{2+} в энстатитах, что было использовано для оценки содержания орточермакитового минала в энстатитах из различных мантийных парагенезисов пироп-графитовой и алмаз-пироповой фаций глубинности.

Для "многоцентровых систем", какими являются, например, гранаты и клинопироксены из глубинных ксенолитов в кимберлитах, предлагается использовать в качестве обобщенных спектральных характеристик колориметрические параметры минералов, рассчитываемые из оптических спектров поглощения и отражающие качественный набор и относительную концентрацию различных ОАЦ, а также других видообразующих катионов. В частности, колориметрические параметры X_k и P_c были применены для сравнительного анализа и распознавания гранатов и клинопироксенов из различных по составу глубинных минеральных ассоциаций и решения на этой методической основе ряда теоретических и прикладных задач. Оптикоспектроскопическая информация находит также широкое применение в геммологической практике, открывая принципиально новые возможности в диагностике самоцветов и разработке эффективных технологий синтеза их высококачественных аналогов.

POMÂRLEANU VASILE, Institute of Geology and Geophysics, Bucharest; and POMÂRLEANU-NEAGU ELEONORA, Inst. for Inorganic Industry and Non-Ferrous Metals Research (IAMN), Bucharest, Romania

FLUID INCLUSIONS IN HYDROTHERMAL CALCITE AND THEIR SIGNIFICANCE IN CRYSTALLOGENESIS

The paper is based on a diagram that points out a correlation between the homogenizing temperature of fluid inclusions in hydrothermal calcite and its crystallographic habitus. The homogenizing temperature ranges between 60-80°C for the $(02\bar{2}1)$ habitus and raises up to 376°C for the $(10\bar{1}1)$ habitus, the latter being associated with pyrite. The diagram can be used for clearing up the crystallogenetic conditions of calcite and its associated hydrothermal minerals.

POTY BERNARD, CUNEY MICHEL, LEROY JACQUES , TRUNG NGUEN C., and MAURICE PAGEL, Centre de Recherches sur la Géologie de l'Uranium, Vandoevre lès Nancy cedex, France.

ORE FORMING SOLUTIONS IN URANIUM DEPOSITS

As a result of several studies (Naumov and Tugarinov, 1969, Leroy and Poty, 1969, Tugarinov, 1972, Poty et al., 1974, Cuney, 1978, Leroy, 1978, etc...) the role of CO_2 rich fluids is considered very important in the transportation and deposition of uranium in U deposits, particularly in hercynian province of Europe.

More recent studies in hercynian deposits of Western Europe, as well as in other types of deposits in the world, have shown that U bearing fluids may have other characters which seem to be more important :

1. Some deposits located in hercynian granites or in their surrounding rocks : France (Cathelineau, 1981), Portugal (Pagel, 1982), show fluids which are devoid of CO_2 and which have gone to high temperature (up to 400°C in Vendée).

Hydrothermal U deposits in volcanites such as the Pena Blanca ones, Chihuahua, Mexico (Aniel, 1982) contain fluid inclusions associated with U mineralization which do not contain free CO_2.

2. Unconformity related deposits : Athabasca (Pagel and Jaffrezic, 1977, Pagel et al., 1980), Pine Creek (Ypma and Fuzikawa, 1980, Durak et al., 1983), Rouergue, Massif Central, France (George et al., 1983) show very typical fluids : concentrated brines (up to 35 % equivalent NaCl salt content) which may contain CO_2. Solutions associated with U mineralizations in Shaba are also very concentrated brines (Audeoud, 1982).

3. Metamorphic albite uraninite veins such as in Mistamisk - Labrador (Kish and Cuney, 1982) show also fluid inclusions containing brines with CO_2 and reduced gas species.

4. Even sandstone U deposits may contain warm ore forming fluids: at Oklo (Openshaw et al., 1978) and in Utah (Meunier, 1983), they are dilute aqueous solutions (without CO_2) at a moderate temperature (100 to more than 200°C).

These data suggest that U can be dissolved and deposited in a variety of environments and that the CO_2 regime in the ore forming fluid cannot be the only cause of U deposition.

More sensitive analytical methods are thus needed for characterizing ore forming fluids from fluid inclusions, and new experimental geochemical studies are needed as well, to understand U transportation and deposition.

PRICE Geoffrey David, Department of Geology, University College London, Great Britain; and PARKER Stephen C., Department of Chemistry, University of Cambridge, Great Britain

COMPUTER SIMULATIONS OF SILICATE STRUCTURES AND PROPERTIES

A computer simulation technique has been developed which can predict or reproduce the structural and physical properties of silicate minerals. The basis of the technique is energy minimization, achieved by the variation of all structural parameters until the configuration with the lowest energy is obtained. The lattice energy is calculated using a potential model which includes electrostatic, short-range and covalent bonding terms. This technique has been applied to study the structures of a range of magnesium silicates, and to predict their elastic and dielectric properties. In addition, the relative energetics of the Mg_2SiO_4 polymorphs have been studied, and considerable progress has been made towards reproducing the pressure-dependent phase relations in this system. The relative stabilities of $MgSiO_3$ pyroxenes have also been modelled, as have the energetics of Mg_2SiO_4 spinelloids. The technique has also allowed the energetics of lattice defects to be investigated, and has enabled the diffusional properties and electrical conductivity of silicates to simulated. Of particular importance in this context are the molecular dynamic simulations performed upon $MgSiO_3$ perovskite, in an attempt to induce sublattice melting in this phase, and hence predict whether mantle-forming $MgSiO_3$ perovskite will exhibit superio-

nic conduction and the associated rheological weakening. It is hoped that by using these computer simulations it will be possible to predict the phisical behaviour of geologically important materials which cannot currently be studied by experiment.

RAFAL'SKY R.P.,V.I. Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

SOLUBILITY OF SULPHIDES AND THEIR PRECIPITATION IN HYDROTHERMAL SOLUTIONS ACCORDING TO THE DATA OF THERMODYNAMIC ANALYSIS

The solubility of ore minerals determines the possibilities of metal transportation and precipitation by hydrothermal solutions. According to the results of calculations carried out on BESM-6 (program "Selector") of solubilities in chloride solutions of FeS_2 (100-350°C), ZnS, PbS and Ag_2S(100-300°C), ZnS solubility is considerably higher than those of other sulphides which is decreasing more in the presence of sphalerite. "Stochiometric" solubility of sulphides is conditioned mainly by the formation of chloride complexes. With increase and pH decrease the solubility is increasing. The total Zn and Pb concentration is up to 10 mg/kg H_2O between 150 and 200°C with pH 4 and between 200 and 250°C with pH 5. At 300°C the ratio of individual ZnS and PbS solubilities is 15:1 (mg/kg H_2O). The calculated values of FeS_2 solubility are in good agreement with experimental ones, if the calculation is based on the modely of pyrite dissolution, accompanied by the formation of sulphide and sulphate sulphur. At pH 4-5 FeS_2 solubility is lower than those of ZnS and PbS up to 300°C; it is sharply increasing (pH=const) at 300-350°C. The low FeS_2 solubility at temperatures lower than 300° - is one of the possible reasons of a wide spreadth of pyrite in rocks. The values of the "solubility indicator" of sulphides (product of the total concentrations of metal and sulphur, raised to the powers corresponding to the stochiometry of reactions accompanied by the formation of chloride complexes or simple ions of metal) were determined. The use of the solubility indicator, depending on temperature, pH and m_{ce-}, allows to solve the concrete tasks, related to sulphide precipitation: to determine pH of the beginning of precipitation with the given $m_{\Sigma me}$ and $m_{\Sigma s}$, to investigate the conditions of the replacement of one sulphide with another etc. It was established with the help of the solubility indicator that if there are two doublevalent metals in the sulphur-poor solutions and with pH increase (t=const) the precipitation of one of them begins, the other sulphide will not precipitate at least until the precipitation of the first is over.

РАФАЛЬСКИЙ Р.П., Институт геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского АН СССР, г.Москва, СССР

РАСТВОРИМОСТЬ СУЛЬФИДОВ И ИХ ОСАЖДЕНИЕ ИЗ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ РАСТВОРОВ ПО ДАННЫМ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Растворимость рудных минералов, отражающая совокупность термодинамических свойств растворенных компонентов и твердых фаз, определяла возможности переноса и отложения металлов гидротермальными растворами. По результатам расчетов на БЭСМ-6 (программа "Селектор") растворимости в хлоридных растворах FeS_2 (100–350°С), ZnS, PbS и Ag_2S (100–300°С), растворимость ZnS значительно выше растворимости остальных сульфидов, которая еще более понижается в присутствии сфалерита. "Стехиометрическая" растворимость сульфидов обусловлена преимущественно образованием хлоридных комплексов. С повышением температуры и понижением pH растворимость возрастает. Общая концентрация Zn и Pb в растворах $NaCl$ (Im), равновесных с соответствующими сульфидами, достигает 10 мг/кг H_2O в интервале 150–200°С при pH 4 и в интервале 200–250° при pH 5. При 300°С отношение индивидуальных растворимостей ZnS и PbS, выраженных в мг/кг H_2O, равно 15:1. Расчетные определения растворимости FeS_2 хорошо согласуются с экспериментальными, если в основу расчета положена модель растворения пирита с образованием сульфидной и сульфатной серы. При pH 4–5 растворимость FeS_2 ниже растворимости ZnS и PbS вплоть до 300°С; она резко увеличивается (при pH=const) при 300–350°С. Низкая растворимость FeS_2 при температурах менее 300° – одна из вероятных причин широкого распространения пирита в горных породах.

На основании расчетных данных определены значения "показателя растворимости" сульфидов (произведение общих концентраций металла и серы, которые возведены в степени, соответствующие стехиометрии реакций растворения, протекающих с образованием хлоридных комплексов или простых ионов металла). Использование показателя растворимости, зависящего от температуры, pH и m_{Cl^-}, позволяет решать конкретные задачи, связанные с осаждением сульфидов: определять pH начала осаждения при заданных $m_{\Sigma Me}$ и $m_{\Sigma S}$, исследовать условия замещения одного сульфида другим и т.д. С помощью показателя растворимости установлено, в частности, что если в растворах с дефицитом серы присутствуют два двухвалентных металла и с увеличением pH (t=const) начинается осаждение одного из них, второй сульфид не будет выпадать в осадок, по крайней мере, до тех пор, пока не завершится осаждение первого.

РАХМАНОВ А.М.,Таджикский государственный университет,геолфак,
г. Душанбе, СССР

ЭВОЛЮЦИЯ СОСТАВА ЛЕТУЧИХ КОМПОНЕНТОВ МИНЕРАЛООБРАЗУЮЩИХ РАСТВОРОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СКАРНОВО-РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТАДЖИКИСТАНА (ПО ВКЛЮЧЕНИЯМ МИНЕРАЛООБРАЗУЮЩИХ РАСТВОРОВ)

Состав летучих компонентов в минералообразующих флюидах испытывает существенные изменения в процессе формирования скарново-рудных месторождений Зеравшанского и Гиссарского хребтов. Исследование газово-жидких включений в разновозрастных минеральных парагенезисах вышеуказанных месторождений позволило выявить некоторые общие пространственно-временные закономерности в эволюции состава летучих компонентов рудообразующих флюидов и их металлогеническую специализацию. Состав газовой фазы флюидных растворов скарновой стадии рудообразования определялся по включениям из пироксена и граната из скарновых парагенезисов всех исследованных месторождений. В составе летучих компонентов здесь значительную роль (85-92%) играет углекислота при переменном значении азота, метана, водорода.

Некоторое отклонение в составе газов флюидных включений наблюдается для скарновых ассоциаций сульфидно-серебряных месторождений. Содержание углекислоты здесь аномально низкое (67-78%) при заметно повышенных концентрациях метана, кислорода, водорода и азота. Это обстоятельство, возможно, объясняется особенностью их геологического строения и условий образования.

В составе газовой фазы флюидов кварц-редкометальных и золоторудных стадий рудообразования роль углекислоты заметно возрастает, достигая 95-99%, а содержание азота, метана и водорода заметно снижается. В газовой фазе включений из кварцево-сульфидных парагенезисов содержание углекислоты существенно снижается в среднем до 72% и на этом фоне наблюдается заметное повышение концентрации метана, азота и водорода. Установлена прямая зависимость между концентрацией углекислоты в рудообразующих растворах и масштабом редкометального и золоторудного оруденения.

Для минералов наиболее поздних кварц-карбонатных и кварц-кальцит-флюоритовых парагенетических ассоциаций исследованных месторождений состав газовой фазы флюидных включений характеризуется содержанием углекислоты до 84% и заметным повышением роли азота, метана, водорода.

Таким образом, летучие компоненты, в разной степени насыщая минералообразующие флюиды, в определенных геолого-структурных и физико-химических условиях изменчивости РТХ параметров среды рудообразования могут влиять на геологическую активность растворов и способствовать их металлогенической специализации.

RAZIN L.V., Yakutsk State University, Yakutsk, USSR

TYPOMORPHISM OF PLATINUM MINERALS ASSOCIATIONS RELATED TO ULTRABASITES OF THE TRANSITION ZONE FROM OCEAN TO CONTINENT

As a model of eugeosyncline platinum metallogeny platiniferousness of the transition zone from ocean to continent in the north-west of Pacific mobile belt was investigated. Platinum elements mineralization are associated here with various eugeosyncline ultrabasites of a wide age range (from Riphean to Late Cretaceous). For platiniferous massifs, in which restite associations - harzburgites and dunites (with serpentinites) - prevail, the most high-melting essentially osmium and ruthenium-osmium natural alloys with iridium (iridosmine, ruthenirídosmine, iridoruthenosmine, iridosmoruthene) are typomorphic. Whereas the volcanic ultrabasites (picrites, meimechites and others) are syngenetic and spatially combined with plutonic platiniferous massifs of dunite-harzburgite formation, the essentially iridium alloys with osmium (osmirides) and essentially platinum and iridium solid solutions Pt, Ir, Os, Ru are common for concomitant platinum minerals associations. Platiniferousness of massifs, included restite ultrabasites as well as products of subcrust partial melting of upper mantle substance - eclogites, is characterized along with mentioned Ru-Os-Ir-Pt system also by Pt-Fe alloys (native platinum, ferriferous platinum) and by Pt_2FeNi solid solution. The effect of subcrust gas-hydrogen fluids on parent platiniferous ultrabasites leads not only to the transformation of the latter into wehrlites, clinopyroxenites (and oortlandites?) but also to alteration of the original platinum mineral associations. Pt-Fe alloys (isoferroplatinum, ferriferous platinum, native platinum) together with Ir-Os alloys (iridosmine, osmiride) and sometimes with Ir, Pt, Os(Ru), Fe solid solutions become dominant. The results of our investigations allow to isolate platinum minerals typomorphic associations, that are inherent to the particular types of placer-forming platiniferous massifs of eugeosynclines and adjacent stable regions. By these indicator associations there can be identified primary sources of platimun placers.

РАЗИН Л.В., Якутский государственный университет, г.Якутск, СССР

ТИПОМОРФИЗМ АССОЦИАЦИЙ ПЛАТИНОВЫХ МИНЕРАЛОВ, СВЯЗАННЫХ С УЛЬТРАБАЗИТАМИ ЗОНЫ ПЕРЕХОДА ОТ ОКЕАНА К КОНТИНЕНТУ

В качестве модели платиновой металлогении эвгеосинклиналей изучены проявления платиноносности в зоне перехода от океана к континенту на северо-западе Тихоокеанского мобильного пояса. Здесь они связаны с разнообразными эвгеосинклинальными ультрабазитами широкого возрастного диапазона (от рифея до позднего мела). Для платиноносных массивов, в которых превалируют реститовые образования - гарцбургиты и дуниты (с серпентинитами по этим породам) - типоморфны наиболее тугоплавкие существенно осмиевые и рутениево-осмиевые природные твердые растворы с иридием (иридосмин, рутениридосмин, иридорутеносмин, иридосморутен). Если с плутоническими платиноносными массивами дунит-гарцбургитовой формации сингенетичны и пространственно совмещены вулканические ультрабазиты (пикриты, меймечиты и др.), то для сопутствующих им платиноносных минеральных ассоциаций характерны существенно иридиевые твердые растворы с осмием (осмириды) и существенно платиновые и иридиевые (Pt, Ir, Os, Ru). Платиноносность массивов, включающих как реститовые ультрабазиты, так и продукты частичного плавления вещества верхней мантии - эклогиты, характеризуется наряду с отмеченными твердыми растворами системы Ru - Os - Ir - Pt также и растворами системы Pt - Fe (самородной платиной, железистой платиной) и Pt_2FeNi. Воздействие подкоровых газоводородных флюидов на материнские платиноносные ультрабазиты приводит не только к преобразованию последних в верлиты, клинопироксениты (и кортландиты (?)), но и к изменению первичных платиноносных минеральных ассоциаций. Главенствующими в них становятся минералы Pt - Fe (изоферроплатина, железистая платина, самородная платина) вместе с Ir - Os (иридосмином, осмиридом) и иногда с твердыми растворами Ir, Pt, Os (Ru), Fe. Эти минералы тесно срастаются с многочисленными редкими сульфидами и сульфоарсенидами Ir, Ph, Pt, Ru, Os, Cu, Ni. Результаты наших исследований позволяют выделить типоморфные ассоциации платиновых минералов, свойственные конкретным типам россыпеобразующих платиноносных массивов эвгеосинклиналей и примыкающих стабильных областей. По этим индикаторным ассоциациям могут быть определены первичные коренные источники платиновых россыпей.

RASUMNY JANINE, Labo. Géol. Structurale et Appliqué (Bât. 504) Univers. Paris XI, France

QUELQUES ASPECTS DE L'EVOLUTION DES RECHERCHES SUR LES INCLUSIONS FLUIDES DES MINERAUX DES ALPES FRANCAISES: L'EXEMPLE DU ROC TOURNE (SAVOIE)

La chaîne alpine aura été l'un des berceaux des recherches sur les inclusions fluides des minéraux. La dispersion mondiale des cristaux de roche qui en proviennent dans les collections universitaires a beaucoup contribué aux progrès de la "thermobarogéochimie". Le meilleur exemple en est l'étude exhaustive que N.P. ERMAKOV a donné dans sa thèse fondamentale des inclusions d'un quartz Bristenstock (canton d'Uri, Suisse). Vingt ans plus tard, le premier Colloque ouest - européen des inclusions (Berne, 1969, Bulletin Suisse de Minéralogie et de Pétrographie, vol. 50, fasc. 1) a permis d'établir un bilan collectif de l'expansion de ces recherches alpines, en particulier au cours d'une excursion spécialisée conduite par H.A. STALDER dans la région de la Grimsel. A cette occasion, la fractographie électronique (M.E.B.) avait fait son entrée dans l'investigation des cavités intra cristallines des minéraux alpins, elle n'a cessé d'étendre ses applications dans d'autres secteurs (IX° I.M.A., Berlin, Fortschr. Miner., 1975, p. 427). Plus récemment, nous avons appliqué cette méthode à l'étude d'albites alpines du Roc Tourné. Ces cristaux furent étudiés naguère par A. LACROIX (1911, Minéralogie de la France, T 2, pp. 163 - 168). Poursuivies jusqu'à des grossissements de 60.000 fois, ces études permettent de constater: 1°) l'extrême complexité de la morphologie des lacunes croissance de l'albite et leurs rapports avec la présence de macles. 2°) les relations de l'albite avec la roche encaissante où l'on constate que la recristallisation du carbonate a moulé le feldspath et que, d'autre part, les inclusions solides de carbonate ont subi une recristallisation postérieurement à leur emprisonnement dans l'albite. Notre communication est illustrée par une série de fractographie montrant ces deux aspects et permettant d'entrevoir la complexité des phénomènes qui lient l'intervention des déséquilibres cristallogénétiques dans l'édification des architectures polycristallines (BASSETT, A., DEICHA, F., PROUVOST, J., 1982. Ore genesis. The state of Art, 731-741, Springer Verlag). Notre travail s'inscrit dans le contexte plus général de l'investigation actuelle des relations entre lacunes de croissance des individus cristallins et pores intergranulaires dans les agrégats minéraux.

REYF F.G., ISHKOV Yu.M., BAZHEEV E.D., Geological Institute of the Buriat Department of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Ulan-Ude, USSR

LASER-MICROPROBE ANALYSIS OF INDIVIDUAL FLUID INCLUSIONS: TECHNIQUE AND RESULTS

The contents of ore-forming elements in a liquid phase of the individual fluid inclusions about 0,02 mm in diameter is determined by the laser-spectral method. The standard inclusions are prepared by sealing up of the certain solutions in the polymeric epoxid composition, and then a safety of initial concentration was controlled by freezing and autoradiographic methods. The detected limits of some elements are ($n \cdot 10^{-12}$ g): W-500; Mo-50; Fe-10; Mn-0,8. The uncertainity of analytical data is estimated by the factor f=1,3...3,5. With a view to calculate the concentration of metals in the natural fluid inclusions under PT-parameters of their trapping the vacuole volume was preliminarily measured, and then the inclusion was heated till filling temperature just before opening by laser beam. The metal concentration in the magmatic distillate of two W-bearing granite intrusions and in the hydrothermal solutions of Dzhida Mo-W deposit is determined. The significance of obtained results is discussed.

Intrusion, stage	Concentration, grammes per litre			
	Mo	W	Fe	Mn
Magmatic distillate				
Socktuy	n/d (0,9)	45	75	0,3
Mariktican	n/d (0,7)	21	98	144
Hydrothermal solutions of ore deposition stage				
Molybdenum	87	n/d (333)	87	38
Tungsten	n/d (4)	53	n/d (0,2)	76
	n/d (1)	22	250	98
Hydrothermal solutions of after ore deposition stage				
Tungsten	n/d (1,7)	n/d (17)	267	4,0
	n/d (1,4)	n/d (8)	123	1,3
	n/d (2,8)	n/d (25)	39	0,02
	n/d (0,3)	n/d (3,3)	n/d (0,07)	n/d (0,006)

Comment. n/d - the element is not detected; in brackets - calculated concentration value, which guarantees a detection of this element into analysed volume fluid, with regard for indicated detection limits.

РЕЙФ Ф.Г., ИШКОВ Ю.М., БАЖЕЕВ Е.Д., Геологический институт Бурятского филиала СО АН СССР, г.Улан-Удэ, СССР

МЕТОДИКА ЛАЗЕРНО-СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ФЛЮИДНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ И РЕЗУЛЬТАТЫ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ

Задача оценки содержания рудообразующих элементов в жидкой фазе включений размером около 20 мкм решается с помощью лазерно-спектрального метода. Эталонные включения изготовлены путем консервации стандартных растворов в эпоксидной композиции с последующей проверкой сохранности состава и концентрации растворов методами авторадиографии и криометрии. Пределы обнаружения рудообразующих элементов составили ($n \cdot 10^{-12}$ г): W – 500, Mo – 50, Fe – 10, Mn – 0,8. Воспроизводимость оценивается фактором неопределенности f = 1,3...3,5. Для расчета концентрации металлов в природных включениях при параметрах их образования предварительно вычисляется объем вакуолей, а непосредственно перед анализом включения гомогенизируются. Определены содержания металлов в магматическом дистилляте двух вольфрамоносных интрузий и в палеогидротермах Джидинского месторождения.

Интрузия, этап	Концентрация, г/л			
	Mo	W	Fe	Mn
Магматический дистиллят				
Соктуйская	н/о (0,9)	45	75	0,3
Мариктиканская	н/о (0,7)	21	98	144
Гидротермы стадии рудоотложения				
Молибденовый	87	н/о (333)	87	38
Вольфрамовый	н/о (4)	53	н/о (0,2)	76
	н/о (1)	22	250	98
Гидротермы пострудной стадии				
Вольфрамовый	н/о (1,7)	н/о (17)	267	4,0
	н/о (1,4)	н/о (8)	123	1,3
	н/о (2,8)	н/о (25)	39	0,02
	н/о (0,3)	н/о (3,3)	н/о (0,07)	н/о (0,006)

Примечание. н/о – элемент не обнаружен; в скобках – расчетная концентрация, при которой он был бы зафиксирован в проанализированном объеме флюида при указанном пределе обнаружения.

Обсуждается значение полученных результатов для решения вопросов геохимии и рудообразования.

RUDASHEVSKY N.S., ALL-Union Geological Institute of the USSR Ministry of Geology, Leningrad, USSR;
MOCHALOV A.G., Northeastern Science Research Institute of the Far East Scientific Centre of the USSR Academy of Sciences, Magadan, USSR

THE TYPOMORPHISM OF THE OLIVINE AND CHROMIUM SPINELIDES OF PLATINUM-BEARING MASSIFS OF ULTRAMAFITE FORMATIONS

The chemical composition (by microprobe) of olivine (200 complete analysis) and chromium spinelides (900 complete analysis) inclusions into grains of platinum minerals as well as dunites with platinum metal mineralization was determined. The minerals from the massifs of three ultramafic formations: dunite-peridotite (ofiolite belts within Far East of the USSR), dunite-pyroxenite-gabbro (Nyzshny Tagil massif, Ural) and alkali-ultrabasic (Aldan shield massif) have been studied. It is shown that composition of the minerals is typomorphic for the rocks of different composition ultramafite formations. It is related with the peculiarities of platinoid mineralizarion compositions and depends on conditions of ultrabasite formation in the mantle and the earth crust. Platinum element minerals sometimes "conserve" the composition of early rockforming mineral generations, which make it possible to recognize the evolution of mineral matter. The revealed peculiarities of olivine and chromium spinelide compositions help to define the formation belonging of the ultramafites as well as to make the metallogenic specialization of platinum mineralization.

РУДАШЕВСКИЙ Н.С., Всесоюзный геологический институт Минго СССР, г.Ленинград; МОЧАЛОВ А.Г., Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВНЦ Академии наук СССР, г.Магадан, СССР

ТИПОМОРФИЗМ ОЛИВИНА И ХРОМШПИНЕЛИДОВ ПЛАТИНОНОСНЫХ МАССИВОВ УЛЬТРАМАФИТОВЫХ ФОРМАЦИЙ

Изучен химический состав включений оливина (200 полных рентгеноспектральных анализов) и хромшпинелидов (900 полных анализов) в зернах минералов платиновых элементов, а также породообразующих из дунитов, вмещающих платиновую минерализацию. Объектами исследований являлись минералы массивов трех ультрамафитовых формаций: дунит-перидотитовой (офиолитовые пояса Дальнего Востока СССР), дунит-пироксенит-габбровой (Нижне-Тагильский массив, Урал) и щелочно-ультраосновной (массивы Алданского щита). Показано, что состав минералов типоморфен для пород различных ультрамафитовых формаций, сопоставляется с особенностями

состава платиноидной минерализации и определяется условиями образования ультрабазитов в мантии и земной коре. Минералы платиновых элементов в некоторых случаях "консервируют" составы ранних генераций породообразующих минералов, что позволяет выявить эволюцию минерального вещества. По установленным особенностям химического состава оливина и хромшпинелидов может быть определена формационная принадлежность ультрамафитов и прогнозирован характер развитой в них платиновой минерализации.

SABELLI C., TROSTI-FERRONI R., CNR-Instituto di Mineralogia dell'Università, Firenze, Italia

A CRYSTAL-CHEMICAL CLASSIFICATION OF SULFATE MINERALS

The SO_4 anion in sulfate minerals is a typical insular radical and a classification like those of silicates or borates is therefore impossible. Nevertheless, from the crystal-chemical point of view, the sulfates can be characterized by insular, cluster, chain, layer and framework structures. These structural features depend chiefly by the mode of linking of polyhedra of the metals present in the minerals, the SO_4 groups plaiyng a secondary rôle in their structures.

The present classification, based on such a criterion, assigns sulfate minerals (about 300) to the following five structural types: insular (I), group (G), chain (C), sheet (S), framework (T). Inside each structural type a subdivision is proposed on the basis of the kind of cation polyhedra (octahedra or not) and of the increasing complexity of linkage of the SO_4 radicals to the polyhedra themselves (0 if no tetrahedral corner is directly linked, 1 if one corner is linked, 2 if two corners are linked, and so 3 and 4). Considering this rule, a total of 17 sub-types or divisions are obtained.

According to this classification, each species can be labelled with an alphanumeric symbol easily understandable: for instance the notation C-2,3 indicates the presence of chains of polyhedra, with tetrahedra linked directly through 2 and 3 corners.

SAKHAROVA M.S., BATRAKOVA Yu.A., Moscow State University, Geological Department, Moscow, USSR

TYPOMORPHISM OF NATIVE GOLD AND SILVER ACCORDING TO EXPERIMENTAL DATA

Typomorphism of composition and structure of native minerals of the Au-Ag row was studied on natural samples and synthetic ones, produced at different physico-chemical conditions. For the native Ag the limited

isomorphic Au intrusion, increasing at 150-250°, has been determined. Limited Au and Ag miscibility was revealed for rich in silver samples that reflected by submicroblock domain growing together of Ag and Au-Ag solid solution phases. The structure peculiarities were studied in collaboration with IGEM of Academy of Sciences. An invariability of a_o parameter and complete dissolution of Ag phase throughout the selective etch was shown for domain structure field. A complicated dependence of the native mineral composition on Au/Ag ratio in solution was shown. The crystallization of high silver phases (auriferous silver, kustelite, gold of low probe) was observed from the solution with Au/Ag ratio less 1:20. Peculiarities of the composition and Au and Ag isomorphism are typomorphous for minerals of this series. A high silver composition and limited miscibility were characterized for small depth low temperature mineralization with very low Au/Ag ratio, that being typical for the deposits of volcanogenic belts. An influence of cationic-anionic solution composition on deposition of metals was studied and the role of variable valency ions was revealed. The deposition of Ag and the decreasing of deposit probe was stimulated by Mn^{2+}, Cl^-, F^- ions and Au deposition was stimulated by Fe^{2+}, CO_3^{2+}, HCO_3^- and S^{2-} ions. A different influence of mineral depositors playing a part of geochemical barriers was shown. Iron sulphides and carbon minerals (graphite, shungite) assisted in gold accumulation. Quarz-sulphide mineralization and deposit accomodation in silicon-carbon stratum promoted the gold accumulation and increasing of its probe.

САХАРОВА М.С., БАТРАКОВА Ю.А., Московский государственный университет, геолфак, г.Москва, СССР

ТИПОМОРФИЗМ САМОРОДНОГО ЗОЛОТА И СЕРЕБРА ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ДАННЫМ

Изучены особенности состава и внутреннего строения индивидов самородных минералов ряда Au - Ag и их синтетических аналогов, полученных при различных физико-химических условиях. Установлена сложная зависимость таких особенностей от температуры и от соотношений Au : Ag в растворе. При 100-250°С кристаллизация высокосеребристых фаз (золотосодержащее серебро, кюстелит, золото низкой пробности) осуществляется при Au : Ag менее 1:20. Высокие содержания серебра в самородном золоте, состав и фазовая неоднородность его выделений, свидетельствующая об ограниченной смесимости Au и Ag, характерны для малоглубинного низкотемпературного оруденения вулканогенных поясов. Исследовано влияние катионно-анионного состава растворов на осаждение металлов. Выявлена роль элементов переменной валентности. Осаждение Ag и снижение пробности осадков золота стимулируется ионами Cl, F^-, Mn^{2+} в растворах, а осадителями Ag служат минералы Mn; этим объясня-

ются связи высокосеребристых минералов с марганцевой минерализацией, типичной для вулканогенных поясов. Отложение более чистого золота связано с содержанием в растворе Fe^{2+}, CO_3^{2-}, HCO_3^- и S^{2-}, а его накоплению способствуют сульфиды Fe и минералы углерода (графит, шунгит). Вследствие этого для оруденения кварц-сульфидного типа средних глубин и рудной минерализации в кремнисто-углеродистых толщах характерно самородное золото, бедное примесями серебра.

SAHU K.C., PANCHAPAKESAN V., and JADHAV G.N., Dept. of Earth Sciences, Indian Institute of Technology, Powai, Bombay, India

MICRO INCLUSIONS IN QUARTZ FROM FAGUNI MICA MINE PEGMATITES OF HAZARIBAGH DISTRICT, BIHAR, INDIA

Fluid inclusions were studied in the milky and smoky quartz of different levels of mica pegmatites of Faguni mines. Three types of fluid inclusions were recognised. I. Scarce, biphase, homogenising in liquid state. II. Abundant, multiphase inclusions having halite with or without sylvite and other crystals. III. Rare, all gas inclusions with very little liquid. Micrometric and microthermometric observations led to the following descriptions: (a) Average size of inclusions is around 10 microns. (b) Almost all inclusions homogenise in liquid state. (c) Sylvite disappears between 70°C and 130°C. (d) Halite dissolves out in the range 175°C to 375°C. (e) Gas bubble disappears between 128°C and 330°C. (f) Halite is the last phase to disappear in multiphase inclusions. (g) Salinity of entrapped fluids varies between less than 28% and over 50%. Melt inclusions are abundant in smoky quartz seen below a depth of 260 metres. Relatively large size and moderate to high population of melt inclusions in smoky quartz indicate the initiation of crystallization of pegmatite in slow uniform rate at levels dominated by smoky quartz. Crystallization of milky quartz having abundant fluid inclusions followed. The pneumatolytic phase of quartz formation was followed by the hydrothermal phase which is also revealed by pseudosecondary aqueous inclusions in milky quartz.

SAHU K.C., PANCHAPAKESAN V., and NAYAK D.R., Dept. of Earth Sciences, Indian Institute of Technology, Powai, Bombay, India

FLUID INCLUSION CHARACTERISTICS OF KHETRI AND MOSABANI COPPER ASSEMBLAGES OF INDIA - A COMPARATIVE STUDY

Khetri and Mosabani are two major copper sulphide deposits in India. They show different localisation patterns and dissimilar

mineral assemblage variations. Fluid inclusions of Khetri assemblage are generally polyphase and invariably homogenise in liquid state. On heating, sylvite dissolves between 80°C and 130°C, halite between 180°C and 360°C and the vapour disappears between 265°C and 400°C. The dissolved potassium chloride was estimated to vary between 18 and 21.5% and the sodium chloride between 21 and 33%. Variation of these parameters correlate well with the principal types of assemblages viz. chalcopyrite rich and pyrrhotite rich. A clear break noted in the inclusion parameters between the two types of assemblages has been assigned to solution mixing. Mosabani inclusions are basically triphase with halite as principal daughter mineral. Sylvite has been noted in minor amoung in deeper samples. Homogenization temperature ranges from 260°C to 340°C, having higher values in deeper levels. Inclusion population decreases with depth. In general, salinity, homogenization temperature and varieties of daughter minerals in Khetri inclusions are more diverse than those of Mosabani. Besides, the filling temperature or temperature of disappearance of bubble is attained before homogenization temperature in Mosabani inclusions but in Khetri inclusions the bubble is the last to disappear.

SCHOCH A.E. and BEUKES G.J., University of the Orange Free State, Bloemfontein, **Republic of South Africa**

THE RELATIONSHIP BETWEEN HYDRATED ALUMINIUM PHOSPHATE-SULPHATES AND SILLIMANITE FROM THE PROTEROZOIC BUSHMANLAND GROUP IN THE NAMAQUA MOBILE BELT, SOUTH AFRICA

Pelitic metasediments of the Proterozoic Bushmanland Group near the town of Pofadder, South Africa, often contain economic and subeconomic concentrations of sillimanite. This sillimanite occurs as large irregular lenses with size ranges of the order of several metres to hundreds of metres. At some localities the sillimanite is extensively altered to cryptocrystalline white material. The white veins and encrustations proves to be mineralogically unusual, consisting of the paragenesis sillimanite-natroalunite-zaherite-hotsonite.

This is the second reported occurrence of zaherite, which is chemically identical to the type material from Pakistan, namely $Al_{12}(SO_4)_5(OH)_{26}.20H_2O$. The X-ray diffraction spectrum is dominated by an intense reflection at 18,12 A, and the mineral is triclinic with values (A) of 5,55, 9,74 and 18,43 for a, b and c respectively and angles of 99° 43', 89°8' and 94° 97' for alpha, beta and gamma. The differential thermal analysis spectrum is characterised by endothermic peaks at 190,470 and 685°C and a duplex at 880 and 910°C. The infrared spectrum has absorption bands centering about 905, 960, 985, 1150, 1700 and 3600 cm^{-1}.

The new mineral hotsonite, named after a farm near Pofadder, and approved by the IMA (July 1983), is chemically $Al_{11}(PO_4)_2(SO_4)_3(OH)_{21}.16H_2O$. It occurs as white cryptocrystalline masses with a dull lustre and earthy fracture, has a Mohs aggregate hardness of 2,5, and specific gravity of 2.06. The refractive indices of alpha and gamma are 1,519 and 1,521 respectively. The dominant lines of the X-ray powder diffraction pattern are (d(A), intensity, hkl): 10,05 (100) 010; 8,45 (40) 100; 5,20 (10) 002; 5,01 (10) 020; 4,63 (20) $2\bar{1}0$; 4,43 (10) 111; and 3,67 (10) $1\bar{3}0$. It is triclinic with values (A) of 9,45 11,00 and 10,76 for a, b and c respectively and angles of 93° 21', 102° 30' and 112° 6' for alpha, beta

and gamma. The differential thermal properties are characterised by endothermic peaks at 110, 520 and 840°C, while the infrared spectrum is characterised by absorption bands centering about 950, 1150, 1700 and 3600 cm^{-1}.

Petrographic investigation shows that the sillimanite is first altered to natroalunite, involving the addition of soda, sulphate and water, then changed to zaherite, requiring the addition of more sulphate and water but the removal of all the soda. In the final stage the zaherite is transformed to hotsonite by the addition of phosphate and more water. The presence of an arid environment is believed to be essential for the formation of this paragenesis.

SCHOCK R.N., DUBA A.G., University of California, Lowrence Livermore National Laboratory, Livermore, USA; SHANKLAND T.J., University of California, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, USA

MECHANISMS OF ELECTRICAL CONDUCTIVITY IN OLIVINE

Data on the electrical conductivity and the thermoelectric effect in single crystals indicate that the charge conduction mechanism in pure magnesium forsterite is electrons. The concentration of electrons can be varied by controlling the number of oxygen vacancies through manipulation of the oxygen pressure. For iron bearing olivine, the conduction mechanism is by electron holes localized on an iron ion. Since iron strongly affects the creep process as well, oxidation of iron is probably accompanied by the production of magnesium vacancies.

SEMENOV E.I., KHOMYAKOV A.P., Institute of Mineralogy, Geochemistry and Crystal Chemistry of Rare Elements of the USSR Ministry of Geology and Academy of Sciences, Moscow, USSR

KHIBINA-LOVOZERO ALKALINE MASSIF AND ITS NEW MINERALS

Monograph "Minerals of Khibina and Lovozero tundra", prepared by academician A.Fersman and his colleagues to the previous 17 International Geological Congress in Moscow, includes 111 minerals in the whole massif. Now the total number increases up to 420 minerals. This is twice as many as in any other massif or deposit in the world (including famous Longban in Sweden, Tsumeb in Namibia, etc.). 140 new minerals were found in Khibina-Lovozero, inluding 90 found by authors. These minerals are mainly water-soluble alkaline salts: carbonates, silicates, phosphates and fluorides of sodium and rare elements, namely cerium, rare earths, strontium, zirconium etc. They were found during last years in deep prospecting hole in the rocks not affected by the weathering process. New minerals (arctite, vitu-

site, nastrophite etc.) accompany rare-metal-phosphate ores, formed from the salt-silicate melt, rich in alkaline and volatile (F, P, C, H) components. Transfer of ore components (phosphorus of apatite, for instance) could be in the form of these salt minerals (phosphates of sodium - olympite, nacaphite), which are good indicators of ore formation. Sodium and ultra-sodium, potassium and ultra-potassium types of mineral associations were distinguished, typomorphism peculiarities of their main minerals were proposed. Some new minerals have good sorption and ion-exchange features and could be used in chemical technology. New waterless mineral natrite occurs in rather significant quantities and promises to give the new type of sodium carbonate deposits.

The obtained results revealed the immense role of the salt components in the formation of ultraalkaline rocks and their unique mineral deposits.

СЕМЕНОВ Е.И., ХОМЯКОВ А.П., Ин-т минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов Министерства геологии СССР и Академии наук СССР, г.Москва, СССР

ХИБИНО-ЛОВОЗЕРСКИЙ ЩЕЛОЧНОЙ МАССИВ И ЕГО НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ

В подготовленной к Семнадцатому Международному геологическому конгрессу в Москве монографии "Минералы Хибинских и Ловозерских тундр" (1937) А.Е. Ферсман и его сотрудники насчитывали в щелочном массиве III минералов. Последующими работами советских минералогов на Кольском полуострове это число доведено до 420. Это вдвое больше, чем в любом другом массиве или месторождении мира (включая знаменитые Лонгбан в Швеции и Цумеб в Намибии). В Хибино-Ловозерском массиве открыто 140 новых минералов и разновидностей, в том числе авторами 90. Значительное количество этих минералов - водорастворимые и щелочные соли: карбонаты, силикаты, фосфаты и фториды натрия и редких элементов (циевых земель, стронция и др.).Эти минералы были открыты в последние годы в глубоких выработках, в породах, не затронутых процессами выветривания. Новые минералы (арктит, витусит, настрофит и др.) сопровождают редкометально-фосфатные руды, образовавшиеся из силикатносолевых расплавов, богатых щелочными и летучими (F, P, C, H) компонентами.В форме солевых соединений мог происходить и перенос рудных компонентов (например, фосфора для апатита в форме фосфатов натрия - олимпита, накафита). Выделены натриевый, калиевый, а также ультранатриевый и ультракалиевый типы щелочных минеральных ассоциаций, установлены типоморфные особенности минералов, слагающих эти ассоциа-

ции.Некоторые минералы являются индикаторами оруденения. Для части минералов установлены необычные сорбционные и ионообменные свойства, которые могут быть использованы в химической технологии.В глубинных частях Хибин и Ловозера обнаружены значительные скопления нового безводного карбоната натрия - натрита. Обоснованы перспективы открытия в ультращелочных массивах содовых месторождений нового генетического типа.Полученные результаты доказывают огромную роль солевых компонентов в образовании ультращелочных пород и их уникальных месторождений.

SENDEROV E.E., BYCHKOV A.M., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

THERMODYNAMICS AND KINETICS OF ALKALY FELDSPAR SOLID SOLUTION ORDERING BEHAVIOUR

Experimental results on ordering behaviour of solid solutions in the albite-orthoclase-water system, their thermodynamic treating and statistical mechanical calculations reveal a complex nature of Al,Si order-disorder transformations in the feldspars. These transformations include the 1st order phase transitions ($680\pm20^{\circ}C$ for Ab_{100} composition, $500\pm50^{\circ}C$ for Or_{100}, 1kbar) and continuous disordering of high-temperature modifications. The stability limits, which were established for microcline and orthoclase, eliminate a possibility of their magmatic genesis. It is found that there is a minimum on isotherms of equilibrium order degree displaced to the potassic end-member. An equation is proposed to relate the equlibrium order with temperature, pressure and the mole fraction of orthoclase component X : $\ln\frac{\xi(1+\xi)}{(2-\xi)(1-\xi)} = (2.18X^3-2.7X^2+0.1X-0.8)+[(1496X^3-2777X^2+1855X+981)-P(0.009X^2-0.002X-0.01)]\frac{1}{T}$. Here ξ is the atom fraction of Al in $2T_1$ positions. The equation is valid on the main part of the solid solution range: $0,2<X\leq1$.

Contribution of the ordering to solid solution mixing properties is estimated to determine the equilibrium strain-free solvus. The thermodynamic properties are calculated for ordering phase of various composition. As a result the T-X albite-orthoclase diagram is refined taking into account the order-disorder relations.

Rates of ordering may be described by a kinetic equation of the 2nd order reaction. By taking into account the influence of temperature, P_{H_2O} and crystal size on the rate constant it is possible to consider conditions at which structural state is quenching and to estimate rate and duration of the cooling process.

The data on thermodynamics and kinetics of the ordering trans-

formations are a base for the feldspar use as geothermometers and geochronometers. Correlations are found between sanidine degree of Al,Si order, starting temperature in subsolidus history, and duration of cooling. These correlations can be used for thermal history reconstructions. Examples of such reconstructions are given for some volcanic and subvolcanic rocks from the Caucasus and Mongolia.

СЕНДЕРОВ Э.Э., БЫЧКОВ А.М., Институт геохимии и аналитической химии им.В.И.Вернадского АН СССР, г.Москва, СССР

ТЕРМОДИНАМИКА И КИНЕТИКА ПРЕВРАЩЕНИЙ УПОРЯДОЧИВАЮЩИХСЯ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ ЩЕЛОЧНЫХ ПОЛЕВЫХ ШПАТОВ

Экспериментальные исследования упорядочивающихся твердых растворов в системе альбит-ортоклаз-вода и теоретические расчеты выявляют сложный характер превращений порядок-беспорядок в распределении Al, Si в структуре полевых шпатов. Эти превращения включают фазовые переходы I-го рода ($680\pm20^{\circ}C$ для состава Ab_{100}, $500\pm50^{\circ}C$ для Or_{100}, I кбар) и непрерывное разупорядочение структуры высокотемпературных модификаций. Обнаружен минимум на изотермах, выражающих связь равновесной степени порядка с составом, смещенный к калиевому миналу. Получено уравнение для зависимости равновесной упорядоченности твердого раствора полевого шпата от температуры, давления и мольной доли ортоклазового компонента X : $\ln \frac{\xi(1+\xi)}{(2-\xi)(1-\xi)} = (2{,}18X^3 - 2{,}7X^2 + 0{,}1X - 0{,}8) + \left[(1996X^3 - 2777X^2 + 1855X + 981) - P(0{,}009X^2 - 0{,}002X - 0{,}01)\right]\frac{1}{T}$.

Здесь ξ -атомная доля Al в позициях $2T_1$. Уравнение применено к большей части области твердых растворов: $0{,}2 < X \leq 1$.

Оценен вклад упорядочения в функции смешения и определена линия истинно равновесного сольвуса. Рассчитаны термодинамические свойства упорядочивающихся фаз. В итоге T - X диаграмма системы альбит-ортоклаз усовершенствована с учетом превращений порядок-беспорядок и проградуирована по степени упорядоченности полевошпатовых фаз.

Скорости упорядочения удовлетворительно описываются кинетическими уравнениями реакций 2-го порядка. Учет влияния температуры, P_{H_2O} и других факторов позволил проанализировать условия закалки структурного состояния в остывающей породе и на основании этого судить о скоростях и временах остывания.

Полученные данные по термодинамике и кинетике упорядочения являются базой для использования полевых шпатов в целях геотермометрии и геохронометрии. Для реконструкции термической истории, проведенной на примере вулканических и субвулканических пород Кавказа и Монголии, получены зависимости, связывающие начальную температуру и продолжительность остывания со степенью упорядоченности санидинов.

SEWARD T.M., Chemistry Division, Dept. Scientific and Industrial Research, Private Bag, Petone, New Zealand

A SPECTROPHOTOMETRIC STUDY OF IRON (11) AND (111) CHLORIDE COMPLEX EQUILIBRIA UP TO 300°C

The absorption spectra of Fe(11) and Fe(111) chloride complexes in HCl solutions (0.001 to 3.0 m) up to 300°C have been measured using a gold-lined titanium spectrophotometer cell. Fe(11) chloro complexes have been studied in the ultraviolet region and were found to increase in stability by more than two orders of magnitude over the temperature range from 25 to 300°C at the saturated vapour pressure of the system. Spectra of Fe(111) chloride complexes have been obtained in both the visible and ultraviolet regions where bands are due to d-d and charge transfer transitions respectively. Equilibrium formation constants for chloridoiron (111) complexes derived from visible and ultraviolet spectra illustrate the changing role of inner sphere and outer sphere complexes with increasing temperature up to 300°C as the solvation properties of water solvent alter. The transport of iron in geothermal and hydrothermal ore-forming fluids will be discussed.

SHMULOVICH K.I., Institute of Experimental Mineralogy of the USSR Academy of Sciences, Chernogolovka , Moscow District, USSR

CARBON DIOXIDE IN HIGH-TEMPERATURE PROCESSES

Experimental thermodynamic studies on the properties of supercritical model solutions have made it possible to detect and quantity three effect the nonideality of fluid systems produces at the temperatures and pressures where the basic H_2O - CO_2 system approaches the ideal solution, i.e. above 500°C. They are

1. Increasing activity of components in equilibrium with the mineral phases, as compared with the pure H_2O - CO_2 system.
2. Supercritical salting - out to increase the CO_2 activity in electrolyte - involving systems at 500° - 700°C.
3. Decreasing H_2O activity in electrolyte - involving systems.

Owing to the nonideality of high-temperature systems, the heterogeneity parameters of the fluid phase vary over a wide range. This process operates during the distillation of hypabissal intrusions. Based on new thermodynamic evidence as applied to natural paragenetic ratios, a metamorphic fluid model has been developed in which

the average concentration ratios of volatiles are the same as in the present - day lithosphere : 5 - 10 mol % CO_2 and 85 - 90 % H_2O. The proposed model allows for all carbonate rock paragenetic assemblages in regional metamorphic facies. With increasing X_{CO_2} local deviations of metamorphic solutions from the average composition may occur either at purely conductive heat transfer or at the early stages of contact metamorphism.

ШМУЛОВИЧ К.И., Ин-т экспериментальной минералогии Академии наук СССР, пос.Черноголовка Московской обл., СССР

ДВУОКИСЬ УГЛЕРОДА В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОЦЕССАХ

Экспериментальными исследованиями термодинамических свойств надкритических модельных растворов установлены и количественно прокалиброваны три эффекта неидеальности флюидных систем при температурах и давлениях, где базовая система H_2O - CO_2 уже близка к идеальному раствору, то есть выше 500°С.

I. Повышение активности компонентов в равновесии с минеральными фазами по сравнению с чистой системой H_2O - CO_2.

2. Надкритическое высаливание, приводящее к повышению активности CO_2 в системах с электролитом при 500°- 700°С.

3. Понижение активности H_2O в системах с электролитом.

Неидеальность высокотемпературных систем приводит к широкому интервалу параметров гетерогенности флюидной фазы. Этот процесс реализуется при дистилляции гипабиссальных интрузий.

Анализ природных парагенетических соотношений на основе новых термодинамических данных приводит к модели метаморфического флюида, соответствующей по составу средним концентрационным соотношениям летучих в современной литосфере: 5-10 мол.% CO_2 и 85-90 мол.% H_2O. В рамках этой модели могут быть получены все парагенетические ассоциации карбонатных пород фаций регионального метаморфизма. Локальные отклонения от среднего состава метаморфических растворов с увеличением X_{CO_2} могут наблюдаться при чисто кондуктивном механизме теплопереноса или на ранних стадиях контактового метаморфизма.

SIMOVA F., Geological Institute of Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria; KURAT G., KRACHER A., Naturhistorisches Museum, Vienna, Austria

COFFINITE FROM THE ŽIROVSKY VRH (YUGOSLAVIA), FORSTAU (AUSTRIA) AND AMBROSIA LAKE (USA) DEPOSITS

Uranium ores of the Žirovsky Vrh (Yugoslavia), Forstau (Austria) and Ambrosia Lake (USA) deposits contain besides other phases appreci-

able amounts of coffinite of varying composition and genesis. Žirkovsky Vrh is dominated by pitchblende (1) but in some portions is rich in coffinite (2). Typically, this coffinite is hydrated and apparently formed during a late event from pitchblende. It is high in CaO (2.20%), low in TiO_2 (0.07%) and Th-free. Our samples were highly dominated by U silicates and no relationships between coffinite and the primary U minerals could be established. Some decomposition of U silicates into uraninite and several other phases has been observed with the electron microscope (3) and document a mild late metamorphic event. The Forstau (Austria) deposit is also dominated by low-Th pitchblende which in places is altered into uraninite and coffinite (2). According to the Pb contents of the different phases the pitchblende is the original (pre-Alpine) phase which, however, recrystallized during the early Alpine event (~130 ma). An (OH)-rich coffinite was formed from pitchblende also at an early stage (95 ma). During the main Alpine event (~40 ma) coffinite poor in H_2O and uraninite formed from pitchblende. Uranium ore from the Dog Mine, Ambrosia Lake, New Mexico, USA a highly bitumnious sediment, contains abundantly U-Ti minerals (Th-free) of highly diverse compositions (oxides and silicates) (2, 4). Associated with these phases is also coffinite with unusually high Ti contents (TiO_2 up to 5%, CaO 1.4%, ThO_2 0.3%). All phases are free of Pb and therefore of recent age. Thorium was preferentially taken up by coffinite. This relationship suggests formation of coffinite cogenetically with the other phases. Summary: Coffinite is an abundant phase in uranium ores from the localities investigated. It can be syngenetic with the main U bearing phases (Ambrosia Lake) or it documents metamorphic events (Žirovsky Vrh and Forstau). In the latter case partial mobilization of Si by H_2O-rich fluids appears to be a prerequisite of coffinite formation. Refs.: (1) Protić et al. (1972), Geologia 15, 77-90. (2) Kurat et al. (1976), Progress Report to IAEA, Vienna, contract no. 1866/RB. (3) Hanzlik (1982), Diss. TU Darmstadt. (4) Kurat et al. (1978) Progress Report to IAEA Vienna, contract no. 1866/RI/RB.

СИМОВА Ф., Геологический институт Болгарской Академии наук, г.София, НРБ; КУРАТ Г., КРАХЕР А., Природонаучный музей, Вена, Австрия

КОФФИНИТ ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЖИРОВСКИ ВРЫХ (ЮГОСЛАВИЯ), ФОРСТАУ (АВСТРИЯ) И АМБРОЗИЯ ЛЕЙК (США)

Урановые месторождения Жировски Врых, Форстау и Амброзия Лейк наряду с другими минеральными фазами содержат коффинит, различный по составу и генезису. В месторождении Жировски Врых доминирует настуран /1/, но некоторые участки обогащены коффинитом /2/. Коффинит гидратирован и, очевидно, образован позже настурана. Он богат CaO (2,20%), содержит

мало TiO_2 0,07% и не содержит тория. В исследованных образцах преобладали U-силикаты и не было установлено никакой связи между коффинитом и первичными U-минерами. Под электронным микроскопом /3/ наблюдались признаки распада U -силикатов на уранинит и некоторые другие фазы, что было объяснено как результат более позднего метаморфизма руд.

В месторождении Форстау также преобладает настуран (содержащий немного тория), местами переходящий в уранинит и коффинит /2/. Содержание свинца в различных минеральных фазах доказывает, что настуран является своеобразным (предальпийским) минералом, который был перекристаллизирован во время раннеальпийских движений (~ 130 млн.лет). Богатый (OH)-коффинит образован по настурану также во время более ранних орогенных фаз (~95 млн.лет). Во время главного альпийского движения (~40 млн.лет) сформировавшийся коффинит беден водой, уранинит же образуется по настурану.

Месторождение Амброзия Лейк, шахта Дог, Нью Мексико, США, в высокобитуминозных осадочных породах в изобилии содержит урано-титановые минералы (бедные Th), различные по составу окиси и силикаты /2/,/4/.В ассоциации с ними присутствует и коффинит с необычайно высоким содержанием титана (TiO_2 до 5%, CaO 1,4%, ThO_2 0,3%). Все отмеченные минералы не содержат Pb, в связи с чем они считаются современными. Торий был "уловлен" преимущественно коффинитом. Эти взаимоотношения допускают образование коффинита одновременно с другими минералами.

Вывод: коффинит – одна из доминирующих фаз в урановых месторождениях исследованных участков. Он или сингенетичен с главными U-минералами (Амброзия Лейк) или связан с метаморфическими процессами (Жировски **Врых**, Форстау). Более поздняя частичная мобилизация кремния из богатых водой флюидов, вероятно, обусловливает образование коффинита.

Литература. 1. Protič et al. - Geologia, 1972,15,77-90. 2. Kurat et al.- Progress Report to IAEA,1976, N1866/RB. 3. Hanzlik-Diss. TU Darmstadt,1981. 4. Kurat et al.- Progress Report to IAEA,1978, N 1866/RI/RB.

SIMPSON P.R., Institute of Geological Sciences, London, England

APPLICATION OF MICRO-COMPUTER CONTROLLED IDENTIFICATION OF ORE MINERALS USING RELECTANCE COLOUR VALUES

Micro-computer controlled identification of ore minerals using reflectance colour values based on the NISOMI System are now routinely used in the Institute of Geological Sciences. Rapid mineral identification is possible with minimal intervention by the operator once the sample is loaded. The various options available are discussed. By these methods it is possible to obtain high quality optical measurements and a search of minerals with comparable optical charac-

teristics in a time scale and at an overall cost which would justify greater use of these methods in industry and research.

SMITH Dorian G.W. and LEIBOVITZ David P., Department of Geology, University of Alberta, EDMONTON, Alberta, CANADA

A COMPUTER-BASED SYSTEM FOR IDENTIFICATION OF MINERALS ON THE BASIS OF COMPOSITION AND OTHER PROPERTIES

Developments in the techniques, theory and practice of microbeam analysis over the last quarter century have resulted in a situation in which reliable compositional data can now be obtained extremely rapidly and conveniently. However, the interpretation of these data is not always so straightforward or rapid, particularly when the microanalyst is not a fully trained mineralogist or when data are obtained from one of the less common minerals or from one of a group of compositionally similar minerals. Furthermore, certain modern procedures for the automated modal analysis of rocks and other mineral aggregates require that a very large number of identifications be performed - preferably without human intervention. The system described in this paper has been developed in response to such situations.

The system uses a purpose-developed FORTRAN IV computer program "MINIDENT" different parts of which permit the creation of analytical data files, the processing of these files to produce an "index", and the searching of the index to find the best matches with an unknown. Although the system is based primarily on compositional data, several other properties, such as reflectance, refractive indices, VHN, density, etc., have been included and can be used with (or without) compositional data to seek a match with an unknown. Each mineral entry is cross referenced to the appropriate JCPDS file number. MINIDENT produces a list of the most likely matches and prints these together with an estimated 'reliability factor' for each match. The program can also be used to produce an alphabetical list of all minerals with certain properties - e.g., those containing a particular element or element combination, those which have refractive indices within a certain range, etc. It can also be used to print a summary of the information included in the data-base for a given mineral. New data can be added by means of MINIDENT and is instantly included in the data base for use in subsequent searches. Considerable emphasis has been placed on making the interactive computer software easily used and understood.

Although MINIDENT is capable of providing an identification and/or list of the most likely possibilities very rapidly and on the basis of minimal input information, it is not intended that it should supercede the JCPDS powder diffraction index. That index will normally provide the more definitive answer, although the time and effort expended in making the identification will usually be much greater. A combination of the two systems also seems possible. The normal input of d-spacings and intensities to a program searching the JCPDS files could be augmented by the output from MINIDENT, thereby greatly reducing the search time involved.

At the time of preparation of this abstract, (September 1983) the basic data for more than 2000 minerals, minerals groups or mineral series are on file and these are being added to as time and funds permit. In future, it may prove possible to add other fields to this data base - not only with a view to making more positive identifications but also to allowing the retrieval of a more complete summary of available information on the mineral once an identification has been made.

SOBOLEV E.V., Institute of Inorganic Chemistry of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Novosibirsk, USSR

DIAMOND TYPES AND THEIR COMBINATIONS IN NATURAL CRYSTALS

The general classification of diamonds into the types I and II based on the content of impurity nitrogen (10^{18} - 6.10^{20} and $<10^{18}$ at.cm^{-3}) must be completed by a series of subtypes according to a domination of one or another form from the five main ones: a) N_2(A), b) N, c) N_S/111/, (B1, N9), d) N_S/100/ B_2, e) N_3 V(N3). Experimental annealing change the N-form to N_2 pairs ($>1600^{\circ}C$) and N_3V complexes and then ($>2500^{\circ}C$) to c and d centers. Natural crystals are very complicated as to the combination of types and subtypes. The cases of combination of the types Ib (inside) and Ia have shown that the widespread opinion on the N_2 pairs formation from the N-centers during long postgrowth annealing in natural conditions is doubtful. We suppose the N_2 pairs to be the initial nitrogen form in natural growth processes, while the larger seggregation can only be nucleated by growth. Their large dimensions can be achieved in the postgrowth conditions by the diffusion of the N_2 pairs stimulated by strong stress fields in the peripheral part of the seggregations. The models of the c and d centers agree well with this hypothesis. There has also been evidence that natural c, d, e centers were formed in a specific way supported by the examples of the break between them over the zones within one crystal, for example, the lack of centers e in the initial or intermediate part of the crystals of I cde subtype,etc. However, subtype I cde is always earlier compared with the subtype Ia, sometimes separated by IIa type. Localization of the type IIa in the crystals of the type I is quite regular, in a majority of cases in the outer part of the crystal, sometimes in intermediate one. One hundred of specially prepared specimens have shown no one initial zones of the IIa type, which fact contradicts the widespread opinion. Quite frequently, the outer zones of IIa type is present in the subtypes Ic, Icde. A strong empoverishment of the c,d,e centers of the final growth zone may be regarded as a general peculiarity of the flatfaced crystals,while in rounded ones this zone may be dissolved. We,however,have found the cases of rounded zones both concave and convex, which undoubtedly are of growth nature.

СОБОЛЕВ Е.В., Ин-т неорганической химии СО Академии наук СССР, г.Новосибирск, СССР

ТИПЫ АЛМАЗА И ИХ СОЧЕТАНИЯ В ПРИРОДНЫХ КРИСТАЛЛАХ

В рамках принятой классификации кристаллов алмаза на типы I и II, различающиеся по содержанию примесного азота (10^{18}–6,10^{20} и 10^{18} ат./см ^{3}) с учетом сосуществования нескольких структурных форм азота, проводится деление кристаллов типа I на серию подтипов по преобладанию тех или иных форм. Принимаются во внимание пять основных форм: a) N_2 (A); b) N ; c)N_s /Ш/ (BI,N 9); d) N_s/100/ (B2); e) N_3V(N3) . Эксперименты показывают, что при отжиге N -центры переходят в пары N_2 (>1600°C) и комплексы N_3V , позже (> 2500°C) в центры c и d . Природные же кристаллы часто представляют собой сложную картину по сочетанию типов и подтипов. Выделенные нами примеры сочетания подтипов Ib (внутри) и Ia показывают, что распространенная точка зрения об образовании пар N_2 и др. из N -центров при длительном постростовом отжиге в природных условиях сомнительна. Скорее всего основной формой вхождения азота в кристаллы алмаза при росте были пары, а более сложные сегрегации образовывались непосредственно из пар. Модели центров c и d вполне согласуются с такой гипотезой. При росте могли формироваться только зародыши таких сегрегаций с последующим облегченным их разрастанием при отжиге за счет направленной диффузии пар, стимулированной сильными полями напряжений в краевой части сегрегаций. Об особом характере образования природных центров c, d, e говорят и примеры разрыва между ними по зонам в пределах одного кристалла, например отсутствие центров e в начальной или срединной части кристаллов подтипа I cde и др. Однако подтип I cde идет всегда раньше подтипа Ia, иногда они разделяются зоной типа IIa. Локализация типа IIa в кристаллах типа Ia очень закономерна, в большинстве случаев во внешней части кристалла, иногда в срединной. На ста пластинчатых срезах нами, однако, не найдено ни одной начальной зоны типа IIa, что противоречит распространенному убеждению. Наиболее часто внешняя зона типа IIa есть в подтипах Ic, Icde. Резкое обеднение центрами c, d, e конечной зоны роста можно считать общей особенностью плоскогранных кристаллов; в округлых эта зона может быть растворенной. Нами, однако, выделены случаи округлых зон, как выпуклых так и вогнутых, явно ростового характера.

SOBOLEV A.V., V.I. Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR; DHAMELINCOURT P., Lille University of Sciences and Techniques, Lille, France

THE CRYSTALLIZATION CONDITIONS AND EVOLUTION OF ULTRAMAFIC MAGMAS BASED ON THE DATA FROM MAGMATIC INCLUSIONS STUDIES

The magmatic inclusions in olivine and Ca-pyroxene phenocrysts from ultramafic volcanics: meimechites, North of Siberian platform (MNSP), ultramafic lavas of Cyprus (ULC) and oceanites of Reunion isl. (OR) were studied. Based on the experimental homogenization of melt inclusions and examination of their compositions with electron microprobe the compositions of primary melts for these rocks and the temperature of their crystallization were determined. It is shown that only MNSP originated from the ultramafic primary melt (MgO $\geqslant$ 30% wt) while ULC and OR are the olivine cumulates of picritic (MgO = 20% wt) and basaltic (MgO = 9.5% wt) initial melts correspondingly. The determined temperature ranges of crystallization are as follows: 1600-1400°C for MNSP, 1400-1100°C for ULC, and 1240-1190°C for OR. The detected strong correlations between temperature of melt inclusions homogenization and host mineral Mg-number indicate the fractional crystallization mode of investigated rocks. The thermometry of fluid inclusions coexists with melt inclusions and their study with Raman lazer microprobe gives the molecular compositions and pressures of magmatic fluids. The highest pressure of phenocrysts crystallization was in the range of 0.5-1.5 kbar for all rocks studied. However the composition of magmatic fluids was different: enriched in H_2O for ULC, consist of CO_2 and H_2O in ratio of P_{CO2}/P_{H2O} = 5/3 - for OR, and enriches in N_2 with traces of CH_4 for MNSP. Using the methods of modelling of fractional crystallization inside melt inclusions it is shown that fractionation of primary melts for MNSP and ULC lead to the formation of full series of coexisting volcanic rocks: alkaline picrite-melanephelinite-nephelinite for MNSP and boninite-andesitic basalt-andesite for ULC. It is concluded that the primary melts of MNSP and ULC should be the initial melts for the host magmatic provinces: Maimecha-Kotui province for MNSP and magmatic complex of Troodos massive for ULC.

СОБОЛЕВ А.В., Институт геохимии и аналитической химии АН СССР, Москва, СССР; ДАМЕЛИНКУР П., Лилльский научно-технический университет, г.Лилль, Франция

УСЛОВИЯ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ И ЭВОЛЮЦИЯ УЛЬТРАОСНОВНЫХ МАГМ, ПО ДАННЫМ ИССЛЕДОВАНИЯ МАГМАТИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ В МИНЕРАЛАХ

Изучены магматические включения во вкрапленниках оливина и клинопироксена трех групп ультраосновных эффузивоподобных пород: меймечитах севера Сибирской платформы (МССП), ультраосновных лав о.Кипр (УЛК) и океанитах о.Реюнион (ОР). I. Методами гомогенизации расплавных включений и определением их составов на рентгеновском микроанализаторе установлены составы исходных расплавов и температуры их кристаллизации. Показано, что только МССП имели исходный расплав ультраосновного состава ($MgO \geqslant 30$ мас.%), а УЛК и ОР являются оливиновыми кумулятами пикритового ($MgO \simeq 20$ мас.%) и базальтового ($MgO = 9{,}5$ мас.%) расплавов соответственно. Интервалы температур кристаллизации вкрапленников составляют: I600–I400°С для МССП, I400–II00°С для УЛК и I240–II90°С для ОР. Установленные значимые корреляционные зависимости между температурами гомогенизации расплавных включений и железистостями вмещающих минералов свидетельствуют о фракционном механизме кристаллизации изученных пород. Термометрия флюидных включений, сингенетичных расплавным включениям, и определение их молекулярного состава на рамановском лазерном микроанализаторе позволили определить составы и давления магматических флюидов. Максимальные давления флюида при кристаллизации вкрапленников всех изученных пород находились в пределах 0,5–I,5 кбар. Состав флюида был различен: существенно водный для УЛК, углекислотно-водный ($P\,CO_2 / P\,H_2O = 3/5$) для ОР и азотный с примесью метана для МССП. 2. Методом моделирования фракционной кристаллизации в микрообъеме расплавных включений и определением составов гомогенизированных расплавных включений установлено, что фракционирование исходных расплавов МССП и УЛК приводит к образованию полных серий ассоциирующих эффузивных пород: щелочной пикрит – меланефелинит – нефелинит для МССП и бонинит – андезито-базальт – андезит для УЛК. Сделан вывод, что исходные расплавы МССП и УЛК могли быть родоначальными для магматических провинций, к которым они принадлежат (Маймеча-Катуйская провинция для МССП и магматический комплекс офиолитового массива Троодос для УЛК).

SOKOLOVA M.N., Institute of Ore Deposits Geology, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the USSR Ac. Sci., Moscow, USSR

THE TYPOMORPHISM OF THE MINERALS OF ULTRAAGPAITIC ASSOCIATIONS

On the basis of the investigation of the pegmatites from the Khibini massif it was estimated the new type of the associations in the alkaline rocks, namely the ultraagpaitic mineral associations. These peculiar mineral associations, formed under high and the highest alkalinity, are more infrequent than miaskitic and agpaitic associations. The mineral typomorphic features of the associations considered are the maximum content of the alkaline metals and high content of the volatiles (F, Cl, H_2O, C,S,P). The main minerals of the associations are silicates, alumo-, titano- and zirconium silicates, as well as sulphides, containing the alkaline metals (rasvumite, KFe_2S_3, bartonite $K_3Fe_{10}S_{14}$, murunskite $K_2Cu_3FeS_4$) and chlorine (djerfisherite $K_3(Fe,Cu,Ni)_{24}S_{26}Cl$) or water (erdite $NaFeS_2 \cdot 2H_2O$). The ultraagpaitic associations of the different alkaline massifs are characterized by the predominance either sodium minerals or potassium minerals. The ultraagpaitic associations of the Kola Peninsula alkaline rocks are the most rich and various in mineral composition, distinguished by evident sodium or potassium specification. In composition of the Lovozero massif ultraagpaitic associations prevail the minerals with high sodium content (natisite, natrosilite, laplandite, lovdarite, erdite and others), that are missing for the high in potassium alkaline rocks.

The Khibini massif ultraagpaitic associations are represented to the full in the adular containing areas of the substituted pegmatites of melteigite-urtites and ristchorrites near the contacts with apatite-nepheline rocks. For them it is typical the peculiar complex of the potassium minerals, including canasite, fenaksite, wadeite, tinaksite, ilimausite, djerfisherite, rasvumite and others). The mineral formation of the Khibini massif ultraagpaitic association according to the typomorphic features of their composition and morphology, occured under conditions of the wide mineral transformations and substitutions of the early miaskitic and agpaitic associations in the process of the potassium metasomatism upon the high activity of K, Ti, F.

СОКОЛОВА М.Н., Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР, г.Москва, СССР

ТИПОМОРФИЗМ МИНЕРАЛОВ УЛЬТРААГПАИТОВЫХ АССОЦИАЦИЙ

Ультраагпаитовые минеральные ассоциации - новый тип ассоциаций в щелочных породах, выделенный на основании изучения пегматитов Хибинско-

го массива. Эти специфические ассоциации минералов, формировавшиеся в условиях высокой и наивысшей щелочности, развиты в щелочных породах локально, встречаются значительно реже миаскитовой и агпаитовой ассоциаций. К типоморфным особенностям минералов рассматриваемых ассоциаций относятся: максимально высокое содержание щелочных металлов и повышенное содержание летучих (F, Cl, H_2O, C, S , P). Среди них развиты силикаты, алюмо-, титано- и цирконосиликаты, а также сульфиды, содержащие щелочные металлы (расвумит - KFe_2S_3 , бартонит - $K_3Fe_{10}S_{14}$, мурунскит - $K_2Cu_3FeS_4$) и хлор (джерфишерит - $K_3(Fe,Cu,Ni)_{24}S_{26}Cl$) или воду (эрдит - $NaFeS_2 \cdot 2H_2O$).

Ультраагпаитовые ассоциации разных щелочных массивов характеризуются преобладанием либо минералов натрия, либо минералов калия. Наиболее богаты и разнообразны по минеральному составу ультраагпаитовые ассоциации щелочных пород Кольского полуострова, отличающиеся резко выраженной натриевой или калиевой спецификой. В составе ультраагпаитовых ассоциаций Ловозерского массива преобладают минералы с высоким содержанием натрия (натисит, натросилит, лапландит, сахинит, ловдарит, эрдит и др.), не встречающиеся в богатых калием щелочных породах. Ультраагпаитовые ассоциации Хибинского массива полнее всего представлены в адулярсодержащих участках замещенных пегматитов мельтейгит-уртитов и рисчорритов вблизи контактов с апатито-нефелиновыми породами. Для них характерен своеобразный комплекс калийсодержащих минералов, включающих канасит, фенаксит, вадеит, щербаковит, тинаксит, илимаусит, джерфишерит, расвумит и др. Формирование ультраагпаитовой ассоциации Хибинского массива происходило, как следует из типоморфных особенностей их состава и морфологии выделений, в условиях широко проявленных преобразований и замещений минералов более ранних миаскитовой и агпаитовой ассоциаций в процессе калиевого метасоматоза в обстановке повышенной активности.

SRIKANTAPPA C., Dept. of Geology, University of Mysore, Mysore, India

FLUID INCLUSION EVIDENCE FOR EVAPORITES IN THE ARCHAEAN SARGUR TERRANE, KARNATAKA, INDIA

The Archaean Sargur Group (> 3.0 Ga) in Karnataka, South India is composed of quartzites, banded iron formations, carbonates and K-rich pelite shelf type sedimentary succession intercalated with meta-basic rocks. The rocks have been subjected to predominantly amphibolite facies metamorphism around 2.6 Ga ago. Fluid inclusion studies were carried out on quartzites from the Sargur terrane. Fluid inclusion in general are ≤ 12 μm in diameter, occur either randomly distributed or found in healed fractures within the quartz grains. Most of the samples contain fluid inclusions with

an aqueous fluid and/or liquid CO_2 ± a vapor phase. Many of the fluid inclusions have halite cubes of 1 - 5 µm in diameter ± sylvite. Tm of halite crystals varies from 145 - 310°C and the Th of L + V phase range from 170 - 445°C. The bulk density of the homogenized brine was about 1.2 g/cm^3, the NaCl content was about 30 - 40 Wt.%.

Though several processes may be explained to produce such brines, the dissolution of a NaCl-rich evaporite unit during the prograde regional metamorphism is thought to be a possible mechanism.

STARKE RAINER, RÖSLER HANS JÜRGEN and LEEDER OTTO, Mining Academy of Freiberg, GDR

CHANGES IN THE CHEMICAL COMPOSITION OF SOLID SOLUTIONS

The distribution of strontium in barite enables to do various statements on the possibilities of variations in the composition of mixed crystals. The strontium content of the barites usually ranges between 0.1 to 5 weight % $SrSO_4$, higher Sr contents are much rarer.

By means of syntheses a continuous series of solid solutions between barium and strontium sulphate was detected. These experiments as well as thermodynamic calculations showed that the Sr content of the mixed crystals is dependent on the formation temperature, on the Ba/Sr ratio and the pH value of the solution and on the presence of accompanying components in the solution but also on the kind of formation.

Various occurrences and individual generations of barite are characterized by special Sr contents which are caused by an approximate constancy of the active factors during the mineral formation. In addition to the formation temperature they reflect mainly the Ba/Sr ratio of the solution but also a change in general formation conditions.

If the sample surface investigated is reduced down to a few micrometers and also if the X-ray diffraction analysis is used, we can find a pronounced variation of the Sr content. Barites with a relative homogenous Sr distribution sporadically possess also much higher and lower Sr contents in the range of a few micrometers. In connection with the crystallite size, the occurrence of mineral intergrowths and replacements these inhomogeneities in the Sr distribution extend our knowledge of the mineral formation in hydrothermal solutions as well as of the growth and of the mineral chemistry of the mixed crystals.

STAROVA M.M., BAKHANOVA E.V., Kazakh Research Institute of Mineral Products, Alma-Ata, USSR

THE TYPOMORPHIC FEATURES VARIATION OF THE MAIN MINERALS OF THE GOLD DEPOSITS

The main principles of the mineral and the latent geochemical zonality of the gold deposits of the streak-impregnation type in the rocks of the carboniferous formations of different age were determined. The zonal alterations with the depth are defined by the decrease of the role of the impregnation-oriented structures, by the grain alteration and so forth. The alteration of ores relative to the main gold-bearing mineral is revealed in the prevalence of pyrite in the apical parts of the mineralization zones and arsenopyrite in the deep horizons and at transitions from the impregnated to the streaky and the stockwork mineralization.

The main feature of the gold-bearing sulphides is their non-stoichiometry. The deficit of sulphur in pyrite is compensated mainly by arsenic (from 4 up to 8%), the deficit of arsenic in arsenopyrite is compensated by the sulphur excess (up to 6%). The prevailing shape of pyrite is combinative ([210] + [100]); the habit of arsenopyrite is elongated and prismatic, the ratio of sections being from 1:3 up to 1:30. The gold-bearing pyrites have a hole-type TEF and arsenopyrites an electronic ones. This characteristic for pärites varies with the depth from 100 to 400 uV/degree and for arsenopyrites it is in limit from -250 to +50 uV/degree.

A zonal variation of other typomorphic features of the main minerals (the nature and relation of the admixture elements, microhardness, R%, magnetic susceptibility, etc.) is also determined by the ratio of the main components in these minerals and reflects a complex of conditions of the mineral formation. As a result of this any typomorphic properties of the main minerals can be used in the searches and the prediction of the cryptomineralization.

СТАРОВА М.М., БАХАНОВА Е.В., Казахский научно-исследовательский институт минерального сырья, г.Алма-Ата, СССР

ВАРИАЦИИ ТИПОМОРФНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ГЛАВНЫХ МИНЕРАЛОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА КАК ПОКАЗАТЕЛИ ЗОНАЛЬНОСТИ ОРУДЕНЕНИЯ

Определены элементы минералогической и скрытой геохимической зональности месторождений золота прожилково-вкрапленного типа в разновозрастных породах углеродистых формаций. С глубиной понижается роль ориентированно-вкрапленных текстур, изменяется зернистость минераль-

ных агрегатов, повышается степень идиоморфизма рудных вкраплений. Четко проявлено преобладание пирита в верхних частях зон оруденения и арсенопирита – на глубоких горизонтах; аналогичные особенности отмечены при переходах от вкрапленного к прожилковому и штокверковому оруденению.

Типоморфизм золотоносных сульфидов проявляется в их нестехиометричности. Дефицит серы в пирите компенсирован в основном мышьяком (от 4 до 8%); дефицит мышьяка в арсенопирите компенсирован избыточной серой (до 6%). Преобладающая форма кристаллов пирита – комбинационная ([2I0] + [I00]); форма арсенопирита – удлиненно-призматическая при соотношении сечений от I:3 до I:30. Наибольшие отклонения параметров элементарной ячейки имеют нестехиометричные золотоносные сульфиды. Золотоносный пирит имеет дырочную ТЭДС, а арсенопирит – электронную. Эта характеристика для пирита изменяется с глубиной от I00 до 400 мкв/град и для арсенопирита – от 250 до 50 мкв/град. Зональное изменение других типоморфных особенностей главных минералов (набор и отношения элементов-примесей, микротвердость, R %, магнитная восприимчивость и др.) также определяется отношением главных компонентов в этих минералах и отражает влияние условий минералообразования. Вследствии этого типоморфные признаки главных минералов могут быть использованы при поисках и прогнозировании "слепого", не выходящего на поверхность оруденения.

STEFANOV D.D., Geological Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria

REGULARLY INTERSTRATIFIED CHLORITE - SWELLING CHLORITE FROM EAST RHODOPES, BULGARIA

Regularly interstratified chlorite - swelling chlorite together with trioctahedral chlorite is established in the polymetallic deposit of Madzharovo (East Rhodopes). They associate with quartz, sphalerite, galena and chalcopyrite which form the main sulphide-quartz veins. Until now it has been described as hydromica and is known as rhodopite (hydromica) in the Bulgarian geologic literature. The present study has the purpose to revise the former identifications of this mineral and to determine its position in the existing classification. The mineralogical features of the regularly interstratified chlorite - swelling chlorite are studied by means of X-ray and chemical methods, DTA and infrared spectroscopy. The X-ray diffractometer investigations of oriented samples from air-dried specimens registered a series of basal reflexes up to 10 order with $d_{(001)}$ = 28,5 Å and variation coefficient 0,30. After saturation with glycerine the value of $d_{(001)}$ = 32 Å and after heating to 550°C - 13,8 Å. The results of the mineralogical studies prove that the mineral is regu-

larly interstratified chlorite - swelling chlorite according to the recommendations of the International Association for the Study of Clays (AIPEA) - Nomenclature Commitee, from 1982. Regularly interstratified chlorite - swelling chlorite and trioctahedral chlorite, which can not be distinguished by macroscopic features, are of certain hydrothermal genesis according to T. Radonova. They are formed together with galena and are referred to the third chalcopyrite-rhodopite-sphalerite-galena-quartz stage of the crystallization process.

СТЕНИНА Н.Г., ШАЦКИЙ В.С., Ин-т геологии и геофизики СО АН СССР, г.Новосибирск, СССР

МИКРОСТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КЛИНОПИРОКСЕНОВ ИЗ ЭКЛОГИТОВ И ЭКЛОГИТОПОДОБНЫХ ПОРОД

Дефекты структуры изучены в клинопироксенах омфацитового состава в клинопироксенах из эклогитов и эклогитоподобных пород методами просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) использовался высоковольтный электронный микроскоп "IEM-1000" . Образцы подготавливались ионным утонением. В клинопироксенах из ксенолитов эклогитоподобных пород алмазоносной трубки "Удачная" установлены ламели распада нескольких генераций, в том числе два новых ранее в литературе не упоминавшихся типа дефектов. На основании расшифровки структур распада и их интерпретации с позиций кинетики структурно-химических превращений, обусловивших данные дефекты, установлены следующие этапы термической истории эклогитоподобных пород: а) кристаллизация из силикатного расплава (интрузивная стадия); б) длительный отжиг при температуре 600-800^{o}C (метаморфическая стадия). В клинопироксенах из эклогитов Мюнхбергского массива (ФРГ) структуры распада отсутствуют. Эти образцы характеризуются сложной дислокационной субструктурой, в которой можно выделить два типа дефектов деформации: а) блоки мозаики, соответствующие высокотемпературной рекристаллизации под действием высоких напряжений и б) плотные дислокационные сетки внутри крупных блоков.

Последние необычны для пироксенов с основной действующей системой скольжения (I00) [00I], деформируемых при низких и средних температурах, и, по-видимому, являются результатом процесса высокотемпературного упрочнения, следующего за стадией рекристаллизации.

STEINBERG M., Université de Paris-Sud Orsay France, RAUTUREAU M., Université d'Orléans, France; TRAUTH D., COLLIEX C., TREBBIA P., Université de Paris-Sud Orsay, France; HOPPSAPFEL T., Université de Lille, France

DIAGENESIS OF INDIVIDUAL CLAY PARTICLES STUDIED BY SCANNING TRANSMISSION ELECTRON MICROSCOPE

Natural clays are generally composed of several clay minerals mixed with variable quantities of impurities such as quartz, carbonate etc.. In many environments, especially during diagenesis, the chemical composition of one, or several, components may change without leading to a mineralogical transformation. In other cases, one or several new minerals are formed. Generally, the initial stages of this evolution is not detected using standard methods such as X-ray diffraction or bulk sample analysis because these changes concern only a minor part of the sample. However, by applying new techniques such as scanning transmission electron microscope (STEM) it is now possible to analyse individual, or even portions of clay particles. Thus, it is possible to demonstrate very subtile modifications. Of special interest are minor quantities of new clay minerals which may crystallize on a precursor. Several examples have been studied. In certain cases the composition of the newly formed phase is very close to that of the supporting material suggesting that the transformation takes place in an almost chemically closed micro-environment. In other cases the newly formed mineral differs markedly from its substratum suggesting either that the transformation take place in an open environment or that it results from multiple minor modifications.

STOYNOVA M.S., High Institute of Mining and Geology, Sofia, Bulgaria; BELOVA L.N., Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the Academy of Sciences of the USSR, Moscow, USSR

HYDROMICA FROM THE POLYMETAL ORE FIELDS IN THE NORTHERN RHODOPS, BULGARIA

Hydromica was found in the polymetal ore fields in northern Rhodops. It usually grows on galenite and quartz and at some places grows together with scalenohedral calcite $\{21\bar{3}1\}$. Hydromica contains SiO_2 45,05–46,85%, Al_2O_3 27,26–28,90%, Fe_2O_3 3,95–9,02%, FeO 2,60–3,96%, K_2O 8,91–9,86%, H_2O^+ 4,37–5,93%. It's colour is light green. It is found in the form of rossette-like thin flaked aggregates. Ng' 1,597, Np' 1,554. The infrared spectrum is characteristic for hydromicas and the absorption stripes are at 750,822 and 933 cm^{-1}. X-ray investigations determine that hydromicas from different ore fields belong to polytype modifications 1M and $2M_1$. The DTA curves are characterised by wide, extended endoeffects at 120–130°, 590–600°, 820–830°. For precise determination of the hydromicas and nomenclature of phases along the muscovite-ferrimuscovite and muscovite-scolite lines a diagram was built, considering the content of Si and the Fe-coefficient $(\frac{Y-Al_{VI}}{Al_{VI}})$. Hydromica of some polymetal ore fields in northern Rhodops has slightly different chemical composition. Some samples are

between gumbelite and sericite and other ones between gumbelite and ferrimuscovite.

The authors emphasize that hydromica can indicate the transition of the chemical properties of the thermal solutions, changing their character from reducing to oxidising. The precipitation of hydromica, together with chlorite and scalenohedral calcite forms a separate mineral paragenesis.

СТОЙНОВА М.С., Высший горно-геологический ин-т, София, НРБ;
БЕЛОВА Л.Н., Ин-т геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Академии наук, Москва, СССР

О ГИДРОСЛЮДЕ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В СЕВЕРНЫХ РОДОПАХ, БОЛГАРИЯ

В полиметаллических месторождениях Северных Родоп обнаружена гидрослюда. Обычно она нарастает на галените и кварце, а местами образуется одновременно со скаленоедрическим кальцитом $\{21\bar{3}1\}$. Гидрослюда содержит SiO_2 45,05-46,85 %; Al_2O_3 27,26-28,90 %; Fe_2O_3 3,95-9,02 %; FeO 2,60-3,96 %; K_2O 8,91-9,86 %; H_2O^+ 4,37-5,93 %. Она светлозеленого цвета в виде тонкочешуйчатых розетковидных агрегатов; Ng' 1,597, Np' 1,554. Инфракрасный спектр характерен для гидрослюд и имеет абсорбционные полосы при 750, 822 и 933 $см^{-1}$. Рентгенографичеокие исследования определяют принадлежность гидрослюды различных месторождений к политипным модификациям 1M и $2M_1$. Дифференциально-термические кривые характеризуются широкими растянутыми эндоэффектами при 120-130°, 590-600° и 920-930°.

Для точного определения гидрослюды и номенклатуры фаз по линиям мусковита-ферромусковита и мусковита-сколита построен график по содержанию Si и коэффициенту железистости $\left|\frac{Y - AlVI}{AlVI}\right|$. Гидрослюда отдельных полиметаллических месторождений Северных Родоп обнаруживает незначительные вариации в своем химизме. Некоторые из образцов попадают в поле между гюмбелитом и серицитом, а другие - между гюмбелитом и ферромусковитом. Подчеркивается, что гидрослюда может служить индикатором перехода от восстановленного к окислительному характеру гидротермальных растворов. Она начинает свое отложение после образования промышленного сульфидного оруденения. Вместе с хлоритом и скаленоедрическим кальцитом гидрослюда формирует самостоятельный минеральный парагенезис.

STRUNZ HUGO, Technische Universität Berlin, West Berlin

MODERN MINERAL CLASSIFICATIONS: HISTORIC REVIEW

It is rather unknown, that HAÜY has given (1801) a fairly modern mineral classification, based on chemical principles, following the cationic part of mineral composition. Berzelius (1824) preferred the anionic part of composition, and Gustav Rose (1852) combined this with principles of morphological symmetry and isomorphism, and following rather the natural periodicity which was later discovered in the periodic system of chemical elements (1869). Important theories on crystal structures from about 1611 (Kepler) to 1890 (Fedorow, Schoenflies), and the idea of Max von Laue (1912) provided the basis for the determination of many important crystal structure types from 1913 (Bragg) to about 1941 and the recognition of their relationships. This gave the possibility of a modern mineral classification, based on chemical-structural principles, which were used in Mineralogische Tabellen (1941). The principles of paragenesis (Breithaupt, 1849), of minerogenesis (Lindgren, 1911), and of geochemistry (V.M. Goldschmidt 1911/24, Fersman etc.), give quite another aspect of classifying minerals. Such a genetic classification (Machatschki, 1953) or sub-classification (Kostov, 1968) is of great interest for students, especially of economic geology and mining, but it gives many repetitions and no strong system, as Machatschki said.

Mineral Classification on Chemical - Structural Principles [+)]

Class I. Elements, alloys
Carbides, nitrides, phosphides
II. Sulfides, selenides, tellurides
Arsenides, antimonides, bismuthides
Sulfosalts
III. Halides
IV. Oxides
Hydroxides
V. Arsenites
Selenites, tellurites
Iodates

RO_2 - compounds:

VI. Nitrates
VII. Carbonates
VIII. Borates - RO_4 -

RO_4 - compounds:

IX. Sulfates, selenates, (tellurates)
Chromates, molybdates, wolframates
X. Phosphates, arsenates, vanadates
XI. Silicates
XII. Organic Compounds

+) The same sequence since 1941, but with twelve instead of nine classes, as - since that time - many new specimens and structure types of arsenites, selenites, tellurites, especially borates, have been described.
This classification takes into account the natural laws of periodicity given in the periodic system of chemical elements.

SUSHCHEVSKAYA T.M., V.I.Vernadsky Inst. of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR;
ĎURIŠOVÁ J. Geological Survey, Prague, Czechoslovakia

CHEMICAL COMPOSITION OF FLUIDS, FORMING CASSITERITE-QUARTZ DEPOSITS

Chemical features of tin-bearing hydrothermal solutions responsible for the formation of quartz-cassiterite deposits were estimated from fluid inclusions chemical data for minerals of productive associations from Cínovec, Krupka, Lultin Sn-W deposits. The similar mineralogical assemblages and their consequences are essential for these deposits as well as the close spatial and time association with highly differentiated granitoidic intrusions.

The formation of the identical productive greisen and quartz vein associations are found to be characterized by notable variations in salinity (S) and macrocomponent composition (Na,K,Ca,Cl,HCO_3,F,CO_2) of ore-forming solutions. S values usually do not exceed 10% wt and are rarely greater than 20%. Macrocomponent composition is not specific. As a rule Na and Cl predominate, while K,Ca,HCO_3,F contents vary to such extent, that Na/K, Cl/HCO_3, Cl/F, HCO_3/F ratios reach 1 sometimes. The values of these ratios depend on the actual conditions of the evolution of hydrothermal systems. As for the gaseous components of the solutions, CO_2 always predominates over N_2, CH_4, CO, H_2.

The process of the formation of deposits of the given type cannot be characterized unambiguously by the direction of the change of CO_2 concentration and by the ratios of different forms of carbon. The sign of this change can be different for the deposits belonging to the same type. For Krusné Hory (Erzgebirge) deposits (Cinovec, Krupka) transition from greisen to vein quartz associations is accompanied by a noteable increase in CO_2 and CO_2/CO. One may suppose that additional CO_2 enters the system and the latter becomes less reductive. The formation of Sn-W deposit of Panasqueira was accompanied by the decrease in CO_2 content, and according to the isotopic data, no admixtures of waters of different composition and genesis took place (Kelly, Rye, 1979). Computer simulation in which the equilibrium of the solution with solid phases was taken into account, has

shown that in tin-bearing solutions at the temperature of the ore deposition the macrocomponents are present in complex forms (especially Ca, Mg, HCO_3, F).

СУЩЕВСКАЯ Т.М., Ин-т геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Академии наук СССР, г.Москва, СССР; ДОРИШОВА Я., Центральный геологический ин-т, Прага, ЧССР

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ФЛЮИДОВ, ФОРМИРОВАВШИХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАССИТЕРИТ-КВАРЦЕВОЙ ФОРМАЦИИ

Сравнительный анализ химических особенностей формирования касситерит-кварцевых месторождений проведен по результатам изучения состава включений в минералах типичных для этой формации месторождений (Циновец, Крупка, Иультин) и на основании сопоставления с аналогичными данными по месторождениям Португалии, Монголии, Забайкалья. Месторождения объединяет близость минералого-геохимических черт, выражающаяся в однотипности минеральных ассоциаций, а также пространственная и временная приуроченность к высокодифференцированным интрузиям кислых гранитоидов. Установлено, что образование идентичных, продуктивных на Sn и W грейзеновых и кварцевожильных ассоциаций характеризуется значительными вариациями минерализации (S) и макрокомпонентного (Na, K, Ca, Cl, HCO_3, F, CO_2) состава рудообразующих растворов.

При этом S $\leq$ 10 вес.% и только в редких случаях $>$ 20%. Макрокомпонентный состав среды не специфичен. При преобладании Na и Cl для K, Ca, HCO_3, F характерны значительные колебания, так что Na/K, Cl/ HCO_3, Cl/F, HCO_3/F иногда 1, что связано с конкретными условиями развития гидротермальных систем. Среди газовых компонентов растворов CO_2 постоянно преобладает над N_2, CH_4, CO, H_2. Изменение концентрации CO_2 и соотношений различных форм углерода по мере протекания процесса не однонаправленно для месторождений рассматриваемой формации. Для рудногорских месторождений при смене грейзеновых ассоциаций кварцевожильными происходит стабильное существенное увеличение концентрации CO_2 и CO_2/CO, вследствие чего следует предположить привнос CO_2 и переход гидротермальной системы в менее восстановительные условия.

Формирование Sn - W оруденения Манаскейра идет на фоне значительного снижения концентрации CO_2 и, по изотопным данным, без очевидного смешения вод различного состава и генезиса (Kelly, Rye , 1979).

Из ЭВМ-анализа, учитывающего равновесия растворов с твердыми фазами, следует, что оловоносные растворы при температурах рудоотложения характеризуются значительным присутствием комплексных форм макрокомпонентов (особенно для Ca, Mg, HCO_3, F).

TAKEDA HIROSHI and MORI HIROSHI, Mineralogical Institute, Faculty of Science, University of Tokyo, Hongo, Tokyo, Japan

MINERALOGY OF SOME ACHONDRITE AND THE EARLY EVOLUTION OF THEIR PARENT BODIES

In order to gain better understanding of the crust formation by differentiation of the molten upper layer during the formation of planets, and of effects of meteorite impacts on the crusts, pyroxenes and olivines in achondrites have been studied by the electron microprobe, X-ray diffraction and analytical transmission electron microscopic techniques. In conjunction with mineralogical characterization of Antarctic achondrites, comparison was made of microtextures of diogenites, cumulate eucrites, and ureilites.
Low-Ca inverted pigeonites with blebby inclusion of augite have provided us with information on the genetic link between diogenites and cumulate eucrites. Yamato 75032-type achondrites include such pyroxenes with varying amounts of minor plagioclase. The presence of shock melted glass suggests impact and excavation. A cumulate eucrite Serra de Magé, contains blebby inclusion of oriented augite in orthopyroxene between the thick (001) augite lamellae, in contrast with Moore County, which has the host pigeonite only partly inverted to orthopyroxene. The difference can be interpreted as Serra de Magé is a normal cumulate eucrite and Moore County has experienced rapid cooling by an impact excavation in the middle of the subsolidus cooling. The results together with evidence obtained previously on two diogenites (Mori and Takeda, 1981), suggest that material formed deep in the crust may be brought to the surface by meteoritic impacts even during the formation of a crust of the howardite parent body.
The ureilite pigeonite normally do not show any evidence of exsolution or inversion in spite of the fact that they exhibit well developed plutonic texture, and uniform chemical compositions. In an electron micrograph of the unsheared regions of the Allan Hills 77257 pigeonite crystal, it was found no other microstructures than the antiphase domain texture. The antiphase domains show unusual morphology parallel to (100). There was found no evidence of subsolidus reaction even such as spinodal decomposition which was observed in the many augites and pigeonites from the rapidly cooled lunar mare basalts. The lack of exsolution is very unusual for a large pigeonite crystal with a uniform chemical composition and the high-Ca concentration. An evidence of spinodal decomposition has been detected in two rare subcalcic augites in Yamato 74130 and 790981. Cooling rates estimated by a method based on an experimental calibration of augite exsolution lamella wave length vs. cooling rate (Grove, 1982) are 20 to 3°C/hr. By combining shock and high temperature annealing textures with the above microtextures, we propose that ureilites have experienced high temperature stage followed by rapid cooling. The evidence is consistent with the destruction of a parent body.
We thank Amer. Museum of Natural History and National Inst. of Polar Research for meteorite samples.

TAUSON V.L., ABRAMOVICH M.G., A.P. Vinogradov Institute of Geochemistry of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Irkutsk, USSR

SIZE EFFECTS IN MINERALS

Phenomena are considered, which depend on typical size, form and surface properties of small mineral objects. Obtained are equations for the alteration of temperature of polymorphic equilibria and displacement of isotherms of a component interphase distribution when the bulk crystal phase turns to a microcrystal one. Studying the evolution of real crystals in mineral systems requires the size effects to be taken into account. Particularly, the conception of a

phase size effect is involved to explain the interrelations between some polymorphic and polytypic modifications. It is shown that fine-grained aggregates containing both forms of one and the same substance (sphalerite-wurtzite, cinnabar-metacinnabar, etc.) could generate under conditions of equilibrium between fine crystals of the modifications. Theoretical evidence is given for the possibility of a system development during which the phase, that is metastable in the bulk, remains in the system when the crystalline particles of both modifications are enlarging. A mechanism for ZnS polytypes and microtwins formation in low-temperature natural environments is proposed on grounds of a spontaneous accomodation of structure to the crystal size, constantly enlarging during the growth stage. The analysis performed indicates the size effects to be the possible reason of occurrences of forbidden mineral assemblages, anomalous interphase distribution of elements and formation of mixed crystals which are unrealizable according to the diagram of state for bulk phases. The role of these effects is not restricted to the early stages of phasebuilding and can be significant during both crystal growth and crystal destruction processes.

ТАУСОН В.Л., АБРАМОВИЧ М.Г., Ин-т геохимии им.А.П.Виноградова СО Академии наук СССР, г.Иркутск, СССР

РАЗМЕРНЫЕ ЭФФЕКТЫ В МИНЕРАЛАХ

Анализируется класс явлений, определяемых характерными размерами, формой и поверхностными свойствами малых минеральных объектов. Получены уравнения, описывающие изменение температуры полиморфного равновесия и изохимическое смещение изотерм межфазового распределения компонента при переходе от макро- к микрокристаллам. Экспериментальные данные и расчетные оценки свидетельствуют о необходимости учета размерных эффектов при рассмотрении особенностей эволюции реальных кристаллов в минеральных системах. В частности, концепция фазового размерного эффекта привлечена к объяснению взаимоотношений полиморфных и политипных модификаций. Показано, что мелкозернистые агрегаты, состоящие из двух полиморфных модификаций вещества (сфалерит-вюртцит, киноварь-метациннабарит и др.), на некотором этапе своей истории могли образовываться в условиях равновесия между микрокристаллами этих модификаций, причем теоретически допустима эволюция системы с сохранением метастабильной в массиве фазы при увеличении размера кристаллических частиц обеих полиморфных форм. Обоснован механизм образования политипных и микродвойниковых кристаллов сульфида цинка в низкотемпературных природных условиях, предполагающий самопроизвольное приспособление структуры кристалла к его постоянно увеличивающимся в процессе роста размерам. Проведенный анализ показывает, что размерные эффекты могут быть причиной появ-

ления запрещенных минеральных парагенезисов и аномалий межфазового распределения элементов, а также образования кристаллов с составами, не реализующимися на соответствующих диаграммах состояния микрофаз. Их роль не ограничена только ранними этапами фазообразования и может быть значительной как при росте кристаллов минералов (особенно по микроблочному механизму), так и в процессе их разрушения под действием физико-химических и механических факторов.

TAYLOR Lawrence A., Department of Geological Sciences, The University of Tennessee, Knoxville, Tennessee, USA

KINETICS: EFFECTS OF COOLING RATES IN IGNEOUS SYSTEMS

The rate of cooling of an igneous system can have major effects upon: 1) the re-equilibration of ilmenite/titano-magnetite assemblages (Hammond & Taylor, EPSL, 1982); 2) the crystal/liquid partitioning of augite (Gamble & Taylor, EPSL, 1980); and 3) the elemental partitioning between 2 solid phases (Onorato et al., J. Geophys. Res., 1981).

Compositions of coexisting ilmenite and titano-magnetite commonly have been used to establish the conditions of formation for igneous and metamorphic rocks (Buddington-Lindsley geothermometer/oxybarometer). Temperatures so determined for many rocks are lower than might be expected for magmatic crystallization. These low temperatures are the result of re-equilibrtaion of the FeTi oxides during slow cooling. This process is one in which titano-magnetites are oxidized and ilmenites are reduced upon cooling along a buffer curve or in the presence of a fluid of constant composition. Textural studies indicate that the reduction of the ilmenite-hematite phase may be the slower reaction, consequently the rate-controlling step of the re-equilibration. The kinetics of the reduction reaction in the two-phase region between the joins for the ilmenite-hematite and magnetite-ulvospinel solid solution series were studied by thermograviometric analysis at controlled fO_2. Both isothermal and continuous cooling experiments were conducted at temperatures from 1250° to 900°C. At gas-flow rates of 1.0 cm/sec, diffusion of reactants through a solid product layer was the diffusion mechanism. At lower flow rates, the reaction mechanism is an interfacial process where mass transport of the reacting gas is the rate-controlling step. The kinetics of the re-equilibration are fast. Continuous cooling from 1200°C to 985°C with gas-flow rate of 1.0 cm/sec and a cooling rate of only 0.5°C/hr, geologically fast, permits near complete re-equilibration of the assemblage.

In nature, this mineral indicator pair will re-equilibrate to various degrees depending on the cooling rate and the permeability of the reacting surfaces to gas (or liquid) movement. Extreme caution must be exercised when applying this geothermometer/barometer since these phases may only truly "quench in" the parameters of formation in the case of certain hypabyssal and extrusive occurrences.

The partitioning of major and minor elements between augite and melt has been studied as a function of cooling rate of two high-Ti lunar basalt compositions. It was determined that the partitioning of major elements (i.e., Ca, Fe, Mg) is essentially rate independent and is insensitive to bulk rock composition and to the nature and order of appearance of coexisting phases, for cooling rates less than 100°C/hr. The partitioning of minor elements (i.e., Al, Cr, Ti) for the same cooling rates is complex and is dependent on cooling rate and bulk rock composition. Consideration of these factors is important when augite chemistry and/or partitioning behavior are used in modeling magmatic processes or in estimating the thermal history of basaltic rocks.

A cooling-rate indicator - "geologic speedometer" - is based on a mathematical model which describes the concentration profile as a function of time of a solute dissolved in two coexisting finite phases under continuous cooling conditions. A temperature-dependent partitioning of the solute between the two phases was included. The model relates to the use of experimentally determined solute profiles to infer the cooling rates of various rocks. It has been demonstrated that cooling rates of igneous rocks can be calculated not only from solute concentration profiles within the grains but also from the ratio of the solute concentrations at a given distance on both sides of the interface or from the ratio of the average solute concentrations in the two phases.

In Summary, the effects of kinetics are necessary considerations for all mineralogists and petrologists.

THOMAS R., VEB Spurenmetalle Freiberg, Freiberg, GDR

THERMOBAROGEOCHEMICAL INVESTIGATIONS ON MELT AND FLUID INCLUSIONS IN MINERALS OF THE POSTMAGMATIC TIN-TUNGSTEN-MINERALIZATION OF THE ERZGEBIRGE AND SOME REMARKS TO THE PHYSICO-CHEMICAL EVOLUTION OF MINERAL-FORMING SOLUTIONS IN THE MAGMATIC AND POSTMAGMATIC STAGES

By means of the thermobarogeochemical investigations of minerals of the tin-tungsten-mineralization of the Erzgebirge (at the northern margin of the Bohemian Massif) it is demonstrated that this method provides genetic statements being of basic importance for the understanding of mineral-forming processes (for example: the processes of the magmatic and/or postmagmatic K- and Na-feldspathization and the postmagmatic greisenization). Among other things, these statements include data of the formation temperature and formation pressure as well as informations on the composition, concentration, and order of magnitude of the pH-values of the mineral-forming solutions. It is shown that by correlation of the thermobarometric investigation results and the results of other mineralogic-geochemical methods, e.g. the stable isotope studies, significant genetic conclusions can be drawn. This allows to deduce general regularities of the physico-chemical evolution of mineral-forming solutions in the magmatic and postmagmatic stages.

TOURET JACQUES, Free University, Institute of Earth Sciences, Amsterdam, The Netherlands

CO_2 INCLUSIONS IN GRANULITES

Various types of CO_2 inclusions occurring in most granulites are reviewed. Two major categories are observed: "Primary" inclusions, which contain high density CO_2 closely matching P-T conditions inferred from mineral paragenesis, and "secondary" inclusions of grossly variable and mostly lower density. The relative abundance of both types varies from place to place and it gives an indication on the flux of CO_2 which has streamed through the rocks during or after peak metamorphic conditions. The origin of the CO_2 and possible effects of this flux on the depleted versus undepleted geochemical character of the granulites are discussed.

ТУМЭНБАЯР Б., Геологический институт АН МНР, г.Улан-Батор, МНР

ТИПОМОРФИЗМ ФЛЮОРИТА МОНГОЛИИ

В настоящее время на территории Монголии выделены следующие генетические типы флюоритовой минерализации: магматический, пегматитовый, карбонатитовый, скарновый, пневматолито-гидротермальный и эпитермальный. Проведены сравнительные исследования в них флюорита, в котором выявлены элементы-примеси индикаторные для каждого из генетически разных типов. На примере флюорита показано, что состав элементов-примесей и форма их нахождения во флюорите являются чувствительными индикаторами условий образования каждого типа месторождений. Наиболее информативными являются элементы-примеси, требующие компенсационных ионов при гетеровалентном изоморфизме. Типы компенсации, смена валентностей изоморфных и компенсационных элементов, образование различных форм дефектных центров в кристаллах флюорита и их количественная оценка являются лучшими индикаторами условий эндогенной кристаллизации флюорита. В частности, установлена общая тенденция изменения симметрии ближайшего окружения ферромагнитных элементов-примесей от низшей к высшей по мере последовательного понижения термодинамического уровня флюоритообразующей среды в генетическом ряду: гранит-пегматит-грейзен-рудная жила - пострудные минеральные образования. По мере перехода от ранних скоплений флюорита к более молодым и с увеличением масштабов минерализации отмечаются признаки понижения температуры образования флюорита; изменение габитусных форм его кристаллов (от октаэдра к кубу); уменьшение количества ассоциирующих с флюоритом минералов; увеличение размера монокристаллов; осветление окраски; улучшение спайности; обеднение элементами-примесями; уменьшение количества твердых и увеличение существенно жидких включений (местами битуминозных веществ); разбавление состава поровых растворов; преобладание натрия над калием во включениях; понижение суммарного содержания щелочей во флюорите в целом; преобладание изовалентных ионов над гетеровалентными; понижение содержания РЗЭ.

UDUBASA GHEORGHE, Institute of Geology and Geophysics, Bucharest, Romania

TYPOMORPHISM OF SOME SULPHIDES AND A P-T CLASSIFICATION OF SOME ORE DEPOSITS

The detailed study of some sulphide assemblages from several mineralizations associated with Alpine subvolcanic structures (Upper Cretaceous and Neogene) pointed to several typomorphic associations determined by both pressure and temperature. The mineralizations discussed may be classified according to the main sulphide associa-

tion: (1) low pressure and high temperature associations (e.g., Rodna, Tibles and Toroiaga), characterized by iron-rich sphalerite (7-15% iron)+pyrrhotite+chalcopyrite+pyrite, cubanite and the socalled "intermediate solid solution" (chalcopyrrhotite); (2) intermediate pressure and temperature associations (Bocsa-Săcărîmb, Baia de Aries) which consist of sphalerite (4-7% iron)+chalcopyrite±pyrrhotite+iss; (3) high pressure and low temperature associations (Ruschita, Coranda-Hondol) which contain iron-poor sphalerite (less than 4%)+chalcopyrite+pyrite±bornite. The mineralizations with types (2) and (3) associations occur in subvolcanic structures with explosion breccias, related to the high pressure of volatiles in postmagmatic fluids, which - besides the metal concentration - led to specific mineral associations and especially base metal sulphides. Besides the above mentioned typomorphic associations one should mention the typochemistry of certain sulphides (especially of sphalerite) which differ from the sulphides occuring in proper volcanic structures with respect to the relationships of the main minor elements (especially Cd, Mn, Cu).

URUSOV V.S., KUSKOV O.L., V.I. Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

CRYSTALLOCHEMISTRY AND THERMODYNAMICS OF MINERAL PHASES OF THE EARTH MANTLE

1. Crystallochemical analysis of high-pressure phases of mantle minerals was carried out using the basic conceptions of polymorphism, morphotropy and isomorphism. The prognosis of the possible polymorphic transformations is based on the regularities of structural changes due to the compositional changes in the homologous sequence of compounds. It is carried out with the help of general criterium - the medium atomic packing index, reflecting the increase of atomic packing density in the compound. The most probable transformations of compounds like AO, AO_2, A_2O_3, ABO_3, A_2BO_4, are considered, including the polymorphic transitions, as well as chemical reactions between them.

2. The possibility of the prediction of elastic properties of crystal (including high-pressure phases) and those of separate structural elements, i.e. cation polyhedrons, is demonstrated on the basis of correlations between the volume and crystallochemical characteristics. The correlation between the crystal volume, structure and entropy is used for the calculation of the unknown entropy of perovskite modification $MgSiO_3$, which is formed from oxides (periclase and stishovite) with the entropy increase, despite the considerable volume decrease. The examples of the evaluation of entropy changes are given for various polymorphic transformations.

3. The thermodynamics of chemical and phase transformations in the system $MgO-Al_2O_3-SiO_2$ is investigated with the help of equations of state and correlated data on standard thermodynamic functions of minerals. The diagram of state of this system is worked out for P= 100-300 kbar and the modelling of phase correlations in the Earth's mantle is carried out. A great number of transformations, accompanied by the considerable spasmodic changes of elastic properties of substance is concentrated at the depth of 400-700 km. It is shown that if the cation disorder is taken into account, it leads to the extension of stability fields of minerals in pressure. The disproportionation of forsterite spinel into modifications $MgSiO_3$ in the structures of ilmenite or perovskite+periclase, or mixture of oxides takes place depending on temperature at the depth ~700km. All the chemical transformations are completed down to the depth of 700 ± 100 km.

УРУСОВ В.С., КУСКОВ О.Л., Институт геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского АН СССР, г.Москва, СССР

КРИСТАЛЛОХИМИЯ И ТЕРМОДИНАМИКА МИНЕРАЛЬНЫХ ФАЗ МАНТИИ ЗЕМЛИ

Кристаллохимический анализ фаз высокого давления минералов мантии проведен с привлечением основных понятий полиморфизма, морфотропии и изоморфизма. Прогноз возможных полиморфных превращений построен на закономерностях изменения структуры при изменении состава в гомологическом ряду соединений. Он проводится с помощью общего критерия - среднего атомного индекса упаковки, отражающего увеличение плотности упаковки атомов в соединении. Рассмотрены наиболее возможные и вероятные превращения соединений типа AO, AO_2, A_2O_3, ABO_3, A_2BO_4, включающие как полиморфные переходы, так и химические реакции между ними. На основе корреляционных соотношений между объемом и кристаллохимическими характеристиками продемонстрирована возможность предсказания упругих свойств кристаллов (в том числе фаз высокого давления) и отдельных элементов структуры, например катионных полиэдров. Корреляционные соотношения объема и структуры кристалла с его энтропией использованы для вычисления неизвестной энтропии перовскитовой модификации $MgSiO_3$, образование которой из окислов (периклаза и стишовита) происходит с увеличением энтропии, несмотря на существенное уменьшение объема. Приводятся примеры оценок изменения энтропии для различных полиморфных превращений.

С помощью уравнений состояния и согласованных данных по стандартным термодинамическим функциям минералов изучена термодинамика химических

и фазовых превращений в системе $MgO - Al_2O_3 - SiO_2$, построена ее диаграмма состояния при давлениях 100–300 кбар и проведено моделирование фазовых соотношений в мантии Земли. На глубинах 400–700 км сосредоточено большое число превращений, сопровождающихся заметным скачкообразным изменением упругих свойств веществ.
Показано, что учет катионного разупорядочения приводит к расширению полей устойчивости минералов по давлению. На глубине ~700 км в зависимости от температуры происходит диспропорционирование форстеритовой шпинели на модификации $MgSiO_3$ в структурах ильменита или перовскита + периклаз или смесь окислов. Все основные химические превращения в рамках рассматриваемой системы завершаются до глубины 700 ± 100 км. На этой глубине состав мантии может быть описан ассоциацией шпинель + петровскит + периклаз + гранат.

VALENTON IDA and STÜTZE BERND, Geologisch-Paläontologisches Institut und Museum, Universität Hamburg, Federal Republic of Germany

MINERALOGY AND GEOCHEMISTRY OF FLINT CLAYS

Geology, mineralogy and geochemistry of flint clays from Missouri/USA, Makhtesh Ramon/Israel, Kashmir/India and other localities were investigated.

In all localities, relict pattern of stratification with alternating layers of fine- and coarse-grained laterite-derived material with clastic pisolites and concretions indicate resedimentation of reworked laterites (LDF = laterite derived facies) on a karst topography of the underbeds in a flat low-land environment.

This paleoenvironment is characterized as well by periodically high groundwater level and reducing conditions as by periodically good drainage conditions. This led to a strong transformation of the clastic minerals by deferrication and desilification.

The quantity and type of new-formed two-layer silicates and Al-oxihydrates and their crystallinity depend on the local milieu in the system which is determined by drainage intensity, pH- and Eh-conditions.

The geochemical separation of elements, enrichment of stable elements like Al, Nb, Zr, Th, Ni, Cr, Ga, Y, and depletion of mobile elements like Fe, Si, La, Ce, Mn, is very effective in this paleoenvironmental system.

VARSHAVSKY A.V., BULANOVA G.P., LESKOVA N.V., NIKISHOVA L.V.,
Institute of Geology of the Yakut Department of the Siberian
Branch of the USSR Academy of Sciences, Yakutsk, USSR

CENTRAL INCLUSIONS AS INDICATORS OF THE CONDITIONS OF NATURAL DIAMOND NUCLEATION

In the centre of the many natural diamond monocrystals there occur mineral microinclusions, which we called "central". Their location feature implies they were nuclei, decreasing the energy barrier of the diamond formation. They vary in size from first few microns to first tens of microns. The microinclusions commonly occur as opaque black particles, either shapeless or in the form of sharply faceted hexagonal plates or prisms. Though sometimes single microinclusions occur, local clustars of microinclusions (mono- and bimineral) are more common. They are mostly represented by a certain association of pyrrotite, cohenite, taenite, graphite and franklinite. Microprobe analysis revealed the following fine mixtures: taenite + pyrrhotite, cohenite + graphite, α-iron + franklinite. Less commonly the central microinclusions contain olivine with minimum Cr_2O_3 comparatively to olivines in other parts of the monocrystals, as well as omphacite with minimum FeO comparatively to that from other parts of the diamond. The data available imply at least two main conclusions: a) Most of the natural diamond monocrystals were nucleated under conditions close to the diamond - graphite equilibrium line, b) Redox potential of the medium in which diamonds were nucleated admited the stable association FeNi + FeS + FeC + C and apparently the oxygen fugacity was of lower value than those corresponding to the wustite-iron buffer.

ВАРШАВСКИЙ А.В., БУЛАНОВА Г.П., ЛЕСКОВА Н.В., НИКИШОВА Л.В., Ин-т геологии Якутского филиала Сибирского отделения Академии наук СССР, г.Якутск, СССР

ЦЕНТРАЛЬНЫЕ ВКЛЮЧЕНИЯ - ИНДИКАТОРЫ УСЛОВИЙ ЗАРОЖДЕНИЯ ПРИРОДНЫХ АЛМАЗОВ

В центре многих монокристаллов алмаза обнаруживаются минеральные микровключения, названные "центральными". Особенности их локализации позволяют предполагать, что они служили затравками, понижавшими энергетический барьер зарождения кристаллов алмазов. Размеры таких микровключений составляют первые микроны, реже - первые десятки микрон. Они представлены непрозрачными черными частицами либо бесформенными, либо имеющими облик четко ограненных гексагональных табличек или призм; иногда отмечаются одиночные микровключения, но чаще -

их группы (моно- и двуминеральные). В роли центральных микровключений обычно выступает определенная ассоциация минералов: пирротин, когенит, тэнит, графит, франклинит. Микрозондовый анализ таких включений показал, что, как правило, они представляют собой тонкие фазовые смеси: тэнит + пирротин; когенит + графит; α-железо + франклинит. Реже среди центральных включений устанавливаются оливин (с содержанием Cr_2O_3 минимальным по сравнению с отмеченным в зернах оливина, включенных в другие части монокристаллов алмаза) и омфацит (с минимальным содержанием FeO сравнительно с составом включений того же минерала из других участков кристаллов алмаза). Результаты изучения центральных микровключений указывают, по меньшей мере, на два важных обстоятельства: I) большая часть монокристаллов природного алмаза зарождалась в условиях, близких к кривой равновесия алмаз-графит; 2) окислительно-восстановительный потенциал среды определялся фугитивностью кислорода, которая была ниже значений, соответствующих буферу вюстит - железо, т.е. условия, в которых зарождались алмазы, допускали формирование устойчивой ассоциации FeNi + FeS + FeC + C.

VELINOV I., VELINOVA M., Geological Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia; ASLANIAN S., Laboratory of Experimental and Technical Mineralogy of the Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria

CHARACTERISTICS OF ALUNITES FROM BULGARIA, USSR AND USA (A COMPARATIVE STUDY)

Studied are samples of monomineral veined and nested alunites of various deposits: Madzharovo - Bulgaria; Zaglika, Magadan and Shaumian - USSR; Marysval - USA. Based on the results of chemical, X-ray, differential thermic analyses, infrared spectroscopy and scanning microscopy is the new data of the cristallochemical features and habits of the alunites. A comparative mineralogical and crystallochemical characteristics is done. The results obtained and the association of the alunite with diaspore, kaolinite and halloysite as well made it possible to conclude that the origin of alunite at Madzharovo took place at higher temperature - 250 - 300°C - comparing to Marysval, Magadan and Zaglika and at lower temperature comparing to Shaumian. The characteristics of the processes of acidic leaching with alunite generation can be used for a determination of the degree of erosional truncation and an interpretation of the interrelations between so-called veined alunites and the other associated ore and nonmetallic minerals.

ВЕЛИНОВ И., ВЕЛИНОВА М., Геологический институт Болгарской академии наук, г.София; АСЛАНЯН С., Лаборатория экспериментальной и технической минералогии Болгарской академии наук, г.София, НРБ

ХАРАКТЕРИСТИКА АЛУНИТОВ БОЛГАРИИ, СССР И США (СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ)

Изучены образцы алунитов мономинеральных прожилков и гнезд из различных месторождений: Маджарово в Болгарии; Заглика, Магадан и Шаумян в СССР и Мерисвейл в США.

В результате химических, рентгенографических, дифференциально-термических анализов, инфракрасной спектроскопии и растровой электронной микроскопии получены новые данные о кристаллохимических особенностях алунитов. Дается сравнительная минералогическая и кристаллохимическая их характеристика. Эти данные, а также ассоциация алунита с диаспором, каолинитом и галуазитом указывают на более высокую температуру образования алунитов Маджарово (250-300°С), чем в Мерисвейл, Магадане и Заглике и на более низкую, чем в месторождении Шаумян. Характеристика процессов кислотного выщелачивания с образованием алунита может быть использована для определения степени эрозионного среза и для выяснения связей так называемых жильных типов алунита с сопутствующими другими рудными и нерудными минералами.

VERGASOVA L.P., SERAFIMOVA E.K., Institute of Volcanology of the Far East Scientific Center of the USSR Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, USSR; FILATOV S.K., Leningrad State University, Geological Department, Leningrad, USSR

NEW DATA ON COPPER MINERALS FROM VOLCANIC SUBLIMATES

New data on crystallochemistry of copper minerals are obtained that are forming at present exhalation copper mineralization at new Tolbachik volcanoes, appeared as a result of the large Tolbachik fissure eruption in 1975-1976 in Kamchatka peninsula

1. In sublimates a mineral melanotallite is established that earlier was considered to be doubtful. Crystallochemical characteristics of melanotallite (orthorhombic system, kind of symmetry 2/mm, space group Fddd, z=8, a=9.595, b=9.693, c=7.461 Å, v=693.9 Å^3, Dx=4.08 g/cm^3) and debaegram are similar to those for artificial compound Cu_2OCl_2 (ASTM, 23-954).
2. New mineral tolbachite is found and determined. It is named by the place of its find. Crystallochemical characteristics of tolbachite (space group C2/m, z=2, a=6.89, b=3.31, c=6.82 Å, β=122.3°, Dx=3.42 g/cm^3) and debaegram correspond to artificial compound $CuCl_2$ (ASTM 1-0185; Wells, 1947).
3. New copper mineral piypite is found and determined. It is named

in honour of the Soviet volcanologist B.I.Piip. Crystallochemical characteristics of piypite are as follows: tetragonal system, diffraction class $I4/mmm$, possible space groups $I4/mmm$, $I\bar{4}2m$, $I\bar{4}m2$, $I4mm$, $I422$, z=4, a=13.60(4)Å, c=4.95(3)Å. The main lines of debaegram are: (d-I-hkl): 9.63-100-110, 6.79-40-200, 4.305-20-310, 3.209-10-330, 3.039-70-420, 3.006-30-321, 2.666-20-510, 1.924-20-710. Similar values of the measured (De=3.10±0.01) and calculated (Dx=3.05 g/cm^3) density indicate the correctness of the formula of piypite $K_2Cu_2O(SO_4)_2$ established in chemical way.

ВЕРГАСОВА Л.П., СЕРАФИМОВА Е.К., Институт вулканологии ДВНЦ АН СССР, г.Петропавловск-Камчатский; ФИЛАТОВ С.К., Ленинградский государственный университет, геолфак, г.Ленинград, СССР

НОВЫЕ ДАННЫЕ О МИНЕРАЛАХ МЕДИ ИЗ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ВОЗГОНОВ

Получены новые данные по кристаллохимии минералов меди, формирующих в настоящее время эксгаляционное медное оруденение на новых Толбачинских вулканах, образовавшихся в результате Большого трещинного толбачинского извержения (БТТИ) в 1975-76 гг. на полуострове Камчатка.

В возгонах однозначно установлен минерал меланоталлит (melanotallite), ранее считавшийся сомнительным. Кристаллохимические характеристики меланоталлита (сингония ромбическая, вид симметрии 2/mm , пространственная группа Fddd, z=8, a=9,595, b=9,693, c=7,461Å, v=693,9Å^3, D_x=4,08 г/см^3) и дебаеграмма сходны с таковыми для искусственного соединения Cu_2OCl_2 (ASTM, 23-954).
Найден и определен новый минерал толбачит (Tolbachite), назван так по месту находки. Кристаллохимические характеристики толбачита (пространственная группа C2/m, z=2, a=6,89, b=3,31, c=6,82Å, β =122,3°, D_x=3,42 г/см^3) и дебаеграмма соответствуют искусственному соединению $CuCl_2$ (ASTM 1-0185; Wells, 1947).

Найден и определен новый минерал меди пийпит (piypite), названный в честь советского вулканолога Б.И.Пийпа. Кристаллохимические характеристики пийпита: сингония тетрагональная, дифракционный класс 4/mmm, возможны пространственные группы $I4/mmm$, $I\bar{4}2m$, $I\bar{4}m2$, $I4mm$, $I422$, z=4, a=13,60(4)Å, c=4,95(3)Å . Основные линии дебаеграммы (d-I-hkl): 9,63-I00-II0, 6,79-40-200, 4,305-20-3I0, 3,209-I0-330, 3,039-70-420, 3,006-30-32I, 2,666-20-5I0, I,924-20-7I0. Близкие значения измеренной (D = 3,I0±0,0I) и вычисленной (D_x = 3,05 г/см^3) плотности свидетельствуют в пользу установленной химически формулы пийпита $K_2Cu_2O(SO_4)_2$.

VINOKUROV V.M., BACHTIN A.I., KRINARI G.A., NIZAMUTDINOV N.M., BULKA G.R., VAINSCHTEIN D.I., ANUFRIEV A.M., Kazan State University, Geological Department, Kazan, USSR

IMPERFACTION IN REAL STRUCTURE OF MINERALS AND GEOLOGICAL IMPORTANCE OF THEM

Imperfaction in structure of crystals differ in king. It is discovered from real crystal investigations. Mosaic texture, microtins and etc. are main big imperfection. It is considered well-known and proposed new methodics of study this defects and stress-strain II kind. Stacking faults, politinism, mixed, layer structures and etc. are entered in next kind of imperfections. They are discussed as well-known so and new methodically approach, which are helped to study this defects. Degree of ordering and dissymetrization of distribution elements about positions structure of minerals are the next kind of imperfections. It is fined functional connection between degree of ordering and P-T condition. That is allowed to use them as geothermometers and geobarometers. Formation atoms groups such as paire, three, claster, bloc and etc. are obliged to interaction between atoms. This is another kind defect of real structure. Charge compensation and chemizm of mineral formation defines this imperfections. Simple kind of imperfection are impurities, vacancies, ionradicals and etc. Conditions to mineral formation, in particular chemizm are reflected by this kind of defects. This imperfection in real structure of minerals define typomorfizm. Together with another kind.

ВИНОКУРОВ В.М., БАХТИН А.И., КРИНАРИ Г.А., НИЗАМУТДИНОВ Н.М., БУЛКА Г.Р., ВАЙНШТЕЙН Д.И., АНУФРИЕВ А.М., Казанский государственный университет, геолфак, г.Казань, СССР

УРОВНИ ДЕФЕКТНОСТИ РЕАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ МИНЕРАЛОВ И ИХ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Исследование реальной структуры минералов позволило выделить ряд уровней, каждый из которых характеризуется своим масштабом нарушения идеального порядка кристаллического пространства.
Дефекты самого грубого уровня представляют собой мозаичность, напряжения II рода, микродвойники, дислокации и т.п. Рассматриваются существующие и предлагаются новые методики изучения этих дефектов, показана их генетическая значимость.
Следующий уровень включает в себя политипию и смешаннослойность и т.п. Обсуждаются как используемые, так и новые методические подходы, позволяющие исследовать эти дефекты в минералах.
Степень упорядочения и диссимметризации распределения элементов по

структурным позициям минералов является следующим уровнем. Найдены функциональные связи между степенью упорядочения и P–T условиями образования минералов, которые позволяют использовать их в качестве геотермометров и геобарометров.
Межатомные взаимодействия в кристаллах приводят к образованию таких группировок атомов, как пары, триады, кластеры, блоки и т.п., образующих следующий уровень дефектности реальных структур. Формирование подобных дефектов стимулируется прежде всего зарядовой компенсацией и зависит от химизма среды минералообразования.
К низшему уровню дефектности кристаллов относятся примесные атомы, вакансии, электронно-дырочные центры и др. Ассоциации этих дефектов в минералах отражают условия среды их образования, прежде всего ее химизм, и наряду с дефектами других уровней определяют типоморфизм минералов.

VLASOVA D.K., PODLESSKII K.V., KUDRYA P.F., LAPUTINA I.P., BORONICHIN V.A., MURAVITSKAYA G.N., Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

TYPOMORPHIC PECULIARITIES OF ZONED GARNETS FROM CALCIC SKARNS

Three types of zonation in garnets from different skarn ore deposits of the USSR and Mongolia have been revealed: (1) zonation related to $Al^{3+} \rightleftarrows Fe^{3+}$ substitution, with a pyralspite garnet content being less than 10 mol.%; (2) zonation related to $Ca^{2+} \rightleftarrows Mn^{2+}$ substitution and to $Ca^{2+} \rightleftarrows Fe^{2+}$ substitution, with contents of spessartite and almandine being more than 10 mol.%; (3) zonation related to $Mg^{2+} \rightleftarrows Fe^{2+}$ substitution and to $Al^{3+} \rightleftarrows Fe^{3+}$ substitution, with a pyrope content being more than 10 mol.%. The first type is characteristic of garnets from skarn iron deposits and polymetallic deposits, the second type refers to garnets from rare-earth deposits, and third type is characteristic of garnets from apomagnesian calcic skarns. Different types of zonation in the skarn garnets result, within certain limits, from the changes of physico-chemical conditions of formation. Estimates of the relative ionization potential (y), introduced by Zharikov (1967, 1982) to describe the acidity regime, show that at y = 189 kcal/mole zonation of the first and third types is formed, and at y = 191 kcal/mole zonation of the second type is formed. There is a clear correlation between the relative ionization (acidity) potential values and the $\frac{Fe^{3+}}{Fe^{3+} + Al^{3+}}$ ratio (fm) of the zoned garnets. Changes in the acidity are reflected by the iron oxidation degree ($\frac{Fe^{3+}}{Fe^{3+} + Fe^{2+}}$) of the garnet. Transition from garnets of the second type to garnets of the first and third types indicates that

the acidity decreases, and that the iron oxidation degree increases. These may be related to changes of oxygen fugacity, to an increase in contents of Ca and Mg, or to an increase in activities of strong bases which facilitate an increase in alkalinity and sharp changes in the iron oxidation degree of the garnet (conditions of highly oxidizing environment). Garnets of the second type are formed under more reducing conditions. Temperature of formation of the zoned garnets from the skarn deposits studied ranges, according to the data available, from 650 to 350°C.

ВЛАСОВА Д.К., ПОДЛЕССКИЙ К.В., КУДРЯ П.Ф., ЛАПУТИНА И.П., БОРОНИХИН В.А., МУРАВИЦКАЯ Г.Н., Ин-т геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР, г.Москва, СССР

ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОНАЛЬНЫХ ГРАНАТОВ ИЗВЕСТКОВЫХ СКАРНОВ

Изучение зональных гранатов из различных скарново-рудных месторождений СССР и МНР позволило выделить в них три типа зональности, обусловленной обменной диффузией изоморфных компонентов. I. $Al^{+3} \rightleftarrows Fe^{+3}$ в гроссуляр-андрадитах при содержании пиральспитовых компонентов меньше 10 мол.%. II. $Ca \rightleftarrows Mn$ и $Ca \rightleftarrows Fe^{+2}$ в гроссулярах при содержании спессартина и альмандина больше 10 мол.%. III. $Mg \rightleftarrows Fe^{+2}$ и $Al^{+3} \rightleftarrows Fe^{+3}$ в андрадит-гроссулярах при содержании пиропа больше 10 мол.%. Первый тип зональности характерен для гранатов известково-скарновых железорудных и полиметаллических месторождений, II тип гранатов редкометальных месторождений и III тип - для гранатов апомагнезиальных известковых скарнов.

Различные типы зональности гранатов в скарнах в определенной мере отражают изменение физико-химических условий их образования. Оценка режима кислотности, проведенная с использованием условных потенциалов ионизации (y) Жарикова (1967, 1982), показала, что при меньшей кислотности (y не более 189,0 ккал/моль) образуются зональные гранаты I и III типов; при более высокой кислотности (y не менее 191,0 ккал/моль)-гранаты с зональностью II типа.

Устанавливается четкая корреляция между величинами условного потенциала ионизации (кислотности) и железистостью ($f_m = \frac{Fe^{+3}}{Fe^{+3} + Al^{+3}}$) зональных гранатов. Изменение кислотности сказывается на степени окисления железа ($\frac{Fe^{+3}}{Fe^{+3} + Fe^{+2}}$) в минерале. Смена гранатов с зональностью II типа гранатами с зональностью I или III типов свидетельствует о понижении кислотности и увеличении степени окисления железа. Это связано с изменением активности кислорода, повышением содержания кальция и магния или увеличением активности сильных оснований, способствующих возрастанию щелочности и резкому увеличению степени окисления железа в кристаллизующемся гранате (условия высокой окислительной обстановки). Гранаты с зональностью II типа образуются в более восстановительных условиях. Температура образования зональных гранатов из

изученных скарновых месторождений, по имеющимся термометрическим данным, оценивается в интервале 650-350°С.

VOLBORTH A., Montana College of Mineral Science and Technology, Butte, Montana, USA

A NEW TYPE OF GRAPHITE, SULFIDE, ARSENIDE, RHENIUM, AND PLATINOID MINERALIZATION IN A PEGMATOID PYROXENITE OF THE STILLWATER ANORTHOSITE COMPLEX, MONTANA

The mineralization described is from the Janet-50 claims of the Manville Corporation. Drilling in this area and our SEM and mineralographic studies have outlined a significant concentration of sulfides; have detected arsenides, bismuth minerals, silver, palladium, and platinum minerals and major graphite in associations of great complexity and exhibiting multiple generations. This mineralization follows a stockwork of irregular pipelike cross cutting coarse pyroxenite pegmatoids intruding (?) and spreading along the contract zone between the Ultramafic and the Banded Upper Zones of Page and Nokleberg (1). These zones correspond to the Upper Bronzitite (UBZ) and Norite 1 (NZI) zones of Todd et al (2). Considerable disseminated graphite has been also found by Dr. E.L.Mann, of the Manville Corporation and one of us (AV) in the so-called Coors Swamp Anomoly halfway between East Boulder River and about 300 meters east of Lost Mountain, apparently in the Gabbro L and Norite 1 zones of the lower Banded Zone of Todd et al (2). Some graphite has been seen by one of us (AV) in the poC cumulate of the J-M reef in the Troctolite Anorthosite zone (TAZ 1) at the entrance of the Frog Pond Adit, about 300 meters south of Brownlee Creek.

The graphite appears to have formed in several generations, and a variety of forms. There also seem to be several generations of sulfides and silicates, and at least three generations of carbonates including dolomite, ferroan calcite, and nearly pure calcite. Well-crystalliz graphite commonly replaces bronzite. Ring-like alternations of graphite with sulfides, arsenites, and silicates forming botryoidal, podlike, vein-like, and pipe-like bodies are very common. Graphite also occurs disseminated in serpentine as well as in fine-grained veinlets cross cutting silicates and sulfide blebs. Very fine-grained palladium, tellurium, bismuth, arsenic, nickel, rhenium, cobalt, copper and iron minerals, occour throughout the graphite, sulfide-rich rocks. This represents a new type of platinoid ore.

(1) Page, N.J. and Nokleberg, W.J.(1974) Geologic Map of the Stillwater Complex, Montana, Misc.Investig.Series Map 1-797 (5 sheets).
(2) Todd,S.G.,Keith,D.W.,LeRoy,L.W.,Schissel,D.J.,Mann E.L.and Irvine T.N.(1982), Econ.Geol. 77, 1454-1480.(This work was supported by NSF grant DAR-821-3044).

VOROBYOVA K.A., Institute of Geochemistry and Physics of Minerals of the Ukrainian SSR Academy of Sciences, Kiev, USSR

AN EXPERIMENTAL STUDY OF DEPENDENCE OF Fe(III) HYDROXIDE CRYSTALLIZATION ON ENVIRONMENTAL MINEROGENESIS

A study of phase transformations of Fe(III)hydroxide was aimed at revealing mechanisms of iron oxide and hydroxide formation under oxidation conditions of the hypergenesis zone. As to the medium for experiments, it was chosen with regard for the composition and pH of natural waters. The hydroxide samples were produced following two different techniques: in some cases the hydroxide was precipitated from true Fe(III)salt solutions, in other cases it was coagulated from colloidal solutions. It is shown that the amorphous hydroxide precipitated from true iron salt solutions is unstable and the course of time it transforms mainly into hematite in neutral medium and into goethite in high-alkaline medium, its transformation in acid medium greatly depends on the anionic composition of the solution. It is examplified through chloride- and sulphate-anions, most abundant in sedimentation basins, that under similar acidity the chloride medium is more favourable for the hydroxide to be crystallized into hematite and the sulphate medium - into goethite. The established correlation between the phase composition of final products of ageing and the Fe(III)hydroxide solubility data depending on pH necessitates the following conclusions: the hydroxide-goethite transformation mechanism is redeposition in which the important role is attributed to adsorption processes at the dispersed phase-medium boundary; the hematite formation mechanism is a $Fe(OH)_3$ molecule condensation with water splitting under conditions of minimum hydroxide solubility. Unlike the amorphous hydroxide precipitated from true solutions, the hydroxide coagulated from colloidal solutions has a ferrihydrite structure and is a rather stable phase which only after a long ageing in high-acid media with $pH<3$ transforms into goethite in the presence of sulphate-anions. Coagulats of ferrihydrite structure are stable even in high-alkaline media with $pH>10$ in which the amorphous hydroxide transforms into goethite. The paracrystalline structure making the ferrihydrite inert to environmental effects forms due to a cindensation of $Fe(OH)_3$ molecules in step hydrolysis of iron salts deprived of molecular hydroxide oversaturation of the solution. The experimental investigations show a possibility of abiogenic ferrihydrite and nematite genesis under hypergene conditions.

ВОРОБЬЕВА К.А., Институт геохимии и физики минералов Академии наук Украинской ССР, г.Киев, СССР

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ХАРАКТЕРА РАСКРИСТАЛЛИЗАЦИИ ГИДРООКИСИ Fe (Ш) ОТ УСЛОВИЙ СРЕДЫ МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ

Исследование фазовых преобразований гидроокиси Fe(Ш) было предпринято с целью раскрытия механизмов формирования окисных и гидроокисных минералов железа в окислительных условиях зоны гипергенеза. Выбор среды в экспериментах был сделан с учетом состава и pH природных вод. Образцы гидроокиси получались двумя разными способами: осаждением из истинных растворов солей Fe(Ш) и коагуляцией из коллоидных растворов.

Установлено, что аморфная гидроокись, осажденная из истинных растворов солей железа, нестабильна и со временем преобразуется в нейтральной среде предпочтительно в гематит, в сильнощелочной – в гетит, а ее преобразование в кислой среде весьма существенно зависит от анионного состава раствора. На примере хлор- и сульфат-анионов (наиболее обычных в бассейнах осадконакопления) убедительно показано, что в условиях одинаковой кислотности хлоридная среда более благоприятна для преобразования гидроокиси в гематит, а сульфатная – в гетит. Четко установленная корреляция фазового состава конечных продуктов старения осадков с данными по растворимости гидроокиси Fe(Ш) в зависимости от pH позволила сделать следующие выводы: механизм преобразования гидроокиси в гетит – переотложение, в котором важную роль играют адсорбционные процессы на границе дисперсной фазы со средой; механизм образования гематита – углубленная конденсация молекул $Fe(OH)_3$ с отщеплением воды в условиях минимальной растворимости гидроокиси. В отличие от аморфной гидроокиси, осажденной из истинных растворов, гидроокись, скоагулированная из коллоидных растворов, обладает паракристаллической структурой ферригидрита и является весьма устойчивой фазой, которая лишь в процессе длительного старения (9 лет) и только в сильнокислых средах с $pH < 3$ в присутствии сульфат-анионов преобразуется в гетит. Коагуляты со структурой ферригидрита устойчивы даже в сильнощелочных средах с $pH > 10$, в которых аморфная гидроокись быстро преобразуется в гетит. Паракристаллическая структура, обеспечивающая ферригидриту инертность к воздействию среды, формируется в результате упорядоченной ориентации и конденсации молекул $Fe(OH)_3$ в процессе ступенчатого гидролиза солей железа, исключающего пересыщение раствора молекулярной гидроокисью. Проведенные экспериментальные исследования показали возможность абиогенного генезиса ферригидрита и гематита в гипергенных условиях.

WANG BIXIANG, Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, China

VOLCANIC ROCKS IN THE MIDDLE SECTION OF THE GANGDISE MOUNTAINS, XIZANG (TIBET), AND THEIR MELT INCLUSIONS

The typical representatives of the volcanic rock series in the Lhasa-Margyang area are the Linzizong volcanic rock series and the Nirongduo trachyte north of Yangbajain. The Linzizong volcanic rock series consists of a suite of calc-alkaline basaltic-andesitic and andesitic-rhyolitic volcanic rocks of the island arc-continental margin type, considered to be of Late Cretaceous age; while the Nirongduo trachyte consists of alkaline trachytic volcanic rocks, whose age was determined to be Eogene. Melt inclusions in various volcanic rocks may be classified into ten major types. The formation of these types is closely related to the composition and viscosity of magmatic melts and the thickness and cooling rate of lavas, and therefore inclusions with different features are the products of different rock types. The composition of the melt inclusions in quartz of the volcanic rocks was analysed quantitatively using the electron probe. The analytical results show that the chemical composition of magmas changes with crystallization. When quartz phenocrysts begin to crystallize, the SiO_2 content in magmas increases relatively, whereas the Na_2O, CaO, FeO and MgO contents decrease. The composition of the gas in the inclusions of welded tuff and trachyte was determined with the chromatograph-mass spectrometer. Based on studies of the petrology of volcanic rocks, petrochemistry, REE and melt inclusions, this paper provides petrological evidence for the rock-forming processes and evolution of magmas as well as for studying problems such as the northward drift of the Indian plate from Cretaceous to Paleogene time, the subduction of the Tethyan crust beneath the Eurasian plate and even the direct collision of the two plates.

WIEWIORA ANDRZEJ, Inst. of Geological Sci., Polish Academy of Sci., Warszawa, Poland; WEISS ZDENEK, Coal Res. Inst., Ostrava-Radvanice, Czechoslovakia

X-RAY POWDER DIFFRACTOMETRIC DETERMINATION OF POLYTYPES OF NATURAL MICAS

The focusing, transmission powder diffractometer was used to record diffractograms from highly oriented samples of natural micas. The oriented samples were prepared according to weighed mass, calculated by multiplication of surface area of a transmission window by unit

mass (in g/cm^2) in sedimentation of mineral suspension to Myllar foil, in a tube container. The symmetrical and oblique settings of diffractometer were adopted to elaborate nomogram for determining a coefficient of preferred orientation (T_{ex}). Subsequently, equation for texture correction for the intensity of individual diffractions has been elaborated: $T = \exp - g (\mu_o - \mu_{hkl})$. The equation enabled calculation of diffraction patterns from structure data for any symmetrical or oblique settings. Calculations were performed by the aid of modified DIFK computer programm. Comparison of several calculated and recorded diffractograms of natural micas, for any setting, proved their identity with respect to angular peak position and to intensity of diffractions. Experimental and calculated data showed, that very reliable identification of mica polytypes may be performed using just two goniometer settings: symmetrical - common for maximum intensity of diffractions characteristic for superposition structures and oblique with the angle 54° - common for maximum intensity of diffractions characteristic for individual polytypes. Identification is based first of all on presence or absence, next on intensity changes of diagnostic diffractions along with changes of goniometer setting from symmetrical to oblique. In extreme case the relative intensity changed from 0 - 100, like it was observed for 106, 016 diffraction of 3T muscovite. The techniques used in this study are quick and gives reliable results. They should be used routinely in polytypes studies.

YAN BINGGANG, LIANG RIXUAN, YANG FENGYING, and FANG QINGSONG,
Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences,
Beijing, China

SOME PROBLEMS OF DIAMOND AND DIAMOND-BEARING ULTRAMAFIC ROCKS IN XIZANG (TIBET)

The diamond-bearing ultramafic masses in Xizang (Tibet) belong to the Apline type. There are two masses. One occurs in northern Xizang, the other in southern Xizang.

In 1980-1982, the authors discovered about 80 diamond grains in these districts. Among them 22 grains were obtained from chromite ores and 4 grains from harzburgite. The others were found in natural heavy placer. The grain size of diamond ranges from 0.1 to 0.2 mm, and maximum up to 0.5 mm.

The diamonds in south Xizang are colourless and transparent, most of them are broken in irregular fragments. While the diamonds in north Xizang are yellowish-green, grayish-green or dark-green. The crystals of diamond in this mass present as octahedron, dodecahedron and cub-octahedral combination.

Accessory minerals in ultramafic rocks and chromite ores are moissanite, garnet, rutile, corundum, zircon and spinel. In addition, graphites were found from a sample of disseminated chromite ore. The ultramafic rocks in these masses are composed mainly of harzburgite, dunite and peridotite. The rocks in south Xizang mass are fresh. While in north Xizang they are seriously serpentinized. Having studied the character of minerals and their composition, the authors suggest that the diamond-bearing ultramafic rocks in Xizang were come from the upper mantle. Character of mineral association shows that during crystallization of ultramafic rocks in depths there were circumstances advantageous to the formation of diamonds.

YERMAKOV N.P., Moscow State University; NAUMOV V.B., Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the Academy of Sciences of the USSR; KHITAROV D.N., Ministry of Geology of the USSR, Moscow, USSR

FLUID INCLUSIONS IN MINERALS AND THEIR SIGNIFICANCE IN THE STUDY OF HYDROTHERMAL ORE FORMATION

It is shown that among the methods which can give reliable quantitave information about natural processes of mineral crystallization and about the formation conditions of the deposits of useful minerals the methods of the study of the inclusions of mineral-forming media are being widely developed during the last years. The impetuous progress of the technique of physical and chemical analysis of microobject, constantly expanding the possibilities of obtaining more reliable, often unique data promote this circumstance. The literature data on results of the study of fluid inclusions in minerals concerning the most important indices of geological processes: temperature, pressure, aggregate state and density of mineral-forming fluids, their chemical composition and concentration are summarized and discussed. The most favourable temperatures of the formation of many ore (cassiterite, scheelite, wolframite, sphalerite, antimonite, cinnabar and others) and vein (fluorite, calcite, barite and others) minerals were determined on the basis of more than 4000 measurements of homogenization temperatures. The analysis of more than 1500 determinations of the pressures characterizing the fluid regime of upper parts of earth's crust and the processes of ore formation especially is given. The importance of fluid inclusions in the practice of the prospecting of the deposits of useful minerals is emphasized.

ЕРМАКОВ Н.П.,Московский государственный университет;НАУМОВ В.Б., Институт геохимии и аналитической химии АН СССР; ХИТАРОВ Д.Н., Министерство геологии СССР, Москва, СССР

ФЛЮИДНЫЕ ВКЛЮЧЕНИЯ В МИНЕРАЛАХ И ИХ РОЛЬ В ИЗУЧЕНИИ ГИДРОТЕРМАЛЬНОГО РУДООБРАЗОВАНИЯ

Показано, что в последние годы среди методов, которые могут дать надежную количественную информацию о природных процессах кристаллизации минералов и об условиях формирования месторождений полезных ископаемых, все большее развитие приобретают методы изучения включений минералообразующих сред. Этому способствует стремительное развитие техники физического и химического анализа микрообъектов, постоянно расширяющее возможности получения все более достоверных, часто уникальных данных. Рассмотрены обобщенные по мировой литературе результаты исследований флюидных включений в минералах по важнейшим показателям геологических процессов: температуре, агрегатном состоянии и плотности минералообразующих флюидов, их химическом составе и концентрации, давлении. По более 4000 определениям установлены наиболее благоприятные температуры образования многих рудных (касситерит, шеелит, вольфрамит, сфалерит, антимонит, киноварь и др.) и жильных (флюорит, кальцит, барит и др.) минералов. Дан анализ более 1500 определений давлений, характеризующих флюидный режим верхних частей земной коры и в особенности процессы рудообразования. Обращено внимание на огромную роль флюидных включений в практике поисков. и разведки месторождений полезных ископаемых.

YIN CHUNGU , AI YANGFU, Department of Geology, Beijing University, Beijing, China

THE EQUATIONS FOR DESCRIPTION OF ACID-BASIC PROPERTIES OF MINERALS AND ROCKS

The parameters φ of elements and experimental equation of φ are presented to describe acid-basic properties of oxides of the elements. On the base of this principle another parameters φ_m of minerals and φ_r of rocks and their experimental equations are proposed to describe acid-basic properties of oxide minerals and oxysalt minerals and rocks.

Form our equations φ values of more than 50 common elements in nature and φ_m values of more than 100 minerals and φ_r values of 40 standard rooks were calculated. The results have been found to be satisfactory for description of acid-basic properties of these minerals and rocks.

In addition the acid-basic properties of minerals association of dif-

ferent mineralised stage in skarn ore deposits have also been studied. It was found from the calculation that these parameters φ_m and φ_r satifactoryly reflected the evolution of acid-basic properties for hydrothermal process and the condition of acid-basic properties for mineralization process.

YUSKIN N.P., Institute of Geology of the Komi Branch of the Academy of Sciences of the USSR, Syktyvkar, USSR

TYPOMORPHISM OF THE MINERALS AND MINERALOGICAL MAPPING OF THE HYDROTHERMAL ORE-FORMING PALEOSYSTEMS

The most effective means of revealing of mineralogical structure and zonality of ancient hydrothermal systems, of establishing spatial-timing mineralogenetical and oregenetical regularities are the mineralogical mapping (MM). The experience of MM different on their nature and complexity ore regions and fields of the Urals and Timan makes it possible to work out the criteria of the rational selection of the elements of mapping. Typomorphic mineral associations, minerals and peculiarities of minerals are used as the elements of mapping depending of the aim of MM. Their choice is made on the basis of the analysis of typomorphism of minerals and it is determined according to the principles of maximum informativity, geological and mineralogical experiency, the economical effectivity and technical realization. The structure of the paleohydrothermal systems is expressed through the constitutional peculiarities of the minerals (structure, compound, properties) and the concentration of minerals is the consequence of the mineral-controlling factors, i.e. it is determined by the presence of the space for crystallization of the minerals. The borders of the systems are rather broken off on zeolites, on micas, on some typomorphic peculiarities of the calcite and quartz; the inside structure and zonality are well broken off on the most changeable "polydemic" minerals. The elements of the mineralogical structure connected with the influence of the abyssal sources of substance and energy are shown the best of all in peculiarities of the minerals which contain chalcophile elements and fluorite too. The minerals of lithophile elements reflect better the peculiarities of the structure inherited from the initial substratum, the elements of "frame". The ore minerals and constitutionally related to them minerals are used first of all for solving problems connected with the regylarity of the distribution of the ore mineralization and prognostic and prospective problems.

ЮШКИН Н.П., Институт геологии Коми филиала АН СССР, г.Сыктывкар, СССР

ТИПОМОРФИЗМ МИНЕРАЛОВ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ ПАЛЕОГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ РУДООБРАЗУЮЩИХ СИСТЕМ

Наиболее эффективным средством выявления зональности гидротермальных систем геологического прошлого, установления пространственно-временных закономерностей минералообразования и рудообразования является минералогическое картирование (МК). Опыт МК в различных по своей природе и сложности рудных районах Урала и Тимана позволил разработать критерии рационального подбора элементов картирования. В качестве таких элементов, в зависимости от целей МК, используются типоморфные минеральные ассоциации, типоморфные минералы, особенности минералов. Их выбор осуществляется на основе анализа типоморфизма минералов и определяется принципами максимальной информативности, геолого-минералогической целесообразности, экономической эффективности и технической выполнимости.

Структура палеогидротермальных систем выражается через конституционные особенности минералов (структура, состав, свойства), а концентрация минералов определяется наличием пространства для их накопления. Границы систем хорошо выявляются по цеолитам, слюдам, некоторым типоморфным особенностям кальцита и кварца, внутреннее строение и зональность - по наиболее изменчивым "сквозным" минералам. Элементы минералогической зональности, связанные с влиянием глубинных источников вещества и энергии, лучше проявляются в типоморфных особенностях минералов, содержащих халькофильные элементы, а также флюорита. Минералы литофильных элементов более четко отражают особенности структуры, унаследованные от первичного субстрата.

Для целей выявления закономерностей распределения рудной минерализации и для решения прогнозно-поисковых задач, наиболее пригодно использование особенностей самих рудных и конституционно родственных им минералов.

ZECK H.P., Copenhagen University, Denmark; SHENOUDA H.H., do., RØNSBO J.G., do., and POORTER R.P.E., Utrecht University, Holland

REPLACEMENT OF OLIVINE BY HYPERSTHENE-ILMENITE SYMPLECTITES, INHERENT METAMORPHISM IN GABBRONORITES

Symplectitic intergrowths of hypersthene (host) with ilmenite (vermicules) in a gabbroic sill from the Precambrian of southwest Sweden occur as replacement products of olivine, and are thought to have formed simultaneously with the replacement of nearby crystals of ilmenite and Ti-magnetite by biotite and hornblende (and spinel). These interrelated replacement processes may have taken

place during, or immediately after, the final stages of the magmatic crystallization, at temperatures of about 660-680°C, as part of the inherent metamorphism of the gabbroic rock. Another expression of this metamorphic imprint is the occurrence of two--tiered corona shells of hypersthene/hornblende (+spinel) at the interface of olivine and plagioclase crystals.

ZHANG HANQING, Institute of Mineral Deposits,
Chinese Academy of Geological Sciences , China

THREE-AXIS ROTATION CAMERA FOR X-RAY DIFFRACTION AND ITS DIFFRACTION GEOMETRY

The three-axis rotation camera for x-ray diffraction is a new-type by which Debye pattern of a single grain of a specimen can be obtained. The three axis of this camera intersect at its center and it enables the specimen to rotate around three axes having different orientations simultaneously. The three axes of the rotation camera for x-ray diffraction are named ϕ-, χ - and ω-axis. The ϕ axis carries and locates a specimen and makes specimen to spin; χ axis is perpendicular to the central-axis of the camera and makes specimen to oscillate in the range of 0-82°; and the ω axis is the cental-axis of the camera and makes specimen to revolution. All the three axis movements are driven by a micromotor. The present paper describes: The diffraction geometry of the three-axis rotation camera, the spherical movement tracks of reciprocal lattice, the relationship between the intensity of diffraction line and diffraction angle in detail, derivation of the refinement equation of multiplication factor, movement factor and diffraction intensity of three-axis rotation photography.

The present paper has also compared the three-axis rotation photography with that of Gandolfi and described the advantages of this type of camera, such as: The improvements of spotted lines, shart arcs, evenness of intensity; to give the missed lines in Gandolfi and the decrease of exposure time.

ZHANG PEISHAN AND TAO KEJIE, Institute of Geology, Academia Sinica, Beijing, China

A STUDY ON RARE-EARTH AND ALKALINE EARTH DOUBLE CARBONATE MINERALS IN CHINA

The present paper is based on studied results and the latest materials of rare-earth and alkaline earth double carbonate minerals which occur in China and described barium, calcium and strontium rare-earth fluorocarbonate mineral series respectively. After huanghoite was just discovered, in the early sixties the author pointed out the possibility of existence of barium rare-earth fluorocarbonate mineral series in nature. Nowadays, the fact of discovery of new minerals cebaite and zhonghuacerite further affirm the existence of this mineral series. In the chemical composition of the barium and calcium rare-earth fluorocarbonate mineral series the distributive characteristics of the rare-earth of the both series are the concentration of the light landenides and the concentration of the content of the odd number rare earth before the even number. It is the mineralogical characteristic that the minerals of barium and calcium rare-earth fluorocarbonate mineral series have syntaxy or syntactic intergrowth. The range of the syntactic intergrowth is not only limited in the barium rare-earth fluorocarbonate series minerals or in the calcium rare-earth fluorocarbonate series minerals, but also extended between both the previous mineral series. In the chemical composition of rare-earth and alkaline earth double carbonate, the alkaline earth is only limited to barium, calcium and strontium elements. As for the other elements, the magnesium is confined and the beryllium is not possible yet.

ZHOU GUOPING, ZHENG ZHI, Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, China

TWO WAYS OF KAOLINIZATION OF FELDSPARS IN SHU ZHOU KAOLIN DEPOSIT AND ITS GEOLOGICAL SIGNIFICANCE

Mineralogical characteristics of kaolin minerals from the kaolin deposit in Shu Zhou, China were studied by petrographical microscope, XRD, IR, SEM, TEM, SAD, DTA and chemical analysis. Studying shows that feldspars change into kaolinites through two different ways. The first, feldspars change into kaolinites with an intermediate stage of sericites; the second, they change directly into kaolinites.

Characteristics of kaolinite minerals formed by these two ways are

different from each other indicating two different geological processes. In the first way, the altered products from feldspars are well-ordered kaolinites. SAD studying shows that in addition to typical 1Tc-polytype kaolinite, there are some varieties of intermediate kaolinites. The second way results in the formation mixture of kaolinites and halloysites. Tubular halloysites occur selectively in the vicinities of micropores and cracks which give more sufficient water supply.

Factors controlling the ways of feldspars alteration to kaolinites and the characteristics of the altered mineral associations were discussed. Studying shows that the ion composition of solution and the water supply are more important factors than others. These two factors are controlled by geological environments and processes in that time.

ZHOU XINMIN and CHEN TUHUA, Department of Geology, Nanjing University, China

Cr-CLINOPYROXENE AND Al-CLINOPYROXENE ULTRAMAFIC INCLUSIONS IN ALKALI BASALTIC ROCKS FROM SOUTHEASTERN COASTAL PROVINCES OF CHINA

This paper gives some preliminary results of a comprehensive study of the textures, mineral compositions, and major elements, rare earth elements, and transition elements of the ultramafic inclusions and the enclosing alkali basaltic rocks collected from thirty-seven different localites in Southeastern Coastal Provinces of China. The inclusions are separated into two categories, namely the Cr-rich clinopyroxene series and the Al-rich clinopyroxene series. Members of the Cr-clinopyroxene series, being spinel lherzolites and garnet lherzolites, especially the spinel lherzolites, are of the most abundant and widespread. These inclusions are confirmed to be the fragments of the upper mantle's rocks trapped from the conduit walls, and bear no relation to a melting residue resulting from the generation of their host basaltic magma. They, as the representatives of the modified upper mantle's rocks, were melted in small degree and reacted with the host basaltic magma after they were partially replaced by the melt riched in incompatible elements derived from the more deep mantle. The Al-rich clinopyroxene inclusions, which are garnet websterite, spinel websterite, clinopyroxenite, spinel clinopyroxenite, amphibole clinopyroxenite, and amphibolite and gabbro, are formed by the consolidation of magma in the deeper levels.

ZVYAGIN B.B., Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy & Geochemistry of the USSR Ac.Sci., Moscow, USSR

STRUCTURAL FACTORS OF THE DIVERSITY OF CHAIN-BELT SILICATES

The structural diversity of chain-belt silicates remained uncertain until a number of generalizations on pyroxenes, amphiboles and biopyriboles were published. It was noted that there is a possibility of two opposite orientations (+,-) for the I-beams composing the structures, of different relative orientations of the octahedral and tetrahedral bases (O,S) and other details labelled by different authors as A,B; N,P; P,Q; P,M. The parity rule relating the +,- and O,S features was formulated.

The experience and principles of the work with the phyllosilicate diversity may be useful also in this case permitting in particular to escape assertions accepted "on trust" deducing them from the structure and stacking rules of the I-beams. It is essential that the I-beams have common O-atoms shared by tetrahedra of one beam and octahedra of the other one.

When there is no twist of tetrahedral bases (they form ideal hexagons and the tetrahedral rotation angle $\psi=0$) it is easy to establish the relative displacements of the I-beams in dependence on +,- and the numbers n of the pyroxene chains condensed in them. Besides the variations +,-,n there is one more "degree of freedom" - mutually accorded rotations of tetrahedra of one "storey" by ψ angles from 0° to $\pm 30^{\circ}$ causing additional relative displacements t of the I-beams, so that $t/c=\frac{1}{3}tg\psi/6n$, values ψ_i being in principle independent.

An arbitrary structure is described by a two-dimensional set of symbols $+,-,n,\psi_i$ of the I-beams corresponding to their distribution in the plane normal to the c-axis and featuring automatically the O,S,A,B and "parity" properties. The symbolic notation defines for the whole diversity of periodic structures from one-chain to multi-chain including mixed-chain structures the possible choices of the unit cell (which may be centered in a different way or not), the numbers of I-beams per a,b,c repeats and the space symmetry.

Structures with violation of the parity rule are considered as results of distortion of the structures with $\psi=0$ in which $\psi\neq 0$ towards the cubic packing of O-atoms within I-beams excluding the hexagonal one is at the expence of the irregular shape of the polyhedra.

ЗВЯГИН Б.Б., Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР, г.Москва, СССР

СТРУКТУРНЫЕ ФАКТОРЫ РАЗНООБРАЗИЯ ЦЕПОЧЕЧНО-ЛЕНТОЧНЫХ СИЛИКАТОВ

Структурное разнообразие цепочечно-ленточных силикатов оставалось проблематичным, пока не был опубликован ряд обобщающих работ по пироксенам, амфиболам, биопириболам. В них отмечена возможность двух противоположных ориентировок (+,-) для составляющих структуры I-лучей, разных относительных ориентировок оснований октаэдров и тетраэдров (O,S) и других деталей, условно обозначавшихся разными авторами A,B; N,P; P,Q; P,M. Сформулировано "правило четности", связывающее особенности +,- и O,S.

Чтобы освободиться от необходимости некоторые утверждения принимать "на веру", выводить их из строения и правил укладки структурных единиц, полезно воспользоваться опытом и принципами рассмотрения филосиликатов. В данном случае существенно, что I-лучи соединяются через вершины, разделяемые тетраэдром одного луча и октаэдром другого. При гексагональной конфигурации петель оснований тетраэдров (угол их разворота $\Psi = 0$) легко устанавливаются относительные смещения I-лучей в зависимости от +,- и числа **n** пироксеновых цепочек, конденсирующихся в них. Помимо вариаций +,-, **n**, структуры имеют еще одну степень свободы - дополнительное относительное смещение **t** I-лучей за счет взаимосогласованных разворотов тетраэдров одного "этажа" структуры на углы Ψ от 0^0 до $\pm 30^0$, так что $t/c = b\,tg\Psi/6nc$, причем величины для разных "этажей" могут быть независимыми.

Произвольная структура описывается двумерной совокупностью символов +,-, Ψ, **n** I-лучей для их распределения в плоскости, перпендикулярной оси C, из которой автоматически следуют особенности O,S, A, B, правило четности. Для всего разнообразия периодических структур, от однорядных до многорядных включая смешанорядные, символическая запись выражает варианты выбора ячейки, ее центрировку, числа I-лучей на периоды a,b,c, пространственную симметрию.

Структуры с нарушением правила четности можно представить как результат искажений структур с $\Psi=0$, в которых $\Psi\neq0$ в сторону кубической упаковки атомов O в пределах I-лучей (вместо гексагональной, требуемой относительной ориентировкой I-лучей) достигается за счет нарушения правильной формы структурных полиэдров.

ГЕОХИМИЯ И КОСМОХИМИЯ
GEOCHEMISTRY AND COSMOCHEMISTRY

Conveners: V.L.Barsukov, M.H.Grünenfelder, B.Hitchon

ABAA SOLOMON IORKOSO, Dept. of Geol. Ahmadu Bello Univ.,Zaria, Nigeria

GEOCHEMICAL EVIDENCE FOR ROCK FLUID INTERACTION CAUSED BY METASOMATISM, IN THE NIGERIAN YOUNGER GRANITE PROVINCE

Majority of the Nigerian anorogenic granites are metaluminous (the ratio of molecular proportions of Al_2O_3 to $(CaO+Na_2O)$ is of the order of 1),with a few others being peralkaline (the ratio less than 1) or peraluminous (the ratio greater than 1). The granites are highly depleted in K_2O with low CaO and MgO values but intermediate concentrations of Al_2O_3, Na_2O and K_2O.
The distribution and concentration of some trace elements have been affected by magmatic processes and subsolidus variations related to metasomatism. There is a negative correlation of K against Rb with the ratio K/Rb decreasing to low values in the granites that have undergone extensive recrystallization in the subsolidus at the time of albitization.
The rare earths show enrichment in the light rare earths (LREE) and heavy rare earths (HREE) with distinct EU anomalies in their distribution patterns. The main areas of tin-columbite mineralization in the province are found in granites with the above geochemical characteristics.

ABDEL-MONEM A.A.,AL-SHANTI A.M.,RADAIN A.A.,Faculty of Earth Science, King Abdulaziz University,Jeddah,Saudi Arabia; HASHAD A.H.,Nuclear Materials Corporation, Cairo, Egypt

NEW AND REVISED Rb-Sr AGES ON SOME PLUTONITES FROM THE ARABIAN-NUBIAN SHIELD

Rb-Sr isotopic ages obtained from some 20 new and revised isochrons on granitoid plutonites from the Arabian-Nubian Shield (ANS) in Saudi Arabia and Egypt imply the occurrence of three orogenic events in the following periods:

1 - Early Pan-African (1100-700 Ma) in which quartz-diorite-trond-

hjemite-granodiorite plutonites of low-K calc-alkaline affinity were emplaced in association with an island-arc layered sequence.

2 - Middle Pan-African (700-550 Ma) which represents most of the more potassic calc-alkaline granodiorite-granite plutonites of Egypt and Saudi Arabia. They intrude earlier sequence of island-arc volcano-sedimentary rocks and are probably associated with major collision event.

3 - Late Pan-African (< 550 Ma) in which highly fractionated granites with 40-50% K-feldspars are intruded into mollase-type continental sediments and terminate the Pan-African orogenic events.

Initial Sr isotopic ratios vary between ~ 0.703 for early plutonites and ~ 0.704-0.706 for most of the middle and late plutonites which suggest mixing of mantle-source magma with Rb-poor crustal element. The ratios also seem to depend on the location of the pluton with respect to pre-Pan-African craton as implied from the relatively higher ratios obtained from the most-estern and most-western plutons of the ANS and relatively low ratios obtained from plutons of western most Arabia and Egyptian Red Sea Hills.

ABDULKADER M.ABED, Department of Geology and Mineralogy,
The University of Jordan Amman, Jordan

URANIUM DISTRIBUTION IN THE JORANIAN PHOSPHATES

The phosphate rocks in Jordan form a belt running in a north-south direction for more than 400 km. They make the upper part of the Amman formation and are of the uppermost Cretaceous. The U content is 67 ppm, 95 ppm and 155 ppm in southern, central and northern Jordan respectively, which is clearly increasing to the north. The paleogeography of the uppermost Cretaceous indicates that Jordan is a shallow continental shelf with the continent (Arabian-Nubian Continent) being in the south. The second trend in the distribution of U is that it is increasing upwards in the same locality. This is interpretated by upward leaching in a vadose environment. Secondary U minerals as autonite are found along joints in the studied rocks.

ALEXEEV V.A., LAVRUKHINA A.K., USTINOVA G.K., V.I. Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow,USSR

THE STUDY OF COSMIC BODIES THROUGH THE USE OF COSMOGENIC ISOTOPES

In iron and stony meteorites as well as in the surface layers of large cosmic bodies multifarious radioactive and stable isotopes

are produced by galactic and solar cosmic rays. Their depth distributions inside the cosmic objects obey certain rigorous regularities and depend: 1) on the intensity and spectrum of cosmic radiation; 2) on exposure duration, i.e., on the cosmic age of these objects; 3) on the chemical composition of the cosmic matter; 4) on the pre-atmospheric sizes of meteorites and on evolution processes on the surface of large cosmic bodies; 5) on the shielding depth of the investigated samples; 6) on the extent of meteorite orbits and their evolution over the meteorite cosmic age; 7) on the erosion processes in the interplanetary space; and 8) on the radiation history of cosmic bodies. It is obvious that the cognizance of these regularities enables us to investigate both cosmic rays and cosmic bodies compehensively by means of a quantitative analysis of the measured radioactivity or content of cosmogenic isotopes. Such a possibility is provided for us by the previously developed quantitative analytical method [1,2] of simulating nuclear reactions in cosmic bodies of different sizes and compositions.

The report presents the results of investigating the following questions: a) pre-atmospheric sizes of iron and stony meteorites: the most efficacious methods of estimating the pre-atmospheric sizes elaborated by the authors are described; the factors exerting influence upon these estimations are indicated; the sizes of a large amount of iron and stony meteorites and their ablation degree when traversing the terrestrial atmosphere are determined; b) the extent of orbits of stony meteorites and their evolution over the cosmic age; c) the radiation history of cosmic bodies: the factors exerting influence upon the isotope chronology are pointed out; the solar proton effects, the role of collisions and the erosion in the interplanetary space as well as the mechanical evolution of the surface of large cosmic bodies are investigated.

1. Lavrukhina A.K., Ustinova G.K. -Astron.J., 1967, 44,1081-1086
2. Lavrukhina A.K., Ustinova G.K. - Proc.Lunar Planet.Sci.Conf. 9th, 1978, 2, 2399-2414

АЛЕКСЕЕВ В.А., ЛАВРУХИНА А.К., УСТИНОВА Г.К.,Институт геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского АН СССР, Москва, СССР

ИЗУЧЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ТЕЛ С ПОМОЩЬЮ КОСМОГЕННЫХ ИЗОТОПОВ

В железных и каменных метеоритах, а также в поверхностных слоях больших космических тел под действием галактических и солнечных космических лучей образуются разнообразные радиоактивные и стабильные космогенные изотопы. Их глубинное распределение внутри космических объектов подчиняется определенным строгим закономерностям и зависит: I) от интенсивности и спектра космического излучения; 2) от длительности экспозиции, т.е. от космического возраста этих объектов;

3) от химического состава космического вещества; 4) от доатмосферных размеров метеоритов и от процессов эволюции на поверхности больших космических тел; 5) от глубины залегания исследуемых образцов; 6) от протяженности метеоритных орбит и их эволюции в течение космического возраста метеоритов; 7) от процессов эрозии в космическом пространстве и 8) от радиационной истории космических тел. Очевидно, что знание этих закономерностей позволяет всесторонне исследовать как космические лучи, так и космические объекты путем количественного анализа измеренной в них радиоактивности или содержания космогенных изотопов. Такую возможность предоставляет нам развитый ранее [1,2] количественный аналитический метод моделирования ядерных реакций в космических телах разных размеров и составов.

В данной работе приводятся результаты исследования следующих вопросов: а) доатмосферные размеры железных и каменных метеоритов: описаны разработанные авторами наиболее эффективные методы оценок доатмосферных размеров; указаны факторы, влияющие на эти оценки; определены размеры большой группы железных и каменных метеоритов и степень их абляции при прохождении земной атмосферы; б) протяженность орбит каменных метеоритов и их эволюция в течение космического возраста; в) радиационная история космических тел: приведены факторы, влияющие на изотопную хронологию; исследованы эффекты солнечных протонов, роль столкновений и процесса эрозии в космическом пространстве, механическая эволюция поверхности больших космических тел.

1. Лаврухина А.К., Устинова Г.К. - Астроном.журн., 1967, 44, 1081-1086.
2. Lavrukhina A.K., Ustinova G.K. - Proc. Lunar. Planet. Sci., Conf. 9th., 1978, 2, 2399-2414.

ANFILOGOV V.N., BOBYLEV I.B., Institute of Geology and Geochemistry of the Ural Sci.Centre of the USSR Ac. Sci., Sverdlovsk, USSR

A POLYELECTROLYTE MODEL FOR STRUCTURE OF SILICATE MELTS

1. The structural units constituting silicate melts are polyanions, coordinated by cations of metals and free metal oxide in dissociated state which is in equilibrium with polyanions. Due to their large charges the polyanions are in position to keep some metal cations in the first coordination sphere. The latter would not independently take part in the transfer processes but can transit together with polyanions.

2. An equilibrium concentration of free metal oxide in the silicate melt is equal to its activity measured relative to pure melted oxide.

3. The system composed of silicate polyanions with their coordinated cations of metals and free metal oxides is athermal.

4. The simple equations for evaluation of depolymerization degree, the average of a molecular size polymer forms and equilibrium constants of a reaction of depolymerization have been obtained on the base of theses (2) and (3). These parameters are related to the thermochemical constants and can be calculated both for binary and poly - component systems.

5. The methods of theoretical calculations of density, surface tension and molar refraction are proposed there. The relationship between viscosity of silicate melts and the average of a molar size of polymer forms in the melts is determined.

6. The main statements of the polyelectrolite model are supported by the original experimental investigations.

АНФИЛОГОВ В.Н., БОБЫЛЁВ И.Б., Институт геологии и геохимии УНЦ Академии наук СССР, г.Свердловск, СССР

ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНАЯ МОДЕЛЬ СТРОЕНИЯ СИЛИКАТНЫХ РАСПЛАВОВ

I. Структурными единицами силикатных расплавов являются многозарядные полианионы, координированные катионами металла, и свободный, равновесный с полианионами оксид металла в диссоциированном состоянии. Благодаря большим зарядам, полианионы способны прочно удерживать в своей первой координационной сфере часть катионов, которые самостоятельно не принимают участия в процессах переноса, но могут перемещаться совместно с полианионами.

2. Равновесная концентрация свободного оксида металла в расплаве равна его активности, измеряемой по отношению к чистому расплавленному оксиду металла.

3. Система, состоящая из силикатных полианионов с координирующими их катионами и свободного оксида металла, ведет себя как атермический раствор.

4. На основе положений 2 и 3 получены простые уравнения для расчета степени деполимеризации силикатных расплавов, среднего размера силикатных полианионов, константы равновесия реакции деполимеризации кремнезема. Все эти параметры увязаны с термохимическими константами силикатных расплавов и могут быть рассчитаны не только для бинарных, но и для многокомпонентных расплавов. Полученные уравнения позволяют также рассчитывать активности оксидов металлов в бинарных и многокомпонентных расплавах.

5. Предложены методы теоретического расчета плотности поверхностного натяжения и молярной рефракции силикатных и алюмосиликатных расплавов. Установлена связь между их вязкостью и средним размером силикатных полианионов.

6. Основные положения полиэлектролитной модели подтверждены оригинальными экспериментальными исследованиями.

ARCULUS RICHARD J., Department of Geological Sciences, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, USA

REDOX STATES OF THE UPPER MANTLE

Evidence is accumulating that there exists a range of redox states in the present-day upper mantle, but as yet, no clear resolution of the processes that could have given rise to this heterogeneity is apparent. Until fairly recently, the majority of geochemists believed that the relatively oxidized state of most volcanic gases and apparently high ferric/ferrous ratios of upper mantle derived rocks were indicative of a redox state close to the synthetic fayalite-magnetite-quartz (FMQ) buffer. However, the rarity of carbonate together with thermodynamic calculations of the equilibrium oxygen fugacity (fO_2) of spinel-olivine-orthopyroxene and spinel-ilmenite assemblages in upper mantle rock types suggests more reduced values close to the synthetic magnetite-wüstite (MW) buffer. Direct electrochemical measurements on similar samples give an even greater range of redox states from levels more oxidised than those of FMQ for kimberlite-derived ilmenite to levels more reduced than MW for some type 1 (that is relatively Cr-rich) peridotites. In these latter samples, redox levels approaching Fe-rich metal equilibrium are observed. The occurrence of Fe-rich FeNi alloys in diamonds suggest that at least locally, metal saturation is reached in the upper mantle. Analysis of the fO_2 associated with the independent equilibria involving olivine-orthopyroxene-metal for Fe, Ni and Co for upper mantle assemblages shows that a single-stage, low pressure equilibration with potential core-forming metal does not account for both the redox state of the Cr-rich peridotite suite and the abundances of Fe, Ni and Co. A total range of at least 6 orders of magnitude in fO_2 is indicated in the upper mantle. Controversy surrounds the interpretation of the sequence of melting events, differential volatile transport, lithosphere recycling and lower mantle devolatilization that could be implicated.

ARMANDO MURCIA L., Ingeominas A.A., Popayán, Colombia

ANALYSIS GEOQUIMICO E ISOTOPICO DEL VULCANISMO CRETACEO DEL OCCIDENTE DE COLOMBIA

Colombia está localizada en la esquina nor-occidental de Suramerica donde están convergiendo las placas litosféricas de Nazca, Cocos, Caribe, Suramericana y Andina, lo cual complica mucho la interpretación tectónica.

El occidente colombiano está compuesto principalmente por rocas de afinidad oceánica, las cuales están separadas de rocas de afinidad continental mediante el Sistema de Fallas de Romeral, el cual representa una paleosutura de edad Jura-Cretácea.
Las rocas que predominan en el occidente colombiano corresponden a flujos submarinos de edad Cretáceo, con intercalaciones sedimentarias de tipo pelágico. Asociados a esta secuencia y especialmente hacia la parte oriental, se encuentran emplazados tectónocamente esquistos de glaucofano, eclogitas, peridotitas, serpentinitas, komatiitas y plagiogranitos.
Los estudios que se han efectuado en las rocas volcánicas cretaceas comprenden elementos mayores y elementos traza, además de mediciones isotopicas de $^{87}Sr/^{86}Sr$, $^{143}Nd/^{144}Nd$ y $\delta^{18}O$. El análisis de estos datos demuestra que en el occidente colombiano coexisten rocas volcanicas cretáceas de diferentes ambientes tectónicos, lo cual podria explicarse por la presencia de diferentes bloques alóctonos, que corresponderían a diferentes terrenos (Cordilleran Suspect Terrains).

ARNETH J.-D. and MATZIGEIT U., Max-Plank-Institute of Chemistry, Mainz, FRG

THE BEHAVIOUR OF $\delta^{13}C_{ORG}$ AND $\delta^{13}C_{BIT}$ ISOTOPE RATIOS DURING THE STAGES OF DIAGENESIS AND CATAGENESIS: RESULTS FROM NATURAL SEDIMENTS AND THERMAL MATURATION EXPERIMENTS

Phanerozoic sediments from Williston Basin (North America) were subjected to carbon isotope and organogeochemical analyses.
Sediments (Cambrian, Pennsylvanian-Cretaceous) with a marked ^{12}C enrichment of the geolipid fraction ($\delta^{13}C_{bit}$) over the total organic carbon fraction ($\delta^{13}C_{org}$) show shallow depths of burial, high ($^{pr}/_{n\text{-}C17}+^{ph}/_{n\text{-}C18}$)·1/2 ratios and n-alkane patterns with the characteristics of the biological precursor material.
Sediments (Ordovician-Mississippian) with no ^{12}C enrichment of $\delta^{13}C_{bit}$ over $\delta^{13}C_{org}$ have higher depths of burial, lower ($^{pr}/_{n\text{-}C17}+^{ph}/_{n\text{-}C18}$)·1/2 ratios and n-alkane patterns of no resemblance with precursor materials. We suppose that the rank of the organic matter may be responsible for these patterns and cautiously called the first group"immature", the second"mature" sediments.
Pyrolysis experiments were carried out to simulate natural processes.
i.the ^{12}C enrichment of "immature" geolipids were distinctly reduced in the 300-400 °C temperature interval.

ii. the meantime the $(^{pr}/_{n\text{-}C17} + ^{ph}/_{n\text{-}C18}) \cdot 1/2$ ratios were reduced.

iii. the n-alkane patterns of these pyrobitumina show no similarity with biological matter.

iv. no significant changes in these parameters were observed when "mature" sediments were subjected to pyrolysis.

v. with these results and the amounts and isotopic composition of pyrolytically liberated gases (CO_2, CH_4, higher alkanes) a quantitative approach of catagenetic processes will be attempted.

AZBEL' I.Ya., TOLSTIKHIN I.N., Geological Institute of the Kola Department of the USSR Academy of Sciences, Apatite, USSR

EVOLUTION OF THE SILICATE SHELLS AND THE ATMOSPHERE OF THE EARTH IN THE LIGHT OF RECENT ISOTOPIC DATA

Rb-Sr, Sm-Nd, K-Ar and U-He systematics, revealed in Sr-Nd and Ar-He relationships, are used as the principal data to extend a five-reservoir model of the earth's evolution. Isotopic compositions are assumed to be the most reliable observations; ratios of elements similar in geochemical behaviour are considered to be less reliable; contents of radioactive elements as well as some parameters of evolution process are estimated. Attention should be paid to a unique feature of U-He system: isotope composition of helium in the initial reservoir can not be provided by mixing the end-member fractionated reservoirs due to escape of helium isotopes (especially ^3He) from the atmosphere. This feature enables to distinguish processes of fractionating of terrestrial materials and processes of mixing of fractionated materials.

The model describes fractionation of the initial reservoir and, correspondingly, rise of the continental crust, enriched in K, Rb, U and Nd, and the mantle, depleted in these elements. Heat energy and volatile elements which are contributed into the crust by mantle melts, stimulate a secondary fractionation of the crust and concentration of radioactive elements in its upper part. Transfer of silicate materials is accompanied by the degassing process and rise of the atmosphere.

The model enables to put into agreement a wide set of the most valid cosmochemical and geochemical data belonging to various isotopic systems as well as to obtain reasonable values of some important parameters of the evolution process. Several consequences, inferred

from the model, correspond with geophysical and geochemical data such as mass-ratio of the upper and lower crust, evolution of initial $(^{87}Sr/^{86}Sr)_0$ ratios of granitoid rocks. The calculations lead to the following array of the elements (in order of decrease of their migration activity): helium and argon, rubidium, uranium and potassium

АЗБЕЛЬ И.Я., ТОЛСТИХИН И.Н., Геологический институт, Кольский филиал Академии наук СССР, Апатиты, СССР

ЭВОЛЮЦИЯ СИЛИКАТНЫХ ОБОЛОЧЕК ЗЕМЛИ И АТМОСФЕРЫ В СВЕТЕ СОВРЕМЕННЫХ ИЗОТОПНЫХ ДАННЫХ

Рубидий-стронциевая, самарий-неодимовая, калий-аргоновая и уран-гелиевая системы наряду со стронций-неодимовой и аргон-гелиевой зависимостями использовались в качестве основных данных для развития пятирезервуарной модели эволюции Земли. Изотопные соотношения считались наиболее надежными наблюдениями; соотношения элементов, близких по геохимическому поведению, считались менее надежными; концентрации радиоактивных элементов и некоторые параметры процесса эволюции оценивались в ходе расчетов. Обращается внимание на уникальную особенность уран-гелиевой системы: изотопный состав гелия в исходном резервуаре не может быть обеспечен смешением вещества продифференцировавших резервуаров вследствие убегания изотопов гелия из атмосферы. Эта особенность позволяет отличить процесс фракционирования земного вещества от процесса смешения профракционировавшего вещества.
Модель описывает фракционирование исходного резервуара и соответственно рост обогащенной радиоактивными элементами коры и обедненной этими элементами мантии. Тепловая энергия и летучие компоненты, привносимые в кору мантийными расплавами, инициируют вторичную дифференциацию вещества коры, в результате которой радиоактивные элементы концентрируются в ее верхней части. Процессы преобразования силикатного вещества сопровождаются его дегазацией и ростом атмосферы.
Модель позволяет объединить космо- и геохимические изотопные данные, относящиеся к различным изотопным системам и получить разумные значения некоторых важных параметров процесса эволюции Земли. Некоторые следствия, вытекающие из модели, соответствуют геофизическим и геохимическим данным, таким, как соотношение масс верхней и нижней коры, эволюция начальных отношений $(^{87}Sr/^{86}Sr)_0$ гранитоидных пород. Расчеты приводят к следующей последовательности элементов (в порядке уменьшения их миграционной активности): гелий и аргон, рубидий, уран, калий.

BADR el DIN KHALIL, Head Department of Geology, University of Khartoum, Sudan

ZONING AND OTHER GEOCHEMICAL PARAMETERS AS EXPLORATION TOOLS - THE SABALOKA WOLFRAM-CASSITERITE DEPOSIT - SUDAN

Geochemical methods based on residual soil sampling were applied to define zoning in Sabaloka Wolfram-Cassiterite Deposit associated with the Sabaloka igneous complex, 88 km North of Khartoum. Spectral methods were used for analysis. Secondary dispersion haloes of the elements - Sn, W, Mo, As, Pb, Ag, Zn, Zr, Nb and Y were revealed. Linear productivity for each element was calculated to give approximate figure of metal reserves in the haloes. Geochemical factors worked out by a computer were set for different profiles to define zoning. These factors are ratios of the Productivity of low - to high - temperature hydrothermal elements. The more reliable ratios are those with high resolution power which increase or decrease monotonously in one direction. Correlation and association of elements were worked according to statistical rules. Zoning from north to south followed the order W-Sn-Mo-Zn-Pb-Ag. Correlation coefficients gave the following three phases of Mineralization:

a) W, Sn, Mo. b) (Pb, Ag, Bi, As), Zn, (Mo, W, Sn)
c) Pb, Ag, As, Bi.

BALASHOV Yu.A., KARPENKO S.F., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

THE ISOTOPIC EVIDENCE FOR MANTLE MAGMATISM AND DIFFERENTIATION CORRELATION

The available data on isotopic composition of Sr, Nd, Pb and hydrogen (including new data of the authors) in the magmatic rocks can be used for the estimation of the time of generation and of the isotopic and geochemical peculiarities of the mantle sources of modern island arc and oceanic basalts and of their older equivalents: 1. The rather strong acid leaching of the island arc rocks removes all the traces of different secondary processes and allows us to determine the real initial Sr isotopic composition of these rocks. It was found that the rocks of the primitive arcs and some of the effusives from the mature arcs with the isotopic characteristics similar to that of the primitive arcs fall exactly on the mantle correlation line in the ε_{Nd}- $_{Sr}$ diagram. The ε_{Nd} and ε_{Sr}

values of these rocks do not coincide with the $\varepsilon_{Nd} - \varepsilon_{Sr}$ values of the oceanic basalts which is considered to be an evidence for the existence of the independent mantle sources for island arc effusives. This can be confirmed by δ D values (-64 + - 77%) of the island arc boninites which coincide with the known interval of δ D values for mantle water (-50 + - 85%)[I]. The ^{207}Pb enrichment of the effusives from the primitive arcs and some of the mature arcs as compared with the oceanic tholeiites is the strong evidence for the rather old generation of the sources of these rocks. The generation of such zones in the mantle as determined from the correlation of Nd and Sr isotopes in the effusives of the primitive arcs, precambrian greenstone belts and basalt-andesite-dacitic associations and phanerozoic ophiolites occured 3.8-3.3 and 3.0-2.5 AE ago showing the existence of two major periods of mantle differentiation in the Archean. 2. The age of generation of the sources of oceanic tholeiites with low initial Sr isotopic ratios (0.7023-0,7028) estimated from analogous Sr-Nd isotopic data is 1.9±0.1 AE. It is possible that the same age have the mantle sources of alkaline magmas.

БАЛАШОВ Ю.А., КАРПЕНКО С.Ф., Институт геохимии и аналитической химии АН СССР им.В.И.Вернадского, г.Москва, СССР

ИЗОТОПНЫЕ КРИТЕРИИ СВЯЗИ МАНТИЙНОГО МАГМАТИЗМА С ДИФФЕРЕНЦИАЦИЕЙ МАНТИИ

Систематизация информации по изотопному составу *Sr*, *Nd*, *Pb* и водорода (включая и новые данные авторов) в магматических породах может использоваться для оценки времени зарождения и изотопных и геохимических особенностей мантийных зон, являющихся источником для формирования современных островных дуг и океанических базальтов и их более древних аналогов. I. Применение метода жесткого кислотного выщелачивания пород островных дуг приводит к устранению влияния наложенных поздних процессов и позволяет определить истинные начальные отношения изотопов *Sr*. При этом найдено, что породы примитивных островных дуг и часть эффузивов развитых дуг, имеющих сходные изотопные характеристики с породами примтивных дуг, строго соответствуют линии главной мантийной корреляции на графиках $\varepsilon_{Nd} - \varepsilon_{Sr}$. Область вариаций ε_{Nd} и ε_{Sr} этих пород не совпадает с полем величин ε_{Nd} и ε_{Sr} океанических толеитов, что рассматривается как признак существования самостоятельных мантийных источников для эффузивов островных дуг. Последнее подтверждается совпадением величин δD (-64 ÷ -77‰) бонинитов островных дуг с известным интервалом вариаций δD мантийной воды (-50 ÷ -85‰). Обогащенность эффузивов примитивных островных дуг и части пород развитых дуг изотопом ^{207}Pb относительно океанических то-

леитов указывает на весьма древнее образование мантийных зон, являющихся источником для пород этих дуг. Время формирования подобных зон в мантии, найденное по корреляции изотопов Sr и Nd в эффузивах примитивных дуг, зеленокаменных поясов и базальт-андезит-дацитовых ассоциациях докембрия и офиолитах фанерозоя, отвечает интервалам образования 3,8-3,3 и 3,2-2,5 млрд.лет назад, что соответствует двум крупным этапам дифференциации вещества мантии в архее. 2. Возраст образования мантийных источников толеитов океанического дна с низкими начальными отношениями изотопов Sr (0,7023-0,7028) и сингенетичных им офиолитовых комплексов составляет I,9±0,I млрд.лет (по корреляции изотопов Sr и Nd). К этому же возрастному интервалу, по-видимому, относится и формирование мантийных источников щелочных магм.

BARANOV E.N., VOLOSOV A.G., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

THEORETICAL ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF GEOCHEMICAL METHODS OF BLIND ORES PREDICTION

1. Geochemical methods of prediction of blind ores are based on studying of endogenic geochemical haloes. At present they use topogeochemical models, which reflect zonal distribution of ore-forming and accompanying elements in haloes. The main way of further development of methods is consisted in creation of theoretical geochemical models of different genetic types of deposits. Physico-chemical conditions and chimism of the processes of mineral formation in haloes and zones of ore-depositions in different structural-hydrodynamic surroundings should be reflected in them.
2. Haloes are considered to be indicators of tectonic, hydrodynamic and physico-chemical conditions of ore-deposition. Geochemical barriers, on which local concentration of ore elements takes place, are sharply developed in them. The most valuable are hydrodynamic barriers, which cause deposition of ore bodies on certain horizons. Such vertical distribution of ore bodeis is reflected in the structure of ore-surrounding haloes.
3. Haloes are the polygenic formations, because differently-timed and differently-directed processes sometimes overlap. Upper haloes can occur as a result of post-ore resedimentation of haloes and extraction from them such features that indicate the situation and scale of blind ores.

4. For more safe interpretation of haloes and increase of effectiveness of blind ores geochemical prediction, they need the elaboration of special models, reflecting paleohydrodynamical situation, processes of mass- and heat-exchange, changes of physico-chemical parameters (T, P, pH, Eh) during formation of ore-bodies and haloes, studying of distribution of specific indicators of ore-deposition (J, F, NH_4, etc.), organic substance and receiving of genetically important isotopic marks. The above statements are illustrated on the examples of tin-ores, gold-ores and base-metal sulphides.

БАРАНОВ Э.Н., ВОЛОСОВ А.Г., Ин-т геохимии и аналитической химии им.В.И.Вернадского Академии наук СССР, г.Москва, СССР

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СКРЫТОГО ОРУДЕНЕНИЯ

I. Геохимические методы прогнозирования скрытого оруденения базируются на изучении эндогенных геохимических ореолов. На современном этапе их применения используются в основном топогеохимические модели, отражающие зональное распределение рудообразующих и сопутствующих элементов в ореолах. Основной путь их дальнейшего развития состоит в создании теоретических геохимических моделей различных генетических типов месторождений. В них должны получать отражение физико-химические условия и химизм процессов минералообразования в ореолах и зонах рудоотложения в различных структурно-гидродинамических обстановках.

2. Ореолы являются чувствительными индикаторами структурно-гидродинамических и физико-химических условий рудоотложения. В их строении контрастно проявляются геохимические барьеры, на которых происходит локальное концентрирование рудных элементов с образованием рудных тел. Большое значение приобретают гидродинамические барьеры, которые обуславливают отложение в рудообразующей системе на различных уровнях ряда рудных тел с подобными по зональному строению околорудными ореолами.

3. Ореолы часто являются полигенными образованиями вследствие наложения разновременных и разнонаправленных процессов. Надрудные ореолы могут возникать в результате послерудного переотложения рудного вещества. Это требует расшифровки истории формирования ореолов и выделения в них тех признаков, которые указывают на положение и масштабы скрытого оруденения.

4. Для более надежной интерпретации ореолов и повышения эффективности геохимического прогнозирования скрытого оруденения необходимы разработка моделей (параллельно с топогеохимическими), отражающих

палеогидродинамическую обстановку, процессы массо- и теплообмена, изменение физико-химических параметров (T,P,pH,Eh) при формировании рудных тел и ореолов, изучение распределения специфических индикаторов рудоотложения (O_2, F, NH_4 и др.), органического вещества и получение генетически важных изотопных меток.

Рассмотренные положения иллюстрируются на примере оловорудных, золоторудных и колчеданных месторождений.

BARSUKOV V.L., BANNIKOVA L.A., BARANOVA N.N., VOLOSOV A.G., KOVALENKO N.I., KOZERENKO S.V., RYZHENKO B.N., SUSHCHEVSKAJA T.M., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

THE INFLUENCE OF ACIDITY AND REDOX PROPERTIES OF HYDROTHERMAL FLUID ON ORE FORMATION

1. The influence of acidity and redox properties of fluid on fissure minerals formation was investigated by geological and geochemical methods.

2. Stability fields of the element in various valent states have been established by physico-chemical technique. Reduced forms of tin and oxydized forms of gold are predominant above critical points. The hydrothermal transport of tin was shown to occur mainly in the form of chloride and hydroxofluoride complexes, and that of gold - in the form of hydroxide, hydroxochloride and hydrosulfide complexes.

3. The formation of tin and gold mineral assemblages was simulated by computer, using multicomponent heterogeneous system equilibria algorithm. The predominant role of fluid acidity and redox properties for hydrothermal ore deposition and fissure minerals formation was revealed.

БАРСУКОВ В.Л., БАННИКОВА Л.А., БАРАНОВА Н.Н., ВОЛОСОВ А.Г., КОВАЛЕНКО Н.И., КОЗЕРЕНКО С.В., РЫЖЕНКО Б.Н., СУЩЕВСКАЯ Т.М., Ин-т геохимии и аналитической химии им.В.И.Вернадского Академии наук СССР, г.Москва, СССР

РОЛЬ ИЗМЕНЕНИЯ КИСЛОТНОСТИ И ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ РАСТВОРОВ В РУДООТЛОЖЕНИИ

I. Комплексом геолого-геохимических методов установлена роль кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств рудообразующих флюидов при формировании минерализации на оловорудных и золоторудных месторождениях.

2. Физико-химическим исследованием систем, моделирующих оловоносные и золотоносные флюиды, определены поля устойчивости разнова-

лентных форм указанных элементов. Установлена преобладающая роль восстановленных форм олова и окисленных форм золота при сверхкритических параметрах. Показано, что перенос олова гидротермальными растворами должен осуществляться преимущественно в виде хлоридных и гидроксофторидных, а золота - в виде гидроксильных, гидроксохлоридных и гидросульфидных комплексных соединений.

3. ЭВМрасчетом равновесий в многокомпонентных гетерогенных системах смоделировано образование зон минерализации на оловорудных и золоторудных месторождениях. Выявлена определяющая роль кислотно-основного и окислительно-восстановительного состояния гидротермального флюида в отложении рудного вещества и формировании жильного выполнения.

BARSUKOV V.L., SEREBRENNIKOV V.S., BELYAEV A.A., BAKALDIN Yu.A.
ARSENEVA R.V., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

EXPERIMENT OF GEOCHEMICAL EARTHQUAKE PRESAGES RECOGNITION

The theoretical basis of the suggested method is formed from the thougt that the seismic centre develops as an open nonequilibrium and nonlinear system. The calculations show that the long evolution of such a system is developing in oscillatory regime with the rising oscillation frequency. Detection system constitutes a resonator with a limited range of its own frequences and sensitive to the environmental perturbations generated in the earthquake preparative area. Earthquake presage is expressed by the effect of resonance between the seismic zone that generates oscillations and detection system on one of its own frequences of the latter.

Investigations have shown that fluctuations of the concentration of series of underground water components may be used as a natural detection system. Nowadays in accordance with this aim we have studied to the main degree the dynamics of helium content in hydrothermal system.

The selection question of significant earthquake presages was solved as a many-step problem of pattern recognition on the hindrance background. Hindrances that present difficulty for the trustworthy earthquake broadcasting are due to the seismic fone and to a certain level of apparatus errors. Statistical characteristics of helium content distribution in short periods of time (20-25 sequentially chosen samples) are used as informative tests. The main set of calculating characteristics was recived by analysis of variance and spectral analysis of investigated time-series. The selection of significant tests, robustness estimations of time shift between geochemical and seismic time series, their synchronization are carried out on the basis of analysis of cross-correlation function between these series.

Recognition of indicative signal is carried out by methods of discriminative analysis. Data of observations for geochemical regime in boreholes and time-serie of

seismicity in the investigated region is used as learning exerption. In present duration of observations is up to 4,5 years. Significant indicators of partial testes are in advance of earthquake to 2-8 months. Standard error of a broadcasting date under everyday sampling is 2-3 days.

БАРСУКОВ В.Л., СЕРЕБРЕННИКОВ В.С., БЕЛЯЕВ А.А., БАКАЛДИН Ю.А., АРСЕНЬЕВА Р.В., Институт геохимии и аналитической химии им.В.И.Вернадского (ГЕОХИ АН СССР), Москва, СССР

ОПЫТ ВЫЯВЛЕНИЯ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРЕДВЕСТНИКОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Теоретическую основу предлагаемого метода составляет общее представление о том, что формирующийся очаг землетрясения развивается как открытая неравновесная и нелинейная система. Расчеты показывают, что длительный этап эволюции такой системы протекает в колебательном режиме с возрастающей частотой колебаний. Регистрирующая система может представлять собой резонатор, имеющий ограниченный диапазон собственных частот и чувствительный к возмущениям среды, генерируемым в области подготовки землетрясения. Предвестник землетрясения в этом случае выражается в эффекте резонанса между генерирующей колебания очаговой зоной и регистрирующей системой на одной из собственных частот последней. Исследования показали, что в качестве природной регистрирующей системы с успехом могут быть использованы флуктуации концентрации ряда компонентов подземных вод. В настоящее время с этой целью в наибольшей степени нами изучена динамика содержания гелия в гидротермальной системе.

Вопрос выявления информативных признаков землетрясений решался как многоэтапная задача распознавания полезного сигнала на фоне помех. Помехи, значительно осложняющие достоверный прогноз, обусловлены фоновой сейсмичностью, а также определенным уровнем аппаратурных ошибок. В качестве информативных признаков используются статистические характеристики распределения гелия в коротких интервалах времени (20-25 последовательно отобранных проб). Основной набор расчетных характеристик получен дисперсионным и спектральным анализом изучаемого временного ряда. Отбраковка информационных признаков, оценка устойчивости временного сдвига между геохимическими и сейсмическим временными рядами, их синхронизация производились на основе анализа функции кросскорреляции между этими рядами. Распознавание информативного сигнала производится методами дискриминантного анализа. В качестве материала обучения используются данные наблюдений за геохимическим режимом в скважинах и проявления сейсмичности в изучаемом регионе. Продолжительность в настоящее время составляет до 4,5 лет. Значимые показатели частных критериев опережают сейсмическое событие на 2-8 месяцев. Среднеквадратичное отклонение даты прогноза при ежесуточном опробовании 2-3 дня.

BARSUKOV Vict.L., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow; BORISOV M.V., Moscow State University, Geological Department, Moscow: PEK A.A., Institute of Ore Deposits Geology, Mineralogy and Geochemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

HYDROTHERMAL SOLUTION SELF-MIXING IN THE PRODUCTION OF ORE VEINS AND WALL-ROCK ALTERATION AUREOLES

1.Computer simulation of chemical interaction between chloride-bicarbonate solutions and liparite has shown, that the hydrodynamic process of self-mixing of hydrothermal solutions involves marked geochemical effects. The self-mixing is recently discovered phenomenon, manifested in recurrent exchange of fissure and pore-space solutions. The simulation procedure was carried out at temperature of 150°C. The results are considered as representative for U-Mo, Pb-Zn, Sb-Hg and other meso- and epithermal deposits.

2.The self-mixing process influences the chemical composition of solutions in the depositional area, cause zonal patterns in the distribution of vein stuff and wall-rock metasomatites, as well as, interchange of massive and impregnated ores. The general discrete character of spatial localization of mineral products (vein stuff, including "ore shoots", and wall-rock metasomatites) in the hydrothermal process is a natural result of self-mixing of mineralized hydrothermal solutions.

3.Due to the self-mixing phenomenon, the solutions with constant initial chemical composition can produce in the ajacent segments of the vein system synchronously different mineral paragenesises, as well as, different metasomatic alteration aureoles in the wall-rocks.
4.The formation conditions of vein-type ore deposits include geochemical barriers, that are predetermined by hydrodynamic self-mixing of hydrothermal solutions. Such barriers develope even in the chemically homogeneous medium, causing sharp changes in pH, Eh and component composition of fissure solution (thus producing in the fissure channels alkaline, redox and concentration barriers). This changes provoke selected ore deposition in the certain local parts of the vein system. The effects caused by hydrodynamically inserted barriers are combined with the effects caused by barriers of other types (lithological, structural, biochemical etc). As a result of such superposition, the influence of non-hydrodynamical barriers for ore deposition can be intensified, depressed or even totally neutralized.

БАРСУКОВ ВИКТ.Л., Ин-т геохимии и аналитической химии Академии наук СССР, г.Москва; БОРИСОВ М.В., Московский государственный университет, геолфак, г.Москва; ПЭК А.А., Ин-т геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Академии наук СССР, г.Москва, СССР

РОЛЬ АВТОСМЕШЕНИЯ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ РАСТВОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ РУДНЫХ ЖИЛ И ОРЕОЛОВ ОКОЛОЖИЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ ПОРОД

I.Моделирование на ЭВМ взаимодействия хлоридно-углекислых растворов с липаритами при 150°С, реального для условий образования U-Mo-, Pb-Zn-, Sb-Hg- и других средне- и низкотемпературных месторождений, выявило важные геохимические следствия автосмешения гидротерм - недавно установленного явления ритмичного фильтрационного обмена трещинных и поровых растворов.

2.Процесс автосмешения обусловливает изменение состава гидротерм при их движении через область рудоотложения, зональность жильного выполнения и околожильных метасоматитов, чередование жильных руд с вкрапленными. Обычная неравномерность (прерывистость) пространственного распределения продуктов гидротермального процесса - жильных парагенезисов (в том числе обогащенных металлами "рудных столбов") и околожильных метасоматитов - является закономерным результатом автосмешения гидротермальных минералообразующих растворов.

3.Поступление в область рудоотложения растворов неизменного состава приводит, благодаря автосмешению, к синхронному отложению из этих растворов разных парагенезисов на смежных отрезках жил и нередко к образованию одновременных друг с другом и с жильной минерализацией разных колонок околожильных метасоматитов.

4.При формировании жильных месторождений процессы автосмешения обусловливают появление в трещинных каналах гидродинамических геохимических барьеров. Такие барьеры возникают даже в химически однородной вмещающей среде, вызывая скачкообразные изменения pH,Eh и общего компонентного состава трещинного раствора (создавая тем самым в трещинных каналах щелочно-кислотные, окислительно-восстановительные и концентрационные барьеры). На образующихся таким образом барьерах происходит избирательное накопление руд. В природе действие гидродинамических барьеров может суммироваться с влиянием литологических, структурных, биохимических и других известных барьеров, иногда резко усиливая его, а иногда подавляя "работу" других барьеров.

BASILEVSKY A.T., YAKOVLEV O.I., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

GEOCHEMICAL ASPECT OF IMPACT CRATERING

In the process of high-velocity meteorite impact the strong shock waves evoke melting and vaporization of projectile and target rocks providing the reasons for geochemical difference of impactites from the initial rocks. Besides the evident contamination of impactites by meteorite matter in this process are manifestated two contrast tendencies of homogenization and chemical differentiation of the target material. The studied impactites of Earth and the Moon are represented usually by highly homogenized mixtures of target rocks but simultaneously they are often depleted in alkalies and silica comparing to average composition of the target and at the upper levels of the impactite sequence of some terrestrial craters the high-K impactites are observed. The main factors of differentiation in this process are probably partial and complete impact vaporization and subsequent condensation of the vapor. Modelling experiments on vaporization of various in chemistry melts (from ultramafic to acid) under the temperatures up to 2500°C give information of the sequence and forms of vaporization: (Na, K) → Fe → SiO → Mg → (Ca, TiO) → (Al, Al_2O, AlO) along with simultaneous transition of oxygen into the gas phase in the forms of O_2 and O. Condensation of impact vapor has nonequilibrium character and is controlled significantly by kinetics of the process. On planetary bodies with abundant volatiles (e.g. on Earth) character of vaporization and condensation of the rock-forming elements can differ from the experimental results. The repeated impacts being typical for the beginning of geological evolution of planetary bodies should increase the effect of geochemical differentiation that force to suppose the contribution of impact vaporization and condensation into the process of formation of the material of ancient continental crusts of the planets.

БАЗИЛЕВСКИЙ А.Т., ЯКОВЛЕВ О.И., Институт геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского АН СССР, г. Москва, СССР

ГЕОХИМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ УДАРНОГО КРАТЕРООБРАЗОВАНИЯ

При высокоскоростном метеоритном ударе сильные ударные волны вызывают плавление и испарение ударника и пород мишени, что создает предпосылки для геохимических отличий импактитов от исходных пород. Кроме очевидного заражения импактитов метеоритным веществом в этом процессе проявляются противоположно направленные тенденции гомоге-

низации и химической дифференциации вещества пород мишени. Изученные импактиты Земли и Луны - это обычно высокогомогенные смеси пород мишени, но одновременно в них нередко проявляется обеднение щелочами и кремнеземом по сравнению со средним составом мишени, а в верхних горизонтах коптогенного комплекса некоторых земных кратеров встречаются импактиты резко обогащенные калием. Главными факторами дифференциации в этом процессе, вероятно, являются частичное и полное испарение при ударе и последующая конденсация ударного пара. Модельные опыты по испарению различных по составу расплавов (от ультраосновных до кислых) при температурах до 2500°С дают информацию о последовательности и формах перехода петрогенных компонентов в пар:

(Na,K) → Fe → SiO → Mg → (Ca,TiO) → (Al,Al_2O,AlO) ,-при одновременном выходе в газовую фазу кислорода в форме O_2 и O. Конденсация ударного пара имеет неравновесный характер и в значительной мере определяется кинетическими факторами. На планетных телах, где обильны летучие (например, на Земле), характер испарения и конденсации петрогенных компонентов пород может отклоняться от закономерностей, выявленных при моделировании. При многократных проявлениях ударной переработки вещества, что имело место на начальных этапах геологической истории планетных тел, степень геохимической дифференциации должна усиливаться, что заставляет думать об участии процессов ударного испарения и конденсации в формировании вещественного состава древних материковых кор планет.

BASU K.K., Geological Survey of India, Calcutta, India

ELEMENTAL GAINS AND LOSSES DURING FENITIZATION OF SILLICEOUS ROCKS

Calculation of elemental gains and losses during fenitisation presents a dilema as the prevalent methods yield different results. These methods are based on certain assumptions the validity of which has been discussed with the help of a simple example. It has been shown that the results are sometimes incongrous with petrographic evidence. While mineral transformations during fenitisation demand acession of Al, these calculations show a near constant level. Si shown to be lost from the system, remains untraceable even in plutonic environment. The existing practices are, therefore, considered unsatisfactory.

Field facts and petrographic data suggest volume-expansion during fenitisation of silica-rich rocks. As molar volume doubles during the reaction $NaAlSiO_4 + 2SiO_2 = NaAlSi_3O_8$ which commonly takes place, a double expansion seems probable. On this assumption it has been shown that no element is lost in the process, but a paralkaline

fluid, rich in ferric iron, is added. Such a fluid has better genetic link with the alkaline, undersaturated mother rock and is in better harmony with available evidences. Owing to many uncertain factors, however, elmental change during fenitisation should be expressed, at best, as a semiquantative expression, rather than a precise quantative one.

BAZAROVA A.N., PACHADZHANOV D.N., ADAMCHUCK I.P., MELNIKOVA N.D., V.I.Nikitin Institute of Chemistry of the Academy of Sciences of the Tadjik SSR, Dushanbe; UTKIN Yu.V., Tomsk State University, Tomsk, USSR

PHYSICO-CHEMICAL ASPECT IN GEOCHEMISTRY OF MARINE SEA SEDIMENTOGENESIS

The geochemical modeling of sedimentation process is impossible without clearing up the interaction of the external conditions and physico-chemical properties of elements, and their forms state in water. The experimental study composition of absorbed complex of clay rocks of Upper Cretaceous aridic marine sedimentaion basin of Tadjik depretion have been shown, that from coastal-marine deposits to marine and bay-lagoon deposits are increasing the alkalinity of waters, cantents of Mg, CO_3^{2-}, SO_4^{2-} in sedimentation water. By the sequence extract method and by X-Ray fluorescence analysis have been established the distribution of water-soluble, ion-exchangeable and salt form existing of Na, K, Rb, Cs, Sr, Ba, Al, Ga, Ge, Si, Ti, Zr, Hf, Mg, Ca As, Nb, Mn and Fe. The studied elements have geochemical mobility in the aridic marine sedimentation basin, which intensificates from elements of IV-V group to elements of I, III groups and to elements of II, VII, VIII groups of Periodic system: middle content mobile form changes from 12-13 rel.% up to 16-22 rel.% and 45-55 rel.% correspondingly. According to the contents of diverse mobile forms elements the groups of Periodic system form rows of geochemical mobility, which very well agree: 1) with the time of life of coordinated in hydrated cover of elements of water's molecuis (t_h), 2) with change free energy of ions and hydroxoions of elements (ΔG_h), 3) with partial molar entropy of hydratation of elements (S_h) and 4) with enthalpy of their hydratation (ΔH_h). Within limits individual groups of Periodic system of elements the content of mobile forms of elements also correlates with change of sedimentation water's mineralization (M), with constants hydroxocomplexation and formation of salts (pK_i) and with ordinal number of elements (Z_i). Thus, in the aridic marine sedimentation process conditions the chemical elements have geochemical mobility (GM), which is the function of their physico-chemical properties and the mineralization of sedimentation water:

$$GM = f(Z_i, \Delta G_h, \Delta H_h, T_h, pK_i, M).$$

It is founding the physico-chemical basis of the modeling of geochemistry of sedimentation process.

БАЗАРОВА А.Н., ПАЧАДЖАНОВ Л.Н., АДАМЧУК И.П., МЕЛЬНИКОВА Н.Д.,
Институт химии им. В.И.Никитина АН Таджикской ССР, г.Душанбе;
УТКИН Ю.В., Томский государственный университет, г.Томск, СССР

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГЕОХИМИИ АРИДНОГО МОРСКОГО СЕДИМЕНТОГЕНЕЗА

Геохимическое моделирование геологических процессов, в том числе и осадочного, невозможно без выяснения взаимодействия внешних условий, форм состояния элементов и их физико-химических свойств. Экспериментальное изучение состава поглощенного комплекса глинистых пород верхнемелового аридного морского бассейна седиментации Таджикской депрессии показало, что от прибрежно-морских отложений к морским и далее к заливно-лагунным увеличиваются щелочность, магнезиальность и карбонатность-сульфатность седиментационных вод. Методом последовательных вытяжек и рентгенофлуоресцентным анализом в глинистых породах установлено распределение водорастворимой, ионнообменной и солевой форм нахождения Na, K, Rb, Cs, Mg, Ca, Sr, Ba, AL, Ga, Ce, Si, Ti, Zr, Hf, As, Nb, Mn и Fe. В аридном морском бассейне седиментации изученные элементы обладают геохимической подвижностью, увеличивающейся от элементов IУ-У групп к элементам Ш, I групп и элементам П, УП, УШ групп: среднее содержание подвижных форм изменяется от I2-I3 отн.% до I6-22 отн.% и 45-55 отн.% соответственно. По содержанию различных подвижных форм элементов группы Периодической системы образуют ряды геохимической подвижности (ГП), которые хорошо согласуются: I) с временем жизни координированных в гидратной оболочке элементов молекул воды (t_h); 2) с изменением свободной энергии образования ионов и гидроксоинов элементов (ΔG_h); 3) с парциальной мольной энтропией гидратации элементов (S_h) и 4) с энтальпией их гидратации (ΔH_h). В пределах отдельных групп Периодической системы элементов содержание подвижных форм элементов кроме того коррелирует с изменением минерализации седиментационных вод (S), константами гидроксокомплексообразования и образования солей (pK_i) и порядковым номером элемента (z_i).

Таким образом, в условиях аридного морского седиментогенеза химические элементы обладают геохимической подвижностью, которая является функцией их физико-химических свойств и минерализации седиментационных вод:

$$ГП = f(z_i, \Delta G_h, S_h, \Delta H_h, t_h, pK_i, S).$$

Это создает физико-химические основы моделирования геохимии осадочного процесса.

BLAND C. J. and LEVINSON A. A., Univ. of Calgary, Calgary, Alberta, Canada

NON-SIGNIFICANT ANOMALIES IN THE SEARCH FOR URANIUM IN SASKATCHEWAN, CANADA

An airborne radiometric survey encountered high gamma activity in the Precambrian Athabasca sandstone area of northern Saskatchewan in which large uranium deposits are known. Follow-up surveys on the ground found four ponds (average length 20 m; depth 2 m) arranged in line over a distance of 12 km from which the high gamma activity, as well as high radon, originated. The ponds are connected by underground drainage. The area is highly faulted and it is assumed that the ponds, and their associated springs, are located along a fault. The area was glaciated during the Pleistocene and the surface is primarily exposed rock. There is some sediment in the ponds as well as submerged water weeds.

Analyses were made of water, sediments and plant samples for U, Ra, Pb and Po radionuclides. No significant U concentrations were found. Despite the fact that the water contains little ^{226}Ra (of the order of 0.1 pCi/ℓ), some of the sediments contain high concentrations (several hundred pCi/gm). Plants in the vicinity have accumulated Rn daughter products. From these and other measurements of nuclides in the uranium decay series the conclusion is drawn that the high gamma activity is the result of adsorption of ^{226}Ra. The presence of Fe and Mn hydroxides in the sediments is probably responsible for its ability to adsorb dissolved Ra. As the process has been operating over a long period of time, sufficient Ra has been concentrated to result in a non-significant (false) anomaly as no uranium has been found in the area even after extensive drilling.

BORODIN L.S., Institute of Mineralogy, Geochemistry and Crystallochemistry of Rare Elements of the USSR Ministry of Geology and Academy of Sciences, Moscow, USSR

CONCENTRATION TRENDS OF TRACE ELEMENTS IN IGNEOUS SERIES AND ESTIMATION OF THEIR AVERAGE ABUNDANCES

The similar trends of concentration of the lithophile trace elements (LTE) during magmatic differentiation are revealed for oceanic and continental basaltic series. The regular correlation between LTE and acidity-alkalinity parameters (A_c, SiO_2, K+Na) indicative of their genetic features are found. The compositional field of orogenic calc-alkaline series is limited by tholeiitic and alkaline petrochemical trends with maximum and minimum gradients of LTE concentration. Thus the totality of tabular average compositions of the main types of igneous rocks by Dely, Nockolds and others may be considered as a series of the most widespread calc-alkaline differentiates, goverened by the general petrochemical and geochemical trends.

The main types of granitoides and metamorphites also belong to these general trends. Thus the general evolution series of the main types of rocks may be outlined for the Earth crust. On the basis of regular correlations between the contents of petrogenic and trace elements in different single series the following can be suggested: LTE average abundances (Clarke values) in the lihto-

sphere should be in regular correlation with the average rock compositions of the general evolution rock series and lithosphere as a whole.

To confirm this suggestion the statistical parameters are considered as characteristics of the distribution of average abundances of LTE and correlations between them and petrochemical parameters of the lithosphere and igneous rocks compositions as proposed by the well-known models (Vinogradov, Taylor and others). The calculated equations of regression and plots of linear correlations confirm the above mentioned suggestion and enable to draw a conclusion that the series of increasing average abundances of LTE (Li, Rb, Zr, La, Ce and oth.) is in correspondence with the evolutionary series of the main igneous rocks of the lithosphere.

БОРОДИН Л.С., Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов Минтяо СССР и Академии наук СССР, г.Москва, СССР

ТРЕНДЫ КОНЦЕНТРАЦИИ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В МАГМАТИЧЕСКИХ СЕРИЯХ И ОЦЕНКА ИХ СРЕДНИХ СОДЕРЖАНИЙ (КЛАРКОВ)

Для океанических и континентальных базальтоидных серий выявлены однотипные тренды концентрации литофильных редких элементов (ЛРЭ) и других элементов-примесей в процессе магматической дифференциации. Установлена их постоянная закономерная корреляция с параметрами кислотности и щелочности $A_c, SiO_2, (K+Na)$, отражающими геодинамическую специфику серий. При этом петрохимические тренды с максимальными (щелочные) и минимальными (низкокалиевые толеитовые) градиентами концентрации ЛРЭ ограничивают срединное поле составов орогенных известково-щелочных серий. Это позволяет рассматривать совокупность "средних составов изверженных пород" (табличные значения по Дели, Нокколдсу и др.) как генерализованную серию наиболее распространенных известково-щелочных базальтоидных и андезитовых дифференциатов, подчиняющуюся общим петрохимическим трендам.

Установлено, что к этим трендам принадлежат также главные типы гранитоидов и докембрийских метаморфитов. Таким образом, намечается единый эволюционный ряд главных пород литосферы, принадлежащих к общему известково-щелочному магматическому тренду. Исходя из закономерной корреляции содержаний петрогенных и редких элементов в конкретных магматических сериях, можно выдвинуть следующее предположение: величины средних содержаний ЛРЭ (кларки) закономерно связаны со средними составами изверженных пород и земной коры в целом. Поэтому в процессе магматической эволюции и формирования земной коры должны последовательно увеличиваться кларки ЛРЭ.

Для проверки этого предположения рассматриваются статистические оценки параметров распределения кларков ЛРЭ и их корреляция с петро-

химическими параметрами, характеризующими составы главных типов магматических пород и средние составы литосферы(по А.П.Виноградову, Р.Тейлору и др). На основе рассчитанных регрессионных зависимостей показано,что изменение величин кларков Li , Rb , Zr , La , Ce и других ЛРЭ с низкими значениями коэффициентов распределения связано линейной корреляцией с изменением кислотности (A_c, SiO_2) и щелочности пород. На этой основе сделан вывод о том, что последовательному эволюционному ряду главных магматических пород литосферы соответствует закономерный ряд возрастающих величин кларков ЛРЭ.

BOSE S.S.,R&D Unit, A.M.S.E.Wing, Geol. Survey of India, Bangalore , India

AN INTEGRATED GEOCHEMICAL APPROACH TO TRACE THE EASTERN EXTENSION OF THE SINGHBHUM COPPER BELT, INDIA, AND STUDY OF ELEMENTAL ASSOCIATION FOR DETERMINATION OF PATHFINDER ELEMENTS/S

The Baharagora Copper Deposit has so far been considered the last known occurrence along the southeastern extremity of the Singhbhum Copper Belt in Eastern India. Geochemical studies comprising litho-geochemical , bio-geochemical and vapour-phase sampling along 11 line traverses totalling 14.975 km, were carried out 18 km further south of Baharagora upto Kesarpur copper prospect in Mayurbhanj district, Orissa, to trace copper mineralization and, to study the elemental association of the related elements. Barring vapour-phase mercury trapped in silver wires, the rest of the samples were analysed for Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Mo, Ag, As, Ga, Zr, Cd, Li, Ba, Sr, Sn, Se, Sb, Bi and Hg, and different statistical parameters using SPECTRUM 7 minicomputer were determined.

Anomalous copper values are recorded both in bedrock and soil samples from a number of traverses besides a few stray high values along the N-S trending fault zone of quartzitic rocks to the immediate west. Vapour-phase mercury and bio-geochemical studies substantiate data in other sampling media. Both geological and geochemical indications show that further to the south of Baharagora, the Singhbhum Shear Zone perhaps splayed out and the associated copper mineralization is continued in narrow strips.

Cluster analysis based on correlation matrix data of trace elements suggests that Zn, Pb, Ni and Mo all together or individually, can be used as pathfinder element/s in exploration for copper in this region.

BRABEC, DRAGAN, Utah Mines Ltd., Vancouver, Canada

ALLUVIAL HEAVY MINERAL GEOCHEMISTRY IN EXPLORATION FOR THE SEDIMENT-HOSTED LEAD-ZINC DEPOSITS

Lead is probably the most specific indicator element for some important deposits, such as those hosted by black shales. The results obtained in Western Canada suggest that many such deposits are poorly reflected in the conventional stream silts. Detection of anomalies is substantially improved by analysis of the non-magnetic heavy mineral fraction of stream sediments, particularly when the data are corrected for the amount of that fraction (yield) present at each sample site. The best improvement in the anomaly contrasts of the heavies relative to the silts were observed in the alluvium poor in heavy minerals which is typically produced by the carbonate, argillic and silicic sedimentary rocks. Significant negative correlations between the heavy mineral yields and the lead values reflect the dilution introduced by the "barren" heavies (e.g. ferromagnesian silicates). This effect can be compensated for by yield-weighting which makes the data classification more meaningful. The heavy mineral yields in some cases vary considerably between adjacent drainages reflecting lithological changes which, due to the poor exposure and/or absence of a detailed geologic map, may otherwise remain undetected.

BRUMSACK HANS J., Geochemical Institute, Göttingen, FRG

THE GEOCHEMICAL COMPOSITION OF LAMINATED, HEMIPELAGIC SEDIMENTS FROM THE GULF OF CALIFORNIA (MEXICO)

Five surface cores from the Gulf of California have been analyzed for their major and minor element composition. The major element chemistry is explained by a mixture of the end members "average shale" (~ 60 %) and marine plankton (~ 40 %). The trace elements Cr, Co, and Pb are "terrigenous" in origin. In comparison to "average shale" the elements Cd, Ba, V, Zn, Ni, and Cu are (in decreasing order and corrected for dilution with biogenic material) enriched in the laminated sediments. New, "oceanographically consistent" seawater profiles reflect the importance of biological activity for the understanding of the behaviour of certain trace elements during sedimentary processes. By means of a simple model calculation it can be shown that the trace element chemistry of laminated sediments, except for V and possibly Mo, may be ex-

plained by the sedimentation of planktonic material. In agreement with recent seawater profiles those elements which show the highest deep-/surface-seawater ratios (e.g. Cd and Zn) at the same time need to be least preserved during sedimentation to explain the sediment chemistry V and Mo by contrast need an additional source, most likely seawater. Regarding the chemistry it seems unlikely that Corg-rich sediments with high trace element contents, like some Cretaceous black shales from the Atlantic Ocean, are genetically related to sediments underlying areas of high surface productivity.

CAO RONG-LONG, Institute of Geochemistry, Academia Sinica, Guiyang, China

RARE EARTH ABUNDANCES IN XENOLITH CONTAINING BASALTS AND NEPHELINITES OF EASTERN CHINA

Cenozoic volcanic lavas which often contain mantle rock xenoliths widely distributed along eastern Chinese Continental margin. Ten samples of basalts and nephelinities have been analyzed for rare earth elements (REE) abundances by neutron activation. Two samples of them are garnet lherzolite-bearing limbergite from Mingxi, Fujian province, characterized by high normative nepheline (14.3% and 16.1% respectively) but without normative albite. It is a member in nephelinite family. Seven of which are alkali olivine basalts, including localities of Wanguan, Hebei province (3 samples), Longhai Fujian province (2 samples), Luihe, Jiangsu province (2 samples). All these alkali basalts contain spinel lherzolite xenoliths. The norm Ne are range from 2.46 to 7.45% and Ab 15.10-27.79%. One of which is subalkali basalt of Luihe. It is characterized by presence of normative hypersthene (Hy 6.87%). Based on the C.I.P.W. norm values it could be defined as a tholeiite with higher alkaline concentration ($Na_2O+K_2O=4.55\%$).

The rare earth concentrations in these lavas are considerably greater than the average rare earth abundances in C1 carbonaceous chondrites. Mingxi limbergites have much higher light REE abundances (La from 253 to 296 times chondrite average) than the alkali basalts (La 153 to 194 times) and the degree of REE fractionation is much higher in Mingxi limbergite (La/Yb=62.94-63.28) than that in alkali basalts (La/Yb=29.68-37.18). The chondrite normalized REE distribution in subalkali basalt is similar to that in tholeiite, exhibiting relatively flate REE pattern.

The typical highly LREE enriched distributions and higher REE fractional degree of Mingxi limbergite are characteristic of highly alkalic, silic undersaturated magma and indicate that they were

derived by lower degree of melting from a deep primitive mantle with a higher garnet/clinopyroxene ratio than the alkali basalt source. That is the reason why the Mingxi limbergite contains garnet lherzolite xenoliths, while the alkali basalts can only carry spinel lherzolite xenoliths. It is likely that the subalkali basalts were generated from highest degree of melting in a relatively shallow source of upper mantle and are generally absent of xenoliths.

CEPEDA HECTOR, Ingeominas Colombia, Popayán, Colombia

ANNOTATIONS ABOUT THE GEOLOGY OF GALERAS VOLCANO (COLOMBIA, S.A.)

Galeras Volcano lies in the southern Andes of Colombia, to the east of the Cauca-Patía depression between the Cordillera Occidental and Cordillera Central. The Cordillera Occidental consists mainly of Cretaceous tholeiitic basalts which underwent high pressure-low temperature metamorphism (prehnite-pumpellyite, greenschists and epidote-amphibolite facies). The Cordillera Central consists of metamorphic pre-Cretaceous rocks of the low pressure-high temperature facies (greenschists, epidote-amphibolite and amphibolite) and pre-Cambrian migmatites. Both cordilleras are intruded by calc-alcaline intermediate rocks. The interandean depression is covered by Tertiary molassic sequences.

Galeras Volcano (4,260 m) is an active stratovolcano producing mainly effusive material. This volcano forms part of a vast volcanic complex. A K/Ar determination of a lava flow shows that the activity of the volcano is at least 1.1 ± 0.11 m.y. old.

$^{87}Sr/^{86}Sr$, $^{143}Nd/^{144}Nd$ and ^{18}O isotopic ratios, mineralogy, major elements and some trace elements of lavas from the volcano, added to the geotectonic setting, suggest that these calc-alcaline orogenic andesites (island arcs?) possibly are generated by fractional cristallization of magmas from the mantle-wedge and the Nazca-Plate subducting under the South American Plate without significant continental contamination.

CHEN JINSHI, SHAO MAORONG, HUO WEIGUO, YAO YUYUAN, Institute of Geology, Academia Sinica, Beijing, China

CARBON ISOTOPE OF PERMIAN-IRIASSIC BOUNDARY CARBONATES OF CHINA

Stratographic section of Permian-Triassic boundary of Changxing in China is well-known. It is characterized by successive sequence, abundant fossils and similarity of lithofacies.

The lower part of Changxing section, Changxing formation (Upper Permian) mainly consists of marine limestone, about 40m thick. It is overlain conformably by Qinglong formation. Qinglong formation (Lower Iriassic), the upper part of the section is characteristic of marl and limestone and only exposes a thickness of no much more than 10m.

38 pairs of carbon and oxygen isotope data are obtained from Changxing section.

16. Зак. 1227

The maximum $\delta^{13}C$ value in Changxing formation is 5.1‰. Magaritz and Schuzc (1982) also reported a high $\delta^{13}C$ value (7‰) in Zechstein in Europe. Since Changxing formation is higher than Zechstein on stratigraphic position, we can conclude that the heavier $\delta^{13}C$ value ($\geq$ 5‰) is found not only in the lowerpart (Zechstein) but also in the upper part (Changxing formation) of Upper Permian.

In Changxing formation, $\delta^{13}C$ value varies from 0.1‰ (at the base) through 5.1‰ (in the middle) to 0.1‰ (at the top), i.e. $\delta^{13}C$ value constitute a cycle of carbon isotope variation. The variation of $\delta^{13}C$ value in Qinglong formation is from -1.9‰ (at the base) through -5.0‰ to 0.3‰. So, it seems that cycle of $\delta^{13}C$ value variation of marine carbonates is consistent with certain stratigraphic unit.

The patterns of $\delta^{13}C$ value curves of both formations are similar, but different from each other by positive (Changxing) and negative (Qinglong) values and the abrupt shift in $\delta^{13}C$ value precisely corresponds to Permian-Yriassic boundary.

Therefore, we suggest that the $\delta^{13}C$ value curve of marine carbonates may be used as a tool for stratigraphic classification.

CHEN TINGYU, Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, China; LAMEYRE JEAN, Laboratoire de Petrologie, Universite Pierre et Marie Curie, Paris, France

THE ANATASE-BEARING LEUCOGRANITE COMPLEXES OF LIMOUSIN-NORTHERN MILLEVACHES; OVERALL STRUCTURE, DISTRIBUTION OF HEAVY ACCESSORY MINERALS AND MINERALIZATIONS

The Hercynian Limousin and Millevaches Leucogranite Complexes in the northwestern french Massif Central intruded as diapirs into the Lower Paleozoic schistes. The main part of the Limousin Complex is composed of leucogranite evolving to alaskitic type toward the margin. The Millevaches Complex is similar, with a core of gneisses, mobilisates and older porphyritic monzogranites.

The study of the heavy accessory minerals with microprobe and MOLE (Molecular Optical Laser Examiner) along the sections across the two complexes shows that anatase is the most typical oxide in the leucogranite with few magnetite or ilmenite. The existence of an anatase series in orogenetic granitoids is thus proposed.

The distribution of the heavy accessory minerals, considered together with the data available on mineralizations in the area, suggests an interesting sequence: REE, U, Nb (Ta), Sn and W, which

reveals that from the core to the margin of the Complexes the ionic radius of the mineralizing elements diminish gradually from 1.22 (La^{3+}) to 0.68(W^{6+}). The series ignores the limites between granites of different ages and thus might be the effect of a post-magmatic event. Noteworthily, a similar sequence reappears in the granites of the Nanling Montains, the granite of Dengfuxian for example, in China.

CHRONIC JOHN, Nuclear Geophysical, Inc., Houston, Tx, USA

SURFACE GAMMA-RAY EXPLORATION FOR OIL AND GAS

Since 1927, when anomalous radiation was found to occur over oil and gas fields, radiometry has been applied to hydrocarbon exploration. There is still no complete model to explain the anomalies, although there are now many known factors which, because of recent technological developments and extensive research, have placed constraints on proposed explanations for their occurrence, but facilitated the use of gamma-ray exploration for oil and gas fields.

First, the total gamma radioactivity is 10% to 40% less over most oil and gas fields than elsewhere nearby, and there is frequently, but not always, a positive anomaly around its periphery.

Second, the anomaly is closely related to at least most other surface geochemical anomalies such as those shown by hydrocarbon, carbonate, iodine and other trace elements, or electrical measurements over known fields.

Third, with modern instrumentation, gamma-ray measurements can now be made which originate selectively from those radioactive isotopes known to have selective affinities for hydrocarbons, and extraneous noise can be largely eliminated.

Fourth, corrections for gamma-ray anomalies caused by soil and other surficial effects can now be made with considerable confidence.

Knowledge of these and other factors have caused recent gamma-ray surveys to show repeated successes in American oil and gas exploration.

CLAESSON T.J.P and RONGE B.S.H ; Department of Geology,Chalmers University of Technology,Göteborg,Sweden

RATE-CONTROLING FACTORS WHEN GRANITE,GRANODIORITE AND GABBRO ARE INTERACTED WITH WATER IN THE TEMPERATURE RANGE 50-150°C

In this laboratory investigation slices of granite,granodiorite and gabbro are interacted with municipal water in teflon lined autoclaves. Si^{4+},Na^{+},K^{+},Al^{3+},Ca^{2+},Fe^{2+} and Mg^{2+} take part in the reaction.Iron and magnesium dissolve but are instantly adsorbed on the ferro-

magnesian minerals located at the rock surface.The other cations initially dissolve rapidly.As the reaction proceeds,however,the dissolution rate decreases.The initial rapid reaction corresponds to an hydrogen exchange for surface cations.For each temperature level, water can accept a certain amount of dissolved ions.As the ion concentration in the water phase approaches its critical value,the dissolution rate decreases.However,the ion dissolution continues despite that this critical value has been reached.At the same time as ions are dissolved from the rock material some ions or complexes are redeposited.This condition can be called a steady state.If,however,fresh water is added to the"weathered" rock sample and a renewed interaction follows the former steady-state level is reached again.This observation indicates that the reactivity of the water is a main rate controling factor.A very thin weathering shell is formed on the rock samples but it does not stop further ion dissolution.

CURIALE JOSEPH A., Union Oil Company of California, Brea, California, U.S A

SOLID BITUMENS ENCOUNTERED DURING PETROLEUM EXPLORATION -- THEIR ORIGIN AND MEANING

Solid, non-coaly organic matter encountered in outcrop or during drilling can provide useful information concerning source potential and migration paths within the stratigraphic section. Detailed chemical analyses of these solids can establish a co-genetic relationship with crude oil.

Because of the relative insolubility of many solid bitumens, whole-bitumen analyses are preferable in bitumen-oil correlation efforts. Techniques such as stable carbon isotopic analyses and pyrolysis have been shown to be useful for two different sets of bitumens from Oklahoma, USA. In the first case, low-temperature pyrolyzates of grahamite and impsonite from southeastern Oklahoma are shown to correlate via biomarker distributions. In the second case, isotopic analyses and geologic field relationship are used to conclude that a uraniferous solid bitumen from southwestern Oklahoma originated as oil-like organic matter. Further cases are presented whereby solid bitumens worldwide are successfully correlated to crude oils.

An oil-related bitumen can either be a precursor (i.e., a "protopetroleum") or a remnant of liquid oil. In the two cases above, both bitumens are oil remnants. Knowledge of this distinction is useful in evaluating the petroleum potential of a region. Determination of a pre-oil or a remnant oil solid bitumen can often provide major inputs to future drilling decisions.

DANGIĆ ADAM, Faculty of Mining & Geology, Univ. of Belgrade, Belgrade, Yugoslavia

ORIGIN, GENESIS AND DEPOSITION CONDITIONS OF LEAD-ZINC ORE DEPOSITS ASSOCIATED WITH TERTIARY ANDESITES IN YUGOSLAVIA

The lead-zinc ore deposits associated with andesite, so frequent in many provinces in the world, in Yugoslavia occur in the Serbo-

Macedonian metallogenic province which figures as a part of a long metallogenic belt continuing over Bulgaria and Greece towards the east. These ore deposits as well as the Tertiary andesite-dacite masses in and around them are localized and distrubuted in few (5) regions, but both Tertiary magmatism and ore deposition were rather uniform throughout the province.
The petrological and geochemical studies indicated an evolution of the Tertiary magmatism from andesite toward granodiorite followed by an enrichment in lead. This and some data of isotopic composition of Pb and S indicate magmatic origin of ore elements and their concentration in a more acidic phase than andesite.
The ore paragenesis, characterized mainly by sulphides, were formed in hydrothermal stadium, but in some deposits occurs a pneumatholytic phase, too. The ores were deposited in volcanic-subvolcanic complex as well as in different surrounding rocks, but there isn't any correlation between ore- and host rock composition.
Wall rock alteration especially intensive in volcanic and ultramafic rocks is represented by a lot of zoned alteration pattern, showing many similarities through the province. A relationship between wall rock alteration and hydrothermal activity evolution is established. The geochemical studies of hydrothermal ore-forming- alteration systems indicated physico-chemical conditions of ore deposition, phase relations, evolution of hydrothermal activity, etc. supporting a model of ore-forming systems established for the Srebrenica area, a part of one of the regions in the province (Dangic, 1980).

DANIEL V.A., Fode Dept. of Geology, FBC University of Sierra Leone, Freetown, Sierra Leone; MARTIN HENRY, Laboratoire de Geochemie, University de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgium

THE GEOCHEMISTRY OF LATERITIZATION AROUND THE DALAKURU AREA, SIERRA LEONE. A PROPOSAL FOR THE ENHANCEMENT OF STREAM SEDIMENT GEOCHEMICAL SURVEYS IN AREAS OF LATERITIC WEATHERING

The area studied is characterized by a complex sulphide mineralization dominated by pyrite chalcopyrite, molybdenite and galena at the brecciated contact zone between a granite intrusion and a complex of basic amphibolitic rocks. During the course of this work, a silicate of uranium, containing appreciable amounts of rare earths, mainly thorium and yttrium, was discovered in association with the sulphides. Laterite is a wide occurrence and may be exposed to give a continuous sheet of undurated surface.

The weathered mantle observed from a drill core consists of three distinct horizons capped by an indurated crust. During latentization the elements U and Mo are enriched in the top indurated horizon together with Fe and Al. Cu and Pb on the other hand are depleted relative to the underlying horizons. The results of mineralogical, textural and chemical extraction studies indicate that the streams glowing through the lateritized zone acquire much of their rural content by the mechanical degradation and transport of the laterites proper. Fragments of laterite within the stream channels are therefore considered to constitute a more efficient sampling medium that the often used - 80 mesh fraction in stream sediment geochemical surveys, under the particular weathering conditions, since they represent better the parent rocks including any mineralization.

DANK V.,Hungarian Oil and Gas Trust, Budapest, Hungary;
HOLCZHACKER K.,Central Research Institute for Mining and Development, Budapest, Hungary;
KONCZ I.,FISCH I., Hungarian Hydrocarbon Institute, Budapest, Hungary

CARBON-ISOTOPIC CHARACTERIZATION OF HIGH CARBON DIOXIDE CONTENT NATURAL GASES IN HUNGARY

Geological characteristics of the Hungarian low and high carbon dioxide-content gas deposite were investigated with special interest to the origin of the carbon dioxide. Genetic differences were pointed out between the methane components of the low and high carbon dioxide-content deposits, by means of stable carbon isotope measurements. According to this, the methane components of the high carbon dioxide-content natural gases migrated upward together with the carbon dioxide from greater depths to their present places. Increase of the concentration of the carbon dioxide goes together with the enrichment of the 13C isotope, that is, with an approach to the stable carbon isotope interval of the carbonates. From this statement a conclusion can be drawn: the major part of the carbon dioxide derived from carbonates during the regional metamorphism of the carbonate rocks in lower parts of the Earth's crust. The Hungarian high carbon dioxide-content gas deposits can usually be found along deep faults and main structural lines.

DANYUSHEVSKAYA A.I., YASHIN D.S., LAPINA N.N., All-Union Research Institute of Oceanology of the USSR Ministry of Geology, Leningrad, USSR

DISTRIBUTION AND DIAGENETIC EVOLUTION OF ORGANIC MATTER IN BOTTOM DEPOSITS OF THE ZONE OF POLAR SEDIMENTOGENESIS

Consideration is given to the interrelations between hydrodynamic zonality of sedimentation and genesis of organic matter (OM) accumulated in sediments of the Arctic Ocean (AO). A composite map of distribution of organic carbon (C_{org}) and OM geochemical types in the Arctic Ocean is given for the first time. The map is based on 1500 measurements of C_{org} and 400 OM detail geochemical analyses. The evaluation of C_{org} accumulation was accomplished. AO sediments contain 4.4% C_{org} buried in the World Ocean for 1000 years. OM derived chiefly from terrigenous fossils of higher plants (type III) is shown to be buried in sediments of the most active offshore hydrodynamic zone. There is a clear tendency towards the widening of OM fields (type I) derived from hydrobionts, in the direction from the offshore-shelf to pelagic parts of the AO basin, as well as to the western Barents Sea and to the eastern Chuckchee Sea due to Atlantic and Pacific warm waters. OM derived from hydrobionts dominates clayey sediments of the central deep-sea AO, representing the calmest hydrodynamic zone. Generalized data on the change in redox conditions and on OM geochemical parameters to molecular level allowed to characterize the OM diagenetic evolution which is the most typical of sedimentary section of the Holocene-Pleistocene zone of polar sedimentogenesis. Two stages of the early diagenesis were recognized. The upper (to a depth of 1.5-2 m) oxidation stage of biochemical catalysis is characterized by the most intensive OM degradation accompanied by CO_2 and CH_4 separation, humification, oxidation alteration of bitumenoid's structure, growth of H-Alkanes and arenes (PAH) molecules. The second reduction stage is fixed at a depth of burial into bottom exceeding 2.0 m by a stable predominance of ferrous iron in sediments. Polymerization and reduction in AM solubility due to losses in humic, asphaltic and amino acids were observed. New low temperature regeneration formation of hydrocarbons (HC) was noted to occur. The amount of hydrocarbons grows 3-4 times. The diagenetic evolution tendencies accompanied by OM losses sustain well within the Arctic Shelf.

The information obtained is significant for paleogeographical and paleoceanic reconstructions as well as for insight into transformation regularities of biogenic matter to fossils.

ДАНЮШЕВСКАЯ А.И., ЯШИН Д.С., ЛАПИНА Н.Н., Всесоюзный научно-исследовательский институт океанологии Мингео СССР, Ленинград, СССР

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ДИАГЕНЕТИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА (ОВ) В ДОННЫХ СТЛОЖЕНИЯХ ЗОНЫ ПОЛЯРНОГО СЕДИМЕНТОГЕНЕЗА

Рассмотрены взаимосвязи между гидродинамической зональностью осадконакопления и генезисом ОВ, накапливающегося в осадках Северного Ледовитого океана (СЛО). Впервые представлена сводная карта распределения $C_{орг}$ и геохимических типов ОВ в СЛО. Карта базируется на 1500 определениях $C_{орг}$ и 400 детальных геохимических анализах ОВ. Выполнена оценка масштабов накопления $C_{орг}$; в осадках СЛО аккумулируется 4,4% $C_{орг}$, захороненного за 1000 лет в Мировом океане. Показано, что в осадках наиболее активной прибрежной гидродинамической зоны захороняется преимущественно ОВ, образованное терригенными остатками высших растений (Ш тип). Четко прослеживается тенденция расширения полей ОВ I типа, образованного гидробионтами, в направлении от прибрежно-шельфовой к пелагическим частям бассейна СЛО, а также к западной части Баренцева и восточной – Чукотского морей, находящихся под влиянием теплых атлантических и тихоокеанских вод. ОВ, образованное гидробионтами, доминирует в глинистых осадках центральной глубоководной части СЛО, представляющих наиболее спокойную гидродинамическую зону.

Обобщение данных по изменению окислительно-восстановительных условий и геохимических параметров ОВ до молекулярного уровня позволило охарактеризовать диагенетическую эволюцию ОВ, наиболее типичную для осадочных разрезов голоцена – плейстоцена зоны полярного седиментогенеза. Выделено два этапа раннего диагенеза. Верхний, до 1,5–2 м, окислительный этап биохимического катализа характеризуется наиболее интенсивной деградацией ОВ с выделением CO_2 и CH_4, гумификацией, окислительными изменениями структуры битумоидов, укрупнением молекул н-алканов и аренов. Второй восстановительный этап фиксируется на глубинах погружения в дно более 2,0 м устойчивым преобладанием закисных форм железа в осадках. Наблюдается полимеризация и снижение растворимости ОВ за счет убыли гуминовых и асфальтеновых кислот, аминокислот, кислых смол. Отмечаются процессы низкотемпературного восстановительного новообразования УВ, количество которых возрастает в 3–4 раза. Тенденции диагенетической эволюции, сопровождаемые утратой ОВ, хорошо выдерживаются в пределах Арктического шельфа.

Полученная информация существенна для палеогеографических и палеоокеанических реконструкций, а также познания закономерностей преобразования биогенного вещества в ископаемые формы.

DAVE V.K.S., AWASTHI A.K., and BAHUGUNA R., Department of Earth Sciences, University of Roorkee, Roorkee, India

GEOCHEMISTRY OF MINE WATERS AS AN AID TO MINERAL PROSPECTING - A CASE HISTORY FROM RAJPUR-DARIBA MINES, UDAIPUR, INDIA

Geochemical study of thirty three samples of mine and surface water from Rajpur-Dariba Mines for lead-zinc deposits in Rajasthan, was undertaken with a view to investigate if mine waters could be used as exploration guide. The mine water was collected mainly from horizontal bore holes drilled for determining the continuity and the nature of ore bodies.

Surface waters show low concentration of elements especially lead, copper and silver. The general order of decreasing concentration in the mine water is Fe-Zn-Pb-Cd-Cu-Ag. Whereas the bivariate plots between various constituent elements follow the laws of solution geochemistry they could not differentiate between the surface and mine waters. Linear discriminant Function Analysis was, therefore, applied and the following function (D) was worked out, based on the variables temperature, pH, Pb, Cu, Zn, Fe, Cd, Ag and Ca contents of water denoted by x_1, x_2,.....x_9 respectively.

$$D = 1.6922x_1 - 1.7068x_2 - 10.9455x_3 + 193.6377x_4 - 0.0865x_5 + 0.0056x_6 - 4.8821x_7 + 4.1901x_8 + 0.0005x_9$$

A discriminant index of 31, thus worked out, formed the criterion to differentiate the waters from the mineralized and non-mineralized zone. On the discriminant score map, the contour with value 31 was, therefore, taken as the boundary between the barren and mineralized zones. Areas with discriminant scores more than 31 thus demarcated the prospective area. Besides delineating the shape and size of the ore-bearing zone, the approach has provided a criterion to explore for ore in the neighbouring areas.

DAVID-GOMES, RAUL, Instituto de Investigação Científica Tropical, Lisbon, Portugal

USE OF TRACE ELEMENT RATIOS FOR DISTINGUISHING DIFFERENTIATION STAGES REPRESENTED IN SOME VOLCANIC ROCKS

The distributions of some trace elements in volcanic rocks from the Lebombo Ridge, in Mozambique, shows significant variations suggesting they can be used to distinguish lava flows corresponding to various differentiation stages. Since most of the information available, for comparison with other regions,

had been obtained by semiquantitative spectrochemical analysis, it seemed more convenient for that purpose to use ratios, expressing relative abundances, rather than the absolute amounts reported in the analyses.

The trends observed, when some of those ratios are plotted against differentiation indices, are similar for the Lebombo rocks and for some intrusive formations. This fact may suggest that mechanisms determining trace element variation in those cases must share at least some physical and chemical properties.

When data on Lebombo rocks and some Karroo dolerites are plotted together, the trends observed overlap as if the lavas represented magmas undergoing differentiation for longer periods. The extreme values displayed by some ratios could, then, indicate much later differentiation stages attained by the corresponding magmas before solidification occurred. Thus, it may be possible to distinguish various differentiation stages along an ordinal scale.

DING T.P., Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, China;
RYE R.O., U S Geological Survey, Federal Center, Denver, Colorado, U S A

STABLE ISOTOPE STUDIES OF THE XIHUASHAN TUNGSTEN ORE DEPOSIT, JIANGXI, CHINA

The Xihuashan quartz-wolgramite deposit in Jiangxi, China consists of over 600 steeply dipping quartz veins in the upper part of a complex biotite granite stock that intrudes Cambrian politic rocks. The granite has an isochron age of 157 ± 13 m.y. and the initial $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratio of 0.7199.

The $\delta^{18}O$ data on the stock indicate post-crystalization exchange with $\delta^{18}O$ depleted meteoric water. Whole rock and quartz $\delta^{18}O$ values suggest that the biotite granite may have S-type characteristics. The $\delta^{18}O$ data on quartz, wolframite, sericitized potassium feldspar, and muscovite from the veins and associated greisen envelopes, indicate deposition from the fluids displaying a remarkable narrow range of $\delta^{18}H_2O$ and temperature throughout vein forma-

tion and greisenization. The $\delta^{18}O_{H_2O}$ of the hydrothermal fluids can be calculated to have been 3.14 ± 1.6. It is likely that the fluids contained an observable component of highly exchanged meteoric water. Most of the δD_{H_2O} values of the fluids are in the range typical of magmatic fluids and therefore can not be used to sort out magmatic and meteoric water components without a more detailed study. Sulfur isotope data on sulfides, however, indicate that sulfide sulfur was derived from a deep seated igneous source.

ДО ВАН АИ, ВУ НГОК ЗУНГ, Институт геологии и минерального сырья, Ханой, СРВ

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ МУСОННО-ВЛАЖНОТРОПИЧЕСКОЙ ЗОНЫ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ПРИ ПОИСКАХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ВО ВЬЕТНАМЕ

Территория Вьетнама, находящаяся в мусонно-влажнотропической зоне, обладает своими характерными чертами процессов аккумуляции и выщелачивания многих химических элементов в зоне гипергенеза. На основе теории биогеохимии В.И.Вернадского и геохимии ландшафта В.В.Полынова нами были изучены биогеохимические процессы по высотным поясам и районам территории во взаимоотношениях с факторами климата, растительности, почвы и геологии.

На основе геохимических исследований горных пород, почвы, воды и растительности были выделены биогеохимические характеристики территории. Хотя многие химические элементы с большой интенсивностью мигрируют в зоне гипергенеза, они способны аккумулироваться в золе растений.

Интенсивность биологического поглощения химических элементов, таких, как Zn, Cu, Ni, Cr, Pb, Ag, ясно выражается в районах месторождений полезных ископаемых, а также в растениях, развивающихся в различных тектонических и климатических зонах.

Изученные результаты позволят эффективно использовать биогеохимический метод при поисках полезных ископаемых во Вьетнаме.

DOROFEEVA V.A., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR;
MAKALKIN A.B., O.Yu.Shmidt Institute of Physics of the Earth of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

PHYSICO-CHEMICAL MODEL OF EVOLUTION OF PROTOPLANETARY NEBULA

The carried out investigation is aimed at the digital computer-based development of the physico-chemical model of the process of evolution of protoplanetary nebula substance. To this end the met-

hods of equilibrium thermodynamics are used, the kinetics of the most important homogenic and heterogenic reactions and the processes of the substance accumulation are considered. Various physical models of nebula evolution are made use of, to describe the changes of temperature and pressure in time and space as well as the mechanism of substance transportation in the protoplanetary nebula. The adiabatic model of temperature distribution through the thickness of protoplanetary nebula is worked out.

Thermodynamic calculations are accomplished using a number of new experimentally determined thermodynamic constants. A special attention is paid to the behaviour of volatiles (C, O, S, N.) in the process of evolution in connection with the problem of the formation of planetary atmosphere. The dependence of C/O ratio in the gaseous phase of protoplanetary nebula and P_{H_2O} values on the sequence of the condensation of minerals is considered within the framework of the heterogenic accretion model. It is shown that C/O ratio increase up to 1 leads to the possibility of the primary condensation and accumulation of pure iron-nickel melt, the subsequent formation of minerals of enstatite chondrites characterized by relatively high contents of such volatiles as C, N, S, then changing for oxides and silicates Ca, Al, Ti, Mg, etc. Thus, it is possible to explain the iron-nickel composition of the interior nucleous and the appearance of volatile elements in the outer nucleus of planets, without taking into consideration the additional mechanism of their transportation from the interior nucleus into the mantle.

ДОРОФЕЕВА В.А., Ин-т геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского АН СССР; МАКАЛКИН А.Б., Ин-т физики Земли им.О.Ю.Шмидта АН СССР, г.Москва, СССР

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭВОЛЮЦИИ ПРОТОПЛАНЕТНОГО ОБЛАКА

Целью проводимых исследований является разработка физико-химической модели процесса эволюции вещества протопланетного облака и реализация ее на ЭВМ. При построении модели используются методы равновесной термодинамики, рассматривается кинетика важнейших гомогенных и гетерогенных реакций, процессы аккумуляции вещества. Для описания изменения во времени и пространстве температуры и давления, а также механизма переноса вещества в протопланетном облаке привлекаются различные физические модели эволюции небулы. Разрабатывается адиабатическая модель распределения температуры по толщине протопланетного облака.

Термодинамические расчеты проведены с привлечением ряда новых экспериментально определенных термодинамических констант.

Особое внимание уделено поведению летучих (C,O,S,N) в процессе эволюции в связи с проблемой формирования планетных атмосфер. В рамках модели гетерогенной аккреции рассмотрено влияние соотношения обилий углерода и кислорода в газовой фазе протопланетного облака, а также значений летучести воды на последовательность конденсации минералов. Показано, что при увеличении C/O до единицы становятся возможными первоначальная конденсация и аккумуляция чистого железо-никелевого сплава, последующее образование минералов энстатитовых хондритов, характеризующихся относительно высоким содержанием таких летучих, как углерод, азот, сера, сменяющихся затем окислами и силикатами кальция, алюминия, титана, магния и т.д. Таким образом, появилась возможность объяснить железо-никелевый состав внутреннего ядра и появление легких элементов во внешнем ядре планет, не привлекая дополнительных механизмов переноса их из внутреннего ядра в мантию.

DOWNES HILARY, University of Edinburgh, U K

DEPLETED AND UNDEPLETED GRANULITE XENOLITHS, CENTRAL FRANCE

Ten lower crustal granulite xenoliths from Central French Massif Central, have been analysed for REE, $^{87}Sr/^{86}Sr$ and $^{143}Nd/^{144}Nd$. The xenoliths are both meta-igneous (basic and intermediate) and meta-sedimentary (arkoses, greywackes and quartzites) in origin. REE patterns fall into two types:- a) those showing high overall REE concentrations, LREE enrichment and negative Eu anomalies and b) those with lower REE concentrations, flatter patterns and zero or positive Eu anomalies.

Many of the meta-igneous granulites have low Rb/Sr ratios, but many meta-sedimentary granulites are much less depleted in Rb. Some samples are depleted in Nd relative to Sm, which is interpreted as a result of partial melting during granulite facies metamorphism, with the production of LREE-enriched upper crustal granites and residual granulites.

ϵNd values range from -0.5 to -11.1, with ϵSr values between +13 and +202. The basic samples are similar to granulite xenoliths from Australia and Southern Africa, but the meta-sedimentary granulites are very different and may represent undepleted lower crust from which the upper crustal granites were extracted during the Hercynian orogeny.

DOWNES HILARY, University of Edinburgh, UK

PETROGENESIS OF CO-EXISTING SATURATED AND UNDERSATURATED CONTINENTAL ALKALINE MAGMA SERIES

The Late-Tertiary central volcano of Cantal (French Massif Central) consists of two co-existing alkaline magma series: an abundant silica-saturated basalt - trachyandesite - trachyte - rhyolite series and a rare undersaturated basanite - tephrite - phonolite series. The primitive basalts and basanites are derived from chemically and isotopically similar mantle sources by differing amounts of partial melting. From Sr and Nd isotopic evidence the source must be time-integrated LIL- and LREE-depleted. Enrichment in incompatible trace elements in the basic lavas can be accounted for by a model in which small amounts of apatite and phlogopite are introduced into the source prior to melting.

Initial compositional differences between the parental basic magmas are magnified by fractionation. From studies of Th and Rb up to 90% fractional crystallisation is deduced to have occurred. Passage through the continental crust has affected the Nd and Sr isotopic composition of both magma series. Increases in $^{87}Sr/^{86}Sr$ and decreases in $^{143}Nd/^{144}Nd$ correlate with fractionation, providing support for the existence of large crustal magma chambers in which the evolved rocks are formed by a combination of bulk wall-rock assimilation and crystal fractionation. Both magma series are shown to be equally contaminated by crustal assimilation.

DREIBUS G., JAGOUTZ E. and WÄNKE H., Max-Planck-Institut für Chemie, Mainz, F R G.

HALOGEN INVENTORY IN THE EARTH'S MANTLE - CRUST SYSTEM

Analyses of primitive and unaltered spinel-lherzolites from different continental localities yielded very low concentrations of Cl, Br, and I. Spinel- and garnet-lherzolites as well as crustal composites contain Cl, Br, and I in chondritic (C 1) abundance ratios, which seem to be valid for the Earth as a whole. Today most of the Earth's inventory of Cl, Br and I resides in the crust; most of Cl and Br (in C 1 ratio) dissolved in seawater and I to 90 % in sediments

The very low I concentration in seawater makes the Cl/I or Br/I ratios to an indicator for rock/seawater interaction on a local and global scale. Halogens with the seawater pattern were found in alkali basalts, island basalts, kimberlites, ancient subaerial tholeiites and komatiites.

The corresponding I/La ratios in ancient subaerial basalts from Isua and modern submarine tholeiites indicate constant halogen concentrations in their source regions over geologic times. However contrary to oceanic tholeiites the highly fractionated modern alkali basalts have about a factor 10 to 100 lower I/La ratios.

The extremely low concentrations of halogens observed in the mantle seems to support the proposition that after accretion the Earth's mantle acted as a sink and not as a source for volatiles.

DREIBUS G. and WÄNKE H., Max-Planck-Institut für Chemie, Mainz, F R G.

ACCRETION OF THE EARTH AND THE INNER PLANETS

Reliable data for the Earth's upper mantle have been obtained from the study of unaltered ultramafic xenoliths. Besides the high concentrations of moderately siderophile elements (Ni, Co, etc.) in the Earth's mantle the similarity of their C 1 normalized abundances with that of moderately volatile (F, Na, etc.) and partly even with some highly volatile elements is striking. The observed abundances are explained by inhomogeneous accretion. According to this model ac-

cretion started with the highly reduced component A, with all Fe as metal and even Si and Cr, V and Mn partly in reduced state and almost devoid of moderately volatiles and volatiles, followed by the accretion of more and more oxidized matter (component B), containing all elements including moderately volatile and at least some volatile elements in C 1 abundances.
Recently, it became evident that SNC meteorites with almost certainty represent Mars rocks and can be used to estimate the bulk composition of Mars. The data obtained in this way clearly show that the two component model is also valid for Mars. However, contrary to the Earth Mars seems to have accreted almost homogeneously. From the composition of its surface rocks as analysed by Venera 13 and 14 an inhomogeneous accretion is proposed for Venus.

EADINGTON, Peter John, CSIRO Division of Mineralogy, North Ryde, Australia

REDOX CONTROLS IN THE HYDROTHERMAL REACTIONS OF TIN

Tin may occur with high concentrations (to 5%) in some silicate minerals as well as in cassiterite or stannite. The behaviour of tin in hydrothermal systems depends on the substitution schemes of tin in silicate minerals as much as the solubility of cassiterite and stannite. Each of these processes is sensitive to redox conditions (or oxygen fugacity).

The solubility of cassiterite as chloro and fluoro complexes of tin increases with decreasing oxygen fugacity. Diadochic substitution of tin in silicate minerals should decrease with decreasing oxygen fugacity (and Fe^{3+}/Fe^{2+} ratio), since a $2\ Fe^{3+}$ (oct) = Sn^{4+} (oct) + Fe^{2+} (oct) substitution scheme has been demonstrated for some minerals, and is suggested by compositional data for others.

In both granites and skarns, hydrothermal concentrations of cassiterite are favoured by low oxygen fugacities. Less tin is immobilised by substitution in silicate minerals and there are larger temperature- and pH-dependent-coefficients of solubility for cassiterite.

EDMOND J.M. and Von DAMM K.L.,Department of Earth and Planetary Sciences,MIT,Cambridge,USA

FORMATION OF A SEDIMENT HOSTED MASSIVE SULPHIDE,GUAYMAS BASIN,GULF OF CALIFORNIA

The Gulf of California is a young accreting plate boundary. Owing to its proximity to continental land masses and to oceanographic conditions favourable to upwelling the ridge axis is buried under at least 500 meters of detrital and biogenous sediments. Because of the high biological productivity in the surface waters and the rapid sediment accumulation rates the bottom deposits contain up to 5% organic carbon.

The volcanologic expression of crustal formation is as dykes and sills intruded into the unconsolidated sediment column associated with extensive hydrothermal activity. In contrast to the situation on the more normal sediment starved ridge axes the acid ore forming solutions formed in the vicinity of the crustal intrusion ascend through the sediment column and react with it before reaching the sea

floor. These solutions are hot enough (315°C) to crack the immature planktonic carbon to a variety of hydrocarbons, waxes and ammonia. As a result the solutions become alkaline and precipitate their burden of ore forming metals as sulphides within the sediment column. Retention of the metals is essentially complete as evidenced by the "spent" composition of the exiting fluids. On the sediment-starved ridge axes precipitation of ore minerals is induced by the mixing of the hydrothermal fluids with seawater in the free water column. Hence metal retention is very inefficient with the overwhelming proportion being lost as "black smoke" eventually to form the metalliferous sediments or umbers ubiquitously associated with young crust. Hence the smaller size of Cyprus-type as compared to sediment hosted massive sulphides.

In Guaymas Basin the carbon rich sediments (black shales) act as a "geochemical barrier" not by controlling redox conditions ie by acting as a source of sulphide, but by providing alkalinity in the form of ammonia during the thermal cracking of the immature carbonaceous material. Ridge crest hot springs generally have an excess of H_2S over sulphide forming elements of about a factor of three. It is their acidity that enables the transport of the metals.

The very large amounts of ammonia formed (up to 15 mmol/kg; 250 ppm) should lead to the formation of ammonium rich clays and feldspars around black shale hosted deposits. Confirmation of this would validate the nature of the "geochemical barrier" presented by the carbonaceous sediments and would provide a valuable exploration tool.

LAWRENCE EDWARDS R. and WASSERBURG G.J., California Institute of Technology, Pasadena, USA

Sm-Nd AND Rb-Sr ISOTOPIC SYSTEMATICS OF THE KEMPERSAI ULTRAMAFIC COMPLEX, SOUTH URAL MTS., USSR

Orogenic belts formed during continent-continent collisions often contain a long linear belt of mafic-ultramafic bodies. In the Urals this belt is represented, in large part, by a series of allochthonous nappes which span the Eurasian continent from the Kempersai Ultramafic Complex in the S. Ural Mountains to the Voykar Massif in the Polar Urals (Ivanov et al., 1979; Ruzhentsev and Samygin, 1979; Savelyev and Savelyeva, 1979; Lennykh et al., 1979; Burtman et al., 1973). Through the courtesy and cooperation of the Academy of Sciences of the USSR, we were able to collect samples from the Kempersai Ultramafic Complex. We examined the Rb-Sr and Sm-Nd isotopic systematics of Kempersai in order to evaluate the hypothesis that these mafic-ultramafic bodies represent fragments of pre-collision oceanic crust.

The Kempersai Massif is a 35 km by 70 km nappe with a harzburgite-rich ultramafic core and limbs composed of troctolite, gabbro, diabase, pillow basalt, and metasediments. Mineral separates from a pegmatitic gabbro define an Sm-Nd internal isochron of 385±32 My and an initial ε_{Nd}=+8.5∓1.3. Six whole rock samples including every major mafic rock type and the metasediment, give Sm-Nd values which lie on this isochron. We interpret this age as the original igneous age. The uniform and high initial ε_{Nd} is consistent with an oceanic affinity for the complex and shows derivation from an ancient depleted mantle. Initial ε_{Nd} is ~1 ε unit higher than the Bay of Islands Ophiolite Complex (Jacobsen and Wasserburg, 1979). The fact that the metasediment lies on the isochron, indicates derivation from an oceanic source with negligible continental input.

On an ε_{Nd}-ε_{Sr} diagram, ε_{Nd} values for the mafics are constant ~+8.5, but ε_{Sr} values are variable. The measured $^{87}Sr/^{86}Sr$ in three of the mafic samples are 0.70241±4, 0.70274±4, and 0.70225±3 corresponding to initial ε_{Sr} = -19.4, -19.9 and -25.7. This is consistent with the depleted mantle source inferred from the Nd data. The other mafic samples have more radiogenic $^{87}Sr/^{86}Sr$ values that range up to a measured $^{87}Sr/^{86}Sr$ of 0.70706±5 for a pillow basalt. This corresponds to an initial ε_{Sr} = +14.1. We interpret these radio-

genic values as being due to seawater contamination and calculate a water-rock ratio for the pillow basalt of ~30.

Samples collected from the ultramafic portion of the suite have also been examined. A highly serpentinized olivine-chromite ore with a Nd concentration of 6.2 ppb, has an initial ϵ_{Nd} = +5.7 and a measured $^{87}Sr/^{86}Sr$ = 0.70824±71 corresponding to initial ϵ_{Sr} = +47.7. We suggest that mixing with seawater has disturbed both the Sm-Nd and Rb-Sr systems and calculate a water-rock ratio of ~250. A highly serpentinized harzburgite and a serpentinized dunite have measured $^{87}Sr/^{86}Sr$ = 0.70956±5 and 0.70801±16 corresponding to initial ϵ_{Sr}=+65.4 and +52.7. These values are consistent with our hypothesis of seawater contamination and suggest that seawater is the agent of serpentinization in these rocks. Nd and Sr isotopic characteristics of a hornblende-chromite vein suggest local metasomatism by highly evolved fluids.

We conclude that the Kempersai Ultramafic Complex does represent a segment of oceanic crust. In order to generalize these results, we are investigating the Voykar Massif in the Polar Urals to see if it exhibits similar isotopic characteristics. Our igneous age for Kempersai, in conjunction with paleomagnetic and geologic age constraints, suggest that this segment of oceanic crust was formed ~100 My before the collision that produced the Urals. Assuming these conclusions may be generalized, our data strongly support the interpretation that the linear belt of mafic-ultramafic complexes along the 2000 km length of the Urals represent samples of Paleozoic oceanic crust.

EMAMI M.S., Atomic Energy Organization of Iran, Teheran, Iran

APPLICATION OF PLANT ROOT GEOCHEMISTRY IN DECHAN PROSPECT AREA (N.W. IRAN) AZARBAYJAN PROVINCE,1982

The technique of plant root sampling was used with steam-sediment sampling in order to detect anomalous zones of uranium and base metal mineralization, in alteration zone of Nepheline syenite belonging to Neogene in Dechan N.Western Iran.

Alteration zone consists of mineralized veins due to hydrothermal and subsequent supergene processes. Ashed roots of different type of plants collected over an area of Cu, Mo, U mineralization were analysed for uranium and base metal in the course of bigeochemical prospecting.

Detailed investigation has shown that a close relation exists between the distribution of mineralized ground and of concentration of the element sought in plant species.

Based on the result of this study, the technique of plant sampling could be helpful and recommended for prospecting of mineral deposits similar areas.

EPSTEIN SAMUEL, Division of Geological and Planetary Sciences, California Institute of Technology, Pasadena, USA

THE CLIMATIC IMPLICATIONS OF THE δD AND $\delta^{18}O$ OF CELLULOSE IN PLANTS

It is well known that the δD and $\delta^{18}O$ values of meteoric waters are related to the climatic temperature. The only source of hydrogen available to plants is meteoric water. Thus, the δD of the unexchangeable hydrogen in plant compounds such as

cellulose should reflect the δD of meteoric waters and the climatic temperature in which the plant grew. The relationship between temperature and δD has been tested by many examples. Using this technique, temperature records have been measured in continuous sequences of tree rings in modern trees. Historical climatic records are usually reflected in these isotopic records, and cycles are present in several trees.

Well preserved woods, from many locations, which grew in ice-free areas during the last Glacial period, give δD values very similar to modern wood in the same sites, indicating a similar average climate temperature for both times. This data suggests other possible mechanisms other than world wide cooling for the existence of ice ages. Well preserved cellulose, extracted from Oligocene plant sample (35×10^6 years) located in northeastern United States (Vermont) gives δD values typical of southeastern United States (so. Georgia). A Continental Climap of ancient times might be possible, using isotopic data of plants.

$\delta^{18}O$ values of the cellulose in trees reflect temperatures less sensitively than the δD, and is markedly effected by the relative humidity of the growth site. The combined $\delta^{18}O$ and δD can give interesting characteristic climatic data of the ancient continents.

ESENOV Sh.E., VEDERNIKOV N.N., V.I.Lenin Kazakh Politechnical Institute, Alma-Ata, USSR

STRATABOUND MINERAL DEPOSITS OF DZHEZHKAZGAN REGION IN RELATION TO GEODYNAMIC EPOCHS AND EPIGEOSYNCLINAL FORMATIONS

The superimposed depressions of the region were formed during the orogenic phase from middle Devonian till Triassic, when the typical platform environment became settled . There are distinct geologic formations, deposited during the periods of different geodynamic conditions:

1) continental red beds (D_2-D_3), deposited during the period of the contraction of the Earth's crust;
2) Marine-lagoonal, terrigenous carbonate formation (D_3-C_1) generated in expanding (spreading) conditions;
3) Continental red beds - grey beds (C_1-P_1) and variegated lagoon-continental formation -concentration;
4) Marine-lagoonal grey beds (P_1) - spreading.

The depressions on the Caledonian basement were formed predominantly under the conditions of spreading, whereas those on the Precambrian structures underwent the contraction.

In both cases those tectonic events alternated. Localization of mineral deposits corresponds to the epochs of contraction of the earth crust. Thus stratiform deposits of manganese ore are related to Devonian sediments whereas cupriferrous sandstones are resticted to Carboniferous, and asbestos deposits can be met in Permian series.

The type of the basement of the depression determined the hind of the ore mineralization. For example, manganese ores are located usually in depressions of Precambrian basement. Cupriferrous sandstones and asbestos deposits are situated near junction of Precambrian and eugeosynclinal Caledonian basements.Deposits of lead-zink and fluorspar ores (in neigouring regions) were found in depressions on Caledonian eugeosynclinal and miogeosynclinal fundament. The intensity of ore mineralization depends upon the structural and facial features of sediments. The most favorouble are the facies changes, complicated by slight faulting and folding

ЕСЕНОВ Ш.Е., ВЕДЕРНИКОВ Н.Н., Казахский политехнический институт имени В.И.Ленина, г.Алма-Ата, СССР

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ЭПОХИ, ЭПИГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ ФОРМАЦИИ И СВЯЗЬ С НИМИ СТРАТИФОРМНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДЖЕЗКАЗГАНСКОГО РАЙОНА

Эпигеосинклинальное орогенное развитие, в течение которого был образован комплекс наложенных впадин района, начинается в среднем девоне; с триаса наступает типичный платформенный режим. Комплекс сложен следующими геологическими формациями, образовавшимися в различных геодинамических обстановках: красноцветной континентальной ($Д_2$-$Д_3$) - в условиях сжатия земной коры; карбонатно-терригенной лагунно-морской ($Д_3$-$С_I$) - растяжения; красноцветной и сероцветной континентальной ($С_I$-$Р_I$) и пестроцветной лагунно-континентальной ($Р_I$)- сжатия; сероцветной лагунно-морской ($Р_I$) - растяжения.

При образовании впадин на каледонском основании в целом отмечается преобладание режима растяжения, а впадин непосредственно на докембрийских сооружениях - сжатия, но в обоих случаях происходит чередование этих режимов. Образование рудоносных отложений отвечает эпохам сжатия земной коры. В районе стратиформные месторождения марганца связаны с отложениями девона, медистых песчаников - карбона, асбеста - перми.Характер оруденения зависит также от фундамента впадины. Во впадинах или их частях на докембрийском основании формируются месторождения марганца, на стыке его с каледонским эвгеосинклинальным основанием - медистых песчаников и асбеста. Флюоритовые и свинцово-цинковые месторождения (в смежных районах) приурочены соответственно ко впадинам на каледонском эвгеосинклинальном и миогеосинклинальном основании. Интенсивность оруденения решающим образом зависит от структурно-фациальных особенностей отложений, наиболее благоприятными оказываются зоны фациальных переходов, осложненные мелкими разрывными и складчатыми нарушениями.

ESENOV SH.E.,VEDERNIKOV N.N., V.I.Lenin Kazakh Politechnical Institute, Alma-Ata, USSR

PETROCHEMICAL ZONALITY OF THE KAZAKHSTAN ULTRAMAFITES AS THE CONSEQUENCE OF THE EVOLUTION OF THE UPPER MANTLE SUBSTANCE

The comprehensive research of the chemical composition of Kazakhstan ultramafites using more then 1000 chemical assays had given the evidence that geologic formations are connected by the gradual transitions. It is possible to assume that all formations had the uniform magmatic origin being derived from the upper mantle. So all the geologic and mineralogic special features of ultramafites are dependent on the geotectonic environment.

It gives us reason to distinguish four types of alpynotype ultramafic and ophiolitic complexes which were formed: 1) nearby the margin of platform or median mass (pericratonic complex); 2) within platform or median mass (complex of median mass); 3) near the island arcs on the simatic basement as a result of the wave-like rise of the oceanic crust (complex of the island arc); 4) at the zone of the main abyssal faults as a result of squeesing up and susequent allochtonous displacement (intrastructural complex).

The **arrangement** of the above named complexes had predetermined the regularites of the petrochemical composition of ultramafites. The highest content of magnesia is inherent in ultramafites of the island arc complex, but it is some lower in rocks of pericratonic complex and gradually decreases in the other above mentioned complexes. The increasing of alcalinity and of iron content can be seen in the same sequence. Intrastructural ultramafites usually display the vertical zoning. Alpynotype and stratiform ultramafites have gradual transitions in chemical composition.

ЕСЕНОВ Ш.Е., ВЕДЕРНИКОВ Н.Н.,Казахский политехнический институт им. В.И.Ленина, г.Алма-Ата, СССР

ПЕТРОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ УЛЬТРАМАФИТОВ КАЗАХСТАНА КАК РЕЗУЛЬТАТ ТЕКТОНО-МАГМАТИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ МАНТИЙНОГО ВЕЩЕСТВА

На основании массового (1000 полных силикатных анализов) петрохимического изучения ультрамафитов Казахстана установлены постепенные переходы между геологическими формациями, что свидетельствует об их единой мантийно-магматической природе. Поэтому геологические и минералогические особенности ультрамафитов зависят от геотектонической обстановки образования. В этой связи выделяется четыре типа комплексов формаций альпинотипных ультрамафитов и офиолитов, образованных: I) близ края платформы или срединных массивов при

участии ультраосновных расплавов (прикратонный комплекс); 2) в раме платформы или срединных массивах как результат внедрения расплавов (комплекс срединных массивов); 3) в результате скучивания или валоподобного поднятия океанической коры близ островных дуг на симатическом основании (комплекс приостроводужного типа); 4) в зоне главных глубинных разломов в результате выдавливания и последующего аллохтона крупных пластин (комплекс межструктурного типа). Размещение этих комплексов определяет закономерное изменение химического состава ультрамафитов. Наибольшей магнезиальностью обладают ультрамафиты приостроводужного типа; она ниже в породах прикратонных зон и далее убывает в ультрамафитах срединных массивов по мере удаления их от стыка последних с прикратонной зоной. В этом же направлении происходит увеличение щелочности и железистости пород. Для межструктурных ультрамафитов выявляется вертикальная зональность. Устанавливаются связи по химизму слагающих пород между формациями альпинотипных и стратиформных ультрамафитов.

FAN DELIAN, Institute of Geology, Academia Sinica, Beijing; YANG RUIYING, Institute of High-Energy Physics, Academia Sinica, Beijing, China

THE LOWER CAMBRIAN BLACK SHALE SERIES AND THE IRIDIUM ANOMALY IN SOUTHERN CHINA

The Lower Cambrian black shale series are widely distributed in more than ten provinces in southern China, within which phosphorite, stone coal, vanadium deposit, barite and Ni-Mo polyelement layers are discovered. The latter has an average content of Ni 3.15%, Mo 4.84%, V 0.53%, Se 0.1%, Tl 0.02%, Cu 0.085%, Zn 0.93%, REE 0.04%, Pt 0.2ppm, Pd 0.25 ppm, Os 0.1ppm, Ru 0.004ppm, Rh 0.012ppm, Au 0.49ppm. The iridium anomaly is determined by NAA method in 5 polyelement layers, the content (ppb) of Ir: Hunan (3 samples)--11.3-31.3, Guizhou (1 sample)--12.69, Zhejiang (1 sample)--19.75. Mathematical statistics indicate the positive correlation of elements of platinum group to Ni, Mo, Se, Tl, Au, etc.

The polyelement ores occur always in form of thin beds(2-5cm) or coating (2-3mm) directly overlaid on the Lower Cambrian phosphorite horizons or lenticles. The dominated texture of polyelement ores is intraclastic, sometimes banded and laminated textures are found. The

main minerals (jordisite, pyrite, vaesite, sphalerite, gersdorffite, polydymite, millerite, violarite) often form colloidal agregates, microspheroids and microframboids.

The black shale series and the polyelement layers are formed in continental margin basin and related to the Early Palaeozoic Oceanic Anoxic Event. The material of the polyelements is of multi-sources. Part of them, such as Cu, Pb, Zn, Mo, Ba, etc., are considered come from hot brines, part of them (especially Ir, Os, Pt, Pd, Ni, Co, etc.) an extraterrestrial source might be envisaged.

FRENKEL M.Ya., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

THE PHASE CONVECTION IN THE PARTIAL MELTING ZONE AND DIFFERENTIATION OF THE MANTLE MATTER DURING MAGMA GENERATION

The development of the magma-generating partial melting zone (PMZ) in depth of planets is followed by the rise of the phase circulation as special mode of convection inside the chamber. This mode consists of the related crystal sinking and melt uprising, and crystal-melt transformation in the heating and cooling regions. Familiar petrologycal models of partial melting neglects the phase circulation assuming continuous separation of the melt from PMZ that discloses the loop of the phase circulation. The alternative (circulation) model stresses significance of the circulation in magmatic differentiation According to this model the quantity of removed from PMZ melt is negligible in comparision with generated one, the convection as whole is supressed by the phase circulation. Computer simulation of the PMZ-differentiation during phase circulation has shown chemical behavoir of the system to be various. General property of the process is stratification PMZ into the layers with different modal compositions. As the result PMZ prove to be able to separate sets of diverse melts simultaneously. In the course of time associations of the layers fall into accordance with crystallization sequence for melt different in composition from the initial matter of PMZ. There is the tendency to dividing of minerals solid solutions on its end members. The behavoir of the minor elements is similar to the major ones. For every minor element are appeared the full extraction zone and complementary zone enriched up to saturation in relation to self mineral crystallization. Computer model of the circulation magmatic

differentiation of primary matter for the Moon was found to be able to account for petrochemical peculiarities of the series highland lunar rocks, which could not been understood on the ground of fractional crystallization of the Lunar magma ocean. In the crystal-melt mixtures the new space-temporal structures are possibly to be generated having no analogs with normal liquid and suspension transport systems. That is essential for the theoretical conseptions of magmatic petrology, geodynamics, thermics of the planets.

ФРЕНКЕЛЬ М.Я., Ин-т геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского Академии наук СССР, г.Москва, СССР

ФАЗОВАЯ КОНВЕКЦИЯ В ОБЛАСТЯХ ЧАСТИЧНОГО ПЛАВЛЕНИЯ И ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ МАНТИЙНОГО ВЕЩЕСТВА ПРИ МАГМООБРАЗОВАНИИ

Развитие в недрах планет производящих магматические расплавы областей частичного плавления (ОЧП) связано с возникновением особого вида внутрикамерной конвекции – фазовой циркуляции, т.е. оседания минеральных зерен, отжима межзерновой жидкости, плавления и кристаллизации в зонах нагрева и охлаждения ОЧП. Модели частичного плавления предполагают, что весь генерирующийся в ОЧП расплав отделяется от нее и изливается. Роль фазовой циркуляции в магматической дифференциации иллюстрирует альтернативная модель – количество изливающихся расплавов мало по сравнению с генерирующимися в ОЧП, общая конвекция подавлена фазовой циркуляцией. Решение на ЭВМ описывающих циркуляционную модель уравнений тепломассопереноса показало, что химическое поведение таких систем может быть многообразно. Его общая особенность – стратификация ОЧП на слои различного минерального состава, в результате чего она оказывается способной производить одновременно целые серии расплавов. С течением времени минеральные ассоциации слоев приходят в соответствие с кристаллизационной последовательностью ликвидусных ассоциаций для расплава, отличающегося по составу от исходного материала. Минералы, твердые растворы обнаруживают тенденцию к разделению на свои концевые компоненты, поведение примесных элементов также характеризуется дискретностью формирующихся распределений. Для каждого микроэлемента в ОЧП появляется зона полного истощения и комплементарная зона повышения концентрации до появления на ликвидусе его собственного минерала. ЭВМ-модель циркуляционной магматической дифференциации первичного вещества Луны оказалась способной объяснить петрохимические особенности материковой серии лунных пород, не поддающиеся интерпретации в рамках моделей фракционной кристаллизации магматического океана. В кристаллорасплавных смесях возможно возникновение пространственно-временных структур, не имеющих аналогов в системах с нормальными жидкостями, суспензиями и поровыми флюидами. Изучение этих структур может оказать серьезное влияние на теоретические представления магматической петрологии, геодинамики, термики планет.

FRIEDMAN IRVING, GLEASON J. D., U S Geological Survey, Denver Federal Center, Denver, U S A

DEUTERIUM AND WATER CONTENT OF ERUPTIVE ROCKS

Rhyolitic volcanic glass (obsidian) is a chilled sample of lava and might provide a samples of the water in the magma suitable for deuterium analysis. Previous attempts to use the deuterium content of phenocrystic biotite failed because of the oxidation reactions that biotite undergoes during cooling of the magma.

Samples of obsidian and perlite from drill cores taken through several rhyolite domes at the No Aqua, New Mexico, perlite deposits were analyzed for % H_2O and δD. The δD of the perlite is relatively constant within each core, and varies little between cores. This constancy is in keeping with the secondary origin from meteoric water of the perlite water. The obsidian δD varied by as much as $30^o/_{oo}$ in a single core. There is a relation between δD and % H_2O, but not between δD and position in the core or cooling zones.

The obsidian with higher water content (.2 to .3% H_2O) has a higher deuterium content (-115 to -120) than the obsidian with low water content (.1 to .15% H_2O) δD = -120 to -150. These variations are not due to cooling or crystallization, and represent differences present during eruption. The implications of this to eruption mechanisms will be discussed.

FURSOV V.Z., Institute of Mineralogy, Geochemistry and Crystallochemistry of Rare Elements, Moscow, USSR

VAPOUR-MERCURY METHOD IN ORE PROSPECTING

A mercury concentrating in deposits, its volatility, atomisation, stability to oxygen, weak solubility in waters are the main grounds for formation of gas-mercury halos of dispersion.

Vapour-mercury halos of dispersion in soil gas are established over mercuric, antimonial, polymetallic, copper-pyrite and gold deposits, situated in open, buried, blind and cryptoburied occurrence. The open ore bodies are clearly delineated by gas-mercury halos, which in distinction from secondary lithochemical halos do not displace down the slope.

The biggest intensity of halos is characteristic for mercuric and antimonial deposits. With the depth increase of ore occurrence the intensity difference for various types of deposits is levelled. Sometimes the halo maximum is displaced relatively to the orebody epicentre because of mercury migration up the inclined fissures.

The "resolutive ability" depth of vapour-mercury method concerning given types of deposits is about 200-400 metres. The first vapour-mercury prospecting has given positive results.

An economic copper-pyrite occurrence was revealed by follow-up drilling at 350 m depth in the Urals within the zone of the vapour-mercury anomaly. In Tadjikistan 12 economic mercury orebodies have been found in follow-up checking of vapour anomalies.

Bogs are the obstacles to mercury measurement in a soil gas. In such localities it is necessary to study atomic mercury content in atmosphere and natural waters. It is necessary to measure mercury vapour content in molecular diffusion conditions at 2-4 cm depth. Because of the short life-time of the atomic mercury in waters it could revealed only near deposits.

ФУРСОВ В.З., Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов, Москва, СССР

ГАЗОРТУТНЫЙ МЕТОД ПОИСКОВ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Концентрирование ртути в месторождениях, летучесть, атомизация, устойчивость к кислороду, слабая растворимость в водах - основные предпосылки формирования газортутных ореолов рассеяния.

Газортутные ореолы рассеяния в почвенном воздухе установлены над ртутными, сурьмяными, полиметаллическими, медноколчеданными и золоторудными месторождениями, находящимися в открытом, погребенном, слепом и скрытопогребенном залегании. Открытые рудные тела четко оконтуриваются газортутными ореолами, которые,в отличие от вторичных литохимических, не смещаются по склону.

Наибольшая интенсивность ореолов характерна для ртутных и сурьмяных месторождений. С увеличением глубины залегания руд разница в интенсивности для различных месторождений нивелируется. Иногда максимум ореола смещается относительно эпицентра залежей, что обусловлено миграцией ртути по наклонным трещинам.

Глубинность газортутного метода при поисках указанных типов месторождений достигает 200–400 метров. Первые газортутные поиски привели к положительным результатам. На Урале в зоне газортутной аномалии выявлена бурением промышленная медноколчеданная залежь на глубине 350 метров. В Таджикистане при проверке газортутных аномалий открыто I2 рудных тел с промышленным содержанием ртути.

Болота являются препятствием для измерения ртути в почвенном воздухе. На таких участках необходимо изучение атомарной ртути в атмосфере и водах. Пары ртути в атмосфере необходимо измерять в условиях молекулярной диффузии на высотах 2–4 сантиметра. В силу малого времени жизни атомарной ртути в водах она обнаруживается только вблизи месторождений.

GEBAUER, DIETER, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich, Switzerland

ISOTOPE GEOLOGY AND THE GEODYNAMIC RECONSTRUCTION OF OROGENIC BELTS

Since the routine application of radiometric age dating (K-Ar; Rb-Sr and U-Pb) in the 1960's geochronology became a very powerful tool for the unravelling of the complex geological histories of mountain belts. Furthermore, not only the age relations in these commonly polycyclic orogens could be worked out on an absolute scale but information was also gained on the geotectonic origin of the rocks, e.g. if they were formed from relatively old or young continental crust or from oceanic sources. For this objective the Sm-Nd technique, routinely in operation since the late 70's, added considerable success, especially when applied together with the Rb-Sr and Pb-Pb methods and/or with geochemical data.

To illustrate the applicability of isotope geology for a geodynamic reconstruction of an orogenic belt on an absolute scale the development of the Hercynian belt of Europe will be reviewed: Archean formation of continental crust (at least 3.4 b.y. ago), formation of various types of oceanic crust at 2.2 b.y., possibly 1.9 b.y. and at 1.2 b.y., respectively; at least 2-3 orogenic cycles in the Precambrian, rifting and opening of variously large basins between 500 and 600 m.y.; closure of these basins in the Caledonian (ca. 400 m.y.), Acadian (ca. 380 m.y.), and Hercynian (ca. 320 m.y.); collision induced thrusting, especially in the Hercynian.

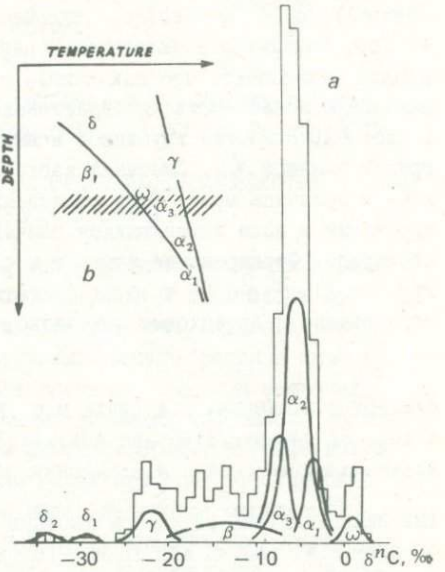
GALIMOV E.M., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

$^{13}C/^{12}C$ OF DIAMONDS. VERTICAL ZONALITY OF DIAMOND FORMATION IN THE LITHOSPHERE

Generalization of the data an more than 700 analyses of $^{13}C/^{12}C$ of diamonds studied in our laboratory during last decade has brought to light an existence of important relationships between carbon isotope composition of diamonds and their source and physical properties, including morphology, colour, internal structure, crystal perfection and paragenesis of mineral inclusions.
The regularities revealed allow to subdivide diamonds studied (predominantly from kimberlite pipes and placers of the Soviet Union) into several groups (Fig. a): α_1 ($\delta^{13}C$ from -4 to -1% , colourless octahedra with high extent of nitrogen aggregation (B2-, B1-, A-centers) and ultrabasic paragenesis of mineral inclusions are typical);

α_2($\delta^{13}C$ from -7 to -4% , octahedra and transition forms, B1- and A-centers, ultrabasic paragenesis of mineral inclusions); α_3($\delta^{13}C$ from -10 to -7% , octahedra and cubes, sometimes grey and green, nitrogen is aggregated in the simpliest form (A-center), eclogite paragenesis of mineral inclusions may often be encountered); β($\delta^{13}C$ from -20 to -7% , cubes, canary-yellow, primative nitrogen (paramagnetic), eclogite paragenesis is predominant); γ($\delta^{13}C$ from -19 to -25% , dark-coloured aggregates, graphitized, A-center); δ($\delta^{13}C$ <-25% , including carbonado); ω($\delta^{13}C$ from -3 to +3% , dodecahedral habitat, eclogite paragenesis of mineral inclusions).

This subdivision is interpreted in terms of vertical zonality of kimberlite magmatism and diamond formation in the lithosphere (Fig.b.). The groups α_1 is believed to originate at the highest PT-condition in the mantle. The shift in the isotopic composition from α_1 to α_2 and from α_2 to α_3 may in principle be due to change of isotope fractionation in closed C-H-O system with decrease of depth, while the formation of diamonds having characteristics of β -, γ -, δ - and ω groups demands essetial alteration of the environment and probably takes place in the shallower depth.



ГАЛИМОВ Э.М. Институт геохимии и аналитической химии им.В.И.Вернадского АН СССР, г.Москва, СССР

$^{13}C/^{12}C$ АЛМАЗОВ И ВЕРТИКАЛЬНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ АЛМАЗООБРАЗОВАНИЯ В ЛИТОСФЕРЕ

Обобщение результатов более 700 определений $^{13}C/^{12}C$ алмазов, выполненных в нашей лаборатории, выявило наличие закономерностей, связывающих изотопный состав с габитусом, окраской, внутренним строением, кристаллографическим совершенством и другими свойствами алмазов. С учетом установленных закономерностей произведено подразделение изученных алмазов (преимущественно из кимберлитовых трубок и россыпей Совет-

ского Союза) на группы (см. рис. а): α_1 ($\delta^{13}C$ от -4 до $1^0/oo$, преимущественно бесцветные октаэдры, преобладает азот высокой степени агрегации - оптические центры B2, BI, A, парагенезис минеральных включений ультраосновной); α_2 ($\delta^{13}C$ от -7 до $-4^0/oo$, октаэдры и переходные формы, центры BI, A, ультраосновной парагенезис минеральных включений); α_3 ($\delta^{13}C$ от -10 до $-7^0/oo$, наряду с октаэдрами значительное место занимают кубы серого и зеленого цвета, степень агрегации азота ограничена простейшей формой - центр A, присутствует эклогитовая ассоциация включений); β ($\delta^{13}C$ от -20 до $-7^0/oo$, кубы окрашенные, азот в парамагнитной форме, парагенезис минеральных включений эклогитовый); γ ($\delta^{13}C$ от -19 до $-25^0/oo$, темноцветные агрегаты, оптический центр A); δ ($\delta^{13}C < 25^0/oo$, включая карбонадо); ω ($\delta^{13}C$ от -3 до $+3^0/oo$, додекаэдр и эклогитовый парагенезис минеральных включений). Анализ показывает, что выделенные группы, по-видимому, отражают вертикальную зональность кимберлитового магматизма и алмазообразования (рис. *б*). Наиболее глубинной и высокотемпературной представляется группа алмазов α_1. Смещение изотопного состава от α_1 к α_2 и от α_2 к α_3 в принципе может быть объяснено изменением изотопного фракционирования в поле изменяющихся значений температуры и фугитивности кислорода. Формирование алмазов с совокупностью свойств, отвечающих группам β, γ, δ и ω, требует существенных изменений в среде алмазообразования и происходит, очевидно, на относительно меньших глубинах.

GALIMOV E.M., KODINA L.A., FRIK M.G., BITYUKOV M.M., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the Academy of Sciences of the USSR, Moscow, USSR

THE PECULIARITIES OF CARBON ISOTOPE DISTRIBUTION IN ORGANIC MATTER OF DIFFERENT FACIES AND IDENTIFICATION OF OIL-SOURCE ROCKS

Carbon isotope composition of fossil organic matter depends on the isotope distribution in the initial biomaterial as well as on the isotope fractionation during diagenesis and metamorphysm. The difference in carbon isotope composition of marine and terrestrial organisms is an useful criterion of the source of organic matter in sedimentary deposits. However, this criterion has some limitations that are due to the variations of isotope distribution in living organisms caused by the environmental factors on the one hand, and by the diagenesis isotope effects on the other.

The different pathways of diagenetic transformation of organic matter in different environments are stated. In particular, two alternative pathways of diagenesis may in marine sedimentary basins occur depending on whether planktonic unicellular alga have or do not have the protective mineralized cell walls. In accordance marine organic

matter may be enriched in the heavy carbon isotope relative to land-derived one,as well as in the light carbon isotope.
It was experimetally shown that every type of fossil organic matter is characterized by a specific carbon isotope distribution between its fractions. This distribution depends on the nature of biological source and pathway of diagenetic transformation. The specific carbon isotope distribution is preserved in migrated bitumen. This phenomenon serves as a background of genetic correlation between oil and oil-source rocks. To identify oil-source rocks the isotopic-fractional curves for oil and potential source rock beds are compared. The approarch is examplified by the samples of oil and organic matter from some oil deposits of Volga-Ural district.

ГАЛИМОВ Э.М., КОДИНА Л.А., ФРИК М.Г., БИТКОВ М.М., Институт геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского АН СССР,г.Москва,СССР

ОСОБЕННОСТИ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА УГЛЕРОДА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА РАЗНЫХ ФАЦИЙ И ДИАГНОСТИКА НЕФТЕМАТЕРИНСКИХ ПОРОД

Изотопный состав углерода рассеянного органического вещества определяется изотопным составом исходного биоматериала и процессами фракционирования изотопов при диагенезе и метаморфизме. Различие в изотопном составе наземных и морских организмов используется в качестве важного критерия происхождения органического вещества осадочных отложений. Однако вследствие значительных вариаций изотопного состава организмов, осусловленных влиянием факторов среды, а также вследствие изотопных эффектов диагенеза изотопный критерий генетической принадлежности органического вещества имеет некоторые ограничения. Установлены различия в направленности диагенетических преобразований органического вещества в разных фациальных обстановках. В частности, показана возможность реализации двух разных путей диагенеза в морских бассейнах седиментации в зависимости от наличия или отсутствия у организмов планктона - продуцентов органического вещества защитных минерализованных скелетных образований. В соответствии с этим морское органическое вещество может быть как изотопно тяжелее, так и легче континентального.
Экспериментально показано, что существует специфичное для каждого типа ископаемого органического вещества распределение изотопов углерода по фракциям, определяемое характером биологического источника и направленностью диагенетических преобразований. При миграции битумоида тип изотопного распределения сохраняется. Это явление положено в основу генетического сопоставления нефтей и нефтематеринских пород. В целях диагностики нефтематеринских пород проводится сопоставление изотопно-фракционных кривых, характеризующих нефть и битумо-

ид предполагаемой нефтематеринской породы. В качестве примера приведены данные для нефти и органического вещества ряда месторождений Волго-Уральской области.

GANEEV I.G., Institute of Lithosphere of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

PHYSICO-CHEMICAL MODEL OF COMIGRATION OF VEINED AND ORE MATTER WITH HYDROTHERMAL SOLUTIONS

Analysis of present day physico-chemical mineral matter migration models ptoved that they are not perfect for explanation of cotransfer of components, forming veined and ore bodies within one stage. Majority of scientists, basing on the analysis of paragenetic associations and gas-liquid inclusions (GLI) composition consider elements' migration in the form of chloride, hydrosulphide, sulphide and carbonate complexes. Though HaCl defines the main electrolytic media of solutions, experiments prove that solubility of SiO_2 - the main veined mineral; in NaCl is rather low and therefore cannot explane the transfer of great quantities of silica. The following phenomena suggested as basis for the proposed model of comigration of veined and ore minerals. Lithospheric temperature field in areas of active magmatism is gradiental. Experiments prove that under such nonequilibrium all the salts defining electrolytic media of hydrothemal solutions and acidic complexes are subject to hydrolysis with spatial differenciation of decomposition products according to the mechanism of thermal diffusion. The process results in formation of acidic-alkali differenciation in the solutions due to constant efflux from reaction of the most movable decomposition products - acidic components. pH properties of hydrothermal solutions vary from low-alkali to low-acidic and are regulated by non limited buffer value of host rocks. Experiments also reveal that under high P and T dielectric permiability of solutions decreases and as a result polymerization leads to the formation of complex macromolecules. Extreme conditions of heteropyanions (HPA) existance had been analized. It is shown that within the above mentioned pH variations non-saturated HPA are formed, they contain majority of ore and veined elements. Considerable increase of HPA stability occures due to the loss of one-two outerspheric leegands, appearance of coordinational active centers, able to join(for energetic compensation) d and f- elements, thus originating complex, diamerstype forms. As a result, HPA contain the balk of veined and ore minerals simultaneously. Within the suggested model mineral matter migration is presented in the form of PHA, hydrocomplexes and their polymers.

ГАНЕЕВ И.Г., Институт литосферы Академии наук СССР, г.Москва, СССР

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СОВМЕСТНОЙ МИГРАЦИИ ЖИЛЬНОГО И РУДНОГО ВЕЩЕСТВА ГИДРОТЕРМАЛЬНЫМИ РАСТВОРАМИ

Анализ современных физико-химических моделей миграции минерального вещества показал их недостаточность для удовлетворительного объяснения совместного переноса компонентов, слагающих жильные и рудные минералы в пределах одной стадии. Большинство исследователей, исходя из анализа парагенетических ассоциаций и состава газово-жидких включений (ГЖВ) обосновывают миграцию элементов в форме хлоридных, гидросульфидных, сульфидных, карбонатных комплексов. Однако основной электролитический фон растворов определяется NaCl , а экспериментальные исследования показали, что растворимость SiO_2 - основного жильного минерала-в NaCl очень низка и не может объяснить перенос огромных количеств кремнезема. В основу предлагаемой модели совместной миграции элементов жильных и рудных минералов положены следующие явления. Температурное поле литосферы в областях активного магматизма имеет градиентное строение. Экспериментально установлено, что в подобных неравновесных условиях все соли, определяющие электролитический фон гидротермальных растворов, и ацидокомплексы подвергаются гидролизу с пространственным разделением продуктов разложения в соответствии с механизмом термодиффузии. Интегральным результатом является формирование кислотно-щелочной дифференциации в строении растворов вследствие постоянного вывода из сферы реакции наиболее подвижного продукта разложения - кислотных компонентов. Значения pH гидротермальных растворов лежат в области от слабощелочных до слабокислых и регулируются неограниченной буферной емкостью вмещающих пород. Экспериментально также показано, что при высоких P и T в результате уменьшения диэлектрической проницаемости в растворах широко развиты процессы полимеризации с образованием сложно построенных макромолекул. Проанализированы граничные условия существования гетерополианионов (ГПА). Показано, что в интервале описанных выше значений pH формируются "ненасыщенные" ГПА, содержащие в своем составе большинство элементов жильных и рудных минералов. Существенное повышение устойчивости ГПА происходит в результате потери одного-двух внешнесферных лигандов, появления координационно-активных центров, способных присоединять с целью энергетической компенсации d- и f-элементы с образованием сложных форм типа димеров. В результате ГПА содержат в своем составе одновременно большинство жильных и рудных элементов минералов. В рамках предлагаемой модели миграция минерального вещества представляется в форме ГПА, гидроксокомплексов и полимеров на их основе.

GAVRIKOVA S.N., Moscow Institute of Geological Survey Engineers, Moscow, USSR; ZHARIKOV V.A., Institute of Experimental Mineralogy of the USSR Academy of Sciences, Chernogolovka, Moscow Region, USSR

GEOCHEMISTRY OF GRANITIZATION OF THE ARCHEAN GRANULITES

Granitization of granulitic rocks involves metasomatic feldspathisation, the smelting in the rear zone of leucocratic melts which replace first the feldspathized and then unaltered metamorphic rocks to produce migmatite fields and granitoid massifs. Three types of granitization columns have been distinguished - sodium (A) and potassium (B,C) trends :

	Original rocks	Feldspathisation zones			Granites	
					smelting	massif
A	$Cpx+Pl_1$	$Hrb+Pl_2$		Pl_3	plagiaplite	plagiogranite
B	$Cpx_1+Hrb_1+Pl_1$	Hrb_2+Pl_2	$Bi+Pl_3$	$Ksp+Pl_4$ or Ksp	aplite	alkaline granite
C	$Bi+Cpx+Pl_1+Q$	$Hrb+Pl_2+Q$	Pl_3+Q	$Ksp+Pl_4$ or Ksp	aplite	alaskite biotite granite

Geologic observation and geochemical studies have shown all the components of the granitization process to be genetically related, including the similtaneous development of the Na- and K- trends. The chemistry of the process is one of debasification, i.e. consecutive loss in Ca, Mg, Fe, Sr and gain in Si, K, Na, Li, Rb, Ba, TR. The acidity (Rb/Cs, F/Cl) and basicity (Sr/TR, Ba/TR, La/Ce, La/Σ TR) indicators - geochemical indicators, - record a rise in the acidity as the feldspathisation and melting of leucocratic melts proceed, plus a subsequent slight decrease as host rocks become massively replaced by the melt. Granitization is caused by juvenile water-carbon dioxide alkaline fluids enriched in silica, lithophilic and rare-earth components, and develops with increasing molar fraction (activity) of water (0.2-0.6) and acidic component activities due to an osmotic fluid-magmatic interaction.

ГАВРИКОВА С.Н., Московский геологоразведочный институт, Москва; ЖАРИКОВ В.А., Институт экспериментальной минералогии АН СССР, Черноголовка, Московская область, СССР

ГЕОХИМИЯ ГРАНИТИЗАЦИИ АРХЕЙСКИХ ГРАНУЛИТОВ

Гранитизация гранулитовых пород включает их метасоматическую фельдшпатизацию, выплавление в тыловой зоне лейкократовых расплавов, последующее замещение возникшим расплавом фельдшпатизированных, а затем незатронутых метасоматозом метаморфических пород с образованием полей мигматитов и массивов гранитоидов. Установлено три типа коло-

нок гранитизации натриевой (A) и калиевой (B,C):

Исходные породы	Зоны фельдшпатизации			Граниты	
				выплавок	массивов
A Cpx_1+Pl_1	$Hrb+Pl_2$		Pl_3	плагиоаплит	плагиогранит
B $Cpx_1+Hrb_1+Pl_1$	Hrb_2+Pl_2	$Bi+Pl_3$	$Ksp+Pl_4$ или Ksp	аплит	щелочной гранит, аляскит
C $Bi+Cpx+Pl_1+Q$	$Hrb+Pl_2+Q$	Pl_3+Q	$Ksp+Pl_4$ или Ksp	аплит	биотитовый гранит

Геологические наблюдения, геохимические исследования устанавливают генетическое единство всех составляющих процесса гранитизации, в том числе одновременное развитие Na- и K-линий. Химизм процесса выражается в дебазификации: последовательном выносе Ca, Mg, Fe, Sr и привносе Si, K, Na, Li, Rb, Ba, TR. Геохимические индикаторы-показатели кислотности (Rb /Cs , Fe/Cl), основности (Sr/TR, Ba/TR, La/Ce, La/Σ TR) фиксируют повышение кислотности по мере фельдшпатизации и выплавления лейкократовых расплавов, затем некоторое снижение ее при массовом замещении расплавом вмещающих пород. Гранитизация вызывается ювенильными водно-углекислыми щелочными флюидами с повышенным содержанием кремнезема, литофильных и редкоземельных элементов и развивается при возрастании мольной доли (активности) воды (от 0,2 до 0,6), активности кислотных компонентов вследствие осмотического флюидно-магматического взаимодействия.

GEODEKYAN A.A., TROTSYUK V.Ya., P.P.Shirshov Institute of Oceanology of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

GEOLOGO-GEOCHEMICAL PATTERNS IN THE OIL AND GAS POTENTIAL OF THE WORLD OCEAN

Studies in the accumulation and evolution of dispersed organic matter (original material for hydrocarbon) in the oceanic sector of the lithosphere have been carried out using methods of mathematical statistics and regional solutions of numerical models describing geologo-geochemical conditions of oil and gas formation. We use published data on the World ocean as a whole and material from geologo-geophysical and gaseous-biogeochemical expeditions in a number of regions in the Atlantic, Indian, and Pacific oceans and intercontinental seas where we participated. The following principal patterns have emerged.

1. Distribution of organic matter content over Phanerozoic stratigraphic intervals is in agreement with the location of known oil resources along the section. Source rocks of Jurassic-Cretaceous age play the foremost part in producing the global oil resources

of shore basins. These are at the same time also the main oil-producing rocks.

2. Distribution of hydrocarbon gas resources shows no direct correlation with the variation of organic matter content along the section owing to considerable vertical migration of gases.

3. Coincidence between intervals of dispersed oil generation and its migration from source rocks, typical within the temperature range of the main oil formation zone in the continental lithosphere, is much less frequent of shore in sedimentary basins (particularly outside shelves), occurring only under optimal concurrence of favourable lithogenetic and geothermal conditions. Comparative estimation of oil and gas potentials requires separate studies in the dynamics of two components of hydrocarbon formation: generation and primary migration.

4. Some features in the evolution of oil and gas formation in marginal oceanic regions allow us to distinguish sedimentary basins of active, passive, and relict (pre-Mesozoic) continental paleomargins.

ГЕОДЕКЯН А.А., ТРОЦЮК В.Я., Институт океанологии им.П.П.Ширшова Академии наук СССР, г.Москва, СССР

ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ АКВАТОРИЙ

Исследования истории накопления и эволюции исходного для углеводородов рассеянного органического вещества в океаническом секторе литосферы проводились с помощью методов математической статистики и порайонного решения численных моделей, описывающих геолого-геохимические условия процессов нефтегазообразования. Обрабатывались опубликованные данные по Мировому океану в целом и материалы геолого-геофизических и газово-биогеохимических экспедиций в ряде регионов Атлантического, Индийского и Тихого океанов и внутриматериковых морей, в которых участвовали авторы. В результате выявлены следующие основные закономерности.

I. Распределение по стратиграфическим интервалам фанерозоя величин содержания органического вещества начиная с миоцена согласуется с размещением в разрезе извлекаемых запасов нефти. В создании глобальных ресурсов нефти акваторий главное значение принадлежит материнским породам юрско-мелового возраста. Эти толщи одновременно являются основными нефтепроизводящими.

2. Распределение ресурсов углеводородных газов не обнаруживает прямую корреляцию с изменчивостью в разрезе содержания органического вещества вследствие значительности вертикальной миграции газов.

3. Характерное в температурных пределах главной зоны нефтеобра-

зования континентальной литосферы совпадение интервалов интенсивной генерации в породах дисперсной нефти и ее миграции из материнских слоев достигается в осадочных бассейнах акваторий значительно реже (особенно за пределами шельфа), при оптимальном стечении благоприятствующих условий литогенеза и геотермического режима. Для сравнительной оценки перспектив нефтегазоносности необходимо раздельно исследовать динамику двух составляющих процесса образования углеводородов - генерацию и первичную миграцию.

4. В окраинной области океанов по особенностям эволюции процессов нефтегазообразования различаются осадочные бассейны активных, пассивных и реликтовых (домезозойских) материковых палеоокраин.

GOLUBEV V.S., TENJAKOV V.A., Ministry of Geology of the USSR, Moscow , USSR

DYNAMIC MODEL OF CARBON GEOCHEMICAL CYCLE AND BIOSPHERE EVOLUTION

1. Basing on the mathematical model of the geochemical cycle there were found analytical dependences of carbon mass from the geological time - in living and burried biogenic substance, products of weathering, sedimentary rocks and in the atmosphere.
2. The comparison of theoretical and observed (according to Ronov A.B.) velocities of organic carbon burring in dependence on the geological time shows that mathematical model depicts essential relationship of biosphere functioning caused by the local increase of the carbon dioxide concentration in the atmosphere during tectomagmatic activity.
3. The expression for thermodynamical characteristics of biosphere functioning process i.e. its efficiency has an assumption, that this process is nonspontaneous carbon dioxide concentration which starts from the atmosphere concentration and goes up to its equilibrium (determined by synthesis reaction of organic from CO_2 and H_2O), conjugated with the absorption of sun energy by chlorophyl.
4. During progressive evolution the functioning efficiency of biosphere raises up, which is caused by carbon dioxide concentration decrease in the atmosphere.
5. The correspondence of the main epochs of evolution of living systems (dying off of the old and appearance of the new) to those global epochs of tectomagmatic activities and regional metamorphism is the result of evolution changes of biosphere at short time increase and "quick" decrease of carbon dioxide concentrations in the atmosphere.

ГОЛУБЕВ В.С., ТЕНЯКОВ В.А., Министерство геологии СССР, Москва, СССР

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГЕОХИМИЧЕСКОГО ЦИКЛА УГЛЕРОДА И ЭВОЛЮЦИЯ БИОСФЕРЫ

I. На основе математической модели геохимического цикла найдены аналитические зависимости массы углерода от геологического времени в живом и захороненном биогенном веществе, продуктах выветривания, осадочных породах и в биосфере.

2. Сопоставление теоретических и наблюдаемых (по Ронову А.Б.) скоростей захоронения органического углерода в зависимости от геологического времени показывает, что математическая модель отражает существенные закономерности функционирования биосферы, обусловленные локальным увеличением концентрации углекислого газа в атмосфере в периоды тектоно-магматической активизации.

3. Выражение для термодинамической характеристики процесса функционирования биосферы - коэффициента полезного действия (к.п.д.)- находится в допущении, что процесс заключается в несамопроизвольном концентрировании углекислого газа от концентрации в атмосфере до равновесной (по реакции синтеза органического вещества из CO_2 и H_2O), сопряженном с поглощением солнечной энергии хлорофиллом.

4. При прогрессивной эволюции биосферы возрастает к.п.д. ее функционирования, что обусловлено уменьшением со временем концентрации углекислого газа в атмосфере.

5. Соответствие главных эпох эволюции живых систем (отмирания старых и зарождение новых) глобальным эпохам тектоно-магматической активизации и регионального метаморфизма обусловлено эволюционными изменениями в биосфере при узковременном увеличении и последующем "быстром" уменьшении концентрации углекислого газа в атмосфере.

GONG QIHOU, WANG DINGGUO, ZHANG HONG, TAO CHENGHONG, Henan Bureau of Geology and Mineral Resources, Zhengzhou, China

AN INTRODUCTION TO THE EFFECT OF GEOCHEMICAL EXPLORATION FOR GOLD IN THE EASTERN QINLING, CHINA

In recent years, geochemical exploration for gold has been carried out in a promising metallogenic province in the eastern Qinling over an area of several thousand square kilometers.

First of all, a small-scale stream sediment survey was completed in the above mentioned region, using gold as the main indicator element (with detection limit for gold ---0.3 0.1 ppb), and a group of significant gold anomalies were outlined. Over one of the best gold anomalies, a detailed soil survey and some workings were made with a large gold deposit discovered and a metallogenic prospect delineated preliminarily.

Another gold deposit known as No. V in the survey area was also studied geochemically, resulting in the establishment of some kind of geochemical anomaly pattern and evaluation indices concerning the deposit. These indices were also applied to guide prospecting in another mineralized area. It has been found that the area presents a large-scale gold prospect and thus provides basis for prospecting within the mineralized belt.

EL GORESY AHMED, YABUKI HIDEO, PERNICKA ERNST, and RAMDOHR PAUL,
Max-Planck-Institut f. Kernphysik, Heidelberg, FRG

清鎮 QINZHEN (E3) METEORITE: A TENTATIVE ALPHABET FOR THE ENSTATITE CHONDRITE CLAN

The Qinzhen enstatite chondrite, a recent meteorite fall in the People's Republic of China, is the first highly unequilibrated member (E3) of the enstatite chondrite clan. Compared to the rest of the clan (1) Qinzhen displays distinct features: 1) Fe/Si:Mg/Si ratio lies between the EH (E4, E5) and EL (E6) groups. 2) The Zn-content (166 ppm) is lower than the average EH (260 ppm), but higher than the average EL (23 ppm). 3) Qinzhen is markedly younger (3.0 By) than the rest of the clan (4.6 By).

The meteorite contains well developed chondrules embedded in a clastic ill-sorted matrix. A striking feature is the high concentration of opaque fragments and spherules of various sizes and compositions. Besides the dominating enstatite minerals encountered and analyzed are kamacite, perryite, Ti-Cr-troilite, oldhamite, niningerite, djerfisherite, Na-bearing zincian daubreelite, caswellsilverite, sphalerite, schreibersite, pure late stage troilite, greigite, smythite, graphite, and two new Na-Cr-sulfides (Minerals A and B of Ramdohr, 1963 (2)).

The remarkable feature is high fractionation of K and Na among two distinct sulfide lithologies: K along with Fe, Ni, and Cu in djerfisherite (54.6% Fe, 1.43% Ni, 2.2% Cu, 8.43% K, 0.88% Na, 1.54% Cl, 30.1% S) and Na in four Cr-bearing sulfides: a. caswellsilverite (16.4% Na, 37.0% Cr, 0.52% Fe, 44.5% S), b. daubreelite (0.32% Na, 0.31% Cu, 6.55% Zn, 12.6% Fe, 0.33% Mn, 36.3% Cr, 44.3% S), c. Mineral A (0.63% Na, 41.5% Cr, 51.3% S, 6.57% H_2O), d. Mineral B (2.1% Na, 0.4% K, 1.06% Fe, 34.9% Cr, 42.9% S, 18.6% H_2O). The formational sequence is indicative of distinct genetic processes both nebular and postaccretionary (planetary). Caswellsilverite belongs to the earliest assemblage formed (oldhamite, niningerite) in the chondrules whereas djerfisherite was formed in the last nebular processes and continued to form after accretion thus indicating K mobilization. Mineral A formed simultaneously with daubreelite as it occurs as exsolution lamellae in it. Evidence of replacement of daubreelite by A and B was also found, thus suggesting depletion in Fe and Zn and enrichment in Na and H_2O. Simultaneously, djerfisherite decomposed to form pure troilite indicating depletion in K, Cu, and Ni. Greigite and smythite were the latest minerals to form in the accreted meteorite. The observed features are indicative of continuously changing Na/K ratio in the course of the meteorite formation: A very high initial Na/K ratio during chondrule formation (>60) compared to the chondritic value (~10), and a quite low value at the end of the nebular and beginning of the accretionary process (0.10). Active planetary processes were responsible for late stage K-depletion and Na-enrichment although the fractionation of Na and K was still maintained. Chlorine was found to fractionate between an early stage glass (4.27% Na_2O, 0.07% K_2O, 4.43% Cl, 27.4% Al_2O_3, 63.0% SiO_2) in chondrules and djerfisherite in the groundmass. With the Qinzhen chondrite probably a new E-parent body was sampled. The mineral formational processes in this meteorite offer a good basis for a common genetic language among the Enstatite Chondrite Clan.

References

(1) Sears D.W., Kallemeyn G.W. and Wasson J.T. (1982), Geochim.Cosmochim. Acta 46, 597-602.

(2) Ramdohr P. (1963), J.Geophys.Res. 68, 2011-2036.

GRADY M.M., PILLINGER C.T., Dept. of Earth Sciences, Downing Street, Cambridge, England

THE STABLE ISOTOPIC COMPOSITION OF CARBON IN STONY METEORITES: IMPLICATIONS AND INTERRELATIONS

Recent studies of the isotopic composition of carbon in carbonaceous chondrites have revealed the existence of several minor phases of unusual $^{13}C/^{12}C$ ratio, associated with noble gases of anomalous isotopic composition, and interpreted as being relict interstellar grains (1,2). Preliminary evidence suggests the presence of similarly exotic carbon phases in both ordinary and enstatite chondrites (3,4). It seems appropriate at this time to present a summary of these results from carbonaceous chondrites, attempting to draw parallels between the carbonaceous phases, both major and minor, found in the different groups of meteorites, including chondritic and achondritic samples.

In carbonaceous chondrites, most of the carbon is present as an insoluble macromolecular material, with an isotopic signature of -20 to -15‰ PDB. Soluble organics are slightly enriched in ^{13}C in comparison to this component, at -15 to 10‰ PDB. Also present are carbonates ($\delta^{13}C_{PDB}$=+20 to +70‰), the carbon isotopic fractionation between these two phases is thought to be caused by a Fischer-Tropsch type equilibrium reaction during condensation of the meteorites from the early solar nebula. However, also contained within these specimens are at least three minor carbon phases with distinctive isotopic compositions, and closely associated with well-characterized noble gases: a component combusting at temperatures of around 450 to 550°C with an isotopic signature of -40‰ PDB, which is thought to be associated with the so-called carbonaceous chondrites fission xenon (CCFXe). Nitrogen liberated by combustion over the same temperature range is even more unusual in isotopic composition, reaching values as low as -320‰ AIR. At higher temperatures, two further distinct carbon components are liberated, the first at around 800°C with $\delta^{13}C_{PDB}$=+200‰ , the second at 1100-1200°C, with $\delta^{13}C_{PDB}$=+1100‰ . Both are again thought to be linked with noble gas phases, the former with Ne-E(L), the latter s-process Xe. These $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ values observed are of too great a magnitude to be caused by equilibrium fractionation, and it is therefore postulated that they are characteristic of distint nucleosynthetic processes in the early solar nebula (1,5).

The other two groups of chondritic meteorites, the ordinary and enstatite chondrites, both also exhibit similar minor carbon and nitrogen phases. These components are much less well-characterized than their counterparts in the carbonaceous chondrites, hence the

main aim of this paper is to present results for the ordinary and enstatite chondrites, comparing the data with that from carbonaceous chondrites.

(1) Swart et al. (1983) Science, 220, 406-410; (2) R.H.Carr et al. (1983), (3) Lewis et al. (1983), L.P.Carr et al. (1983) Meteoritics (abstract, in press); (5) Lewis et al. (1983) Nature (in press).

GREENBERG, J. Mayo, Laboratory Astrophysics, University of Leiden, The Netherlands

COAGULATED INTERSTELLAR DUST AS THE BASIC INGREDIENT OF COMETS AND CARBONACEOUS CHONDRITES

There is increasing evidence that comets not only formed from cold interstellar dust but have preserved the original condensates in pristine form. The evolution of interstellar dust is traced starting with silicate seedlings ejected from cool evolved stars to accreted and photoprocessed core-mantle grains which pass in and out of molecular clouds for some 5×10^9 years before aggregation into cometesimals. The photochemically modified grain mantles containing oxygen, carbon and nitrogen bearing molecules are shown to provide a chemical mixture which consists of not only such simple ices as H_2O, CO_2 and CO but also very complex organic molecules which are the major carbon bearing constituents of comets. The overall predicted composition including the refractory silicate and carbon components of interstellar dust is very similar to that of primitive carbonaceous chondrites. If carbonaceous chrondites have formed and remained at temperatures less then ~ 500 K they must carry the signature of the original interstellar dust.

GRIGORYAN S.V., OVCHINNIKOV L.N., Institute of Mineralogy, Geochemistry and Crystallochemistry of Rare Elements of the USSR Ministry of Geology and Academy of Sciences, Moscow, USSR

GEOCHEMICAL EXPLORATION METHODS FOR CONCEALED MINERALIZATION

The following types of concealed mineralization are distinguished: the deposits covered by autochthonous formations; blind ore bodies with primary halos exposed in the present erosion surface; blind-covered ore bodies, combining the features of the first two groups of deposits; buried-stripped by the ancient erosion surface and later overlapped by allochthonous sediments; blind-buried - occurring under allochthonous sediments. Prospecting of the first group of mineralizations is based on their secondary halos detection. However, reliable evaluation of the revealed anomalies is possible only in case of satisfactory correlation between primary and secondary halos, when parameters of adequate primary halos are used for determination of the erosion level and the approximate scale of the concealed mineralization including distinguishing of zones with non-commercial dispersed mineralization. Prospecting of blind mineralization is carried out by revealing their primary halos exposed in the present erosion surface. During prospecting of blind-covered ore bodies, the degree of correlation between pri-

mary halos and secondary dispersion halos, formed during their hypergene decomposition, is preliminary determined. Prospecting of buried and blind-buried mineralizations is carried out by detection of their superimposed halos (including gaseous ones) in overlapping allochthonous sediments. In recent years, increasing efficiency of prospecting of concealed ore bodies in the USSR depended on the successfully used universal geochemical zoning established for primary halos of sulphide-bearing hydrothermal deposits as well as on the application of halos multiplicative parameters, mineralogical-geochemical criteria and considering metasomatic zoning of the anomaly.

ГРИГОРЯН С.В., ОВЧИННИКОВ Л.Н., Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов Министерства геологии и Академии наук СССР, г.Москва, СССР

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ СКРЫТОГО ОРУДЕНЕНИЯ

Среди скрытых рудных месторождений различают: перекрытые автохтонными образованиями; слепые с выходящими на дневную поверхность первичными ореолами; слепоперекрытые, объединяющие признаки первых двух групп месторождений; погребенные-вскрытые древней эрозионной поверхностью, а затем перекрытые аллохтонными отложениями; слепопогребенные под аллохтонными отложениями. Поиски месторождений первой группы основываются на выявлении их вторичных ореолов. Однако надежная оценка выявленных аномалий в этом случае возможна только в случае удовлетворительной корреляции вторичных ореолов с первичными, при которой используются параметры адекватных первичных ореолов для определения уровня эрозионного среза и примерного масштаба скрытого оруденения, включая и отбраковку зон непромышленной рассеянной минерализации. Поиски слепых месторождений производятся путем выявления их выходящих на поверхность первичных ореолов. При поисках слепоперекрытых месторождений предварительно определяется степень корреляции первичных и образовавшихся при их гипергенном разрушении вторичных ореолов рассеяния. Поиски погребенных и слепопогребенных месторождений производятся путем выявления их наложенных ореолов (в том числе и газовых) в перекрывающих аллохтонных отложениях. Повышение эффективности поисков скрытых месторождений в СССР за последние годы во многом зависело от успешного использования установленной единой геохимической зональности первичных ореолов сульфидсодержащих гидротермальных месторождений, а также за счет применения параметров мультипликативных аномалей минералого-геохимических критериев, учета метасоматической зональности и т.д.

GRIGORIEV D.P., Leningrad Mining Institute, Leningrad, USSR

OBJECTS, PRINCIPLES AND METHODS OF MINERAL ONTOGENY

1. Minerals specifically are crystals or grains, single or forming aggregates, i.e. physical bodies formed by chemical substance. They are characterized by their shape and size, content and structure, physical and chemical properties.
2. Ontogenically mineral genesis is the formation of crystals, grains aggregates - their origin, growth and change (up to distruction), as a result of these minerals appear to be such as they are at present with all their characteristic qualities.
3. But mineralogy is a retrospective science dealing not with "living" processes but with produced at present petrified results of the past processes, i.e. with "petrified genesis" and the science only in mind recreate the past processes.
4. The possibility of mineral past knowledge is given due to realization of two principles in nature. According to the first one, determination principle, i.e. dependence of the results upon the generated processes; with different genesis phenomena during the processes being fixed as morphological, structural, physical and chemical qualities of appearing mineral bodies. According to the second principle, inertia principle, minerals are capable to a certain degree of keeping in their "memory" signs earlier put in them, while new information about the following phenomena being imposed to them.
5. The method of reproduction in mind of the past processes is comparatively-historical analysis method, i.e. observation in minerals of the signs of different events during genesis, establishing the sequence of inherented signs in time and thus their reproduction together with physical, chemical, physico-chemical and some other necessary interpretation of genesis.
6. Only such knowledge is mineragenetic which is fixed in petrified form and can be used to understand, i.e. explain and forcast, all qualities of objects of science with the aim of giving diagnosis, establishing formation conditions and practical importance of minerals.

ГРИГОРЬЕВ Д.П., Ленинградский горный институт, г.Ленинград, СССР

ОБЪЕКТЫ, ПРИНЦИПЫ И МЕТОД ОНТОГЕНИИ МИНЕРАЛОВ

I. Минералы конкретно есть кристаллы и зерна, отдельные или составившие агрегаты, т.е. физические тела, сложенные химическим веществом, характеризуемые их формой и размером, составом и структурой, физическими и химическими свойствами.

2. Генезис минералов онтогенически есть образование кристаллов, зерен, агрегатов - их зарождение, рост и изменение (вплоть до уничтожения), в результате чего минералы оказываются такими, какие они есть сейчас со всеми присущими им качествами.

3. Но минералогия - наука ретроспективная, имеющая дело не с "живыми" процессами, а с получившимися на сегодня каменными результатами былых процессов,т.е. с "окаменевшим генезисом"; наука лишь мысленно восстанавливает былые процессы.

4. Возможность познания прошлого минералов открывается вследствие реализации в природе двух принципов. Согласно первому - принципу детерминизма, т.е. обусловленности результатом породивших их процессов, разные явления генезиса по ходу процессов фиксируются в виде морфологических, структурных, физических и химических качеств возникающих минеральных тел. Согласно второму принципу - принципу инерционности, минералы способны в том или ином объеме сохранять в своей"памяти"ранее заложенные в них признаки при наложении на них новой информации о последующих явлениях.

5. Метод мысленного восстановления былых процессов есть метод сравнительно-исторического анализа, т.е. наблюдение у минералов признаков различных событий в ходе генезиса, установление последовательности заложения признаков во времени, и в итоге - восстановление и параллельно физическая, химическая, физико-химическая и иная необходимая интерпретация генезиса.

6. Минерагенетическими являются лишь те знания, какие зафиксированы в каменной форме и могут использоваться для понимания, т.е. объяснения и предсказания, всех качеств объектов науки с целью диагностики, установления условий образования и практического значения минералов.

GROSSMAN JEFFREY N. and WASSON JOHN T., Institute of Geophysics and Planetary Physics, University of California, Los Angeles, USA

THE COMPOSITION AND ORIGIN OF CHONDRULES

Recent studies of the compositions of chondrules from highly unequilibrated chondrites have allowed important advancements in our understanding of the origin of chondrules and the nature of materials present in the early solar nebula. Neutron activation analysis, electron probe microanalysis, and optical microscopy have been combined to gather a large base of chemical/petrographic data. Early studies were limited to either bulk analyses or petrographic information, but not both. Most of the recent data have been gathered on chondrules from unequilibrated ordinary chondrites, particularly Chainpur (LL3.4) and Semarkona (LL3.0).

The observations that provide the strongest constraints on chondrule origins include: (1) The mean abundances of lithophile elements in chondrules from each chondrite group are indistinguishable from those in the bulk chondrites, independent from the chondrule/(matrix + other components) ratio. (2) Mean refractory/Si abundance ratios are not elevated in chondrules, implying that major elements were not appreciably vaporized during melting. (3) Chondrules display a wide range of compositions. This is inconsistent with condensation models or models calling for the remelting of fine-grained, homogeneous dust. (4) A few chondrules are low in volatile elements such as Na and K, suggesting volatile loss during melting. The lost volatiles did not recondense to form other chondrules, since Na/Al atom ratios > 1 are extremely rare, even among Al-poor chondrules. (5) There is no relation between chondrule composition and size. Volatile elements are not depleted in small chondrules, as predicted by some models. (6) The volatile contents of metal/sulfide phases and silicate phases are unrelated. (7) Porphyritic and barred olivine chondrules from ordinary chondrites are enriched in refractory lithophiles and siderophiles relative to non-porphyritic types; these trends may be different in carbonaceous chondrites. (8) Siderophile abundances show a wide range (2-3 orders of magnitude). These data seem to require 2 independent metal components in chondrules. Metal compositions are best explained in terms of condensation processes, although some Fe may have been reduced out of the silicates during melting. (9) Variations among lithophile elements are more consistent with the remelting of components consisting of refractory and non-refractory nebular condensates than with the remelting of pre-existing, coarse-grained rocks. (10) The FeO contents of silicates are correlated with refractory abundances.

Chondrules probably formed by the remelting of random mixtures of 4-5 pre-existing components under nearly closed-system conditions. The general lack of volatile loss implies that the heating event was of short duration. It seems unlikely that the precursors could have been completely oxidized materials such as interstellar dust and matrix. Rather, seperate metal and silicate precursors seem to be required.

GRUNSHAW David, Geology Department, University Witwatersrand, Johannesburg, Republic of South Africa

GENESIS OF THE SULPHIDE MINERALIZATION AT THE BASAL CONTACTS OF THE WESTERN BUSHVELD COMPLEX, SOUTH AFRICA

Three areas of sulphide mineralization shall be discussed in the light of petrographic, geochemical and stable isotopic analyses. The origin of nickel-rich sulphide mineralization in a noritic sill below the western Bushveld Complex is related to sedimentary contamination (δS^{34} + 8); Ni/Cu ratio (~10) is too high for the sulphide to be in equilibrium with its host rocks. Massive and disseminated sulphide in the base of the Marico intrusion is related to sedimentary sulphur and carbon contamination (~1 wt% Carbon) and has a high Ni/Cu ratio (~14) in equilibrium with pyroxenitic host rocks. Disseminated sulphide in the base of the western Bushveld Complex is also due to the floor rock contamination but has a lower Ni/Cu ratio (~5). The absolute base metal concentration in the sulphide is controlled by the rate and amount of sulphide deposition.

GUBAČ JOZEF, Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, Czechoslovakia

ON THE MATERIAL RELATIONS OF GRANITOID ROCKS TO ORE MINERALIZATION IN WEST CARPATHIANS

In the West Carpathians the granitoid rocks occur in three tectonically different geologic units of the mountain range, namely in the Tatricum, the Veporicum and the Gemericum. Most ore mineralizations in these units are associated with granitoid magmatism. The different - or at least partly different - structural position of these rocks in these units is reflected in the differentiation stage of the development of granitoids, and in the nature and extent of the single ore mineralization.

Biotite granodiorite is a dominant petrographic type of granitoid rocks in the Tatricum and the Veporicum. Granitoid rocks containing more muscovite are frequently associated with more intense metasomatosis in two material forms: K-metasomatosis and Na-metasomatosis. In the Gemericum where granitoid rocks occur as small bodies in an epizonally metamorphosed formation, are mostly granites. Biotite granites comprise layers of quartzose diorites.

The ore mineralizing process genetically related with granitoids was only one manifestation of their differentiation development. Ore elements, participating in ore mineralization in the single massifs also participate in the petrogenic process. The extent of their significance for the individual processes was controlled by thermodynamic and kinetic conditions of the material development of every stage. Dispersion of ore elements in characterized granitoid rocks was connected with their association with ore and rock-forming minerals. The development of the first elements was usually associated with the activity of post-magmatic solutions which were mostly linked with Na-metasomatosis. Most important manifestations of ore mineralizations in granitoids of the West Carpathians are in the presence of Sn, W, As, S, Au, Cu, Zn, Pb and Sb. These elements are the more frequent in ore solution the lesser is their participation in the composition of rock-forming minerals. To characterize the ore potential of the single elements we selected petrographic rock types with mineral composition favourable for the bond of the studied ore elements.

The statistic analysis is not intended to present an accomplished and comprehensive geochemical interpretation of the discussed problem, but to point out to the above problems concerning the relation of ore mineralization to granitoid rocks in the West Carpathians. The ore-mineralization alone is the confronted with the following petrogenesis. Particular attention is paid to ore pontentiality in Sn and W.

GUIJARRO, MONSEUR and SANCHIDRIAN, Dept. of Geology and Geochemistry Autonomous Univ.,Madrid, Spain

CONTRIBUTION TO THE STUDY OF THE CHEMICAL-MINERALOGICAL EVOLUTIONARY PROCESS OF THE ADAMELLITIC APEX OF LOGROSAN (CACERES, SPAIN). COMPARISON WITH THE ADAMELLITIC PLUTON OF TRUJILLO (CACERES, SPAIN) AND WITH SOME GRANITES OF THE SOUTH-WEST PART OF THE IBERIAN CENTRAL ZONE

The paragenesis and the sequence of the constitutive minerals of the porphyry adamellites and microadamellites of the apex of Logrosan (Caceres, Spain) is specified microscopically for the two types of plutonic rocks, considering for each one three important stages of crystallization which become clearly marked by microcrystals, grains and phenocrystals.
The stage of alteration, in which in each case the magmatic evolution finishes, is analyzed in detail.
The crystallization of the porphyry microadamellite was later than that of the porphyry adamellite although the two phenomena were not completely separated in the course of time, owing to the similitude of the process (same orden and same stages of crystallization) which took place starting from a same original plutonic material.
The average chemical composition and the distribution of the oligoelements in the porphyry adamellites and microadamellites confirm with the aforesaid evolutionary phenomenon during the magmatic crystallization and particularly the progressive concentration of some elements when we pass from a coarse plutonic facies to a fine plutonic facies.
We understand consequently that this evolutionary process observed in Logrosan as in Trujillo (Caceres, Spain) - will lead hereafter to mineral concentrations associated with adamellitic plutons.
The correlation between the plutons of Logrosan-Trujillo and some granites of the South-West part of the Iberian Central Zone allows to establish the differences and the similitudes considering the mineralogical, chemical and geochemical points of view and the relative age of the intrusive process.

GUNDOBIN G.M., A.P.Vinogradov Institute of Geochemistry of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Irkutsk, USSR

GOLD DEPOSITS ZONALITY AND ITS DEFINITION

A volume analysis of gold and trace-elements distribution was done in North-East USSR and southern Kuznetsky Alatau deposits. The common direction in the chemism change process is expressed in the increase of acidity of the oxygen potential and the decrease of sulphide potential.

Fields of maximum gold concentration are up the maximum sulphide mineralization. There is a good accordance between the dynamics of sulphide concentration change and the degree of gold concentration increase. It means that the progressing gold sedimentation takes place along with the sulphide potential decrease in conditions of acidity increase. Thus, experimental role of hydrosulphide complexes of gold is conforming with geological data.
The zonal distribution of ore-elements agrees with the zonation of metasomatic alteration. Together with the general distribution direction of ore elements there is a depth dependance. It leads to the position change of the upper and lower borders of elements accumulated in sub-ore and supra-ore sections. This is the discrimination of behaviours of gold and its satellite elements, testifying the difference of factors regulating their migration and precipitation. The elements behaviour is determined by the P.T.conditions variation depth factor against gold with its oxygen and sulphide potential variation and that of the acidity-alkaline regime.

ГУНДОБИН Г.М., Ин-т геохимии им.А.П.Виноградова СО Академии наук СССР, г.Иркутск, СССР

ЗОНАЛЬНОСТЬ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ФАКТОРЫ ЕЕ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ

На примере золоторудных месторождений вулканогенного ряда формаций Северо-Востока СССР и юга Кузнецкого Алатау проведен объемный анализ распределения золота и его элементов - спутников. Установлена единая направленность в изменении химизма процесса, которая выражается в возрастании роли все более кислотных парагенезисов по восстанию рудных зон при одновременном увеличении окислительного и падении сульфидного потенциалов системы.
Области максимального концентрирования золота смещены вверх по восстанию рудных зон относительно максимумов проявления сульфидной минерализации. Наблюдается хорошее согласие между динамикой изменения сульфидности образующихся парагенезисов и контрастностью возрастания его концентраций. Иными словами, прогрессирующее осаждение золота протекает на фоне понижения сульфидного потенциала в условиях роста кислотности. Таким образом, экспериментальные и теоретические представления о ведущей роли в гидротермальном процессе гидросульфидных комплексных соединений золота получают достаточно убедительное геологическое подтверждение.
Зональное распределение сопутствующих золоту рудных элементов в целом увязывается с особенностями метасоматической зональности. Вместе с тем при сохранении общей направленности в их распределении по восстанию рудных зон отчетливо прослеживается и зависимость от глубины формирования последних, что выражается в изменении поло-

жения верхней и нижней границ распространения элементов, соответственно накапливающихся в подрудных и надрудных срезах. В этом заключается различие в поведении золота и его элементов-спутников, что указывает на неоднозначность факторов, регулирующих их миграцию и осаждение. Поведение элементов-спутников в большей степени определялось изменением PT условий (фактор глубинности) в сравнении с золотом, для которого большую роль играло изменение окислительного и сульфидного потенциалов и режима кислотности-щелочности.

HABERLANDT REINHOLD, Central Institute of Isotope and Radiation Research of the Academy of Sciences of the GDR, Leipzig, GDR

STATISTICAL THERMODYNAMICS OF GEOLOGICAL SYSTEMS

At the beginning the meaning of the geochemistry of isotopes for the genesis of deposits is discussed.
Important quantities are the deviations of the natural isotopic composition $\delta^{*}X$, especially for isotopes of light elements. Experimental and in particular theoretical determinations of that $\delta^{*}X$ values make it easier to interprete geological situations.
In this paper the theoretical background and special geological applications are developped. The most important relations of statistical mechanics are explained to show that all thermodynamical isotopic effects including the $\delta^{*}X$ values can be calculated by use of the so-called reduced partition-function ratios.
For complex geological systems - especially for silicates - approximations are given and the $\delta^{*}X$ values in dependence on chemical structure are determined. Relations between isotope variations of different elements are investigated.
From the $\delta^{*}X$ values we make conclusions concerning the genesis of minerals and geological deposits.
Closing the possibility to enlarge that frame work is discussed.

ХАБЕРЛАНДТ РЕЙНХОЛЬД, Центральный институт изотопных и радиационных исследований Академии наук ГДР, Лейпциг, ГДР

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА ГЕОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В решении генетических проблем образования месторождений большую роль играет изотопная геохимия. Основными величинами в ней являются различия в изотопном составе ($\delta^{*}X$) в особенности легких элементов. Разработка теоретических предпосылок значительно облегчает интерпретацию экспериментально найденных изотопных вариаций.

В докладе представлены теоретические основы геохимии изотопов и их применение в геологии. Показано, что значения $\delta^{*}X$ (как и другие термодинамические изотопные эффекты) могут быть вычислены из редуцированных соотношений сумм состояний (β -факторов) статистической механики и представлены важнейшие ее соотношения.

Для сложных геологических систем (в особенности для различных классов силикатных структур) разработаны методы приближения и определены значения $\delta^{*}X$ в зависимости от химической структуры.

Определены отношения в изотопных вариациях различных элементов. На основе этих данных сделаны выводы о когенетичности минералов, происхождения их исходной субстанции или о генезисе геологических объектов. В заключении доклада указаны возможные пути дальнейших исследований.

HANKE K., HARFF J., Central Physics Institute of the Earth of the GDR Academy of Sciences, Potsdam, Berlin, GDR

GEOCHEMICAL COMPARISON OF METEORITES, THE MOON AND THE EARTH: TRENDS OF ELEMENT EVOLUTION

The quantity of substantial data from extraterrestrial material has increased. In the present paper available data are used for comparison between extraterrestrial material and the Earth with the aim of better understanding the chemical differentiation. Based on international literature data of about 60 chemical elements of meteorites, lunar rocks, terrestrial rocks and rocks from Mars and Venus were compiled. For some selected meteorites we have made trace element analyses.

Multivariate classification procedures and statistical software were used for data-processing of about 30000 chemical analyses. We estimated representative data for C-chondrites, ordinary chondrites, enstatite chondrites, subrites, eucrites, ureilites, diogenites, howardites, basic rocks, anorthosites and granites. The main directions of the chemical differentiation are characterized by following element association:

- Si, K, Rb, Th, U, Na, Ba, La, Ce
- Sc, Ti, Mn, Fe, Cr, Ca
- Mg, Ni, Co
- Zr, Hf, Nb, Ta, Rare Earth elements
- Al

This associations reflect the laws expressed by the periodic system of elements and parameters derived from it, e.g. ionic radius, boiling point, ionic potential.

For the differentiation rate of a planetary body the elements of

the 4-th period (Ca to Ni) have a considerable genetic importance. As expected the Earth shows the most extended substantial differentiation, both in the general trend and in the comparable rock types. For some elements quantitative evaluations are given.

HARTE BEN, Grant Institute of Geology, University of Edinburgh, Scotland ,UK

THE BEARING OF PERIDOTITIC ROCKS AND MINERAL SUITES FROM KIMBERLITES ON THE HETEROGENEITY OF THE EARTH'S UPPER MANTLE

A wide variety of mantle source materials and mantle processes are represented in the rock specimens found in kimberlites. The common , coarse, depleted, peridotite nodules with low-temperature mineral chemistry show diversity amongst themselves, but as a group are probably representative of a major part of the mantle lithosphere. Their chemical features may be diversified by a variety of metasomatic events, but for the most part are probably considerably older in formation than the kimberlite itself. In contrast, deformed peridotite nodules with high temperature mineralogy often show chemical characteristics reflecting an association and chemical exchange with the magmas whose direct crystallisation products are the low-Cr, high-temperature, megacryst suites. The trace element, isotope and high-temperature characteristics of these megacrysts suggest crystallisation from an alkali-basaltic parent magma of asthenospheric origin. The geochemistry of other peridotitic inclusion suites, such as the low-Cr megacrysts and the CaO-poor diamond inclusions probably reflect other magmatic events. The diversity and extent of these heterogeneous magmatic episodes probably varies from kimberlite to kimberlite and partly correlates with the nature of the kimberlite magma itself. It is important to correlate the precise association of particular inclusion suites with one another and their host kimberlites.

HASSAAN M.M.,Al-Azhar Univ.,Cairo, Egypt

GEOCHEMICAL EXPLORATION ON DISPERSION AUREOLES OF METALLIC DEPOSITS, EASTERN DESERT, EGYPT

Several types of endogeneous metallic deposits are occurring in the Eastern Desert of Egypt, which is characterized by arid climate These deposits are lead-zinc, manganese, copper, tungsten-molybdenum, tin, gold, and yttrium-ytterbium-niobium-lanthanum. Dispersion aureoles related to these deposits were revealed in the Quaternary continental detritus, when regional and detailed stream, bed-rock and everburden surveys were undertaken.

The Quaternary continental detritus, type of geochemical dispersion overburden zone and depth of sampling, size fraction to be collected and analyzed as well as geochemical background and minimum anomalies content of the metals associations of each deposit were

considered by carrying out geochemical orientation survey at each deposit. The Egyption lands were subdivided at regional and detailed scales. At scale 1:5000000 they are subdivided into favourable and unfavourable territories for geochemical prospecting. At scale 1:250000 simple and complicated areas for exploration were isolated. The Quaternary detritus comprises several genetic types depending on type of the rock weathered as well as morphologic features and relief of the district.
The investigation identified the important parameters which distinguish the revealed dispersion aureoles as well as the suitable conditions to apply geochemical methods of prospecting for these deposits in the Eastern Desert of Egypt.

HELGESON HAROLD C., Dept. of Geol. and Geophys., Univ. of California, Berkeley, California, USA

MINERAL DEPOSITION AND DISSOLUTION AS A FUNCTION OF FLUID PRESSURE IN HYDROTHERMAL SYSTEMS

Thermodynamic calculations indicate that relatively minor changes in fluid pressure may affect significantly mineral equilibria in hydrothermal systems. The standard partial molal volume changes accompanying the hydrolysis of minerals in the upper 5 or 10 km of the Earth's crust are negative and maximize with increasing temperature at constant pressure. As a consequence, isothermal flow of fluid toward a region of lower hydraulic head and fluid pressure may be accompanied by a substantial decrease in mineral solubility. However, in the special case of downward flow, spatial differences in hydraulic conductivity and/or the cross-sectional area of flow channels may result in intervals of increasing mineral solubility in response to increasing fluid pressure in the direction of fluid flow. Under these conditions, precipitation is favored in the narrow portions of flow channels and mineral dissolution in the wider intervals. It follows that steady state downward flow of a fluid may lead to a self-sealing system with "pinch and swell" vein characteristics. In contrast, upward flow should lead to precipitation and self-sealing, regardless of vein geometry. Correlation of interphase mass transfer and fluid flow calculations with field observations can be used to assess directions and relative rates of fluid flow in hydrothermal systems.

HO VUONG BINH, Research Institute of Geology and Mineral Resources, Vietnam

HYDROGEOCHEMICAL METHOD OF PROSPECTING FOR METAL SULPHIDE ORE IN HUMID TROPICAL REGION OF NORTH VIETNAM

Oxidation process takes place intensively in wet tropical region leading to geochemical peculiarities of ground water of metal sulphide deposits. Average content of elements in ground water are high and coefficient of migration elements are expensiveness. Average contents of copper, lead and zinc are equal to 9.6 mkg/1,

2.5 mkg/1 and 68.4 mkg/1 per year respectively. Coefficient of migration for copper is 2.10^{-4}; lead is $1.5 \cdot 10^{-4}$ and zinc $8.2 \cdot 10^{-4}$. Compared with a cold and arid climate regions, coefficient of transport of elements in ground water of wet tropical regions increasing from 3 times to 5 times in North Vietnam. Hydrogeochemical dispersion aureole is disturbed extensively and depending on rainy regime. Hydrogeochemical dispersion aureole is shorted or disappeared in the mid of rainy season.
On the contrary, in dry season and particularly an exchanging period between two seasons hydrogeochemical dispersion aureole is widely develop , dispersion aureole of copper stretches from 800 metres to 2000 metres, lead is from 200 metres to 600 metres and zinc is from 2000 metres to 5000 metres. Hydrogeochemical method with high efficiency for prospecting of metal sulphide ore in wet tropical region, it is criterion for prospecting of hydrogeology, it is contents of ore formed elements, some associated elements, its chemical composition, Ph value, total of mineralization and geochemical parameters.

ХО ВЬОНГ БИНЬ, Институт геологии и минерального сырья, Ханой, СРВ

ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД ПОИСКОВ СУЛЬФИДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВО ВЛАЖНЫХ ТРОПИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО ВЬЕТНАМА

Процесс выветривания, происходящий интенсивно в условиях влажного тропического климата Северного Вьетнама, приводит к подвижности элементов и повышению их содержаний в подземных водах в районах сульфидных месторождений, так что среднее содержание меди, свинца и цинка составляет соответственно 9,6; 2,5; 68,4 мкг/л при коэффициенте их подвижности: Cu - 2.10^{-4}, Pb - $1{,}5.10^{-4}$ и Zn - $8{,}2.10^{-4}$. В данных условиях коэффициент подвижности элементов в 3-5 раз выше, чем в районах с холодным сухим климатом. Отмечается зависимость размеров гидрогеохимических ореолов рассеяния элементов от дождевого режима. Как правило, они уменьшаются (иногда до полного исчезновения) в середине дождевого сезона. Максимум их отмечается либо в сухом сезоне, либо в переходный период между влажным и сухим сезонами. В зависимости от этого ореолы рассеяния растягиваются от 800 до 2000м для меди, от 200 до 600м для свинца и от 2000 до 5000м для цинка. Гидрогеохимический метод эффективен при поисках месторождений сульфидных руд в Северном Вьетнаме. Гидрогеохимическими критериями являются: содержание рудообразующих элементов в водах, содержание парагенетических элементов, химический состав вод, pH, суммарная минерализация и ряд химических коэффициентов.

HOFMANN A.W., Max-Planck-Institut für Chemie, Mainz, FRG

ENRICHMENT PROCESSES IN THE MANTLE: METASOMATISM OR RECYCLING

Ideas about the chemical differentiation of the mantle have evolved as a result of new isotopic data on Sr, Nd, Hf, Pb, He, Ar, and Xe, as well as data on trace element concentrations in mantle-derived basalts. Early models about an enriched upper asthenosphere were gradually abandoned in favor of a two-layer model with a depleted upper and a primitive lower mantle. This "standard model" was based largely on a linear correlation between Sr and Nd isotope ratios and the growing acceptance of deep-mantle plumes. It has recently been reinforced by the discovery of anomalously high $^{3}He/^{4}He$ ratios in samples from some oceanic islands. Nevertheless, many of the other geochemical parameters can be reconciled with this standard model only through special pleading. For example, the highly radiogenic and unequivocally nonprimitive isotope ratios of Pb require a late increase of the U/Pb ratio in the OIB (ocean island basalt) sources; so the "primitive" lower mantle source must have lost Pb to the core as late as 2 Ga ago. Also, the number of ocean islands that do not lie on the original linear trend of OIB defined by Sr and Nd data is ever increasing. At present, a minimum of at least four isotopically distinct mantle components appear to be required.

The high absolute abundances of incompatible trace elements in OIB also require special pleading if they are to be reconciled with an origin from a primitive source, because they would appear to be derived by much smaller degrees of partial melting than are the lower abundances found in MORB. It is not obvious why primitive (and therefore relatively fertile) sources derived from deep, relatively hot regions in the mantle should yield smaller melt fractions than the depleted sources located in the relatively cool upper mantle. Thus, the most striking observation about OIB is their highly enriched, not primitive, character. Although regions of primitive mantle may or may not exist, there is now little doubt that regions of enriched mantle do exist and are tapped by at least some ocean island volcanism.

The realization of the importance of enriched source regions has led to a rash of new geochemical mantle models that are all variations or combinations of two geochemical themes: metasomatism (M) and recycling (R). M-models generate enriched regions in the mantle by internal redistribution of incompatible elements via the fluid phase (hydrous or silicate). They are based on observed metasomatic features in mantle xenoliths and on the difficulties encountered in modelling the composition of OIB from ordinary mantle. R-models are inferred from "observed" subduction of oceanic lithosphere, crust and its sedimentary cover, and from the observation that chemical heterogeneities are preserved in the mantle for gigayears, despite the existence of convective mixing. Published suggestions as to the origin of the source material of oceanic islands by now include recycled terrigenous sediments, oceanic crust, depleted oceanic lithosphere, oceanic crust plus lithosphere, enriched subcontinental lithosphere, and foundered continental crust.

M-models are difficult to test because of the lack of physico-chemical constraints and because the metasomatized xenoliths give no clue as to the distance of metasomatic transport, which might be centimeters or hundreds of kilometers. Tests for crustal recycling require recognition of crustal geochemical signatures. These might include stable isotopes and trace element ratios that are strongly affected by near-surface processes, e.g. I/Cl, Cs/Rb, K/U. R-models do not exclude the possibility of small or large scale metasomatism. However, the interstitial fluid must transport incompatible elements more efficiently than does solid-state mantle convection.

HOEFS JOACHIM, Geochemisches Institut der Universität Göttingen; MÜLLER GEORG and SCHUSTER ALFRED, Mineralogisches Institut der Universität Clausthal, WALDE DETLEF, Departamento de Geociecias, Universidade de Brasilia, Brazil

OXYGEN ISOTOPE INVESTIGATIONS OF THE BANDED Mn-Fe ORES OF URUCUM, BRAZIL

The Mn-Fe ore deposit of Urucum, located close to the Brasilian-Bolivian border, is rather unique insofar as a) being considerably younger (very late Proterozoic) than the other banded iron ore deposits (itabirites) in Brazil, b) consisting of rock sequences which seem to be unmetamorphosed and c) containing the manganese ore in a few well defined beds.
Oxygen isotope determinations have been mainly carried out on banded iron-poor and iron-rich layers. A conventional mineral separation was - due to the extremely small grain size - unsuccessful, however, because the rocks investigated consist of two components (SiO_2 and Fe_2O_3) only, a determination of the iron content allows a calculation of the isotopic composition of the pure end members. The thus calculated oxygen isotope compositions appear to be rather constant with $\delta^{18}O$ values of 26% and 6% for quartz and hematite respectively. These values do not allow to deduce the original sedimentary composition, but rather seem to reflect diagenetic and burial metamorphic conditions. Calculated temperatures depend upon which calibration curves are used. According to the recently published calibration of Matthews et al.1983 (GCA 47, 631) the calculated temperatures are around 280°C, using other curves they are even less.

HONDA MASATAKE, Department of Chemistry, Nihon University, Setagaya-ku, Tokyo, Japan

LONG LIVED RADIOACTIVITIES IN COSMOCHEMISTRY

At present many unexpected examples of anomalous isotopic abundances in meteorites have been reported. The existence of the extinct activities is relatively easy to verify, in contrast with other aspects of the events which have occurred in the early stage of the Solar system. In this review several examples of long lived radioactivities with $t1/2=(0.1-100)\cdot10^6$ years are taken and their characteristic natures are described. It is interesting to note the similar initial ratios of parent, or daughter, to the main reference stable nuclides. The ratio values range only from $2\cdot10^{-5}$ to 10^{-4} for ^{26}Al, ^{107}Pd and ^{129}I. Moreover these values seem to be extraordinarily constant among the various samples of the different group meteorites.

ХОРВАТ И., ПЕТЕР З., Предприятие по поискам и разведке бокситов, г. Балатоналмади, ВНР

ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БОКСИТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИХАРКУТ

Геохимическое исследование месторождения Ихаркут является продолжением комплексной геохимической оценки, сделанной по отношению главных бокситовых месторождений Венгрии (Гант, Фенёфё, Халимба-Сёц, Искасентдёрдь, Нирад).

На основе исследования 320 проб из 75 буровых скважин месторождения Ихаркут можно сделать следующие выводы:

- среди исследованных элементов в бокситах месторождения обогащаются (по отношению к кларку земной коры) следующие I4 элементов (в убывающем порядке): V, Mo, Pb, Sn, Zr, Al, Fe, Cr, Ni, P, Ti, Be, Ga, Mn;
- на месторождении Ихаркут следующие элементы имеют более высокое значение по сравнению со средними значениями концентраций в других месторождениях бокситов Венгрии: Zr , Mn , V , Be , Ga , P ;
- для функций плотности распределения главных элементов и элементов-примесей характерно нормальное (тип Гаусса) или логарифмически нормальное распределение ;
- горизонтальное распределение элементов в месторождении относительно равномерное, особенно в его центральной зоне. Местные обогащения или обеднения встречаются в краевых залежах на северной, восточной и южной частях месторождения. Они связаны главным образом с эпигенезом;
- по функции вертикального распределения качество бокситов (обогащение полезных и убывания вредных компонентов) достигает оптимума сверху во второй, третьей, восьмой долях бокситовой свиты;
- на основе совместных исследований горизонтальных и вертикальных изменений были установлены следующие пары элементов: Cu - Ni , Ca-Ti, Ca-Mg, Ni-Be, P-Be, Mn-Ni;
- были определены зависимости между составом бокситов промышленных и их непосредственной кровлей на основе линейных корреляций с двумя переменными; бокситы Ихаркута сходны с бокситами Халимба-Сёц;
- корреляция между качеством бокситов и остальными компанентами низкая . На основе диаграмм Cr/Be и Cr/Ni в качестве материнских пород предполагаются филлиты и глинистые сланцы.

HU GUOLIAN, TIAN ZUNJIE, LAI WENMING, CHANG FENGCI, LI DELIANG, Geophysical Exploration Co. of the Ministry of Metallurgical Industry, China

THE UTILIZATION OF GASEOUS GEOCHEMICAL METHOD OF MERCURY AND THE FORMATION MECHANISM OF Hg ANOMALY

The authors briefly introduce the encouraging results of soil Hg vapor survey and absorbed Hg survey conducted over hundreds of different kinds of Cu, Pb, Zn, W, Sn, Mo, Hg, Sb, Au, U and iron mineralizations in China. Some experiments on the application conditions and influence factors are also discussed. It has been proved that measuring released Hg from soil sample heated at 120-180°C is a new approach for searching deep-seated mineral deposits covered by exotic overburden under several climate-landscape environments.

Based on field observations and some laboratory experiments, the authors are convinced of the concept that the formation of most soil Hg vapor anomalies is not a simple evaporation process. At least three stages can be distinguished, i.e. the dissolution of Hg from its primary sources followed by migration of soluble states of Hg in ground water and finally the transformation of part of the migrated Hg compounds into gaseous state at the soil surface or certain favorable sites.

The efficiency and the depth penetration ability of the method are related to Hg concentration in the ore bodies, the conditions of the migration-transformation process, and the landscape condition of the prospecting area.

IKRAMUDDIN MOHAMMED, Department of Geology, Eastern Washington University, Cheney, USA

THE RELATION BETWEEN Tl, Rb, AND K IN Igneous ROCKS

Thallium is similar to Rb and K in its geochemical characterstics, but it is concentrated more in residual melts than Rb and K because the Tl-O bond is more covalent than either Rb-O or K-O bonds.

In order to understand the behavior of Tl during magmatic and hydrothermal processes, approximately 800 igneous rocks have been analyzed for Tl, Rb, and K. The analyzed rocks include basalt, andesite, dacite, phonolite, rhyolite, peridotite, diorite, granodiorite,granite, alaskite, pegmatite, aplite, syenite, and various types of basic and alkaline dikes.

Although the abundances of Tl, Rb, and K generally increase in order from basic to acidic rocks, the relative percentages of Tl in rocks increase more than K during the late stages of differentiation and at lower temperatures. Volcanic rocks contain appreciably less Tl than chemically equivalent plutonic rocks.

The ternary relationship between Tl, Rb, and K can be used successfully to identify rocks which are genetically related and are derived by differentiation of a magma. This relationship can also be very useful in distinguishing hydrothermally altered rocks from unaltered rocks.

IVANOV A.V., ULYANOV A.A., SKRIPNIK A.Ya., NAZAROV M.A., KONONKOVA N.N., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

THE KAIDUN CARBONACEOUS CHONDRITES; EVIDENCES OF INTENSIVE MIXING DURING A FORMATION OF METEORITE PARENT BODIES

An occurrence of xenoliths of meteorites belonging to different types in some meteorites samples gives a very important information about processes of formation of meteorite parent bodies (MPB). From this point of view new Kaidun chondrite (fall, 03.12.1980) bearing various xenoliths is unique meteorite.

Kaidun I is a main part of the meteorite. It is a breccia. The matrix consists of carbonaceous material, phyllosilicates, carbonates, magnetite and sulphides. There are chondrules (0.3-5 mm), mineral aggregates, crystals and its fragments as inclusions in the matrix. Pyroxene ($En_{83-95}Fs_{1-15}Wo_{1-5}$), olivine ($Fa_{1-35}$), plagioclase ($An_{50-85}$), phyllosilicates, troilite, pentlandite and Fe, Ni-metal were found. The matter can be defined as CV2.

Kaidun II is presented by black and opaque xenoliths (up to 25 mm) of carbonaceous material containing olivine fragments (up to 5 m) and aggregates of smallest magnetite grains. Minor phases are sulphides and metal. The xenoliths correspond to Cl.

Two types of enstatite chondrite xenoliths were found there.

Kaidun III is composed from enstatite (Fs_1), feldspar (An_{0-5}), silica, Fe, Ni-metal (Si 2.8%), troilite, daubreelite, niningerite, jerfisherite, schreibersite, and products of oxidation and hydration. This xenolith belongs to EH4-5.

Kaidun IV has chondritic texture (petrological type 3). Its mineral composition is: enstatite (Fs_1), olivine (Fa_2), feldspar (An_2), silica, whitlockite, Fe, Ni-metal (Si 0.7%), troilite, ferroan alabandite, and schreibersite. Silicates of the xenolith are similar in their composition to those in EH, while an opaques - to those in EL.

Conclusions: 1) The coexisting of E and C chondrites formed under different nebular conditions (the first discovered case) suggests intensive mixing during processes of formation of MPB. 2) The presence of two different E chondrites in the carbonaceous meteorite

and their compositions assumes that E chondrites could be generated into the same MPB. 3) The hydration and the oxidation of the Kaidun materials could take place either in a regolith of Kaidun MPB or during a process of an agglomeration of the MPB.

ИВАНОВ А.В., УЛЬЯНОВ А.А., СКРИПНИК А.Я., НАЗАРОВ М.А., КОНОНКОВА Н.Н., Институт геохимии и аналитической химии им.В.И.Вернадского АН СССР, Москва, СССР

УГЛИСТЫЙ ХОНДРИТ KAIDUN: ИНТЕНСИВНОЕ ПЕРЕМЕШИВАНИЕ ВЕЩЕСТВА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ МЕТЕОРИТНЫХ РОДИТЕЛЬСКИХ ТЕЛ

Присутствие в ряде случаев в образцах метеоритов-ксенолитов, метеоритов иных типов несет важную информацию об условиях и процессах формирования родительских тел метеоритов. В этом отношении уникальным является новый хондрит Kaidun (падение 3.XII.1980), в котором присутствует вещество совершенно различных типов.

Kaidun I. Основная часть метеорита. Брекчия. В матрицу, сложенную углеродистым веществом, слоистыми силикатами, карбонатами, магнетитом и сульфидами, включены хондры размером 0,3-5 мм, минеральные агрегаты и их обломки. Состав включений: пироксены ($En_{83-95}Fs_{1-15}Wo_{1-5}$), оливины ($Fa_{1-35}$), плагиоклазы ($An_{50-85}$), слоистые силикаты, троилит, Fe-Ni. Может быть классифицировано как CV2.

Kaidun II. Ксенолиты размером до 25 мм черного непрозрачного углеродистого вещества, содержащего обломки кристаллов оливина (до 5 мкм), агломераты мелких зерен магнетита, редкие зерна сульфидов и металла. Классифицируется как CI.

Обнаружены 2 типа ксенолитов, относящихся к энстатитовым хондритам.

Kaidun III. В составе ксенолита установлены энстатит (Fs_1), плагиоклаз (An_{0-5}), кремнезем, Fe-Ni (Si 2,8%), троилит, добреелит, найнинджерит, джерфишерит, шрейберзит, а также продукты окисления и гидратации. Классифицируется как EH 4-5.

Kaidun IV. Характеризуется ярко выраженной хондритовой структурой (петрологический тип 3). Минеральный состав: энстатит (Fs_1), оливин (Fa_2), плагиоклаз (An_2), кремнезем, витлокит, Fe-Ni (Si 0,7 %), троилит, ферроалабандин, шрейберзит. Силикатные фазы ксенолита имеют характеристики EH-, рудные - EL-хондритов.

Выводы. I. Впервые обнаруженное присутствие в едином метеоритном (родительском) теле вещества хондритов, крайне различающихся по степени окисления-восстановления и, следовательно, по условиям формирования в протопланетном облаке, свидетельствует о заметном перемешивании вещества при формировании родительских тел метеоритов. 2. Присутствие в C-хондрите двух E-хондритов различных типов и характеристики последних указывают на формирование E-хондритов в едином родительском теле. 3. Гидратация и окисление вещества могли иметь место в реголите родительского тела Kaidun либо при его агломерации.

IVANOV M.V., BELYAEV S.S., GALCHENKO V.F., Institute of Biochemistry and Physiology of Microorganisms of the USSR Academy of Sciences, Laboratory of Biogeochemistry, Pushchino, USSR

QUANTITATIVE EVALUATION OF BIOGENIC PROCESSES OF METHANE GENERATION AND OXIDATION IN OCEANIC SEDIMENTS

It was purpose of the present work to obtain quantitative characteristics of biogenic (microbial) processes of methane generation and oxidation in upper horizons of reduced sediments in the Caspian, Black, Baltic and Bering seas and in some regions of the Pacific and Indian oceans. We studied the distribution of some microbial groups (methanogens and methanotrophs), the intensity of methane generation and oxidation using ^{14}C labelled compounds as well as the isotope composition ($\delta^{13}C$ value) of carbon-containing compounds in sediments and pore waters. Methanogenic bacteria (methanogens) are rather widely spread in young reduced sediments throughout the entire depth tested using geological tubes, i.e. 4-6 m from the water-sediment interface. Of the two ways of methanogenesis, biogenic reduction of carbon dioxide to methane is prevailing which occurs most intensively in sediments of continental seas. The experiments with $^{14}CH_4$ showed that under anaerobic conditions of reduced sediments, methane also is oxidized to CO_2. Moreover, in upper horizons of sediments and bottom water there occur aerobic methanotrophic bacteria which oxidize methane arriving to water-sediment interface.

ИВАНОВ М.В., БЕЛЯЕВ С.С., ГАЛЬЧЕНКО В.Ф., Институт биохимии и физиологии микроорганизмов Академии наук СССР, лаборатория биогеохимии, Пущино, СССР

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА БИОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ОБРАЗОВАНИЯ И ОКИСЛЕНИЯ МЕТАНА В ОСАДКАХ ОКЕАНА

Задачей работы явилось получение количественных характеристик биогенных (микробиологических) процессов образования и окисления метана в верхних горизонтах восстановленных донных осадков Каспийского, Черного, Балтийского и Берингова морей и в ряде районов Тихого и Индийского океанов. Изучались распространение специфических групп микроорганизмов (метаногенов и метанотрофов), а также интенсивность процессов образования и окисления метана с использованием ^{14}C меченых соединений и изотопный состав (величина $\delta^{13}C$) углеродсодержащих соединений донных осадков и поровых вод.

Метанобразующие бактерии (метаногены) довольно широко распространены в молодых восстановленных осадках на всю глубину их опробования геологическими трубками, т.е. до глубины 4-6 м от поверхности раз-

дела вода - осадок. Из двух основных путей метанообразования преобладающее значение в осадках океана имеет процесс биогенного восстановления углекислоты до метана, причем наиболее интенсивно он происходит в осадках внутриконтинентальных морей.
Как показали модельные эксперименты с $^{14}CH_4$, в анаэробных условиях восстановленных осадков происходит также окисление метана до CO_2. Кроме того, в самых верхних горизонтах донных осадков и в придонной воде обнаружены аэробные метанотрофные бактерии, окисляющие метан, поступающий к границе вода - осадок.

IVANOV V.V., PANFILOV R.V., Institute of Mineralogy, Geochemistry and Crystallochemistry of Rare Elements of the USSR Ministry of Geology and Academy of Sciences, Moscow, USSR

ON THE RELATIONSHIP BETWEEN DISPERSION AND CONCENTRATION IN THE GENERAL GEOCHEMICAL CYCLE OF ELEMENTS MIGRATION IN THE EARTH CRUST

One of the features of the general geological relationship between dispersion and concentration of elements in the earth crust is the empirically established transition of the certain part of the material (chemical element) from the dispersion state into commercial during the process of geochemical migration. This conversion is measured by the accumulation coefficient (K_a) of the element the ratio between the quantity of the material, concentrated in the known deposits, and its general mass dispersed in the given volume of rocks of the corresponding earth crust blocks.
The data, received in foreign countries and in the USSR, show that K_a of the elements in the certain districts of the earth crust is characterized by its constant values regularly increasing from large to small metallogenic units. For the whole continents the clarks of elements are used, and for local blocks (ore provinces and districts) - regional estimations of average elements concentration - fersms. The difference in K_a values of the element for single-type metallogenic units of one range is caused first of all by the degree of their investigation and by the reliability of data on their volumetric structure and average concentration of the element in them.
The really existing difference in K_a values for various elements is determined by affinity value of the atom for the electron. The direct correlation is established between this value and maximal K_a values of many elements, empirically received for the continents and five main regions of the USSR. The most likely theoretical K_a values for these elements were calculated, which can be used for quantitative evaluation of predicted resources of commercial minerals in the corresponding less investigated parts of the earth crust.

ИВАНОВ В.В., ПАНФИЛОВ Р.В., Ин-т минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов Министерства геологии и Академии наук СССР, г.Москва, СССР

О ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ РАССЕЯНИЕМ И КОНЦЕНТРАЦИЕЙ В ОБЩЕМ ГЕОХИМИЧЕСКОМ ЦИКЛЕ МИГРАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ В ЗЕМНОЙ КОРЕ

Одной из сторон общегеологической зависимости между рассеянием и концентрацией элементов в земной коре является эмпирически установленный переход определенной части количества вещества (химического элемента) в процессе геохимической миграции из состояния рассеяния к концентрированию. Мерой такого перехода служит коэффициент накопления ($К_н$) элемента - отношение количества вещества, сконцентрированного в известных месторождениях, к общей массе его, рассеянной в конкретном объеме пород соответствующих блоков земной коры.

На материалах по зарубежным странам и СССР показано, что $К_н$ элемента характеризуется для определенных участков земной коры своими постоянными значениями, закономерно увеличивающимися от крупных к мелким металлогеническим единицам. Для континентов в целом использованы кларки элементов, для более локальных блоков (рудных провинций и районов) - по возможности региональные оценки средних содержаний элементов - ферсмы. Разница в величинах $К_н$ элемента для однотипных металлогенических единиц одного ранга в первую очередь обусловлена степенью их изученности, а также достоверностью данных об их объемном строении и среднем содержании в них элемента.

Реально существующее различие в значениях $К_н$ у разных элементов определяется величиной сродства атома к электрону. Выявлена прямая корреляционная связь между значениями этой величины и эмпирически полученными по континентам и пяти ведущим регионам СССР максимальными значениями $К_н$ большого числа элементов. Рассчитаны наиболее вероятные теоретические значения $К_н$ для этих элементов, которые могут быть использованы для количественной оценки прогнозных ресурсов полезных ископаемых в соответствующих менее изученных участках земной коры.

IVANOVA G.F., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR;
HÖLL R., Institute für Allgemeine und Angewandte Geologie, München, FRG

GEOCHEMICAL CONDITIONS OF FORMATION OF THE TUNGSTEN MINERALIZATION OF DIFFERENT COMPOSITION

The variety of the well-known genetical types of tungsten mineralization represented by wolframite greisen - and vein - types and by

scheelite skarn - type has been extended owing to the discovery of stratabound scheelite mineralization in the metamorphic rocks of the different composition and age and the findings of the hardly recognizeable tungsten sulphide - tungstenite WS_2. The great number of various geological, structural and lithological features of tungsten deposits indicates the difference of the geochemical conditions of tungsten concentration.

On the basis of modern geochemical approaches we have estimated the possible range of the physical-chemical parameters of wolframite and scheelite formation in the tungsten ore deposits of different genetical types. The temperature, pressure and concentration of tungsten - bearing solutions are determined according to the data on fluid inclusions. The investigation of the chemical composition of the wolframite and scheelite group minerals, some other minerals in the ore mineral associations, as well as the microphase composition in scheelites have allowed to obtain the information on some other oarameters: the levels of iron and manganese concentration in solutions, the character of pH and Eh changes. The estimation of the formation conditions of such phases as $FeWO_4$, $MnWO_4$, $CaWO_4$, WS_2 was carried out on the basis of physico-chemical parameters obtained for mineral associations of wolframite and scheelite as well as the results of thermodynamic calculation of a number of equilibria.

The analysis of the tungsten distribution data in magmatic, sedimentary and metamorphic rocks of different composition and age has made it possible to discuss the factors in favour of accumulation not only under hydrothermal conditions, but also in magmatic, sedimentary and metamorphic processes. The connection between the tungsten mineral types and lithological-geochemical peculiarities of the host rocks is shown for a number of certain ore regions.

ИВАНОВА Г.Ф., Институт геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского АН СССР, Москва, СССР; Р.ХЁЛЛЬ, Институт общей и прикладной геологии, Мюнхен, ФРГ

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ВОЛЬФРАМОВОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА

Традиционные до последнего времени генетические типы вольфрамовой минерализации, представленные грейзеново-жильными вольфрамитовыми и скарновыми шеелитовыми месторождениями, ныне существенно дополнены благодаря открытию стратифицированного шеелитового оруденения в метаморфических породах различного состава и возраста, а также благодаря находкам в вольфрамовых месторождениях труднодиагностируемого сульфида вольфрама-тунгстенита WS_2. Разнообразие геологических, структурных и литологических условий локализации вольфрамовой мине-

радизации различного состава указывает на различие в геохимических условиях концентрации вольфрама.

Используя современные геохимические подходы, мы оценили возможный диапазон физико-химических параметров образования вольфрамита и шеелита в месторождениях различных генетических типов. По данным изучения флюидных включений определены температура, давление и концентрация вольфрамоносных растворов. На основе результатов исследования химического состава минералов групп вольфрамита, шеелита и ряда ассоциирующих с ними минералов, а также состава микрофаз в шеелитах получена информация о ряде других параметров: об уровнях концентрации железа и марганца в растворах, о характере изменения pH и Eh . Сочетание физико-химических характеристик, установленных для минеральных ассоциаций вольфрамита и шеелита из месторождений различных генетических типов, с результатами термодинамического расчета дало возможность оценить условия образования таких фаз, как $FeWO_4$, $MnWO_4$, $CaWO_4$, WS_2.

Анализ данных по распределению вольфрама в магматических, осадочных и метаморфических породах различного состава и возраста позволил обсудить факторы, благоприятствующие рассеянию и концентрации вольфрама не только в гидротермальных условиях, но и в процессах магмаобразования, осадконакопления и метаморфического преобразования пород. Для ряда конкретных рудных районов рассмотрены связи между типом вольфрамово-рудной минерализации и литолого-геохимической спецификой рудовмещающих пород.

IZAKOV M.N., Space Research Institute of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

NOBLE GASES IN THE TERRESTRIAL PLANETS ATMOSPHERE AND EARLY STAGES OF THE SOLAR SYSTEM EVOLUTION

Comparison of abundances and isotopic ratios of noble gases in the atmospheres of Venus, Earth and Mars with the same data for the Sun, meteorites and lunar regolith allows a hypothesis to be substantiated that noble gases came into the terrestrial planets' atmospheres due to accretion of the gas of the preplanetary nebula. Before the period of intense accretion, when masses of growing planets were 10^{25}-10^{26} grams and their ages were 10^{6}-10^{7} years, an overwhelming part of the nebula's gas was lost from the region of forming terrestrial planets. More light components were lost more quickly, so that the composition of the gas remained differed from the solar ones. The cause of these changes was probably the action of the enhanced solar wind, as in the case of the Taury star types. Thus terrestrial planets grew mainly with the absence of nebular

gas. Protoatmospheres accreted, with the masses several percent of contemporary ones, in which carbon dioxide prevailed, had been never lost. They changed into contemporary atmospheres due to interchanging volatiles with planetary solid bodies. Input of meteoritic and cometary matter did not make essential contribution to the noble gases abundances. The solid bodies of terrestrial planets have been formed from the matter, similar to ordinary chondrites in the volatile abundances. The most part of volatiles which have come into planets with the planetesimals are now into their solid bodies.

ИЗАКОВ М.Н., Институт космических исследований Академии наук СССР, г.Москва, СССР

БЛАГОРОДНЫЕ ГАЗЫ В АТМОСФЕРАХ ЗЕМНЫХ ПЛАНЕТ И РАННИЕ СТАДИИ ЭВОЛЮЦИИ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Сравнение обилий и изотопного состава благородных газов в атмосферах Венеры, Земли и Марса с их составом на Солнце, в метеоритах и в реголите Луны позволило обосновать гипотезу об их вхождении в атмосферы путем аккреции газа допланетной туманности. До периода эффективной аккреции протоатмосфер, когда массы планет равнялись 10^{25}-10^{26} г, а их возраст был 10^{6}-10^{7} лет, подавляющая часть газа туманности была утеряна из области формирования земных планет, причем легкие компоненты терялись быстрее, так что состав оставшегося газа отличался от солнечного. Причиной этих изменений, вероятно, было воздействие на туманность усиленного солнечного ветра, как у звезд типа Т Тельца. Таким образом, земные планеты большую часть времени росли в отсутствии газа. Аккрецированные протоатмосферы, в которых преобладал углекислый газ и которые содержали несколько процентов масс современных атмосфер никогда не были утеряны. Они эволюционировали в современные атмосферы в процессе обмена летучими с твердыми телами планет. Поступление метеоритного и кометного вещества не внесло существенного вклада в обилия атмосферных благородных газов. Твердые тела земных планет образовались из вещества, сходного по обилиям летучих с обыкновенными хондритами. Большая часть летучих, вошедших с планетозималями в планеты, и в настоящее время сохраняется в их твердых телах.

JAGOUTZ E.[1], DAWSON B.[2], SPETTEL B.[1], and WÄNKE H.[1]
[1]Max-Planck-Institut für Chemie, Mainz, F R G; [2]University of Sheffield, Department of Geology, Sheffield, Great Britain

IDENTIFICATION OF EARLY DIFFERENTIATION PROCESSES ON THE EARTH

Bulk samples of five eclogite nodules from diamond mines as well as their

mineral phases (clinopyroxene and garnet) have been analysed for their major and trace element composition and their Sr and Nd isotopes. Minerals of these eclogites contain the most radiogenic Nd isotopes observed so far (ε(Nd) = 614 in garnet of sample BD 1191), yielding a single stage Sm-Nd whole rock model age of up to 4.2 b.y., thus these eclogites may be the oldest rocks known from the Earth.

An independent indication of an age close to 4.2 b.y. for these rocks comes from the Rb/Sr system (clinopyroxene BD 1186 Sr^{87}/Sr^{86} = 0.70092 ± 2). The Rb/Sr ratio for the contamination-free whole rock is 0.015 which would produce a Sr isotopic composition of 0.7018, if garnet and clinopyroxene were in complete equilibrium for 4.5 b.y. The Sr-isotopes could also be explained if the Sr exchange were frozen 1.4 b.y. ago, an age which agrees well with an "internal age" of 1.54 b.y. of the Sm/Nd system. Any multiple stage evolution model of this rock has to account for the low Sr isotopic composition.

These eclogites have an overall basaltic composition with a relatively high FeO content of about 13 % in accord with the general trend in Archean basalts.

JANKOVIĆ S., CVETKOVIĆ Lj., MISKOVIĆ V*, and PAVIĆEVIĆ M.K.,
Faculty of Mining and Geology, University of Belgrade, ULELA, Belgrade, Yugoslavia

* Institute for Copper, Bor, Yugoslavia

MINERAL PARAGENESIS AND ELEMENTS DISTRIBUTION IN THE ORE BODY "NOVO OKNO", BOR

The ore body "Novo Okno" is formed of explosive hornblenda-biotite and hornblende-andesite agglomerates with ore fragments of cemented tuff. According to the lithological characteristics it belongs to the unique group of explosive stratiform copper deposits. The ore consists of pyrite blocks, halcopyrite, bornite fragments and poor impregnations of sulphides in modified andesite.

During research work more than 20 basic, rare and scattered elements existing in 40 mineral species, were determined. Pyrite blocks are characterized by dominant participation of different species of pyrite, coveline, halcozine and barite. The second type of ore is characterized by halcopyrite, bornite, digenite, pyrite and quartz, while the third one mainly consists of quartz and silicate minerals with poor sulphide occurrences. Variable quantities of copper, arsen, zinc, telure, volfram and gold can be found in pyrite, while galium is regularly present in other sulphide minerals and paladium and silver in individual gold grains. The relative ore is also characterized by differences in texture, polyphaseness of mineral species and gel structure, solid solutions and replacement.

JI KEJIAN, WU XUEHAN, ZHANG GUOBING, Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, China

THE ORE-FORMING METAL DEPLETION FIELD IN HYDROTHERMAL DEPOSITS AND ITS SIGNIFICANCE

Geochemical study of ore-forming elements in several hydrothermal copper and tungsten deposits shows that all of them possess a similar combination of geochemical fields, that from the ore bodies outwards in turn are the mineralized field with a very high average content of ore-forming metal, the positive field with a higher average content, the depletion field with the lowest average content and the normal field with a middle average content. The average ore-forming metal content in the depletion field is about 30 - 70 percent of that in the normal field.

The calculation shows that the quantity of ore-forming metal reduced in the depletion field is close to that enriched in the positive anomalous fields of each deposit.

Calculated $\delta^{18}O$ of ore-forming fluids in all of these deposits decreased from early stages to late stages. Authors suggest that the hydrothermal fluids were dominated by meteoric water throughout mineralization although at the early and the middle stages they were acid and had higher temperature.

JONES RICHARD, Department of Earth Sciences, Leeds University, Leeds, UK

FERTILE AND DEPLETED MANTLE; ISOTOPIC AND TRACE ELEMENT EVIDENCE FROM GARNET LHERZOLITE INCLUSIONS FROM SOUTHERN AFRICAN KIMBERLITES

Inclusions of ultrabasic rock in cretaceous kimberlites of Southern Africa provide the only direct geochemical evidence for the nature of the continental lithospheric mantle in that region. Garnet lherzolite samples from pipes situated on the Archaean Kaapvaal Craton, and from the surrounding Namaqua Mobile Belt show a wide variation in Nd isotopic composition. In general, cratonic samples show time - integrated enriched isotopic, and Rare Earth Element (REE), compositions. This is coupled with major element compositions which indicate a history of partial melting and extraction of basaltic components. In contrast, nodules recovered from the Namaqua terrane show strongly depleted, Mid Ocean Ridge Basalt (MORB), type isotopic and REE signatures, often coupled with less depleted (fertile) major element compositions. This pattern of conflict between trace element and isotopic data, and the major element compositions points to a

relationship between extensive partial melting and basalt liquid extraction, and the occurrence of Mantle Metasomatism by Large Ion Lithophile enriched fluids. Extraction of large volumes of basalt from the mantle beneath the craton would raise heat flows and tend to generate such fluids. Pre-Cambrian and Jurassic lava piles on the Kaapvaal Craton attest to such activity. In the surrounding mobile belt areas, however, there has been less partial melting and basaltic activity, and therefore much less opportunity for consequent mantle metasomatism.

KADIK A.A.,LUKANIN O.A., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences,Moscow,USSR

PROBLEMS OF REDOX REGIME OF THE UPPER MANTLE AND WAYS OF ITS DEGASATION DURING MELTING

The evaluation of oxygen volatility (fO_2) values proper to the minerals of mantle origin as well as the thermodynamic analysis of equilibria in the C-O-H system lead to the conclusion that graphite may be involved in the formation of fluids under P-T conditions of basalt magma formation. The presence of graphite phase determines considerable variations in fluid composition, especially in respect to CO_2, H_2O, CH_4, depending both on the fO_2 value and on the degree of pressure decreasing along with the arising movement of mantle substance. The fractionation of volatile components in the process of partial melting of rocks leads to the enrichment of residual fluids by volatile carbon compounds (CO_2,CO,CH_4) and to the alteration of redox regime. In water-carbon dioxide case of fluid composition the area of partial melting undergoes the oxygen volatility increase, and in case of water-methane fluid- its decrease. The differentiation of areas of partial melting with the separation of melt portions promotes the development of this processes. The changes in the redox state of melts and in the composition of their volatile components are considered as compared to the areas of partial melting depending on the initial graphite-water ratio and dynamic factors. One of the general regularities of the changes in fluid in melt composition in the process of pressure decrease is the decrease of H_2O concentration and the increase of CO_2,CO,CH_4 concentration in them. Thus the areas of magma rise are the location of the formation of new portions of carbon dioxide and other volatile compounds. The possible role of endogenic degasation accompanied by the interior melting in the process of the formation of gas atmospheres of terrestrial planets is analysed. A more oxidized state of the initial

substance of the Venus mantle as compared to that of the Earth may be explained by the fact that in the first case the basalt magmas carry out to the surface mainly CO_2 while in the second case - H_2O and CO_2. The preservation of graphite in Moon basalts even at low pressures leads to the appearance of practically dry basalt lavas with a fairly low fO_2. At the same time the volatile components carried out to the surface are mainly CO, CO_2, H_2.

КАДИК А.А., ЛУКАНИН О.А., Институт геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского Академии наук СССР, г.Москва, СССР

ПРОБЛЕМЫ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО РЕЖИМА ВЕРХНЕЙ МАНТИИ И ПУТЕЙ ЕЕ ДЕГАЗАЦИИ ПРИ ПЛАВЛЕНИИ

Оценки значений летучести кислорода (fO_2), свойственные минералам мантийного происхождения, и термодинамический анализ равновесий в системе C-O-H приводят к заключению о возможном участии графита в формировании флюидов при P-T условиях образования базальтовых магм. Присутствие графитовой фазы определяет значительные вариации в составе флюида, особенно в отношении CO_2, H_2O, CH_4, как в зависимости от величины fO_2, так и степени понижения давления при восходящем движении мантийного вещества. Фракционирование летучих компонентов при частичном плавлении пород приводит к обогащению остаточных флюидов летучими соединениями углерода (CO_2, CO, CH_4) и изменению окислительно-восстановительного режима. В случае водно-углекислого состава флюида область частичного плавления испытывает увеличение летучести кислорода, а в случае водно-метанового флюида - ее понижение. Дифференциация областей частичного плавления с отделением порций расплава способствует этим процессам.

Рассматривается изменение окислительно-восстановительного состояния расплавов и состава их летучих компонентов по сравнению с областями частичного плавления в зависимости от исходных соотношений графита и воды и динамических факторов процесса. Одной из общих закономерностей изменения состава флюида и расплава по мере понижения давления является уменьшение в них концентрации H_2O и увеличение концентрации CO_2, CO, CH_4. Таким образом, области подъема магм являются местом образования новых порций углекислоты и других летучих соединений углерода.

Анализируется возможная роль эндогенной дегазации при плавлении недр в формировании газовых оболочек планет земной группы. Более окисленное состояние первичного вещества мантии Венеры по сравнению с Землей может быть причиной того, что базальтовые магмы в первом случае выносят к поверхности преимущественно CO_2, а во втором - H_2O и CO_2. Сохранение графита в базальтах Луны вплоть до низких давлений приводит к появлению практически безводных лавовых излияний с весьма низким fO_2. При этом летучими компонентами, выносимыми на поверхность, являются главным образом CO, CO_2, H_2.

KHARKIV A.D., Yakutian Department of Complex Investigation of Central Research and Geological Prospecting Institute of Non-ferrous and Noble Metals, Mirny, Yakutian ASSR, USSR;
UKHANOV A.V., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

THE SUB-CONTINENTAL UPPER MANTLE IN PHANEROZOIC

The examination of representative suites of kimberlite nodules from different regions has shown that the sub-continental upper mantle had essential heterogeneities on a small and a large scale. At the depth corresponding to pyrope stability field the upper mantle below South Africa craton seems to be more depleted in calcium and aluminium than below Siberian craton. This regional difference must have existed for at least one and half billion years. It may be responsible for different tectonic history of Gondwana and Laurasia in Phanerozoic. There is some evidence for progressiv cooling of the sub-craton mantle. The most part of the mantle is not involved in melting processes since late Precambrian. In any case, the mantle rocks included as fragments in kimberlite pipes which were followed by the plateau-basalt are not less depleted than the mantle rocks in the pipes erupted through basalt sills. Moreover, the less depleted rocks occur in the posttrap kimberlite pipes in North Yakutia. The chemical composition and the mineralogy of the mantle rocks could be changed during their repeated recrystallization under the influence of P-T conditions and material additions. The sub-solidus reactions accompanied by metasomatism continued for a long time and covered enormous zones of the upper mantle. The most remarkable manifestation of the upper mantle metasomatism is the development of the secondary flogopite in various mantle rocks. This process caused redistribution of trace elements, their mobilization and migration into the Earth crust accompanied by the formation of ore deposits.

ХАРЬКИВ А.Д., Якутский отдел комплексных исследований Центрального научно-исследовательского геологоразведочного института цветных и благородных металлов, г. Мирный Якутской АССР; УХАНОВ А.В., Институт геохимии и аналитической химии имени В.И.Вернадского Академии наук СССР, г.Москва, СССР

СУБКОНТИНЕНТАЛЬНАЯ ВЕРХНЯЯ МАНТИЯ В ФАНЕРОЗОЕ

Сравнительное изучение представительных коллекций нодулей из кимберлитовых трубок разных районов показало, что субконтинентальная верхняя мантия имеет существенные мелко- и крупномасштабные неоднородности. На глубине, отвечающей полю устойчивости пиропа, верхняя мантия под кратоном Южной Африки оказывается обедненной кальцием и алюмини-

ем значительнее, чем под Сибирским кратоном. Это наметившееся крупное региональное различие должно было возникнуть не позднее полутора миллиардов лет назад. Возможно, что именно из-за такой неоднородности Гондвана и Лавразия имеют в фанерозое разный тектонический режим. Есть некоторые указания на прогрессирующее остывание мантии кратонов С позднего докембрия больший объём субконтинентальной мантии уже не вовлекался в процесс выплавления базальтовой магмы. Во всяком случае мантийные породы из кимберлитовых трубок, предшествовавших излиянию платобазальта, деплетированы не меньше, чем нодули из трубок, прорывающих базальтовые покровы. Более того, самые богатые алюминием и кальцием гранатовые перидотиты встречены в молодых послетраповых кимберлитах Северной Якутии. Минеральный и химический состав пород мантии мог меняться при их неоднократной перекристаллизации под действием меняющихся P-T условий и привноса вещества. Субсолидусные реакции, сопровождавшиеся метасоматизмом, шли в течение долгого времени и охватывали обширные зоны верхней мантии. Наиболее заметным проявлением метасоматизма является развитие вторичного флогопита в разнообразных породах верхней мантии. Этот процесс вызывает перераспределение рассеянных химических элементов, подготавливает их мобилизацию и вынос в земную кору с образованием месторождений.

KHISINA N.R., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

MICROTEXTURES OF LUNAR AND METEORITIC CLINOPYROXENES AS PETROLOGICAL INDICATORS

Both compositions (Δ Wo) and a scale of exsolution (λ) in augite-pigeonite solid solutions depend on subsolidus cooling rates. So, pyroxene exsolution data can be used as a geospeedometer of subsolidus processes and applied to solve some problems of lunar and meteoritic petrology. Petrogenetical heterogeneousity of lunar regolith. From a study of single mineral grains of lunar soil by routine methods of geochemistry and mineralogy it is difficult to obtain some petrological information. But pyroxene exsolution data give a clue to deduce a thermal history of such grains and to determine their intrusive or volcanic origin. Using this technique a petrogenetical heterogeneousity of lunar soil from different sites (Luna-16, -20, -24) was revealed. Eruption temperatures of lunar basalts. Correlation between Δ Wo and λ values for pyroxenes from lunar basalts gives the information of what (pre- or posteruption) stage a crystallization of the pyroxenes under study took place. Data on pyroxene solvus has allowed to resolve the dilemma: $T_{er} > T_s$ or $T_{er} < T_s$ (T_s - temperature at pyroxene solvus, T_{er} - temperature of

eruption) for basalts 12052 and 15555 and ferrobasalts of Luna-24. Using pyroxene exsolut ion data some aspects of the problem of achondrites genesis were considered on the example of achondrite Vetluga. Similarity of exsolution features for pyroxenes from different fragments composing brecciated achondrite (Δ Wo 42%, λ 5-10μ) indicates that in contrast to Yamato achondrite Vetluga is a monomict breccia. The observed values of Δ Wo and λ correspond to subsolidus cooling rates of 10^{-2}-10^{-3} o/year, so that subsolidus thermal history of Vetluga occured inside the rather large parent body (R ~ n. 10^2 km).

ХИСИНА Н.Р., Институт геохимии и аналитической химии им.В.И.Вернадского АН СССР, г.Москва, СССР

СТРУКТУРЫ РАСПАДА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ В ПИРОКСЕНАХ ЛУНЫ И МЕТЕОРИТОВ КАК ИНДИКАТОРЫ ПЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Составы (ΔWo) и масштаб (λ) фаз распада твердого раствора в клинопироксенах серии авгит – пижонит являются функциями температуры и скорости остывания. Основанная на этом геоспидометрия субсолидусных процессов нашла применение при решении следующих задач. Гетерогенность источников вещества лунного реголита. Пространственная разобщенность зерен лунного реголита затрудняет получение информации об условиях формирования лунных пород традиционными методами петрографии и минералогии. Между тем данные о распаде твердых растворов в пироксенах из лунного реголита позволяют реконструировать термическую историю отдельных зерен и на основе этого определять их принадлежность к интрузивным или эффузивным породам. По результатам изучения структур распада твердого раствора в лунных пироксенах установлена гетерогенность источников вещества лунного реголита различных мест посадки автоматических станций Луна-16, -20, -24.
Температуры излияния лунных базальтов. Сопоставление величин ΔWo и λ позволяет судить о том, на какой стадии формирования лунных базальтов (доэруптивной или постэруптивной)происходила кристаллизация пироксенов. Используя данные о температуре сольвуса пироксена, T_s, путем такого сопоставления можно решить альтернативу: $T_{er} > T_s$ или $T_{er} < T_s$ (T_{er} – температура излияния базальта). Подобный анализ проведен для пироксенов из лунных базальтов 12052, 15555 и ферробазальтов реголита Луны-24. На примере пироксенов из ахондритовой брекчии Ветлуга рассмотрены некоторые вопросы происхождения ахондритов. Однообразие продуктов распада твердого раствора в пироксенах из разных обломков брекчии Ветлуга (ΔWo 42%, λ 5-10 мкм) свидетельствует о том, что Ветлуга в отличие от ахондритов Yamato является мономиктовой

брекчией. Установленные величины ΔW_o и λ соответствуют скоростям субсолидусного остывания 10^{-2} - 10^{-3} град/год, т.е. субсолидусная термическая история метеорита осуществлялась внутри значительного по размерам ($R = n \cdot 10^2$ км) родительского тела.

KHITAROV N. I., LEBEDEV E. B., V. I. Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

QUANTATIVE BASE FOR THE CORRELATIONS BETWEEN THE PROPERTIES OF MELTS WITH THEIR CONTENTS WATER

For clearing out the relationships of water influence on magmatic melts it was necessary to study a set properties of melts such as density, viscosity, electroconductivity, water diffusion, surface tension and longitudinal waves velocity. These properties made it possible to analyse the general relationships of water influence from different points of view. At the same time every property characterizes the important melt features. As a result of this study for different composition (acidic, mafic, ultramafic) the relationships have been obtained which characterize the variations of physico chemical properties as a function of component relations (modifying and network-forming units). The important conclusion of melt behaviour is linear function between physico-chemical properties and non-bridging oxygen fraction in melt structure model which explains polymeric structure of water-silicate melts. On the base of experimental study of melt density the thermodynamical properties of magmatic melts have been calculated such as partial molar volume of water in the melt, chemical potential, fugacity, activity. With their help it has been carried out the thermodynamical analysis of water influence on the magmatic melts. That analysis has permitted to propose the structure changes in a melt under water disolution, the structure position of water, the sigh of thermal effect of water dissolution. The complex study of physico-chemical properties of melts and phase diagrams has permitted to discuss the kinetic peculiarities of melt differentiation playing an important role in rockforming processes. The results of these complex studies of physico-chemical properties of the same composition melts, the dependent on different chemical compositions under high pressure and temperature in the presence of different volatile quantities are the establishment of limits for melt properties variations as a function of temperature, pressure and volatile component for acidic and mafic melts that are presented in united table.

ХИТАРОВ Н.И., ЛЕБЕДЕВ Е.Б., Ин-т геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского Академии наук СССР, г.Москва, СССР

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОСНОВА ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЗАИМОСВЯЗИ СВОЙСТВ СИЛИКАТНЫХ РАСПЛАВОВ С СОДЕРЖАНИЕМ В НИХ ВОДЫ

Для выяснения закономерностей влияния воды на магматические расплавы потребовались исследования комплекса свойств: плотности, вязкости, электропроводности, диффузии воды, поверхностного натяжения, скорости продольных волн,-которые позволили проанализировать общие закономерности влияния воды с различных сторон и каждое свойство-которых характеризовало важные особенности расплавов. В результате изучения расплавов различного состава (кислых, основных, ультраосновных) получены зависимости, характеризующие изменение физико-химических свойств от соотношения компонентов (модификаторов и сеткообразователей). Важным выводом анализа общих закономерностей поведения расплавов является линейная зависимость их физико-химических свойств от соотношения "немостикового" кислорода в структурно-химической модели расплава, объясняющей полимерное строение водно-силикатных расплавов. На основе экспериментального определения плотности расплавов были рассчитаны их термодинамические свойства: парциальный-мольный объем воды в расплаве, ее химический потенциал, летучесть, активность, и с их помощью проведен термодинамический анализ общих закономерностей взаимодействия воды с магматическими расплавами. Термодинамический анализ позволил высказать суждения о структурном изменении в расплаве при растворении воды, о знаке теплового эффекта при растворении воды, о структурном положении воды в расплаве. Комплексный подход к изучению физико-химических свойств расплавов и фазовых диаграмм позволил проанализировать кинетические особенности дифференциации расплавов, играющих важную роль при образовании пород. Результатом комплексного изучения физико-химических свойств расплавов на образцах одного и того же состава, а также и в зависимости от различного химического состава при высоких давлениях и температурах и различных количествах летучего компонента (воды) является установление пределов изменения свойств расплавов в зависимости от температуры, давления и летучего компонента для расплавов кислого и основного составов (приведенных в результирующей таблице).

KIRKINSKY V.A., Institute of Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the Academy of Sciences of the USSR, Novosibirsk, USSR

PHYSICO-CHEMICAL MECHANISM OF GLOBAL GEODYNAMIC PROCESSES

The reasons of a large-scale motion of the lithosphere plates are related to phase transformations in Earth depths. A gradual incre-

ase in temperature in the interior part of the Earth by radiogen heating and energy emission under gravitational differentiation leads to the thermal expansion of substance and to the shift of phase boundaries in the mantle with resulting positive volume effect. The formation of the world system of rifts is due to the lithosphere rupture in zones of its minimal strength under global tensions in result of a small increase in the planet volume as well as of a change in its form and rotation axis. When forming fractures the adiabatic decompression and basalt melting-out occur. The effusion of lightly fusible derivates in a rift zone results in a shift toward it of material from the adjacent areas of the asthenosphere, the surface being down and the ocean bottom being deeper. An inflow of the material heated from more deep horizons, viscous friction during its flow, an increase in convection heat transfer by an increase in the liquid phase fraction and a decrease in viscosity of the asthenosphere substance lead to an increase in the level of isotherms and upper boundary of the asthenosphere in regions adjacent to rifts and, in the whole, to the relief level which correlates with the boundary. Lateral heterogenities of the asthenosphere level result in horizontal pressing forces in the lithosphere directed from the rifts across their strike. The pressing tensions in the lithosphere cause the potential possibility of its breaks, which is realised, as a rule, on the boundaries of ocean and continental zones. The motion of the lithosphere plates occurs as a result of their slipping from the asthenosphere rises in the rift zones and negative buoyancy of plate edges which immerge into the mantle in the break regions due to their lower temperature and increase in phase boundaries level. Co-operation of these forces is sufficient to overcome the friction on the plate boundaries with asthenosphere and on their contacts. The main characteristics of global geological structure and Earth evolution, tectono-magmatic activity and climate cycles as well as large variations of the world ocean level are explained on the basis of the mechanism under consideration.

КИРКИНСКИЙ В.А., Институт геологии и геофизики СО АН СССР,
г. Новосибирск, СССР

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ГЛОБАЛЬНЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Причины крупномасштабных перемещений литосферных плит связаны с фазовыми превращениями в глубинах Земли. Постепенный рост температуры в недрах за счет радиогенного тепла и выделения энергии при гравитационной дифференциации приводит к термическому расширению вещества

и перемещению фазовых границ в мантии с результирующим положительным объемным эффектом. Образование мировой системы рифтов обусловлено разрывом литосферы в областях ее наименьшей прочности при глобальных напряжениях в результате небольшого увеличения объема планеты, а также изменения ее формы и оси вращения. При образовании трещин происходит адиабатическая декомпрессия и выплавление базальтов. Излияние легкоплавких дериватов в рифтовой зоне вызывает перемещение к ней материала из прилегающих участков астеносферы, опускание поверхности и углубление океанического дна. Подток нагретого материала из более глубоких горизонтов, вязкое трение при его течении, возрастание конвективного переноса тепла за счет увеличения доли жидкой фазы и снижения вязкости вещества астеносферы приводят к повышению уровня изотерм и верхней границы астеносферы в прилегающих к рифтам областях и в целом симбатному этой границе уровню рельефа. Латеральные неоднородности уровня астеносферы обуславливают существование горизонтальных сил сжатия в литосфере, направленных от рифтов в крест их простирания. Напряжения сжатия в литосфере создают потенциальную возможность ее сколов, которая чаще всего реализуется на границах океанических и континентальных участков. Перемещения литосферных плит происходят в результате их соскальзывания с астеносферных поднятий в рифтовых зонах и отрицательной плавучести краев плит, погружающихся в мантию в зонах сколов, за счет их меньшей температуры и повышения уровня фазовых границ. Совместное действие этих сил достаточно для преодоления трения на границах плит с астеносферой и на их контактах. На основе рассматриваемого механизма объясняются основные черты глобального геологического строения и эволюции Земли, цикличность тектоно-магматической активности и климата, а также большие колебания уровня Мирового океана.

KLAJN DJ., Geoinstitut, Belgrade, Yugoslavia

A MODEL OF EXPLORATION WORKS ON CONCEALED URANIUM DEPOSITS IN AN AREA OF TECTONIC AND MAGMATIC ACTIVATION IN YUGOSLAVIA

The Rudnik-Borač-Kotlenik area of tectonic and magmatic activation is located in the central part of Serbia, in the eastern parts of Dinarides, near their contact with Serbo-Macedinian Mass. It is composed of a complex of magmatic, metamorphic and sedimentary rocks of Paleozoic, Mesozoic and Tertiary age, intersected by the deep lineaments and by the tectonic displacements of the second and third order. The numerous radioactive and geochemical uranium anomalies, as well as several mineral occurrences, were discovered in this area by a combined geological, geophysical and geochemical prospecting in the hydrothermally altered acid volcanites, as well as in metamorphic

rocks and in volcanic-sedimentary complexes. In the hydrothermally altered volcanites the uranium is related to the phosphatic matter of apatitic composition; the hydrothermal pitchblende occurrences occur in the graphitic schists.
The preliminary metallogenetic studies have indicated that this area is prospective related to the discovery of both the hydrothermal and infiltration type of uranium deposits.
The subsequent geological-structural, mineralogical, geochemical, geophysical and metallogenetic investigations have confirmed the high probability of discovery of hydrothermal concealed uranium deposits in the rocks within the volcanic centers, as well as of polygene stratiform uranium mineralizations in the schists.

KOCHEMASOV G.G., Nations Unies, Projet "Recherches Minières Sud-Est Cameroun - CMR/81/005",Yaoundè,Republique Unie du Cameroun

THE HYPOTHESIS OF ACCRETION OF LAYERD PLANETS OF DIFFERENT COMPOSITION IN THE LIGHT OF THE DISCOVERIES OF "VENERA 13&14" and "VOYADGER 1 & 2"

Proposed in 1979 the hypothesis of mechanical (gravitational and aerodynamical) sorting of solid particles in the protoplanet gas-dust cloud with subsequent accretion of cosmic bodies of different compositions by layers of diminishing density does not contradict to the data of the last outstanding cosmic experiments. The hypothesis is based on layering of rotating around the Sun (a central body) mineralogically complex flat protoplanet gas-dust cloud into rings with various physical properties (density,particle size and composition). It is also suggested that the rings composed of the lighter particles are somewhat pushed out of the cloud's central plans. The Voyadger experiment has established the layering of the Saturn's rings showing possibility of such phenomenon in a dust cloud rotating around a central body. The discovery of the braided structures of some subrings might witness separation of some layers from the central plans. One of the deductions of the hypothesis is regular decreasing of densities of cosmic bodies formed at increasing distances from a central body. In this relation the attention is drawn to the fact that the Jupiter's satellites densities drop with increasing of distances from the planet. The experiments "Venera 13 and 14" have shown that the old Venus crust is probably made of rocks near to alkaline basalts. Thus, the Venus crust is denser than the Earth's one. It is logically to suppose that both planets almost equal in mass,size,age and having contained volatiles (though different in composition) are to have similar thermic histories and equal possibilities to form the "light"

crust if it was the result of postaccretional melting and differentiation of the planets. Now we know that this has not happend at the Venus: its lightest outer layer is relatively heavy basaltic. A supposition appears that the protoplanet dust of the Venus accretional zone in comparison with the dust of the Earth's zone was impoverished in light clear silicates. This conclusion also follows from our hypothesis of mechanical sorting of mineral particles by density in the protoplanet cloud.

КОЧЕМАСОВ Г.Г. Организация Объединенных Наций, Проект"Поиски минеральных ресурсов на юго-востоке Камеруна - КМР/81/005", Яунде, Объединенная Республика Камерун

ГИПОТЕЗА АККРЕЦИИ СЛОИСТЫХ ПЛАНЕТ РАЗНОГО СОСТАВА В СВЕТЕ ОТКРЫТИЙ "ВЕНЕР 13 и 14" и "ВОЯДЖЕРОВ 1 и 2"

Предложенная в 1979г. гипотеза механической (гравитационной и аэродинамической) сортировки твердых частиц в протопланетном газопылевом облаке с последующей аккрецией космических тел разного состава по слоям уменьшающейся плотности, на наш взгляд, не находится в противоречии с данными последних выдающихся космических экспериментов. В основе гипотезы лежит расслоение вращающегося вокруг Солнца (центральное тело) сложного по минеральному составу плоского протопланетного газопылевого облака на кольца с различными физическими свойствами (плотность, крупность и состав частиц). При этом предполагается отклонение от центральной плоскости облака колец, сложенных менее плотными частицами. Эксперимент "Вояджер" установил расслоение колец Сатурна, показав возможность такого явления во вращающемся вокруг центрального тела пылевом облаке. Обнаружение "петельчатых" структур отдельных частей колец может свидетельствовать об отклонении некоторых слоев от центральной плоскости. Следствием гипотезы является закономерное уменьшение с удалением от центрального тела плотности образующихся вокруг него космических тел. В связи с этим обращает на себя внимание уменьшение с расстоянием от Юпитера плотности его спутников. Эксперименты "Венера 13 и 14" показали, что древняя кора Венеры, вероятно, преимущественно сложена породами типа щелочных базальтов. Таким образом, венерианская кора плотнее земной. Логично предположить, что обе планеты, почти равные по массе, размеру, возрасту и содержавшие летучие (хотя и разные по составу), должны иметь близкие тепловые истории и равные шансы образования "легкой" коры, если бы она явилась результатом послеаккреционного расплавления и дифференциации планет. Теперь мы знаем, что этого на Венере не произошло: наиболее легкая внешняя оболочка оказалась относительно тяжелой базальтовой. Напрашивается предположение, что допланетная пыль аккреционной зоны Венеры по сравнению с земной была обеднена легкими светлыми силикатами. Этот вывод вытекает также из нашей гипотезы механической плотностной сортировки минеральных частиц в протопланетном облаке.

KOGARKO L.N.,V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences,Moscow,USSR

ALKALINE MAGMATISM AND INHOMOGENEITY OF THE EARTH'S UPPER MANTLE

According to the geochemical data the composition of the upper mantle in magma-forming zones of Kola peninsula, Siberia, East-African ridge and South Atlantic islands were calculated. It has been demonstrated that the appearence of alkaline magmas during the geological timing is closely connected with heterogeneity of subcrustal zones. Upper mantle blocks, which are considered to be the sources for magmas of high alkality, are strongly enriched by rare lithophile incompatible elements and light REE. The material in the more ancient zones of upper mantle is to a certain extent depleted with respect to heavy REE. During the geological timing certain tendency in the degree of the enrichment of anomalous mantle in incompatible elements is noted for the investigated regions. Generally, mantle of the oceanic islands is not so strongly enriched by rare elements as compared with subcrustal zones of continental magmatism. There's a link between the degree of heterogeneity of the upper mantle and type of alkaline melts. Strongly undersaturated with respect to silica high-calcium magmas enriched by carbon-dioxide appear in the zones of mantle substrate, enriched by U, Th, Ba, Sr, Pb, REE.

КОГАРКО Л.Н., Институт геохимии и аналитической химии им. Вернадского Академии наук СССР, г.Москва,СССР

НЕОДНОРОДНОСТЬ ВЕРХНЕЙ МАНТИИ ЗЕМЛИ И ЩЕЛОЧНОЙ МАГМАТИЗМ

На основании геохимических данных рассчитан состав верхней мантии в зонах щелочного магмаобразования Кольского полуострова, Сибири, Восточно-Африканского рифта и островов Южной Атлантики. Исследования показали, что проявления щелочного магматизма в течение геологического времени неразрывно связаны с гетерогенностью подкорковых зон. Блоки верхней мантии (аномальная мантия), являющиеся источником магм повышенной щелочности, в значительной степени обогащены редкими литофильными некогерентными элементами, легкими редкими землями. Отмечается некоторая деплетированность мантийного субстрата в отношении тяжелых редких земель более древних зон верхней мантии. В течение геологического времени в исследованных областях наблюдается тенденция в уменьшении степени обогащенности аномальной мантии некогерентными элементами. Мантия океанических островов в целом менее обогащена редкими элементами по сравнению с подкорковыми зонами континентального

магматизма. Выявлена связь степени гетерогенности верхней мантии и типом выплавляемых щелочных расплавов. Резко недосыщенные кремнекислотой высококальциевые магмы, обогащенные углекислотой, возникают в зонах мантийного субстрата, обогащенного U, Th, Ba Sr, Pb, легкими редкими землями.

KOLJONEN TAPIO, Geological Survey of Finland, Espoo, Finland

S/Se-RATIO IN IGNEOUS ROCKS AND PROCESSES

For this study Se, which replaces diadochically S in sulphides, and S contents have been analysed of about 400 rock samples from Finland and Iceland and for S also the averages given in Handbook of Geochemistry (ed.Wedepohl) are used.
S/Se-ratio in chondrites is about 5600 (S 55700 ppm, Se 10 ppm) and in the crust of the Earth ~ 9000 (450, 0.05). In abyssal igneous rocks S/Se-ratio is in ultramaphic rocks ~ 12000 (870, 0.072), gabbros ~ 4300 (1000, 0.23), intermediate rocks ~ 3000 (450, 0.16), and granites ~ 10000 (300, 0.03) and in extrusive rocks in basalts ~ 3600 (500, 0.14), andesites ~ 4000 (400, 0.10), and rhyolites ~ 2200 (280, 0.13).
In unmetamorphosed volcanogenic rocks S/Se-ratio varies in averages only little and compared with abyssal rocks Se is enriched quantitatively and relatively to S. In abyssal rocks S/Se-ratio is the highest in ultramaphic rocks and it decreases during the magmatic differentiation, but in granitic rocks it increased because Se more than S is enriched into the low temperature solutions.
In the Svecokarelian schists S/Se-ratio vary (500-50000) being in the possibly exhalative sedimentary Outokumpu Cu-Co-FeS ore found in the Karelian schist belt about 3000 (-10000). High ratio (> 30000) is typical to sedimentary sulphides and low ratio (~ 2000) indicates an increase of Se from some external source outside normal sedimentation. Therefore, in mineral exploration low S/Se-ratio can be regarded in rocks as an indication of hydrothermal Se and as precursor of possible volcanic exhalative or hydrothermal ore deposits.

KOSTROVITSKY S.I., Institute of the Earth Crust of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Irkutsk, USSR

THE GEOCHEMICAL EVOLUTION OF KIMBERLITE MELT

The study of the composition of multiphase kimberlite pipes of Yakutia indicates that the initial phases of emplacement are charac-

terized by higher Fe, Ti, alkaly and P_2O_5 contents whereas the final phases are rich in magnesium. In comparison with the initial phases the kimberlites of the final phases are enriched in Ni and depleted in V, Zn, Nb, Li(?) and Th(?). The fact that the maximum TiO_2 and P_2O_5 contents are fixed in kimberlite veins prior to the pipe formation accompanying the most known large pipes (including the African ones) suggests that the regularities noted in evolution of the kimberlite composition are common. The spatial distribution of the TiO_2, ΣFeO, Fe_2O_3 contents in individual clusters of pipes and as a whole for the kimberlite fields has been investigated and found to vary within the limits of all linear clusters of the Alakit field pipes in the same direction. The distribution of TiO_2, ΣFeO, Fe_2O_3 along the Daldyn and Alakit fields follows a linear central-symmetric zoning. The pipes of the central zone of the Daldyn field studied in detail display a higher Fe and Ti contents. The geochemical and mineralogical data for these pipes suggest the above zoning.
The evolution of the kimberlite composition of complex pipes, regularities in variation of composition within the field limits may be due to different factors: 1) thermal-diffusion mechanism of differentiation by which the easily fusible elements enrich the upper part of the rising magmatic column; 2) different degree of the partial melting beneath the peripheral and central areas of the field; 3) extention of the melting zone in vertical on rocks having different compositions; 4) different ratio of the asthenospheric substance and that formed during the lithospheric melting.

КОСТРОВИЦКИЙ С.И., Институт земной коры СО АН СССР, г.Иркутск, СССР

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ КИМБЕРЛИТОВОГО РАСПЛАВА

Исследование вещественного состава многофазных кимберлитовых трубок Якутии показывает, что начальные фазы внедрения отличаются повышенной железистостью, титанистостью, щелочностью, более высокой концентрацией P_2O_5; заключительные - большей магнезиальностью. От ранних фаз к поздним происходит обогащение кимберлитов Ni и обеднение V, Zr, Nb, Li(?) и Th(?). Тот факт, что максимальные концентрации TiO_2 и P_2O_5 фиксируются в кимберлитах дотрубочных жил, сопровождающих большинство известных крупных трубок (в том числе и в Африке), указывает на то, что подмеченная закономерность эволюции составов кимберлитов носит общий характер.
Изучено пространственное распределение содержаний TiO_2, ΣFeO, Fe_2O_3 в отдельных кустах трубок, а также в целом по кимберлитовым полям. Характерной чертой линейных кустов Алакитского поля является пространственная однонаправленность изменчивости содержаний данных окис-

лов. Для Далдынского и Алакитского полей установлено, что распределение TiO_2 и ΣFeO, Fe_2O_3 подчиняется линейной центрально-симметричной зональности. В более детально изученном Далдынском поле трубки центральной зоны характеризуются повышенной железистостью и титанистостью. Выявленная зональность кимберлитовых полей подтверждается и на геохимическом, и на минералогическом уровнях.

Эволюция состава кимберлитов в сложно построенных трубках, закономерная изменчивость состава кимберлитов в пределах полей могут объясняться разными причинами: 1)термально-диффузионным механизмом дифференциации, когда легкоплавкие элементы обогащают верхнюю часть восходящей магматической колонны; 2)разной степенью частичного плавления мантии под периферийными и центральной зонами поля; 3)захватом областью плавления мантии по вертикали различных по составу пород; 4)разной пропорцией смешения астеносферного и выплавляемого из литосферы мантии вещества.

KOVACH JACK, Geology Dept., Muskingum College, New Concord, U S A

THE PALEOZOIC-EARLY MESOZOIC SEAWATER $^{87}SR/^{86}SR$ CURVE BASED ON ANALYSIS OF BIOGENIC PHOSPHATES

Precise measurements of the Sr isotopic composition of 94 samples of phosphatic marine fossils (conodonts, ichthyoliths and inarticulate brachiopods) ranging in age from Late Cambrian to Early Triassic are used to trace variations in the $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratio of seawater through Paleozoic and early Mesozoic time. The results confirm the general features of the Paleozoic and Early Triassic portion of the seawater $^{87}Sr/^{86}Sr$ curve established by Burke et al. (Geology 10:516-519, 1982) which was based almost entirely on analysis of carbonates and evaporites. The data from the samples analyzed in the present study, however, yield a more closely constrained curve for the indicated time interval owing to the fact that biogenic phosphates are less susceptible to diagenetic alteration of their original $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratios than are most other sedimentary materials. This refinement of the Paleozoic-early Mesozoic portion of the curve showing secular changes in the $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratio of seawater enables us to better understand the timing, nature and causes of the observed variations which, as pointed out by Burke et al. (1982), appear to have been strongly influenced by the history of plate interactions and seafloor spreading.

КОВАЧЕВА Й.С., Научно-исследовательский институт полезных ископаемых, г. София, НРБ

РАССЕЯННОЕ ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ОСАДОЧНЫХ ПОРОД В ПРОЦЕСС НЕФТЕОБРАЗОВАНИЯ

На примере Мизийской платформы и Предбалканья Северной Болгарии изучены закономерности изменения рассеянного органического вещества (РОВ) на стадии катагенеза в мезозойско-кайнозойских породах разного литологического состава. Установлено, что при преимущественно планктоногенном составе РОВ главная фаза нефтеобразования (ГФН) реализуется на этапах $МК_I$, $МК_2$, $МК_3$, частично $МК_4$ для обеих совокупно-

стей: мергелей, аргиллитов, глинистых алевролитов и известняков, доломитов. Нефтеобразование диагностируется по количеству хлороформенных битумоидов (ХБ"А") в РОВ на основании чередования преобладающего новообразования углеводородов (УВ) и их эмиграции. В составе нормальных алканов эти процессы устанавливаются по новообразованию и убыли низкомолекулярных УВ. Количество бензольных смол понижается при проявлении ГФН. По окончании воздействия ГФН их состав делается менее нейтральным и менее циклическим как следствие частичной трансформации в УВ. На Мизийской платформе во всех породах происходит остаточное накопление асфальтенов, а их состав становится более нейтральным и циклическим, что благоприятствует образованию УВ из них. К концу ГФН в жирных кислотах уменьшается присутствие четных молекул и повышается содержание более высокомолекулярных компонентов вследствие образования нормальных алканов. Следовательно нефтеобразование проявляется во всех частях ХБ"А" и зависит не от литологического типа пород, а главным образом от катагенетической преобразованности РОВ.

KOVALEVICH V.M., Institute of Geology and Geochemistry of Fuel Minerals of the UkrSSR Academy of Sciences, Lvov, USSR

TO THE PROBLEM OF EVOLUTION OF OCEANIC WATER COMPOSITION IN PHANEROZOIC

The idea of evolution of oceanic water composition in Phanerozoic is discussed in literature periodically. In the article main attention is concentrated on the peculiarities of halogenic deposits of marine genesis which testify in favour of reality of this process. Natural dependence of composition of potassium salts on age (the salts of chloride-sulphate composition are in Silurian, Permian, Neogene and the salts of chloride composition are in all the rest periods of Phanerozoic) is one of such typical peculiarities. In our opinion this regularity wouldn't have displayed so distinctly provided stable composition of oceanic water. Quite recently O.I. Petrichenko (1982), with the aid of the method of chemical analysis of solutions of mineral salt spots worked out by him, revealed directed change of ancient salt-bearing basins brine composition in Phanerozoic which coordinates completely with potassium salt composition change. This regularity is proved by us for some Permian and Neogene deposits of Western Europe. Besides, it was revealed that change of ancient salt-bearing basins brine composition in Phanerozoic coordinates with change of endogenic processes intensity on the continents (substraction of endogenic carbon dioxide and others to the surafce) described by A.B.Ronov (1959 et al.). Chloride brine composition is connected with periods of increasing

of carbon dioxide substraction intensity and sulphate one - with periods of decreasing. Obviously, such change of endogenic carbon dioxide substraction intensity displaces oceanic water balance towards sulphate or chloride composition and by means of this causes appropriate change of brine composition of salt-bearing basins. Thus, regular change of brine composition of salt-bearing basins and potassium salt composition on Phanerozoic can be explained. Solving of the regarded problem undoubtedly, will be also facilitated by learning of reasons of displaying of such known regularities as change of isotope composition of evaporite sulphur and calcereous rocks composition at time, timing of sulphur and boron occurences to Permian and Neogene halogenic deposits, dying out of many fauna taxons at certain stratigraphic levels etc.

КОВАЛЕВИЧ В.М., Институт геологии и геохимии горючих ископаемых Академии наук УССР, г. Львов, СССР

К ПРОБЛЕМЕ ЭВОЛЮЦИИ СОСТАВА ОКЕАНИЧЕСКОЙ ВОДЫ В ФАНЕРОЗОЕ

Идея эволюции состава океанической воды в фанерозое периодически обсуждается в литературе. В данной работе акцентировано внимание на особенностях галогенных отложений морского генезиса, свидетельствующих в пользу реальности этого процесса.

Одной из таких характерных особенностей является закономерная зависимость состава калийных солей от возраста (соли хлоридно-сульфатного состава - силур, пермь, неоген, а хлоридного - остальные периоды фанерозоя). При условии стабильного состава океанической воды эта закономерность, по нашему мнению, не проявилась бы так четко. В последнее время О.И.Петриченко (1982) выявлено с помощью разработанного им метода химического анализа растворов включений в минералах солей направленное изменение состава рапы древних солеродных бассейнов в фанерозое, которое полностью согласуется с изменением состава калийных солей. Нами подтверждена эта закономерность для некоторых пермских и неогеновых отложений Восточной Европы. Кроме того, выявлено, что изменение состава рапы древних солеродных бассейнов согласуется с изменением на континентах интенсивности эндогенных процессов (выноса на поверхность эндогенной углекислоты и др. , описанных А.Б.Роновым (1959 и др.). С периодами увеличения интенсивности выноса углекислоты связан хлоридный состав рапы, а с периодами затухания - сульфатный. Очевидно, такое изменение интенсивности выделения эндогенной углекислоты смещает равновесие океанической воды в сторону сульфатного или хлоридного состава и тем самым вызывает соответствующее изменение состава рапы солеродных бассейнов. Таким образом может быть объяснена закономерная смена состава рапы солеродных бассейнов и состава калийных солей в фанерозое.

Решению рассматриваемой проблемы, несомненно, будет способствовать и познание причин проявления таких известных закономерностей, как изменение во времени изотопного состава серы эвапоритов и состава карбонатных пород, приуроченность месторождений серы и бора к пермским и неогеновым галогенным отложениям, вымирание многих таксонов фауны на определенных стратиграфических уровнях и др.

KOVALEVSKY A.L., Geological Institute of the Buryat Department of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Ulan-Ude, USSR

ON THE BIOGEOCHEMICAL PROVINCES WITH HIGH CONCENTRATION OF MERCURY IN PLANTS AND WITH LOW CONTENTS IN THE SOILS AND ROCKS

The significant role of the gaseous forms of mercury in its accumulation by plants supposed previously (Kovalevsky., 1976-83), was substantiated by the studies of recent years. On all studied hydrothermal mineral deposits in the nonbarrier species and parts of plants, accumulating mercury linearly and direct proportional to the content of its available forms in the nutrient medium, the wide biogeochemical haloes of mercury were established. They exceed the regional background of mercury from 20 up to 300 times on the non-mercury deposits and up to 6000 times on the mercury deposits and ore occurrences.

Approximately half of the mercury biogeochemical haloes is not accompanied by the lithochemical haloes of mercury. Their sources appear to be the mobile forms of mercury intensively absorbed by plants but not determined in the soils and rocks because of the volatilization during storage and reducing to powder of the samples. These forms are: the metallic being always succeeded by the gaseous one, gaseous mercury proper and the other gaseous forms as well as dissolved in the waters, adsorbed and saline forms of mercury. The ore fields and zones of the hydrothermally-altered rocks being vast, their mercury-biogeochemical haloes can correspond to the biogeochemical provinces with the high concentrations of mercury in the plants and with the low, close to clark, contents in the soils and rocks. The data obtained indicate the necessity to conduct the mercury ecology investigations by the complex lithobiogeochemical method with the obligatory sampling of species and parts of plants, nonbarrier to high mercury concentrations. Such nonbarrier bio-objects are: the shoots of most herbaceous plants, the leaves and the needles of some species of the wood plants as well as the outer layers of the trunks bark and the dry cones of the conifers from the forest litter. The revealing of the nonbarrier biooojects in the studied areas must be the first stage of the mercury ecology investigations.

КОВАЛЕВСКИЙ А.Л., Геологический институт Бурятского филиала Сибирского отделения Академии наук СССР, г.Улан-Удэ, СССР

О БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРОВИНЦИЯХ С ВЫСОКИМИ КОНЦЕНТРАЦИЯМИ РТУТИ В РАСТЕНИЯХ ПРИ НИЗКИХ СОДЕРЖАНИЯХ В ПОЧВАХ И ГОРНЫХ ПОРОДАХ

Исследованиями последних лет подтверждена предполагавшаяся ранее значительная роль газообразных форм ртути в накоплении ее растениями (Ковалевский,1976-1983). На всех изученных гидротермальных месторождениях и рудопроявлениях разнообразных полезных ископаемых в безбарьерных видах и частях растений, накапливающих ртуть линейно и прямо пропорционально содержанию ее доступных форм в питающей среде, установлены широкие биогеохимические ореолы ртути. Они превышают региональный фон ртути на нертутных месторождениях и рудопроявлениях от 20 до 300 раз, а на ртутных - до 6000 раз.

Приблизительно половина ртутно-биогеохимических ореолов не сопровождается литохимическими ореолами ртути. Очевидно, что их источниками являются подвижные формы ртути, весьма интенсивно поглощаемые растениями, но не определяемые в почвах и горных породах из-за улетучивания при хранении и истирании проб. Такими формами являются: самородная, всегда сопровождающаяся парообразной, собственно парообразная ртуть и другие газообразные, а также растворенные в водах, сорбированные и солевые формы ртути. Ртутно-биогеохимические ореолы рудных полей и зон гидротермально-измененных горных пород значительной площади могут соответствовать биогеохимическим провинциям с высокими концентрациями ртути в растениях при низких, близких к кларку, содержаниях в почвах и горных породах.

Полученные данные свидетельствуют о необходимости проведения исследований по экологии ртути комплексным литобиогеохимическим методом с обязательным опробованием видов и частей растений, безбарьерных к высоким концентрациям ртути. Такими безбарьерными биообъектами являются надземные части большинства травянистых растений, листья и хвоя некоторых видов древесных растений, а также внешние слои корки стволов и опробковевшие шишки хвойных деревьев. Выявление безбарьерных биообъектов в изучаемых регионах должно быть первым этапом экологических исследований ртути.

KURAT GERO, NTAFLOS THEODOROS, BRANDSTÄTTER FRANZ, Naturhistorisches Museum Vienna, Austria; PALME HERBERT, SPETTEL BERNHARD, Max-Planck-Institut für Chemie, Mainz, FRG; PRINZ MARTIN, American Museum of Natural History, New York, USA; and TOURET JAQUES, Vrije Universiteit Amsterdam, The Netherlands

METASOMATISM OF UPPER MANTLE ROCKS FROM ZABARGAD ISLAND, RED SEA

The main peridotite hill ultramafic complex on the island of Zabargad, Red Sea, apparently represents the upper portion of the upper mantle

beneath the Red Sea. This complex intruded the Precambrian basement and overlying sediments. Extensive thermal contact metamorphism of these sediments evidences a high uplift rate. Consequently, the ultramafic rocks are fresh and show only minor retrograde reactions. Thus, the ultramafic complex of the northern peridotite hill of Zabargad represents an almost undisturbed sample of the upper mantle.

The main rocks are harzburgites and lherzolites which show a wide range of tectonic alterations from undisturbed to multiply sheared. The tectonically undisturbed rocks have normal bulk chemical compositions corresponding to mostly depleted upper mantle matter. The mineralogy mostly represents spinel peridotite conditions with minor transitions towards plagioclase peridotite conditions. Mineral compositions are typically of depleted rocks : high Mg/Fe, low Na and Al.

The highly sheared rocks are enriched in incompatible elements to different degrees. Their mineralogy is altered by the growth of neoblasts, most common of clinopyroxene. Common are also hornblende, hercynite and plagioclase. Minor amounts of phlogopite and apatite are sometimes associated with hornblende neoblasts. The newly grown minerals differ in chemical composition from the indigeneous ones by being richer in Na, Ti, and K.

Apparently, sheering is a prerequisite for bulk metasomatism of rocks in the upper mantle. Only in mobile zones there is apparently room provided for fluids to migrate and to react with the minerals present.

Associated with the bulk metasomatized rocks are also sheets and sheetlets (mm to m wide) which consist mainly of monomineralic rocks : clinopyroxenites, orthopyroxenites, olivinites, hornblendites, and plagioclasites. They are mostly very coarse grained (0.5-20 cm) and have fluid inclusions which indicate formation from highly saline H_2O-CO_2 "fluids" under high to intermediate pressures and high temperatures.

Apparently, elemental mobilizations via fluids were wide-spread within the upper mantle beneath the Red Sea and continued to operate during uplift. Since both monomineralic rocks and bulk metasomatized rocks can be found in most ophiolitic complexes, elemental mobilization by fluids appears to be a normal process which is operative probably throughout the Earth's upper mantle.

KURAT GERO, Naturhistorische Museum Postfach, Vienna, Austria

GEOCHEMISTRY OF CHONDRULES: FRACTIONATION PROCESSES IN THE EARLY SOLAR SYSTEM

Chemical and petrological data on chondrules from a variety of chondrites reveal a number of processes having been active upon meteoritic matter early in the history of the Solar System. The most important of which are: 1) Vapor fractionation was active repeatedly during heating events. Depending on the intensities of the heating either highly volatiles only (rare gases), or volatiles (Na,K,Cl), or even moderately refractory elements (Si, Mg,Ni) were lost. 2) Alkali fractionation took place during a highly reduced pre-chondritic stage leading to the formation of K-poor and K-rich lithologies without severely affecting the bulk N_a content. 3) An(Ir,Au)-(Ni-Co) fractionation took place

probably at the same time. Since Ir, a highly refractory element, and Au, a moderately refractory element, have been enriched simultaneously, a separation of (I_r,Au) from (Ni,Co,Fe) must have taken place which could have been achieved under highly reducing conditions by separation of (Ni,Fe,Co) silicides and similar compounds from the metal. 4) Melting of highly reduced pre-chondritic matter took place under oxidizing conditions. The pO_2 could have established the final Fe^0-FeO distribution. 5) Metal-silicate fractionation was very effective during this melting event and led to severe depletions of siderophile elements in chondrules. 6) Metal formed separate bodies (maybe chondrules) and subsequently was partially redeposited onto chondrule and fragment surfaces (coatings and rims). 7) Upon cooling S-saturated gas reacted with the metal and formed sulphides. 8) Agglomeration of the constituents took place at still lower temperature.
The processes identified could also be responsible for the fractionations observed between different chondrite classes and different planets.

KURODA, YOSHIMASU, YAMADA TETSUO and MORIKIYO TOSHIRO, Department of Geology, Shinshu University, Matsumoto, Japan

BEHAVIOUR OF WATER INVOLVED IN METAMORPHISM AND GRANITE PLUTONISM IN VIEW OF HYDROGEN ISOTOPE STUDY

There are various types of granites in regard to partition of D/H ratios and X_{Fe} values between coexisting mica and amphibole.
The difference of these types is due to the difference of the behaviour of water involved in granite plutonism. Metamorphic rocks also can be divided into similar types to those of granites, and orthogneisses characteristically can be distinguished from paragneisses. In metamorphic rocks derived from pelites formation water reacts to carbonaceous matter and methane would be produced. This process may contribute to enrichment of deuterium in the water and it is reflected in D/H ratios of micas in metamorphic pelites according to the grade of metamorphism.

KURZ MARK D., Chemistry Dept., Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, Massachusetts, U S A

HELIUM ISOTOPIC SYSTEMATICS OF OCEANIC VOLCANIC ROCKS: CORRELATIONS WITH THE OTHER NOBLE GASES AND IMPLICATIONS FOR MANTLE DEGASSING

Studies of the helium isotopes in oceanic igneous rocks have led to a number of important generalizations. First, there are significant $^3He/^4He$ variations that can only be attributed to mantle heterogeneity with respect to $(Th+U)/^3He$. Although the mid-ocean ridge basalts (MORB) that are classified as normal-depleted (using

geochemical criteria) have relatively uniform $^{3}He/^{4}He$ ratios (8.4 x the atmospheric ratio, ± .3), there are also significant variations within the MORB population. When the helium isotopic variations are considered with respect to other tracers, such as Sr and Pb isotopes, it is clear that a minimum of three different mantle sources are required. Recent results for the other noble gases such as argon and xenon yield important temporal constraints on the origin of these different sources (Allègre et al.,1983). The highest $^{40}Ar/^{36}Ar$ and $^{129}Xe/^{130}Xe$ ratios are found in those samples that are classified as normal MORB. The short half life of extinct 129I, parent of ^{129}Xe, therefore implies that the mantle source of normal MORB was degassed at least 4.4 billion years ago, and has remained separate from the atmosphere since that time. In contrast, the samples from oceanic islands such as Hawaii, that have the highest $^{3}He/^{4}He$ ratios, are similar to the atmosphere with respect to Ar and Xe isotopes. These samples are either derived from a mantle source that has remained undegassed, or have been contaminated with surficial atmospheric gases. Helium is clearly the least susceptible to contamination, due in part to the low abundance in the atmosphere. These questions are clearly of fundamental importance to understanding the degassing history and structure of the terrestrial mantle.

KUSKOV O.L.,V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences,Moscow,USSR

THE MINERAL COMPOSITION AND THE STRUCTURE OF THE MANTLE TRANSITION ZONE

The aim of the report is to review the new information available on the chemical and phase equilibria and physical properties of minerals that occur within the mantle transition zone. The thermodynamical approach of studying the high-pressure-temperature phase equilibria and comparing mineral properties with the seismologically observed velocities and densities has been developed.

1. The method of construction of thermal equation of state on the base of thermodynamical constants at normal conditions is given. The equations of state for likely candidate minerals of the mantle have been determined and standard thermodynamical functions for these minerals have been calculated.

2. On the basis of the internally consistent thermodynamical constants and the equations of state of mantle minerals the chemical equilibria in the $MgO-FeO-CaO-Al_2O_3-SiO_2$ system pertinent to transformations in the Earth's mantle have been computed. The topology of

multisystems is determined at the pressure-temperature range of the transition zone. The importance of the invariant points for the equilibria occuring at mantle pressures is emphasized.

3. On the basis of phase diagrams and the equations of state of mantle minerals the density and temperature profiles of the transition zone are determined. The resulting density distribution is compared with standard seismic model (PREM). It is shown that chemical reactions could well be responsible for the observed seismic discontinuties. The new interpretation of the fine structure of the 670-km discontinuity is given. As a result, the thermodynamical model of the mineral composition of the transition zone is discussed.

КУСКОВ О.Л., Институт геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского АН СССР, г.Москва, СССР

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ И СТРОЕНИЕ ПЕРЕХОДНОЙ ЗОНЫ МАНТИИ ЗЕМЛИ

При изучении состава, строения и эволюции мантии особые перспективы открывает комплексный подход, объединяющий возможности лабораторного эксперимента, физико-химического моделирования и сейсмического зондирования глубоких недр Земли. С геохимической точки зрения конечная цель такого подхода - построение фазовой диаграммы мультисистемы и моделирование минерального состава мантии. С геофизической точки зрения знание диаграммы состояния достаточно общего химического состава позволяет предсказать возможные сейсмические аномалии и определить их интенсивность.

В рамках изложенной постановки:

I. Разработан метод построения термического уравнения состояния твердых фаз на основе термодинамических констант при нормальных условиях, ориентированный на расчет химических и фазовых равновесий в широком интервале температур и давлений. С помощью полученных уравнений состояния из экспериментальных P-T кривых равновесий рассчитаны стандартные термодинамические функции фаз высокого давления для некоторых минералов мантии.

2. Изучена термодинамика химических и фазовых равновесий в рамках системы MgO-FeO-CaO-Al_2O_3-SiO_2 и построены диаграммы состояния мультисистем в интервале 100-300 кбар и 1000-2500°К, моделирующие последовательность фазовых соотношений в мантии и служащие основой корректного анализа условий эндогенного минералообразования.

3. На этой основе и рассчитанных тепловых и объемных эффектов химических реакций определены профили распределения температуры и плотности в переходной зоне мантии Земли. В результате предложена термодинамическая модель минерального состава переходной зоны, существенно дополняющая современные сейсмологические модели. Дана оригинальная трактовка тонкой структуры сейсмической границы на глубине 670 км.

KUZNETSOV O.L., ZUBAJRAEV S.L., PETUKHOV A.V., All-Union Research Institute of Nuclear Geophysics and Geochemistry of the USSR Ministry of Geology, Moscow, USSR

FORMATION PROCESSES AND MANIFESTATION FORMS OF GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL ANOMALIES PLACED OVER HYDROCARBON DEPOSITS

Over hydrocarbon deposits, anomalous high hydrocarbon concentrations spatially coincide with anomalies of microelements, neogenic minerals and lithophysical properties of rocks. Such paragenesis of anomalies within oil and gas bearing structures is caused by intensive transfer of liquid, vapour and gas hydrocarbons through zones of hightened filtration potential. Oxidizing-reducing reactions in such zones are accompanied by hydrocarbons destruction, exothermal effects, changes of physico-chemical parameters of geological environment, redistribution of chemical elements in "water-rock" system, by formation of secondary dispersed mineralization, by changes of lithophysical properties and rock microbiological specialization. In geological formations over oil-bearing deposits these changes are so considerable that they can be fixed by geophysical and geochemical methods as subvertical zoned ring-shaped geophysical and biogeochemical anomalies. Paragenetic association of the mentioned anomalies over productive structures has fundamental significance for combined utilization of geophysical and geochemical methods in oil and gas prospection.

КУЗНЕЦОВ О.Л., ЗУБАЙРАЕВ С.Л., ПЕТУХОВ А.В., Всесоюзный научно-исследовательский институт ядерной геофизики и геохимии Министерства геологии СССР, г.Москва, СССР

ПРОЦЕССЫ ОБРАЗОВАНИЯ И ФОРМЫ ПРОЯВЛЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ И ГЕОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ НАД МЕСТОРОЖДЕНИЯМИ НЕФТИ И ГАЗА

Над залежами нефти и газа аномально высокие концентрации углеводородов пространственно совпадают с аномалиями микроэлементов, минеральных новообразований и литофизических свойств пород. Парагенезис таких аномалий в пределах нефтегазоносных структур обусловлен интенсивным переносом жидких, парообразных и газовых углеводородов по зонам аномально низких напряжений, отождествляемых с участками повышенных фильтрационных свойств горных пород. Окислительно-восстановительные реакции в таких зонах сопровождаются деструкцией углеводородов, экзотермическим тепловым эффектом, изменением физико-химических параметров среды, перераспределением химических элементов в системе "вода-порода", образованием вторичной рассеянной минерализации, изменением литофизических свойств и микробиологической специализации пород. Над нефтегазоносными месторождениями эти

изменения настолько значительны, что фиксируются геофизическими и геохимическими методами в виде субвертикальных зонально-кольцеобразных геофизических, геохимических и биогеохимических аномалий. Парагенетическая взаимосвязь таких аномалий над продуктивными структурами имеет фундаментальное значение для комплексного использования геофизических и геохимических методов при поисках месторождений нефти и газа.

LAPAEV G.P., "YAKUTSKGEOLOGIA" Industrial Geological Management of the RSFSR Ministry of Geology, Yakutsk, USSR

BRYOGEOCHEMICAL METHOD OF ORE PROSPECTING

This is a new geochemical method of ore prospecting involving water moss sampling. The method consists in studying the distribution of chemical elements in surface waters based on water mosses. The data obtained are useful for evaluating ore deposits. The method is considered to be a variety of the hydrogeochemical method in which mosses act as natural water concentrates. It is based on regularities of both minor elements migration in waters and migration of waters themselves; close relationship between elementary composition of moss (rootless plant) ash and that of dissolved mineral substances in their feeding waters; high ability of mosses to concentrate minor elements; their tolerance to waters rich in minor elements; wide areal and ecological distribution of water mosses. The method is applicable to areas with rather high moisture content: from tundra to damp tropics.

Having the main advantages of the hydrogeochemical method, i.e. its deep-range and universal character, the bryogeochemical variety is free of information noise caused by great temporal fluctuations of element contents in waters. The method is preferable over the lithogeochemical one based on stray in the areas of glacial and eolian deposits, in marsh lands, and in regions with a thick cover of loose deposits.

Bryogeochemical surveying may be effective in solving ecological problems, e.g. in evaluating excessive and deficient elements in landscapes and monitoring environmental pollution with chemical elements.

ЛАПАЕВ Г.П., ПГО "Якутскгеология" МГ РСФСР, г.Якутск, СССР

БРИОГЕОХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД ПОИСКОВ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Бриогеохимическим назван новый геохимический метод поисков, объектом опробования которого служат водные мхи. Сущность метода

заключается в изучении распределения химических элементов в поверхностных водах путем опробования растущих в них мхов с последующим прогнозом месторождений. Бриогеохимический метод можно считать разновидностью гидрогеохимического метода, в которой мхи играют роль природных концентратов вод. Основой метода служат: закономерности миграции микроэлементов в водах и миграции самих вод; тесная зависимость элементного состава золы мхов (бескорневых растений) от элементного состава минерального вещества питающих их вод; способность мхов интенсивно концентрировать микроэлементы; толерантность мхов к высоким содержаниям микроэлементов в водах; широкая площадная и экологическая распространенность водных мхов. Метод применим в районах достаточного увлажнения: от тундры до влажных тропиков. Обладая основными достоинствами гидрогеохимического метода (глубинностью, универсальностью), бриогеохимический метод лишен информационных шумов, обусловленных большой флуктуацией во времени содержаний элементов в водах. Бриогеохимический метод имеет существенные преимущества перед литогеохимическим методом поисков по потокам рассеяния в районах развития ледниковых и эоловых отложений, на заболоченных площадях и в районах с мощным чехлом рыхлых отложений.

Бриогеохимическая съемка может быть эффективно использована для решения экологических задач: оценки избытка-недостатка элементов в ландшафтах и мониторинга загрязнения среды химическими элементами.

LAUL J.C., Radiological Sciences Department, Battelle-Northwest Laboratorie Richland, Washington, U S A

THE LUNAR REGOLITH: CHEMISTRY OF SIZE FRACTIONS

Fourteen surface-matured soils (10084, 12001, 12033, 14163, 15221, 15271, 64501, 67461, 72501, 76501, 7821, 21000, 22001 and 24999) from all the six Apollo and three Luna sites were sieved into four size fractions (>90, 90-20, 20-10 and <10 μm). Seventy bulk and size fractions were analyzed for 31 major, minor and trace elements by INAA. To first approximation, the chemistry of coarse (>90, 90-20 and 20-10 μm) fractions is nearly identical but quite different from the <10 μm fine fractions, and this appears to be a moonwide phenomenon. The <10 μm fraction is consistently more feldspathic and enriched in incompatible (LIL) elements or KREEP in all soils. Specifically, the <10 μm fraction is enriched in Al_2O_3, CaO, Na_2O, K_2O, light REE, and Th and depleted in MgO, FeO, MnO and Sc relative to the coarse fractions or bulk soil. The observed enrichment and depletion can largely be explained by simple comminution of mesostasis and feldspar with their preferential incorporation in the finer fractions. There is evidence that agglutinate glasses mimic the chemistry of the <10 μm fractions indicating that agglutinates are formed preferentially by fusion of the finest fraction (F^3 model). Soils are largely derived from local sources. Lateral transport over short distances, simple comminution and vertical mixing of the regolith appear to be the dominant processes for the observed LIL enrichment in the <10 μm fine fractions and in general, the regolith evolution.

LAVRUKHINA A.K., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

ON NUCLEOSYNTHESIS OF THE SOLAR SYSTEM MATTER IN THE LIGHT OF NEW DATA OF ISOTOPIC ANOMALIES IN METEORITES

The last years are marked by the discoveries of many element isotopic anomalies in the separated phases of chondrites. It is a matter of principle for the study of some problems of the nucleosynthesis of the Solar system substance. We made an attempt to consider the characteristics of some nucleosynthesis processes and to use them as a criterion for choice of a model of the protosolar matter origin. The main attention was given the nucleosynthesis process with high-energy particles accelerated by hydrodynamic shock waves which during explosion of such astrophysical objects as pulsars, active galactic nuclei and supernova event have taken place. As the monitors of high-energy nuclear reactions were used the isotopes of Li, Be, B the by-passed isotopes and also ^{40}K and ^{50}V. These isotopes could not have been formed by neither thermonuclear reactions nor s- and r- processes during the star evolution and supernova event. We have made the calculations for the model based on an idea that an explosion of cosmic objects leads simultaneously to the explosive nucleous burning of to the particle acceleration and to the spallation reactions. The results of the calculations were compared with the cosmic abundances of the mentioned isotopes. It allows to determine the parameters of irradiations during different stages of the protosolar matter evolution and the time characteristics of main acts of nucleosynthesis. Using these data, and also the primary isotopic ratios for the natural radioelements, and their decay products, the isotopic composition anomalies of many elements in carbonaceous chondrites and some astrophysical observations, we propose the following sequence of events of the protosolar matter genesis. (1) The common galactic nucleosynthesis (an explosion of the Galaxy active nucleus or massive supernova bursts) 10.6×10^9 years ago, (2) The formation of second generation stars into a dark gas-dust nebula $\geqslant 4.7 \times 10^9$ years ago, (3) The evolving star of second generation of $M \gtrsim M_{\odot}$ ($\tau \sim 10^6$ years), (4) The supernova stage 4.7×10^9 years ago, (5) The expanding supernova envelope ($\tau \lesssim 10^7$ years) and (6) The star formation into an old supernova (formation of the protosun).

ЛАВРУХИНА А.К., Институт геохимии и аналитической химии им.В.И.Вернадского АН СССР, Москва, СССР

О НУКЛЕОСИНТЕЗЕ ВЕЩЕСТВА СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ В СВЕТЕ НОВЫХ ДАННЫХ ОБ ИЗОТОПНЫХ АНОМАЛИЯХ В МЕТЕОРИТАХ

Последние годы ознаменовались открытием изотопных аномалий многих элементов в отдельных минеральных фазах хондритов. Это имеет важное значение для решения некоторых проблем нуклеосинтеза вещества Солнечной системы. В работе сделана попытка рассмотреть характеристики некоторых процессов нуклеосинтеза и использовать их в качестве критерия для выбора модели генезиса протосолнечного вещества. Основное внимание уделялось процессу нуклеосинтеза под действием быстрых частиц, ускоренных ударными волнами, которые возникают при взрывах таких астрофизических объектов, как квазары, ядра галактик, и при вспышках сверхновых. В качестве индикаторов высокоэнергичных ядерных реакций использованы изотопы Li , Be и B, обойденные изотопы, а также ^{40}K и ^{50}V . Они не могут образоваться ни в термоядерных реакциях, ни в s – и r –процессах в период эволюции звезд и вспышек сверхновых.

Выполнены расчеты для модели, основанной на идее, что взрыв космических объектов приводит одновременно к взрывному ядерному горению, ускорению частиц и реакциям расщепления. Результаты расчетов сопоставлялись с космической распространенностью указанных изотопов. Это позволило определить параметры облучения на различных стадиях эволюции протосолнечного вещества и временные характеристики основных актов нуклеосинтеза. Используя эти данные, а также первичные изотопные отношения для естественных радиоэлементов и продуктов их распада, аномалии в изотопном составе элементов в углистых хондритах и некоторые астрофизические наблюдения, мы предложили следующую последовательность событий генезиса протосолнечного вещества: 1) единый галактический нуклеосинтез (взрыв ядра Галактики или массивных сверхновых) 10,6 10^9 лет назад; 2) образование звезд второго поколения в темном газопылевом облаке $\geq$ 4,7 10^9 лет назад; 3) эволюционирующая звезда второго поколения с $M \geq M_{\odot}$ ($\tau \sim 10^6$ лет); 4) стадия сверхновой 4,7 10^9 лет назад; 5) расширяющаяся оболочка сверхновой ($\tau \leqslant 10^7$ лет); 6) звездообразование в старом остатке сверхновой (образование протосолнца).

LEIN A.Yu., IVANOV M.V., Institute of Biochemistry and Physiology of Microorganisms of the USSR Academy of Sciences, Laboratory of Biogeochemistry, Pushchino, USSR

BIOGEOCHEMISTRY OF SULPHUR IN SEDIMENTS OF THE MODERN OCEAN

Sulphur-containing rocks and ores are formed in the sedimentary envelope of the Earth primarily by biogeochemical processes. The present work was aimed at the combined lithological and geochemical studies of the scale, pattern as well as mineralogical and geochemical results of biogeochemical processes of the sulphur cycle during diagenesis of modern ocean sediments. These processes are widely spread in upper 3-6 m of sediments in continental (Baltic, Black, Caspian) and marginal seas (Bering, South China, Tasman, Gulf of California) as well as in sediments of various geomorphological zones of the ocean down to the depth 3000-5000 m. The relation between a daily intensity of sulphate reduction and $\delta^{34}S$ of reduced sulphur (mean values for the upper 1 m horizon of sediments) annual production of reduced sulphur and C_{org} consumption for this process in sediments of various zones of the World ocean are given in the Table:

Depth range, m	$\delta^{34}S$ of pyrite sulphur, ‰	Reduced sulphur production		C_{org} consumption $Tg \cdot year^{-1}$
		$g \cdot kg^{-1} \cdot day^{-1}$	$Tg \cdot year^{-1}$	
Shelf, 0-50	-24,2	55,6	79,2	59,5
Shelf, 50-200		37,2	53,1	40,0
Continental slope, 200-1000	-33,2	28,2	201,0	151,0
Continental slope, 1000-3000		5,5	158,6	119,2
Depth more than 3000 m	-41,1	1,0	-	-
Total:			491,9	369,7

The calculation of the sulphur material and isotopic balance showed that about 126 Tg S are buried in sediments annually (Volkov, Rozanov, 1983) at a mean value of $\delta^{34}S$ = -20.5‰.

ЛЕИН А.Ю., ИВАНОВ М.В., Институт биохимии и физиологии микроорганизмов Академии наук СССР, лаборатория биогеохимии, г.Пущино, СССР

БИОГЕОХИМИЯ СЕРЫ В ОСАДКАХ СОВРЕМЕННОГО ОКЕАНА

Биогеохимические процессы являются ведущими при формировании серосодержащих пород и руд в осадочной оболочке Земли. Задачей работы бы-

ло комплексное литолого-геохимическое изучение масштаба, закономерностей и минералого-геохимических результатов биогеохимических процессов круговорота серы при диагенезе осадков современного океана. Эти процессы широко распространены в верхних 3-6 м отложений внутриконтинентальных (Балтийское, Черное, Каспийское) и окраинных морей (Берингово, Южно-Китайское, Тасманово, Калифорнийский залив), а также в осадках различных геоморфологических зон океана до глубин 3000-5000м. Взаимосвязь суточной интенсивности процесса сульфатредукции и величины $\delta^{34}S$ восстановленной серы (средние данные для верхнего метрового горизонта осадков), расчет годовой продукции восстановленной серы и потребление $C_{орг}$ при этом процессе в осадках различных зон Мирового океана приведены в таблице.

Интервал глубин, м	$\delta^{34}S$ серы пирита, ‰	Продукция восстановленной серы		Потребление $C_{орг}$, млн.т·год$^{-1}$
		мкг·кг$^{-1}$·сут$^{-1}$	млн.т·год$^{-1}$	
Шельф 0-50	-24,2	55,6	79,2	59,5
Шельф 50-200		37,2	53,1	40,0
Континентальный склон 200-1000	-33,2	28,2	201,0	151,0
Континентальный склон 1000-3000		5,5	158,6	119,2
Глубины более 3000 м	-41,1	1,0	-	-
Всего	-	-	491,9	369,7

Расчет материально-изотопного баланса серы показал, что в осадках ежегодно захоронается порядка 126 млн.т серы (Волков, Розанов, 1983) со средней величиной $\delta^{34}S$ = -20,5‰.

LETOLLE RENE, Université Pierre et Marie Curie, Paris, France

RECENT ADVANCES IN OXYGEN 18 GEOCHEMISTRY

For decades now, oxygen isotopes study has proved a powerful tool in practically all fields of earth sciences. The first period of investigation which began in the thirties, was mostly devoted to estimate isotope fractionation constants for various chemical and physical reactions of geological interest, and to reconnoitre the ^{18}O variations extent in various media. After 1955, much work was devoted to specific problems, especially in the field of hydrology and sedimentology. Due to more difficult technological problems, the study of igneous and metamorphis rocks never prompted as many studies as those relative to the

carbonate-water system. This appears to have changed a little these last years.
The present paper will try to bring out the most significant trends in oxygen isotope geochemistry and is based on papers published these very last years.

LEVSKY L.K., Institute of Precambrian Geology and Geochronology of the USSR Academy of Sciences, Leningrad, USSR

THE RARE GAS ISOTOPES AND THE EARTH AND OTHER PLANETS ORIGIN

When, of what substance and under which circumstances has the solar system as a whole and planets, including the Earth, been formed? These are main questions the cosmogony and its modern trend - the isotopic cosmogony must give answer.
The rare gas isotopes from helium to xenon because of their special physical and chemical properties, enable us to study planetary (and protoplanetary) substance, beginning from the nucleosynthesis epoch. The "relationship" of the solar system's various objects is mainly defined by rare gas isotopic composition, their atomic distribution and, finally, by gas contents in planets and meteorites of the various types.
On the basis of the xenon (^{129}Xe and ^{136}Xe) radiogenic isotope contents investigation and nuclear astrophysic data one can carry out the estimation of the interval duration of planets and meteorites formation. The divergence of results in the estimation of the formation interval duration calculated on iodine and plutonium cosmochronometers led to the hypothesis about "neighbouring" supernovae (Hohenberg, 1967) which not only added some quantity of "fresh" substance but is served as a trigger for the solar system formation.
The leites ^{26}Mg discovery led to complication of the hypothesis on supernovae: the double supernovae, from which precisely the latter is the trigger.
Without denying the possibility of this model realization, the model (Levsky, 1982) is suggested as an alternative in which planets and sun itself formation is result of two gas-dust clouds collision wich have different thermonuclear origin.
In general case these clouds formation time differing and the coincidence of formation interval duration, according to $^{129}I - ^{129}Xe$ and $^{244}Pu - ^{136}Xe$, can be achieved by mixing "younger" substance (with higher $^{129}I/^{244}Pu$ ratio) and "older" one.
The two-reservoirs model enables us to estimate primordial for the Earth and other planets rare gases isotopic composition. This action considerably broadeus possibility for investigation of the early stages of planetary substance evolution.

ЛЕВСКИЙ Л.К., Институт геологии и геохронологии докембрия АН СССР, г.Ленинград, СССР

ИЗОТОПЫ БЛАГОРОДНЫХ ГАЗОВ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЗЕМЛИ И ДРУГИХ ПЛАНЕТ

Когда, из какого вещества и при каких обстоятельствах образовалась Солнечная система в целом, и планеты, включая Землю, в частности; являются теми основными вопросами, на которые должна ответить космогония и ее современное направление – изотопная космогония.

В силу особых химических и физических свойств изотопы благородных газов от гелия до ксенона представляют уникальную возможность изучения планетного (и протопланетного) вещества начиная с эпохи нуклеосинтеза.

Степень "родства" различных объектов солнечной системы во многом определяется изотопным составом благородных газов, их атомной распространенностью и, наконец, содержанием газов в планетах и метеоритах различных типов.

На основании изучения содержания радиогенных изотопов ксенона (^{129}Xe и ^{136}Xe) и данных ядерной астрофизики можно выполнить оценки длительности интервала образования планет и метеоритов. Расхождение результатов оценки длительности интервала образования, рассчитанной по иодному и плутониевому космохронометрам, привело к гипотезе о "соседней" сверхновой (Хоенберг, 1967), которая не только добавила некоторое количество "свежего" вещества, но и послужила триггером для образования Солнечной системы. Открытие впоследствии радиогенного ^{26}Mg приводит к усложнению гипотезы сверхновой: необходимы две сверхновых, из которых именно последняя является пусковым механизмом.

Не отрицая возможности реализации подобной модели, в качестве альтернативной предлагается модель (Левский, 1982), в которой образование планет и самого Солнца является результатом столкновения двух газово-пылевых облаков, имеющих различное термоядерное происхождение.

В общем случае время образования этих облаков различно и смешением вещества более "молодого" (с более высоким отношением $^{129}I/^{244}Pu$) и более "древнего" достигается совпадение длительности интервала образования по $^{129}I - ^{129}Xe$ и $^{244}Pu - ^{136}Xe$.

Двухрезервуарная модель позволяет оценить первичный для Земли и других планет изотопный состав благородных газов и тем самым в значительной степени расширяет возможности для изучения ранних этапов планетного вещества.

LI SONGJUN, WU BIHAO, LI XING, CHEN YOUNGZHI, Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, China; CHEN SHAOMOU, LU XIUYUN, WU CHUANZHI, GU SENCHANG, South China Sea Institute of Oceanology, Academia Sinica, Beijing, China

PRELIMINARY STUDY ON THE EXISTENT STATE OF THE ELEMENTS IN SEDIMENTS FROM NORTH OF SOUTH CHINA SEA

The existent state of major and trace elements in the submarine sediments may be simply divided into four types: continental detritus, clay-mineral adsorption, carbonates and simultaneous deposition with oxide colloids. In most cases the elements may have several different existent state, but differ in their proportions. This numerical relation has been given quantitatively by means of physico-chemical method. The samples were from the continental shelf, land slope and the deep-sea basin. The result of the study indicates that the existent state of these elements mainly depend on their geochemical properties and the sedimentary environment or the modes of the sedimentation. In South China Sea the environment of deep-sea sedimentary area is evidently different from those in the inland shelf area and the relict sedimentary area. In former condition the deposit of Fe-Mn oxide colloids plays an important role, therefore the contents of Mn, Mo, Cu, Co, Ni, and Ba are much higher than those in the other two areas. The activities of geochemistry of the trace elements here are similar to those in the ocean, and may be arranged in the following order: $Zr < Fe < Li < B < Rb < Cr < V < Ba < Cu < Co < Ni < Sr < Mn$. However, in the areas of inland shelf and relict sedimentary area adsorption and simultaneous carbonate deposition have a more important role. All these led the elements to be separately concentrated in different sediments.

LIU LIN-GUN, Research School of Earth Sciences, Australian National University, Canberra, Australia

PHASE TRANSFORMATIONS AND IMPLICATIONS FOR MANTLE DYNAMICS

High-pressure and high-temperature phase transitions observed in the system MgO-FeO-CaO-Na_2O-Al_2O_3-SiO_2 relevant to mantle composition are reviewed. In a descending lithosphere, metastable phase transitions of these silicates are inevitably occurring. Enormous energies would be dissipated suddenly through these metastable phase transitions, which may cause earthquakes within the descending lithosphere. The transitions, however, have little or an opposing effect on the tectonic engine driving the motion of plates into the mantle. It is the convective motion of the mantle itslef which drags the lithosphere into the mantle and causes the materials of the descending lithosphere to undergo various metastable phase transformations.

LLANOS ASUNCION JOSE, Servicio Geológico de Bolivia - Proyecto Precámbrico, Santa Cruz, Bolivia

EASTERN BOLIVIA MINERAL EXPLORATION

The Eastern Bolivia Exploration Project "Proyecto Precambrico" is a Bolivian-British government technical cooperative programme to survey the geology and mineral potential in an unexplored area of 220.000 km^2.

The project area is the SW continuation of the Central Brazilian Shield. The major part of the area is mantled by a dense forest. Mapping and geochemical exploration was undertaken using aerial photographs and LANDSAT imagery.

20.535 geochemical samples were analyzed, producing a total of 306.336 element determinations. In preparation for analysis, the ground samples and active stream sediments were oven-dried, sifted in BSS-100 mesh, quartered and ground in BSS-150 mesh.

Analyzed Elements

Ag, As, Au, B, Ba, Be, Co, Cr, Cu, F, Fe, La, Li, Mo, Mn, Ni, Nb, P, Pb, Sn, Sr, W, Y, Zn, Zr

The regional geochemical variation is significant and the fraction of -100 mesh in stream sediments produces an adequate geochemical contrast.

Important geochemical anomalies were determined using this method of sampling and analysis: in the Igneous Rincón del Tigre Complex (Ni and Cu), in the carbonite complex of Cerro Manomó (Po_5, "U", Th), Serrania San Simón (Au), the San José de Chiquitos Inlier (Cu) and geochemical association (Cu-Pb-Zn), four zones with uranium anomalies found indicating a disseminated types of mineralization between the granite-gneiss basement rocks and the type of unconform mineralization associated with the Sunsás Group basement-unconformity, and finally, significant concentrations (Mn, and Fe).

FERNANDO LOPEZ-VERA, Department of Geology and Geochemistry., Universidad Autónoma de Madrid, Spain

GEOMORPHOLOGICAL AND PALEOCLIMATOLOGICAL EFFECT ON THE DYNAMICS OF GROUND-WATER IN THE TERTIARY DETRITAL BASIN OF MADRID (SPAIN)

The aquifer of the Madrid basin is made up of detrital materials and has a surface area of 6000 Km^2 and a thickness, at some points, of 3000 m.

The ground-water flow is determined by the geomorphological evolution undergone by the basin from the Pliocene to the present. Five different flow systems were found, which are connected with the

present drainage network, which was formed, exactly as it is now in 7.000 years B.P.. A deep flow was also found, which was brought about by the existing hydrogeological conditions over 1.800.000 years ago.

Climatic conditions of the basin have, in the past, varied through diverse degrees of aridness, and at present the area is semi-arid with continual Recharge of the aquifer takes place as a result of climatic impulses during wet periods.

Geomorphological, hydrogeological and geochemical methods were used in this study (chemical analysis of the water: ^{14}C, ^{3}H, $\delta^{13}C$, δ^{180} and ^{2}H).

MAKRYGINA V.A., A.P.Vinogradov Institute of Geochemistry of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Irkutsk, USSR

THE GEOCHEMISTRY OF METAMORPHISM AND THE POSSIBILITY OF RECONSTRUCTING ANCIENT LITHOGENESIS PECULIARITIES

1. The isochemical metamorphism character of various facial series during the greenschist-amphibolite facies (up to mass-scale granitization) is proved. Exceptions are H_2O, CO_2 and elements with limited isomorphous possibilities (U, Au, B, a.o.). The observed variations in the layers composition are usually connected with facies changes, diagenesis or postvolcanic hydrothermal activity. The existance of different types of metamorphism is conditioned by the creation of characteristic T, P and fluid regimes in formations distinguished by strata composition and tectonic evolution.

2. The knowledge of these regularities allows not only to reconstruct the primary rock type by its petrochemistry. It is also possible to restore by relations between B, Li, Sr and other trace elements paleogeographical conditions of rock sedimentation and to determine by the level of REE, Ti, Zr, Nb, Ni, Cr and other concentrations in metavolcanites and products of their destruction the geodynamic situations of their origin. The analysis of element relations, which are characteristic of the sedimentation conditions change along the lithogenesis profile (Mg:Zn, Sn:B, Rb:B, Ca:Sr, Ca:Ba), helps to clear up the dislocation of source areas during the ancient strata accumulation

3. In contrast to metamorphism the granitization leads to radical changes of the rock composition. However, the migmatite complexes accompanying metamorphic series of various pressure differ by their morphology, geochemical peculiarities and the specialization of attendant pegmatite belts since the fluid regime was inherited from the progressive metamorphism stage. In the granitization of a lower pressure the role of silica-alkaline metasomatism grows, the part of H_2O in fluids decreases and the role of F, B, P increases. The trace-

element composition of migmatites, granites and pegmatites is determined in complexes of a heightened pressure by the metamorphic strata composition and in those of a low pressure by the composition of juvenile granitizing solutions. But in spite of such a deep rock transformation the inheritance of major geochemical peculiarities of the initial rocks allows to judge of their nature.

МАКРЫГИНА В.А., Ин-т геохимии им. А.П. Виноградова СО Академии наук СССР, Иркутск, СССР

ГЕОХИМИЯ МЕТАМОРФИЗМА И ВОЗМОЖНОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ ОСОБЕННОСТЕЙ ДРЕВНЕГО ЛИТОГЕНЕЗА

I. Доказан изохимический характер метаморфизма разных фациальных серий в интервале зеленосланцевая-амфиболитовая фация (до массовой гранитизации пород). Исключение составляют H_2O, CO_2 и элементы с ограниченными изоморфными возможностями (U, Au и др.). Наблюдающиеся вариации состава пластов обычно связаны с фациальной изменчивостью при осадконакоплении, с диагенезисом или поствулканической гидротермальной деятельностью. Существование разных типов метаморфизма обусловлено созданием характерных T, P и флюидных режимов в формациях, отличающихся по составу толщ и тектоническому развитию.

2. Знание этих закономерностей не только позволяет реконструировать тип исходных пород по их петрохимии. По соотношению B, Li, Sr и др. элементов-примесей в породах можно восстанавливать палеогеографические условия их осадконакопления, а по уровню концентраций РЗЭ, Ti, Zr, Nb, Ni, Cr, Co в метавулканитах и продуктах их разрушения определять геодинамические обстановки их формирования. Анализ отношений элементов, характерных для смены условий осадконакопления по профилю литогенеза (Mg:Zn, Sn : B, Rb:B, Ca:Sr, Ca:Ba), помогает выяснить расположение областей сноса при накоплении древних толщ.

3. В отличие от метаморфизма гранитизация приводит к коренным изменениям состава пород. Однако мигматитовые комплексы, сопровождающие метаморфические серии разных давлений, различаются по морфологии, геохимическим особенностям и специализации сопутствующих пегматитовых поясов, что связано с унаследованием флюидного режима прогрессивного этапа метаморфизма. В сериях низких давлений в процессе гранитизации возрастает роль кремнещелочного метасоматоза, во флюидах уменьшается доля H_2O по сравнению с B, P, F. Редкоэлементный состав мигматитов, гранитов и пегматитов в комплексах повышенных давлений определяется составом метаморфической толщи, а при низких давлениях – составом ювенильных гранитизирующих растворов. Но и при столь глубоких преобразованиях унаследование коренных геохимических характеристик исходных пород позволяет судить об их природе.

MAKSIMOVIC ZORAN and JOVANOVIC LARISA, Faculty of Mining and Geology, Yugoslavia

GEOCHEMICAL PROCESSES IN THE UPPER MANTLE WITH REFERENCE TO SPINEL PERIDOTITES IN THE BALKAN PENINSULA

Upper mantle peridotites are characteristic rock types in a belt running from Yugoslavia through Greece into Turkey. Two following ultramafic zones occur in Yugoslavia in this belt: (a) the Central ultramafic zone of the Dinarides, with lherzolite as predominant rock type and (b) the Inner ultramafic zone of the Dinarides, where harzburgite and dunite are predominant and lherzolite almost absent. Based on a large number of microprobe analyses of coexisting olivine, ortho- and clinopyroxene and spinel, distribution coefficients of Fe, Ni, Mn and Cr were calculated in both ultramafic zones, as well as closure temperatures of subsolidus ion-exchange reactions using various mineralogical geothermometers. Pressures and depths at which closure temperatures occurred are estimated by olivine and orthopyroxene geobarometers.

According to the results obtained there is a striking difference in the closure temperatures among coexisting minerals between two ultramafic zones, indicating different thermal history of the upper mantle material below them.

Distribution coefficients among coexisting minerals show an effective enrichment of the spinel phase by transition elements (Fe, Mn, Cr) in the Inner (harzburgite) zone, indicating different geochemical processes in the formation of two ultramafic zones.

A comparative study of the P-T conditions of formation of spinel peridotites in the Balkan Peninsula and some other regions (Kapfenstein, Austria; New Caledonia) shows a strong dependence of their composition upon the regional tectonical setting and the history of uplift.

MATSUO S., Department of Chemistry Tokyo Institute of Technology O-okayama, Meguro-ku Tokyo , Japan

OCCURRENCE AND CHEMICAL FORM OF VOLATILES IN THE MANTLE

Distribution and occurrence of volatiles in the mantle including isotopic information give a basis for the tectonic disturbances taken place in the earth's mantle.

In this paper, the author puts much emphasis upon carbon bearing species to see what is the prevailing chemical form, what is the amount and what is the isotopic composition in the present mantle. Some additional information on mantle water and nitrogen bearing species will also be given.

MASON DOUGLAS ROSS, Geology Department, University of Newcastle, Newcastle, Australia

CHEMISTRY OF FERROMAGNESIAN MINERAL INCLUSIONS IN GRANITOID PLAGIOCLASES - THEIR BEARING ON THE ORIGIN OF GRANITOID MAGMAS

Studies of ferromagnesian mineral inclusions in cores of granitoid plagioclases have been made on two Permian plutons in the Barrington Tops region of the Lachlan Mobile Zone, New South Wales, Australia. The plutons are dominated respectively by pyroxene granodiorite and (pyroxene-)hornblende-biotite granodiorite. Generally euhedral ferromagnesian inclusions, < 0.15 mm in size, are present in unzoned mottled plagioclase cores of both representative rocktypes.

Electron microprobe analyses of the inclusions and discrete ferromagnesian crystals reveal little compositional difference. Results for the pyroxene granodiorite are: orthopyroxene inclusions $Ca_{2.5}Mg_{54.2}Fe_{43.4}$, discrete orthopyroxene $Ca_{2.5}Mg_{56.9}Fe_{40.7}$; clinopyroxene inclusions $Ca_{44.4}Mg_{38.1}Fe_{17.5}$, discrete clinopyroxene $Ca_{46.2}Mg_{38.7}Fe_{15.1}$. Apart from bulk rock compositional differences, similar results are observed in the (pyroxene-)hornblende-biotite granodiorite: clinopyroxene inclusions $Ca_{46.6}Mg_{32.1}Fe_{21.3}$, discrete clinopyroxene $Ca_{45.6}Mg_{34.5}Fe_{19.9}$; orthopyroxene inclusions $Ca_{3.7}Mg_{45.4}Fe_{51.0}$, cummingtonite pseudomorphs after discrete orthopyroxene $Ca_{3.2}Mg_{51.4}Fe_{45.4}$; hornblende inclusions $Ca_{28.8}Mg_{33.1}Fe_{38.1}$, discrete hornblende $Ca_{27.1}Mg_{36.1}Fe_{36.8}$.

On the bases of their euhedral crystal forms and chemical similarity to coexisting discrete magmatic phases, it is concluded that the ferromagnesian mineral inclusions represent early magmatic phases trapped within early magmatic plagioclase. It is therefore unlikely that the plagioclase cores represent residual source material (restite), as suggested in some recent theories of granitoid genesis.

MATTEY DAVID P., PILLINGER C.T., SEAL M., MILLEDGE H.J., and MENDELSSOHN M.J., Planetary Sciences Unit. Department of Earth Sciences, University of Cambridge, UK

CARBON ISOTOPIC VARIATION IN DIAMONDS

Recent studies of the isotopic composition of carbon in diamonds reveals a wide range in $\delta^{13}C$ from -34‰ to +2‰. The origin of a range in $\delta^{13}C$ of at least 36‰ in carbon from the upper mantle is problematical as it is not yet clear whether large scale fractionation of carbon isotopes can take place during diamond growth or whether isotopic variability in diamonds reflects growth from a

variety of district carbon reservoirs. In this paper we summarized the results of a detailed study of carbon isotopic variation across individual diamonds and a more general study of carbon isotopes in diamonds classified according to spectral type and provenance.
The study of isotopic zonation in diamonds was accomplished using a laser dissection technique which allows the measurement of carbon isotopes in selected areas of diamond. Detailed isotopic profiles have been obtained by the excision by laser of individual growth bands (as revealed by cathodoluminescence) with a resolution of 50μ. A pilot study of type I "coated stones" produced quasi-symmetrical isotope profiles which differed from each other in shape and complexity. The composition of the coat was relatively uniform and $\delta^{13}C$ values jumped sharply near the coat-core junction by up to 3‰. This change was to both lighter and heavier carbon isotopic values. The interior transparent portion of the diamond revealed a variety of profiles which ranges from a simple "U" shape (with a 0.5‰ to 2.5‰ decrease in $\delta^{13}C$ towards the centre of the diamond) to more complicated patterns incorporating several reversals of the trend in isotopic composition. A maximum variation of 4‰ was observed in single coated stones. Gem quality type I and type II diamonds possessed very little isotopic variability with some examples homogenous to within $\pm$0.1‰.
The second aspect of this study is the variation of carbon isotopes according to spectral type and provenance. Spectral type I diamonds show variations in $\delta^{13}C$ from approximately -11‰ to +2‰ according to provenance with an approximate spread of 5‰ from a given locality. Spectral type II diamonds, which comprise less than 2% of all diamonds recovered commercially, vary from -34‰ to -2‰ . The distribution of $\delta^{13}C$ values in type II diamonds is not gaussian and peaks are observed around -31‰ , -16‰ and -5‰. As the extent of isotopic zoning within individual diamonds is small by comparison to the range of at least 36‰ found in all diamonds we propose that in addition to primordial mantle carbon, a recycled crustal carbon component may be involved in the genesis of some diamonds. The observed pattern of preferred $\delta^{13}C$ values in spectral type II diamonds may reflect the distinctive isotopic signatures of various carbon reservoirs of crustal origin.

McCULLOCH MALCOLM T., COMPSTON WILLIAM, and CHIVAS ALLAN, Canberra; ABBOT M., School of Earth Sciences, Flinders University Research School of Earth Sciences, Australian National University, South Australia, Australia

NEODYMIUM, STRONTIUM, LEAD AND OXYGEN ISOTOPIC AND TRACE ELEMENT CONSTRAINTS ON MAGMA GENESIS IN THE BANDA ISLAND-ARC, WETAR

The mechanisms and source involved in the generation of island-arc magmas are

complex and not well understood. Potential sources include: 1) subducted oceanic crust, with or without entrapped sediment; 2) mantle wedge overlying the subducted slab: and 3) the basement of an arc which may be pre-existing fragments of continental, oceanic or older island-arc basement. To elucidate the role of these potential sources, we have undertaken a multi-isotopic and trace element study of samples from Wetar Island in the Banda Arc. The samples represent a spectrum of chemical types, ranging from basalt, andesite, dacite to rhyolite. $^{87}Sr/^{86}Sr$ analyses of fifty samples range from 0.70446 to 0.72227. This is the largest variation reported for an island-arc. The Nd and O isotopic compositions also show large variations with ε_{Nd} values of from 4.3 to -12.0 and $\delta^{18}O$ values of from 6.2 to 18.1 (also the highest reported $\delta^{18}O$ value of an island-arc rock). Lead isotopic compositions are relatively radiogenic with $^{206}Pb/^{204}Pb$ ratios of from 18.6 to 18.9, $^{207}Pb/^{204}Pb$ ratios from 15.48 to 15.62 and $^{208}Pb/^{204}Pb$ ratios from 38.45 to 39.12.

There is a systematic covariation of Nd and Sr and to a lesser extent O isotopic compositions. Low $^{87}Sr/^{86}Sr$ samples have more positive ε_{Nd} values and generally lower $\delta^{18}O$ values. The large covariance of Sr and Nd requires the interaction with large amounts of continental crustal components with high $^{87}Sr/^{86}Sr$ (>0.723), low ε_{Nd} (<-12.0) and high $\delta^{18}O$ (>16). Analyses of an Upper Triassic shale from the Timor Trough indicate that it has appropriate isotopic compositions ($^{87}Sr/^{86}Sr$ = 0.74105, ε_{Nd} = -15.4 and $\delta^{18}O$ = 16.8) required for the crustal component. The nature of the interaction between the crustal and mantle derived components is constrained by the curvature of the isotope covariations. Direct mixing of partial melts of subducted sediment-oceanic slab with the overlying mantle wedge would produce essentially linear Nd-Sr covariations. However, the covariations have pronounced curvatures which together with trace-element constraints imply complex fractionation-assimilation processes operating within the arc crust. This is consistent with large scale subcretion processes rather than subduction of large volumes of crustal materials.

MEINSCHEIN WARREN G., Department of Geology, Indiana University, Bloomington; HEGEMAN GEORGE D., Department of Biology, Indiana University, Bloomington; BROMLEY BRUCE W., Union Oil of California, Brea, USA

INTRAMOLECULAR DISTRIBUTION OF STABLE ISOTOPES OF CARBON

Structural, distributional and isotopic analyses of the molecular remnants of pre-existent organisms are used to decipher biological information recorded at molecular levels and to trace geological processes. Substantual efforts are seeking to expand the exploitation of biological information in biogeochemical research by extending isotopic measurements to the intramolecular level. This extension is hampered by conflicting explanations of isotopic variations and by analytical difficulties.

Natural fractionations of isotopes are theoretically and experimentally documented for some elements and simple molecules. Carbon isotopes have received special attention because carbon is biologically essential and chemically versatile, but the participation of carbon in metabolic reactions with multicyclic pathways and complex products make it difficult to discern the cause and to determine the extent of variations of stable carbon isotopic distributions in specific biological molecules.

Disagreement concerning intramolecular stable carbon isotopic (IMSCI) distributions stems from whether these distributions are primarily controlled by thermodynamic equilibria or kenetic effects. Galimov's additive method of calculating IMSCI distributions is based on a statistical attainment of a thermodynamically influenced distribution. Analyses obtained in our laboratory utilized quantitatively complete or isotopically non-selective methods to secure IMSCI analyses of malic acid from C_3 (apple) and C_4 (sorghum) photosynthetic plants. These analyses are presented with the approximate β values that are calculated by Galimov's method:

No. of C atom in Malate	$\delta^{13}C$ values in per mill (o/oo) Sample		β values (Galimov)
	Apple	Sorghum	
C-1	-20.5	0.7	1.2002
C-2	-27.7	-8.1	1.1822
C-3	-37.9	-19.3	1.1488
C-4	-21.1	-5.1	1.1985

The data above show that the ^{13}C contents of the specific carbon atoms in malic acid from apple and sorghum increase in accordance with their β values as predicted by Galimov.

Although it seems reasonable that some biosynthetic products, which are deposited as reserve, protective and/or structural materials and effectively isolated from continued cellular metabolism, may not have isotopic compositions that are relatable to thermodynamic equilibria, β-values appear indicative of IMSCI distributions in malate, an active participant in the Krebs tricarboxylic acid cycle.

MELNIKOVA N.D., PACHADZHANOV D.N., ADAMCHUCK I.P., KORSUN V.I., V.I.Nikitin Inst. of Chemistry of the Tadjic SSR Academy of Sciences; MINAEV V.A., MOGAROVSKY V.V., Institute of Geology of the Tadjik SSR Academy of Sciences, Dushanbe, USSR

GEOCHEMISTRY OF Bi, In AND Tl IN ROCKS METAMORPHIC-MAGMATIC COMPLEXES OF EAST KARATEGIN-GARM (S.TIEN-SHAN)

The investigated region belongs to East Karategin and has some parts of S.Hissar (Garm metamorphic block) and Zerafshan-Hissar (green shale framing of Garm block) tectonic zones. In Garm block is separated migmatic nuclear and peripheral part composed mainly of crystalline shales. The rocks of the Garm block and its framing have under gone to hercinic activization accompanied by a number of intrusive complexes. Rocks of the ancient substrate during migmatization assumed a granite composition. Contents of studied elements was determined by emission spectral method with using the large chamber electrodes. The limit of detection is $1 \cdot 10^{-6}$% for Bi and In and $1 \cdot 10^{-5}$% for Tl and relative reproducivity is 10-15%. Granites of region is enriched by Bi - 0,37 ppm, content of In is 0,05 ppm and Tl - I ppm. Maximum of Bi concentration was discovered in diorites is 0,72 ppm. In alkaline igneous rocks was observed high content of In and Tl - 0,43 and 4,4 ppm correspondingly. High Bi contents connected with nepheline syenytes - up to 0,7I ppm. The igneous acid rocks during metamorphism is enriched by Bi - up to 0,86 ppm, by In - up to 0,33 ppm, to a lesser degree Tl - up to I,3 ppm. In the whole metamorphic rocks content more In - from 0,30 to 0,50 ppm. This fact can be due to increasing of geochemical mobility of studied elements with growing temperature of metamorphism. The row of mobility of elements under metamorphism is: In→Bi→Tl. This row agrees with changing of their melting temperature, entroy of these elements in solids, enthalpy and free energy of formation of halogenides, oxides and sulfides, Thus, for the first time for magmatic and metamorphic rocks of this region the reable data of content of Bi, In and Tl were obtained. They elicited positive geochemical specialization on the elements and show enrichment of rocks by these elements during metamorphic process with increasing of temperature and pressure.

МЕЛЬНИКОВА Н.Д., ПАЧАДЖАНОВ Д.Н., АДАМЧУК И.П., КОРСУН В.И., Ин-т химии им.В.И.Никитина АН Таджикской ССР; МИНАЕВ В.А., МОГАРОВСКИЙ В.В., Ин-т геологии АН Таджикской ССР, Душанбе, СССР

ГЕОХИМИЯ ВИСМУТА, ИНДИЯ И ТАЛЛИЯ В ПОРОДАХ СЛОЖНЫХ МЕТАМОРФОГЕННО-МАГМАТОГЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ ВОСТОЧНОГО КАРАТЕГИНА-ГАРМА (ЮЖНЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ)

Исследуемый район относится к Восточному Каратегину и включает элементы Южно-Гиссарской тектонической зоны (Гармский метаморфический блок) и Зеравшано-Гиссарской (зеленосланцевое обрамление Гармского блока). В составе Гармского блока выделяются мигматитовое ядро и периферическая часть, сложенная преимущественно кристаллическими сланцами. Породы Гармского блока и его обрамления подвергались герцинской активизации, сопровождаемой внедрением ряда интрузивных комплексов. Породы древнего субстрата при мигматизации приобрели гранитный состав. Содержание исследуемых элементов определялось эмиссионно-спектральным методом в больших камерных электродах с пределом обнаружения $I \cdot 10^{-6}$% для висмута и индия и $I \cdot 10^{-5}$% для таллия и относительной воспроизводимостью 10-15%. Гранитоиды региона обогащены висмутом (0,37 г/т), содержание индия в них составляет 0,05 г/т, а таллия - I г/т. Максимальные концентрации висмута обнаружены в диоритах - до 0,72 г/т. В щелочных изверженных породах наблюдаются повышенные содержания индия и таллия - 0,43 и 4,4 г/т. Высокие концентрации висмута связаны с нефелиновыми сиенитами - до 0,7I г/т. При метаморфизме изверженных кислых пород происходит обогащение их висмутом - до 0,86 г/т, индием - до 0,33 г/т и в меньшей мере таллием - до I,3 г/т. В целом метаморфические породы характеризуются повышенным содержанием индия - от 0,30 до 0,50 г/т. Это может быть следствием повышения геохимической подвижности этих элементов с ростом температуры при метаморфизме. По увеличению концентрации элементов при метаморфизме пород субстрата они располагаются в ряд: индий → висмут → таллий. Этот ряд находится в хорошем согласии с изменением температуры плавления, изменением энтропии этих элементов в твердом состоянии, с изменением энтальпии и свободной энергии образования их галогенидов, окислов и сульфидов. Таким образом, впервые для региона получены достоверные данные о содержании в магматических и метаморфических породах региона висмута, индия и таллия, установлена их положительная специализация на эти элементы и показана тенденция накопления их в процессе метаморфизма с повышением P-T условий.

MENZIES MARTIN, Earth Sciences, Open University, Milton Keynes, England;
HALLIDAY ALEX, Scottish Universities Research and Reactor Centre, East Kilbride, Scotland, UK

ENRICHED MANTLE BELOW THE SCOTTISH HIGHLANDS: SR AND ND ISOTOPE AND RARE EARTH ELEMENTS IN PERIDOTITE AND PYROXENITE XENOLITHS FROM LOCH ROAG, STREAP COMLAIDH AND KILCHATTEN, SCOTLAND

Ultramafic xenoliths from the Scottish Highlands exhibit a considerable range in Sr and Nd isotopes and an overall enrichment in light REE($(Ce/Yb)_N$ = 3.0-12.0). Present day Sr and Nd isotopes range from 0.70357-0.70755 and 0.51269-0.51138 respectively, revealing extreme heterogeneity in the sub-continental lithospheric mantle. Host magmas to these ultramafic xenoliths have a Sr (≈ 0.706) and Nd (≈ 51235) isotopic composition consistent with extraction from an enriched mantle source. Pyroxenites and lherzolite xenoliths from Loch Roag, Lewis define a near vertical vector on an isotope-isotope diagram similar to that displayed by potassic lavas from the Leucite Hills, U S A , while xenoliths from Streap, N.W. Highlands define a sub horizontal vector similar to island arc basalts. Megacrysts (apatite; amphibole; diopside) from Kilchatten, Colonsay plot on the "mantle array" within the region occupied by the Koolau lavas, Hawaii.

Sub-continental mantle below Scotland contains portions enriched in both LREE and Rb. Such mantle evolves with time to have radiogenic Sr and non-radiogenic Nd isotopic ratios. Consequently any models of basaltic volcanism and granite petrogenesis must consider the presence of enriched mantle below the Scottish Highlands. Clearly the assumption that all mantle source regions have an isotopic signature similar to MORB or ocean island basalts is not justified.

MITSAKI-HAFNER VASSILIKI, Institute of Geology and Mineral Exploration;
HAIDOUTI CONSTANTINA, Laboratory of Soils and Agricultural Chemistry, Faculty of Agriculture, Athens, Greece

Ti, Rb, Zr AND Sr DISTRIBUTION IN CALICHE AND CALCAREOUS SOIL PROFILES FROM EASTERN GREECE

The concentration of Ti, Rb, Zr and Sr have been determined in caliche (18 samples) and in 6 calcareous soil profiles (28 samples) from Eastern Greece. Soils and caliche that formed in layers in C_{Ca} horizon consist mainly of calcite, with dolomite, quartz, feldspars, mica and clay minerals as minor constituents.
The average contents of Ti and Rb for soils were found to be 3219 ppm and 71 ppm respectively. They were significantly higher than the respective values of 1812 ppm and 42 ppm for caliche. It has been observed that Ti and Rb concentrations decrease with increase of calcium carbonate Rb depletion in caliche is probably due to the limited presence of clay minerals, since the concentration of Rb increases when the exchangeable K content increases. Ti seems to be absorbed in the colloids, since in soils Ti presents a correlation with total exchangeable cations. Zr showed almost the same concentration in soils (151 ppm) and in caliche (146 ppm), probably due to its presence in form of resistant mineral. Zr content also decre-

ases with increase of calcium carbonate. Sr that showed lower values in soils than in caliche (141 ppm and 218 ppm respectively) presents a correlation with calcium carbonate. This however applies only when calcium carbonate content is less than 55 per cent. Mineralogical composition and pH seem to be related for Sr distribution.

MOATS M. A., WEISS D. S., and ULMER G. C., Geology Department, Temple University, Philadelphia, USA

REDOX CONDITIONS IN THE MANTLE: AN UNFINISHED STORY?

There are conflicting ideas on the reduction-oxidation (redox) conditions in the Earth's upper mantle. Thermodynamically calculated oxygen fugacities (fO_2) for mantle samples are typically more oxidized than the wüstite-magnetite buffer as recently shown by Eggler (1983). Values of fO_2 experimentally determined for mantle-derived xenoliths in electrolytic ZrO_2 cells are typically 3 to 5 orders of magnitude more reduced i.e., at or below the wüstite-iron buffer (for examples: Ulmer, 1980; Arculus and Delano, 1982). Mineralogic evidence suggests that inhomogeneity of fO_2 during mantle redox evolution may also be a valid concept (for example : Haggerty, 1983).

The role of carbon in mantle redox conditions is reviewed by the authors. The laboratory-induced 'auto-reduction' of carbon, such as is suggested for Skaergaard rocks, (Sato and Valenza, 1980) is evaluated in terms of retrograded redox equilibria in mantle-derived xenoliths and megacrysts. In this evaluation ilmenite nodules from three geographic settings (Sierra Leone, South Africa and Colorado, USA) and two types of olivine-pyroxene nodules from San Carlos (Arizona, USA) were examined for measured fO_2 and elemental carbon content to ascertain the correlation between the fO_2 and carbon.

MOON K.J., SOLOMON M., University of Tasmania , Australia

THE NATURE OF THE ORE FLUIDS AT THE SANGDONG SCHEELITE MINE, S. KOREA

Scheelite occurs in stratabound skarns that replace Cambrian limestones, and also in associated quartz veins. The Main Orebody shows

zonal distribution of the major minerals from metre to centimetre scales: a central quartz-mica zone surrounded by an amphibole-rich zone, which is enveloped by a pyroxene-garnet zone. The scheelite contents of the central zones reach over 2% WO_3.
$\delta^{18}O$ values in skarn quartz (+10.8‰), $\delta^{34}S$ in skarn sulphides (+3.9 to +6.1) and $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ in skarn carbonate (-8.1 and +11.8 respectively) indicate derivation from magmatic fluids, and the high temperatures indicated by the mineralogy and fluid inclusions (up to 600°C) suggest a magmatic heat source. Though drilling has not encountered granite to a depth of 500 m below the mine, a granitoid pluton is inferred within a kilometre of the deposit.
Skarn assemblages appear to approach equilibrium with the hydrothermal fluid, justifying the use of phase equilibria and allowing calculation of some fluid parameters, e.g.

T°C: mostly 300 to ~600°C(?)
Patm: probably < 400 bars (NaCl-H_2O data) to 800 bars (sphalerite composition)
Fluid composition: H_2O-NaCl-KCl±$MgCl_2$±$CaCl_2$
pH: ~4.0 at 350°C in central skarn zone (mineralogy and the need to carry 1 ppm W in solution)
ΣS: ~2.5×10^{-3} m (mineralogy)
fo_2: 10^{-30} to 10^{-32} atm at 350°C in central zone (mineralogy)
fs_2: ~10^{-9} to 10^{-11} atm at 350°C in central zone (mineralogy)
$\delta^{34}S_{H_2S}$: 4.5 - 5.3‰
$\delta^{18}O_{H_2O}$: 6.6-8.5‰
$\delta^{13}C_{C}$: ~8‰

Scheelite precipitation was probably caused mainly be increase in the activity of calcium in the fluids.

Del MORO A., FERRARA G., VILLA I.M., Instituto di Geocronologia, CNR, Pisa, Italy

GEOCHRONOLOGY AND Sr ISOTOPE GEOCHEMISTRY OF ADAMELLO BATHOLITH, ITALY

The Adamello batholith outcrops for almost 700 km^2 in the Southern Alps. It consists of 11 distinct lithological subunits, ranging from tonalite to granodiorite, and of minor (1%) peripheral gabbros and diorites.

Geochronology. Approximately 110 high-purity mineral separates were analyzed. Rb/Sr ages were determined on biotite-TR two-point isochrons(in few cases was muscovite also present). K/Ar ages on biotites agree within analytical precision with Rb/Sr ages, $^{40}Ar/^{39}Ar$ age spectra on hornblendes from tonalites and gabbros showed the ubiquitous presence of excess ^{40}Ar, most maredly in the gabbros, whose emplacement age is between 45 and 42 Ma. The first tonalitic subunit to be emplaced was the southern-most one,41 Ma ago. Within every subunit, ages generally agree within analytical precision. The most northeastern unit, at 31 Ma, was the final episode. From the coincidence of K/Ar biotite ages and $^{40}Ar/^{39}Ar$ hornblende ages we conclude that the cooling was very rapid,i.e.the ages obtained are emplacement ages. Thus there have been a dozen intrusive episodes, each about a million years later than the preciding one.

Sr isotope geochemistry.The initial $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratio (ISR) increases regulary from 0.7035 (gabbro) to 0.7128 (Val Genova subunit). The ISR is constant within each subunit and increases as the age decreases, with two minor exceptions.A $^{87}Sr/^{86}Sr$ vs 1/Sr plot shows the presence of two trends; the mafic masses lie on a horizontal line (ISR=const.; not shown) while the most primitive samples ("progenitors")of each tonalitic-granodiritic subunit define a line with positive slope. We ascribe this to an AFC process (assimilation+ fractional crystallization). A calculation following DePaolo's model reproduces the data points for assimilation of country schists (180 ppm Sr , ISR = 0.735) by an upper mantle magma (600 ppm Sr, ISR = 0.7043). From each progenitor,FC of suitable phases (mainly plag, also biot & amph) caused the horizontal displacement of the more evolved points within each subunit (not shown).Gabbros evolved to diorites & tonalites by FC of oliv,cpx,opx

Ref: D.DePaolo, EPSL 53 (1981) 189.

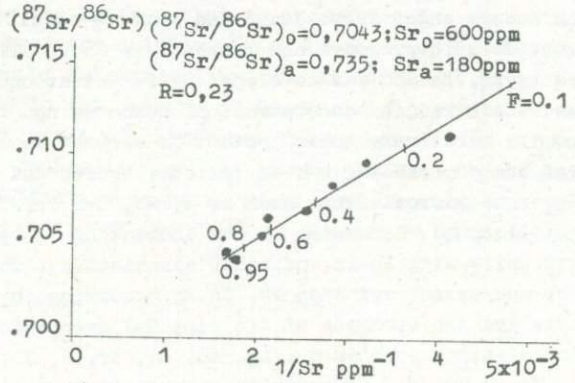


Fig.1. Progenitors of each subunit fit AFC line

MORFILL G.E., Max-Planck-Institut für Physik u. Astrophysik, Institut für Extraterrestrische Physik, Garching, F. R. G.

PHYSICS AND CHEMISTRY OF THE PRIMITIVE SOLAR NEBULA

This article describes physical processes and the associated chemical evolution of the primitive solar nebula. It has been assumed that the collapsing protosolar cloud evolves into a viscous accretion disc, surrounding and "feeding" the central protostar. Physical processes are discussed and the transport theory of small dust particles and trace vapours in a turbulent disc is developed. The cosmochemical consequences arising from this picture are described and compared, where appropriate, with measurements in our solar system. It is concluded that the viscous accretion disc, which must be regarded as the protoplanetary cloud, provides a model for which very detailed quantifiable cosmochemical predictions, can be made. These predictions are in good agreement with available observations from meteorite studies. The model implies that planet formation and star formation are concurrent phenomena.

MUDRINIČ ČEDOMIR, Faculty of Mining and Geology, University of Belgrade, Belgrade, Yugoslavia

GEOCHEMICAL ASPECTS OF TERTIARY ANTIMONY DEPOSITS IN YUGOSLAVIA

The predominant Tertiary antimony deposits in Yugoslavia are located in Serbia, Macedonia and Eastern Bosnia. Geological investigations show that antimony deposits are spatially, paragenetically and genetically linked with Oligo-Miocene volcanic-intrusive rock complex of granodiorite composition. The process of postmagmatic activity are always accompanied by zones of primary alteration in which silification prevails. Mineralization processes continually take place in form of primary scattering oreols and ore bodies deposition which occurs under subvolcanic and surface conditions with a significant fall in pressure and temperature above all, and then changes in pH, Eh and far developed differentiation of ore solutions and their reduced concentration. Hence we now find in antimony deposits relatively lower content of ore metals and a smaller number of ore components, but as relicts, traces and admixtures with numerous microelements such as W, Mo, Cu, Pb, Zn, Ag and others are still found witnessing to and indicating the geological kinship and unity with Pb-Zn and other associations. The basic ore metals Sb and/or As, and then Pb, Zn, Hg occurring in all metallogenic units are the elements of the regional geochemical association. Microelements such as Cu; Ag, Au, Ba, Sr, F, Tl, Se and sometimes W, Mo or Cr, Ni, Co enter the composition of single deposits thus forming a more narrow, local geochemical association

indicating the specific geochemical conditions of ore formation. The presence of microelements such as Cl, F, B can have the importance of ore fluids when explaining the form of ore metals' transfers, apart from the importance the S has. On the grounds of the basic ore metals and microelements' formation in these deposits the following three geochemical associations can be distinguished:

1. Sb-As+Pb-Zn with microelements Cu, Ag, Hg (Ba, Tl),
2. Sb-As or As-Sb with microelements Tl, Hg (F, Se),
3. Sb or As with microelements Pb, Zn, Ag, Ba, Hg, Tl (Sr, Se).

These associations are, in fact, the basis for genetical separation of Tertiary hydrothermal antimony deposits in Yugoslavia.

NARSEYEV V.A., NARSEYEV A.V., Central Research Institute of Geological Exploration of Base and Precious Metals, Moscow, USSR

FLUID REGIME OF RICH ORES DEPOSITION IN GOLD AND TUNGSTEN VEINED DEPOSITS

Geochemistry of the formation of gold and tungsten veined deposits related to thermostatitic structures, i.e. distribution of gold, tungsten, gases (nitrogen, hydrogen, methane, CO, CO_2, argon isotopes, etc.) in ore veins and wallrocks as well as spatial position have been studied on the basis of systematic mapping and sampling. Rich metal concentrations have been found to occur inside aureoles of high gas contents: hydrogen, methane, CO for gold; CO_2 for tungsten. Predominance of argon heavy isotope points to isolation of the system at that period. The aureole volume is one order higher than that of ore columns. The fluid regime has been studied in terms of polymerization. A group of autogenous geochemical barriers related to the inner evolution of ore-forming system has been identified. Oxygen and sulphur regime is governed by the same phenomena. Activation of sulphur and arsenic at different periods of time is attributed to the passing of isoelectrical points at various stages of the evolution of solutions. The appearance of thiosulphate forms and their destruction govern transportation of gold and its deposition. Wolframite composition of various stages is accounted by reductability of the fluid at the period of redeposition.

НАРСЕЕВ В.А., НАРСЕЕВ А.В.,Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов, г.Москва, СССР

ФЛЮИДНЫЙ РЕЖИМ ОТЛОЖЕНИЯ БОГАТЫХ РУД В ЖИЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЗОЛОТА И ВОЛЬФРАМА

Геохимия процессов формирования жильных месторождений золота и вольфрама в термостатированных структурах – распределение золота, вольфрама, газов (азота, водорода, метана, CO, CO_2, изотопов аргона и др.) в рудных жилах и околорудных породах различных стадий и пространственного положения изучалась на основе систематического картирования и опробования. Установлено, что богатые концентрации металлов локализуются внутри ореолов высоких содержаний газов: для золота – водорода, метана, CO; для вольфрама – CO_2. В ореолах резко преобладает тяжелый изотоп аргона, что свидетельствует об изолированности системы в этот период. Объем ореолов на порядок больше объема рудных столбов. Флюидный режим рассмотрен на основе представлений теории полимеризации. Выделена группа автогенных геохимических барьеров, связанных с внутренней эволюцией рудообразующей системы. Особенности режима кислорода и серы объясняются этими же явлениями. Разновременная активность серы и мышьяка связана с прохождением изоэлектрических точек на разных стадиях эволюции растворов. Появление тиосульфатных форм и их разрушение определяет перенос золота и его отложение. Состав вольфрамитов разных стадий обусловлен различной восстановленностью флюида в период отложения.

NAKASHIMA S. and PERRUCHOT A., Centre de Recherches sur la Synthèse et la Chimie des Minéraux, G.I.S. CNRS-BRGM, Orléans and Jean-Robert DISNAR, Département Gîtes Minéraux, B.R.G.M., Orléans, France

FIXATION AND REDUCTION OF URANIUM BY SEDIMENTARY ORGANIC MATTER UNDER INCREASING DIAGENESIS

Aqueous solutions containing uranyl species were heated in the presence of lignite (Gardanne, France) at temperatures ranging from 20 to 400°C. The results of these experiments show the fixation of uranyl species (45 to 250°C) and the reduction of them to uraninite (120 to 400°C). The fixation of uranyl species is mainly in the form of stable organo-uranyl combinations. The reduction of uranyl species to uraninite is accompanied by a simultaneous stoichiometric liberation of protons in the aqueous medium and by a dehydrogenation of the lignite. Kinetic studies of this reduction process show that the partial orders of this reaction are 1 for both the lignite and the uranyl cation. In the temperature range from 180 to 200°C, the activation energy of this reaction was determined (28 Kcal/mole). These results permit us to explain the dia-or epigenetic uranium mineralization by sedimentary organic matter.

NAUMOV G.B., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

REGIME OF THE ENDOGENIC FLUIDS AND HIS ROLE IN HYDROTHERMAL ORE-FORMATION

The analysis of present measurements of T and P of mineral-forming hydrothermal deposits bring light on intervals and maxima of these parameters and pertaining gradients of thermobaric conditions. The change of acidity and partial pressure of hydrogen connected with fall of t° and P is observed in frames of these values. It's shown that contrast of chemical changes of liquids at the same values of T and P gradients increases while approaching the surface. Such changes lead to the emergence of zones with different geochemical conditions and different mobility of ore elements. Such conditions can cause the emergence of geochemical barriers leading to accumulation of ore substance. It's caused by presence of weakly penetrated screens ore zones with high fractionality in the path of liquids movement fixed in natural conditions by the results of studying fluid inclusions.

НАУМОВГ.Б., Институт геохимии и аналитической химии им.В.И.Вернадского АН СССР, г.Москва, СССР

РЕЖИМ ЭНДОГЕННЫХ ФЛЮИДОВ И ЕГО РОЛЬ В ГИДРОТЕРМАЛЬНОМ РУДООБРАЗОВАНИИ

Анализ имеющихся в настоящее время непосредственных замеров T и P образования минералов гидротермальных месторождений дает представление об интервалах и максимумах этих параметров и соответствующих градиентах термобарических условий гидротермального рудообразования. В рамках этих значений рассмотрено изменение кислотности и парциального давления водорода, связанное с понижением температуры и перепадами давления. Показано, что контрастность химических изменений растворов при одних и тех же величинах градиентов T и P возрастает с приближением к поверхности. Такие изменения приводят к возникновению сопряженных зон с разными геохимическими условиями и разной подвижностью рудных элементов. Подобные обстановки могут вызвать возникновение геохимических барьеров, приводящих к накоплению рудного вещества. Они обусловлены наличием на пути движения растворов слабопроницаемых экранов или зон повышенной трещиноватости, фиксируемых в природных условиях по результатам изучения ореолов флюидных включений.

O'NEIL JAMES and JOHNSON CLARK, U S Geol. Survey, Menlo Park, CA, and BRUCE CHAPPELL, Aust. Natl. Univ., Canberra, Australia

STABLE ISOTOPE RELATIONS IN THE TUOLOMNE INTRUSIVE SERIES, CALIFORNIA

Oxygen and hydrogen isotope analyses were made of whole rocks and mineral separates from the Tuolomne Intrusive Series, a concentric compositionally and texturally zoned plutonic sequence in the Sierra Nevada batholith of California. Whole rock $\delta^{18}O$ values range from 5.8 for quartz diorite at the margin to 8.8 for granite porphyry at the center of the body. This spread of 3 permil cannot be explained by simple fractional crystallization or by wall-rock contamination. At contacts between units, whole-rock $\delta^{18}O$ values drop 0.5-1.0 permil and increase gradually with silica content. This sawtooth pattern is evidence of multiple injection of core magma, in agreement with geologic and chemical data. In addition, $\delta^{18}O$ values of quartz separates are uniformly 9.3 $\pm$ 0.2 throughout the sequence and the $\delta^{18}O$ values of whole-rocks vary directly with silica content. Consequently oxygen isotope compositions of the rocks are controlled by modal abundances of minerals that have fairly constant $\delta^{18}O$ values.

The ^{18}O fractionations between coexisting quartz and magnetite are normally 8.0 $\pm$ 0.2 but reach values as high as 9.4 in some rocks. These high values correspond to subsolidus equilibration temperatures as low as about 500°C and imply deep emplacement and long cooling histories.

Most δD values lie between -85 and -75, a range typical of normal granitoids of deep-seated origin. A few rocks collected at the contacts with country rocks have decidedly lower δD values of -107 to -101 suggesting rapid release of water from the magma when it first intruded relatively cold rocks.

The stable isotope data suggest that:

(1) the compositional zonation at Tuolomne was not established by crystal fractionation of a single mafic magma

(2) fractional crystallization occurred within each unit with crystals accreting at the margins rather than settling downward

(3) under the constraints of $^{87}Sr/^{86}Sr$ initial ratios which increase inward (Kistler and Chappell), the Tuolomne Series could not have been derived from the same parental magma but could have been derived by differential melting of common old crustal rocks of relatively uniform ^{18}O content.

NICOLLI Hugo B. (1), O'CONNOR Tomás E. (2), SURIANO José M. (3), KOUHARSKY Magdalena M.L. (1), GOMEZ PERAL Miguel A. (3), CORRADI Licinio I. (3), and BALEANI Omar A. (3)

(1) Departamento de Geología Económica, Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE) and Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); Buenos Aires, Argentina

(2) Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFyN), Universidad Nacional de Córdoba (UNC); Córdoba, Argentina

(3) Departamento de Geología Económica, Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE); Buenos Aires, Argentina

TRACE ELEMENT DISTRIBUTION IN GROUNDWATERS OF THE ARGENTINIAN PAMPA

Sixty samples of groundwater from a 10,000 km^2 area of the "Llanura pampeana" (Pampa plain), in the southeast of the Province of Córdoba,

Argentina, were studied. The sampling area is located on a thick sedimentary series, mainly of continental origin. Its top levels are composed of Plio-Pleistocene loessic deposits containing the groundwaters studied. The basement structure, which determines the morphology and hydrology, presents "en- échelon" fault blocks forming a deep basin, over 3,000 m in depth.

The dissolved contituents and distribution of some trace elements in the groundwater samples were determined. As, Se, Sb, Mo and U were determined by neutron activation analysis, F by ion activity measurement using a specific electrode, and V by a colorimetric technique.

The lognormal distribution showed the best fitting of the frequency distribution of most elements. This conclusion is based upon the Kolmogorov-Smirnov goodnes-of-fit test at the usual signification levels Other findings were as follows: very high As, F and V contents; high U contents and quite variable Mo contents. A very significant correlation between As and F was determined, the highest contents of these two elements corresponding to high contents of alkaline elements in groundwaters.

The main characteristics of the loessic sediments were studied (mineralogy, alterations and devitrification processes) in order to investigate the source of the trace elements found in groundwaters.

NICOLLI Hugo B. (1), SURANO José M. (2), KOUKHARSKY Magdalena M.L. (1), ABRIL Ernesto G. (2), FERPOZZI Luis H. (1) and BALEANI Omar A. (2)

(1) Departamento de Geologia Económica, Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE), and Consejo Nacional de Investigaciones Cientificas y Técnicas (CONICET); Buenos Aires, Argentina

(2) Departamento de Geologia Económica, Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE); Buenos Aires, Argentina

GEOCHEMISTRY OF TRACE ELEMENTS IN IGNIMBRITES OF EVAPORITIC BASINS, ARGENTINIAN PUNA

The distribution of some trace elements in alteration and leaching processes in the vitroclastic fraction of Pliocene ignimbrites of evaporitic basins of the Salar del Hombre Muerto and the Salar del Rincón was studied.

Rb, Cs, Sc, Ti, Co, Mo, As, Sb, Se, U rare earths and other trace elements were determined using neutron activation analysis. Fresh and altered glasses were studied microscopically and using Mössbauer spectrometry. The mineralogic composition of the ignimbrites and the alteration phenomena were also determined.

On the other hand, the geological research, on a 1:250000 scale, was completed by interactive digital analysis and computer processing techniques of Landsat imagery; this enabled the detection of new geotectonic features and a new structural geological interpretation of each basin. It was thus possible to detect outcrops which had not been identified in previous works, and to achieve the spectral dif-

ferentiation of ignimbrites using special spectral sampling techniques and automatic supervised classification. Spectral differences within the outcrops and their correlation with their petrographic characteristics, alteration types and trace elements distribution were studied.
The results lead to the conclusion that these ignimbrites are an important source of elements found in brines having high alkali-metal contents in the Salar del Hombre Muerto (Li content 700 milligrams per liter) and the Salar del Rincón (Li content 350 milligrams per liter).

OBOLENSKY A.A., Institute of Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Novosibirsk, USSR

MERCURY GEOCHEMISTRY IN HYDROTHERMAL PROCESS

Investigation of mineral paragenesises, wallrock-alteration and mineral-forming solutions in gas-liquid inclusions had shown, that geochemistry of mercury ore-formation processes may be characterized by system H_2O-Cl_2-H_2S-CO_2-Hg under natural parameters. There are three types of hydrotherms on mercury deposits: sulphide-chloride, sulphide-chloride-carbonate and sulphide-carbonate. Salt concentrations are: NaCl-3.6; KCl-0.8; CaCl-1.35; $NaHCO_3$-0.6; Na_2CO_3-0.5 m; ionic power-6.3 m. There are S^{2-} ($10^{-1} \div 10^{-4}$ m) and Hg in solutions, that is why the solid fase was mercury sulphide. There are two levels of mercury migration under consideration: in juvenile fluids in the depth of the Earth and in polygenetic hydrothermal solutions, formed by mixing of juvenile metalbearing fluids with different type of vadose waters in mineralformation zone. In the depth the principle migration forms are: mercury gase and its volatile fluorine and chlorine compounds, and atomic form Hg°, effectively soluble in the water under high temperature.
In the hydrothermal solutions (complex concentrated electroliths) as predominant migration forms are complex compounds of Hg(II): $HgCl_n^{n-2}$; HgHSCl; Hg)HS)$_2$; $HgS(HS)^-$; HgS_2^{2-}; $HgS(OH)^-$ et al. Computer modelling of these processes in wide intervals of T° and pH has shown, that every type of hydrothermal solutions differ from each other by their peculiarities, metallcontents, productivity under different composition, concentration of ligands and general bufferity.
Intensive factors of mercury sulphide deposition in hydrothermal solutions are: T°, pH and CS^{2-}. Changing of later is connected functionally with many factors (evolution of pH in time, interaction with host rocks, changing of oxidation-reduction circumstances, de-

gassing, dilution and so on), and has realized in concrete geological structures. These conditions define formations and mineral types of mercury deposits.

ОБОЛЕНСКИЙ А.А., Институт геологии и геофизики СО Академии наук СССР, г.Новосибирск, СССР

ГЕОХИМИЯ РТУТИ В ГИДРОТЕРМАЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Изучение минеральных парагенезисов, околорудных изменений и минералообразующих сред по газово-жидким включениям показало, что геохимия процессов рудообразования на ртутных месторождениях может быть охарактеризована рассмотрением системы H_2O-Cl_2-H_2S-CO_2-Hg в рамках природных физико-химических параметров этих процессов. По составу и концентрации различается три типа растворов, формировавших месторождения: сульфидно-хлоридные, сульфидно-хлоридно-карбонатные и сульфидно-карбонатные. Концентрация солей в них может достигать: NaCl-3,6; KCl - 0,8; $CaCl_2$-I,35; $NaHCO_3$ 0,6; Na_2CO_3-0,5 , а ионная сила многокомпонентных растворов - 6,3м. В них также содержится сульфидная сера ($10^{-1} \div 10^{-4}$ м) и Hg , т.к. известно, что твердая фаза, выпавшая из растворов, представлена сульфидом ртути.

Рассматриваются два уровня миграции ртути: в надкритических и близких к ним условиях в глубинных зонах Земли и в полигенных гидротермальных растворах, образовавшихся при смешении ювенильных металлоносных флюидов с различными типами экзогенных вод. Основными миграционными формами в глубинных зонах могли быть газообразная ртуть, ее летучие соединения со фтором и хлором, атомарная форма, Hg^0 , эффективно растворимая в воде при высоких температурах.

В гидротермальных растворах, которые представляют собой сложные по составу водные концентрированные растворы электролитов, преобладающими химическими формами переноса были комплексные соединения Hg (II): $HgCl_n^{n-2}$, HgHSCl, $Hg(HS)_2$, $HgS(HS)^-$, HgS_2^{2-}, $HgS(OH)^-$ и др. Моделированием на ЭВМ в широких интервалах T^0 и pH показаны различия в свойствах, металлоносности и продуктивности растворов в зависимости от изменения их состава, концентрации комплексообразователей и буферности.

Интенсивными факторами, влияющими на осаждение сульфида ртути из этих растворов, являются T^0, pH и $C_{s}2-$, изменение которых в природных процессах функционально связано со многими факторами (кислотно-щелочная эволюция гидротерм во времени, взаимодействие их с вмещающими породами, изменение окислительно-восстановительной обстановки, дегазация, разбавление и т.д.) и реализуется в конкретных геолого-структурных условиях, предопределяющих формационный и минеральный тип месторождений ртути.

OLAREWAJU VICTOR OLA., Geology of Department, University of Ife, Ile-ife, Nigeria

GENETIC SIGNIFICANCE OF THE DISTRIBUTION OF REFRACTORY TRANSITION METALS IN CHARNOCKITIC AND GRANITIC ROCKS AROUND ADO EKITI - AKURE, S.W.NIGERIA

The Ado Ekiti-Akure igneous complex in south-west Nigeria comprises three petrographic types of closely associated charnockitic and three of granitic rocks. These are the basic massive fine-grained charnockitic variety, gneissic fine-grained and coarse-grained acid types and the fine-grained biotite granite, medium-to coarse-grained and porphyritic biotite-hornblende-granites.
Zr,Y,Nb and Ti variation diagrams of the rocks do not give meaningful linear correlations indicating that all those rocks did not evolve by direct fractional crystallization of a single parent basic magma. Also the fact that the coarse-grained acid charnockitic rock type is more closely associated with the granites in the field suggests that these two rock types have independent origin from the basic charnockitic rocks.
However, the intermingling of the rocks as shown by the diagrams indicates a common source like their close association in the field. It is suggested that the high Zr contents (385 ppm - 742 ppm) in especially the acid charnockitic and granitic rocks are inherited or due to crustal contamination of the magma involved.

OSPANOV A.B.,MIZEV V.A., Institute of Seismology of the KazSSR Academy of Sciences, Alma-Ata, USSR

HYDROGEOCHEMICAL EARTHQUAKE PREDICTION FOR THE NORTH TIEN-SHAN REGION

The network of hydrogeochemical observations of Alma-Ata prediction study area consists of eight stations based on deep boreholes opening thermomineral waters. The observations include macrocomposition (HCO_3^-, CO_3^{2-}, SO_4^{2-}, Cl^-, Na^+, K^+, Ca^{+2}, Mg^{+2}), microcomponents (F, H_4SiO_4), gas composition (Rn, He, O_2, N_2, CH_4), general physico-chemical properties (pH, Eh) and dynamics (debit, level, temperature) of underground waters. Parameters Rn, He, pH, Eh, pF, pNa, pK are measured continuously or up to six times during 24 hours. The rest of the parameters are measured once, with increasing frequency up to six times, during 24 hours in anomalous periods. The sampling, analysis and measurement of the parameters under investigation are fulfilled according to the same methods and by the same type of equipment with identical characteristics at all stations. From 1979 to

1982, on the area 200 x 400 km, eighteen periods of seismic activization according to earthquakes with $K \geqslant 10$ and fifteen periods of occurrence of hydrogeochemical anomalies were identified. In ten cases the time of seismic activization coincides with the time of hydrogeochemical anomaly occurrence with probability 0.55. For earthquakes with $K \geqslant 11$, $K \geqslant 12$ and $K \geqslant 13$ the probabilities of coincidence are 0.55; 0.57; and 1.0, respectively. Hence, the hydrogeochemical network of Alma-Ata prediction study area records, with no omission, all hydrogeochemical anomalies associated with earthquakes of $K \geqslant 13$ on the considered area.

A great variety of forms of hydrogeochemical anomalies manifestation is fixed, which depends, in particular, on mechanisms of earthquake sources, too. Different forms of precursory anomalies at one and the same station are recorded before earthquakes of equal power classes from one source zone, but with different orientation of compressive stresses in the source. Earthquakes in whose sources compressive stresses prevail are preceded mainly by anomalies in the chemical composition of underground waters. Predominating tensile stresses correspond to anomalies in gas composition.

ОСПАНОВ А.Б., МИЗЁВ В.А., Институт сейсмологии Академии наук Казахской ССР, г.Алма-Ата, СССР

ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ СЕВЕРНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ

Сеть гидрогеохимических наблюдений Алма-Атинского прогностического полигона включает восемь станций, созданных на базе глубоких скважин, вскрывающих термоминеральные воды. Наблюдения ведутся за макрососта́вом (HCO_3^-, CO_3^{-2}, SO_4^{-2}, Cl^-, Na^+, K^+; Ca^{+2}, Mg^{+2}), микрокомпонентами (F, H_4SiO_4), газовым составом (Rn, He, O_2, N_2, CH_4), общими физико-химическими свойствами (pH, Eh) и динамикой (дебит, уровень, температура) подземных вод. Параметры Rn, He, pH, Eh, pF, pNa, pK измеряются с частотой от непрерывных до шести раз в сутки, остальные - один раз в сутки с увеличением до шести раз в сутки в аномальные периоды. Отбор проб, анализ и измерение исследуемых параметров на всех станциях производятся унифицированно по одинаковой методике и на однотипной аппаратуре с идентичными характеристиками. С 1979 по 1982 гг. на площади 200х400 км выделено 18 периодов активизации сейсмической деятельности по землетрясениям с $K \geqslant 10$ и 15 периодов появления гидрогеохимических аномалий. В 10 случаях времена усиления сейсмической активности и появления гидрогеохимических аномалий совпадают при общей вероятности 0,55. По землетрясениям с $K \geqslant 11$, $K \geqslant 12$ и $K \geqslant 13$ вероятности совпадения составляют 0,55; 0,57; и 1,0 соответственно. Отсюда следует, что гидрогеохимическая сеть Алма-Атинского прогностического полигона без пропуска фиксирует все

гидрогеохимические аномалии, связанные с землетрясениями с $K \geqslant 13$ на рассматриваемой площади.

Установлено большое многообразие форм проявления гидрогеохимических аномалий, которое, в частности, зависит и от механизмов очагов землетрясений. Перед землетрясениями с равными энергетическими классами из одной очаговой зоны, но с разной ориентировкой сжимающих напряжений в очаге зарегистрированы разные формы предвестниковых аномалий на одной и той же станции. Землетрясениям, в очагах которых преобладают напряжения сжатия, предшествуют преимущественно аномалии в химсоставе подземных вод. Преобладающим растягивающим напряжениям в очаге соответствуют аномалии в газовом составе.

OWEN TOBIAS, Department of Earth and Space Sciences State University of New York at Stony Brook, Stony Brook, USA

A MULTIPLE-SOURCE MODEL FOR THE VOLATILES OF VENUS

The new information on noble gas abundances in the atmosphere of Venus has led to several conflicting ideas about the manner in which the inner planets acquired these volatiles. These ideas will be reviewed in the context of other information about the composition and evolution of the atmospheres of Mars and Earth and studies of gases in meteorites. The enrichment of deuterium in the atmosphere of Venus with its implication of an early ocean is strong evidence for a distant source of volatiles for this planet. Carbonaceous chondrites have been invoked as such a source for Earth and Mars; they are clearly insufficient in the case of Venus. A multiple source seems required; the ramifications of this additional complexity for the histories of the other atmospheres will be explored. Laboratory data on the adsorption of gases by minerals and the formation of clathrate hydrates under realistic conditions are expected to provide useful constraints on models for volatile capture and transport by solid materials within the solar nebula. These data will be used to test ideas for sources of gases in inner planet atmospheres.

OZIMA MINORU, ZASHU SHIGEO, Geophysical Institute, University of Tokyo, Tokyo, Japan

PRIMITIVE $^3He/^4He$ RATIO IN TERRESTRIAL DIAMONDS AND ITS IMPLICATION ON THE ORIGIN OF NOBLE GASES IN TERRESTRIAL PLANETS

The $^3He/^4He$ ratios measured in 27 Southern Africa diamonds range from 4.2×10^{-8} to 3.2×10^{-4}, with the three stones above 1×10^{-4}.

We conclude that the initial helium isotopic ratio $(^3He/^4He)_0$ in the earth was significantly higher than that of the planetary helium ($^3He/^4He = 1.42 \times 10^{-4}$), but close to the solar helium ($^3He/^4He \simeq 4 \times 10^{-4}$).

The nearly solar type $(^3He/^4He)_0$ in the earth would suggest significant contribution of the solar type helium in the earth. We suggest that during T Tauri stage, the intense solar wind contaminated the solar nebula where the earth accreted. We propose that noble gases were captured either as the gravitational confinement by planetesimals (1) (Venus, Earth, Mars and helium in meteorites) or as adsorption on dust grains (2) (the heavier noble gases in meteorites). The noble gases in the present planet atmospheres are then derived as degassing from the planets (Earth, Mars) and as the mixture of the remnant of the primary atmospheric noble gases and the degassed components (Venus).

ZDENĚK PÁCAL, Geochim Praha, CSSR

ROLE OF GEOCHEMISTRY IN THE SEARCH FOR NEW MINERAL RAW MATERIALS

Systematic investigation and search for new types of mineral raw materials is based mainly on geological methods with adequate technological testing and economic evaluation of obtained results. Geochemical prospecting and exploration methods have discovered during last twenty years many new types, mainly ore deposits (special interest was paid to the rare elements deposits), but only limited number of geochemical methods has been applied for exploration of non-metallic raw materials.

Geochemistry can help to discover substantial accumulations of elements in the upper part of the Earth's crust for the industry, but there is a strict need not to misuse the geochemical methods for theoretical speculations based on geochemical data concerning the distribution of elements in different types of rocks and minerals of the lithosphere without a real economic investigation and calculation with respect to the existing conditions and level of technology in the industry and in the national economy as whole. Geochemical prospecting and exploration methods (as metallometry, stream sediments, hydrogeochemistry, lithogeochemistry, atmogeochemistry a.o.) have to be reexamined in respect to the existing and future possibilities to help in search for new types of raw

materials in a more effective way. Trace elements evaluation on the existing deposits and regional prognostic evaluation of metallization in the areas where geological exploration is executed should be applied in the complex of geochemical methods as part of geological exploration together with other geological and geophysical methods in the whole process starting from the basic regional research till to the detailed exploration (from evaluation of prognostic reserves in the category D to geological reserves of the category B respectively). Examples from Bohemian Massif are given hereby.

PAMPURA V.D., A.P.Vinogradov Institute of Geochemistry of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Irkutsk, USSR

ON THE GEOCHEMICAL TYPES AND HYDROTHERMAL MATTER SOURCE OF RECENT VOLCANIC REGIONS

There are 9 geochemical types of "volcanogenic" mineral-forming thermal water in geodynamic situations: island arcs (Kamchatka, Japan, New Zealand), subduction zones (North and South America), spreading ridges (Iceland), the autonomy of which is defined by the chemical class depths facies and trace-elements specialization. Four of them belong to the depths facies and the others are their derivatives in the degassing, oxidizing and cooling on the surface: (1) Chloride-alkalimetal bor-lithium, enriched by CO_2 and H_2S. Typomorphic elements: Li, Rb, Cs, B, As, Sr, Ba, Ag, Au. (2) Chloride-alkali-magnesian bor-lithium, enriched by CO_2 and H_2S. Typomorphic elements: Li, Rb, Cs, B, As, Sr, Ag. (3) Chloride-alkali-metal brom, enriched by Sr with a "sea" isotopic composition. (4) Sulphate-magnesian aluminium-bor, enriched by Ga and Ge. For all types the isotopic composition H, O, Ar, Ne is meteogen but that of Sr is country-rock like. The factors of origin and existence of geochemical types are physico-geological conditions as oxidizing barriers and the transition of closed systems into open ones. The apparent chemical composition of hydrotherms forms under a convective heat-mass transfer in the system water-rock. The distribution regularities of Na, K Li, Rb, Cs, Sr, Ba, B are defined by the mass transfer in the water-rock system and water mixing of sea, meteoric and vapor-gas condensate ones. The hydrotherm composition developes with time from a chloride-alkali-metal with a low $Cl/SO_4+CO_2/N_2$ to a sulphate-hydrocarbonate-alkalic-magnesian one from the young to the old hydrothermal systems according to their heat regime.

ПАМПУРА В.Д., Ин-т геохимии им.А.П.Виноградова СО Академии наук СССР, г.Иркутск, СССР

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ТИПЫ И ИСТОЧНИКИ ВЕЩЕСТВА ГИДРОТЕРМ СОВРЕМЕННЫХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ОБЛАСТЕЙ

В зонах геодинамических обстановок, включающих островные дуги (Камчатский регион, Япония, Нов.Зеландия), активные континентальные окраины (Провинция бассейнов и хребтов, США), внутриокеанические и внутриконтинентальные рифты (Исландия), выделяются 9 геохимических типов "вулканогенных" рудообразующих гидротерм, автономность которых определяется принадлежностью к химическому классу, фациям глубинности и редкоэлементной специализацией. Глубинной фации принадлежат 4 основных типа вод, а остальные являются их производными в условиях дегазации, окисления и охлаждения на земной поверхности. I. Хлоридно-щелочнометальный бор-литиевый, обогащенный CO_2 и H_2S. Типоморфные элементы: Li, Rb, Cs, B, As, Sr, Ba, Ag, Au. 2. Хлоридно-щелочноземельный бор-литиевый, обогащенный CO_2 и H_2S. Типоморфные элементы: Li, Rb, Cs, B, As, Sr, Ag. 3. Хлоридно-щелочнометальный бромный, обогащенный Sr с "морским" изотопным составом. 4. Сульфатно-щелочноземельный алюминий-борный, обогащенный Ga и Ge. Для всех типов изотопный состав H, O, Ar, Ne метеогенный, а изотопный состав Sr аналогичен вмещающим породам. Факторами возникновения и существования геохимических типов служат физико-геологические условия, в частности окислительные геохимические барьеры и переход относительно закрытой системы в открытую. Наблюдаемый химический состав гидротерм формируется под влиянием конвективного тепломассообмена в системе вода-порода. Закономерности распределения типоморфных элементов Na, K, Li, Rb, Cs, Sr, Ba, B определяются: массообменом в системе вода-порода и смешением вод различного генезиса - морских, метеорных, конденсатов парогазовых смесей. В то же время состав гидротерм эволюционирует во времени от хлоридно-щелочнометальных с низкими Cl/SO_4 и CO_2/N_2 отношениями до сульфатно-гидрокарбонатных щелочноземельных в направлении от молодых к древним гидротермальным системам в зависимости от их теплоэнергетического режима.

ПАНАЙОТОВ А.И., Предприятие геофизической разведки и геологической съемки, София, НРБ

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА И СТРОЕНИЯ ПЕРВИЧНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОРЕОЛОВ ОСНОВНЫХ ТИПОВ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БОЛГАРИИ

I. Изучение первичных геохимических ореолов 24 объектов различной формационной принадлежности, расположенных в Родопской и Средне-

горской структурно-металлогенических зонах Болгарии показало, что в состав аномальных геохимических полей, включающих эти месторождения, входит широкий спектр элементов-индикаторов. Сложность морфологии аномальных геохимических полей, содержащих эпигенетические промышленные месторождения, обусловлена влиянием различных сочетаний элементов дизъюнктивной и пликативной тектоники. Для первичных ореолов всех изученных месторождений характерно единообразие осевой геохимической зональности распределения слагающих их элементов-индикаторов вне зависимости от структурно-формационного типа объектов. Установлен единый типоморфный ряд геохимической зональности элементов-индикаторов гидротермальных месторождений НРБ: Ba-Sb-As^1-Hg - Cu^1-Cd - Ag - Pb -Zn - Au - Cu^2- Bi - Ni -Co - Mo - U -Sn -As^2 -Be - W, согласующийся с установленным Л.Н.Овчинниковым и С.В.Григоряном (1970) единым рядом зональности первичных ореолов гидротермальных сульфидсодержащих месторождений. Установлено постоянство осевой зональности в качественном и количественном отношении для адекватных сечений полиметаллических месторождений в Родопах. Это способствует надежному определению перспектив геохимических аномалий и уровня их эрозионного среза относительно скрытого оруденения. Установлено два типа первичной геохимической зональности элементов-индикаторов: центробежный и центростремительный относительно вектора осевой зональности. Мультипликативные индикаторные соотношения между входящими в эти группы элементами, позволяют прогнозировать положение участков максимальной концентрации рудных компонентов. Существует прямая зависимость между масштабом проявления оруденения и геохимическими показателями в первичных ореолах, позволяющая прогнозировать тип оруденения, качественно масштаб и уровень среза рудных тел. Проверка геохимических прогнозов на ряде объектов НРБ показала их высокую эффективность.

PANTÓ GY.; Hungarian Academy of Sciences, Laboratory for Geochemical Research, Budapest, Hungary

TRACE ELEMENT GEOCHEMISTRY OF THE CENOZOIC VOLCANISM IN HUNGARY

Cenozoic volcanism of Hungary started in the Eocene and ended in the Upper Pannonian. The series is mainly composed by rhyolites, andesites and basalts with different genetic origin which is proved by REE and trace element characteristics. The REE patterns of calc-alkali andesites of continental margins lying above Eocene and Miocene subduction zones as well as their genesis are the same. Based on the strongly fractionated LREE and on the strong negetive Eu anomaly their formation can be explained only by a two- or multi-step model in which the mixing with the acidic products molten in the crust, bears also great importance.

The rhyolitic - ignimbritic volcanic rocks were generated during the partial melting of crustal acidic rocks, this is evidenced by the high LREE enrichment and by the strong negative Eu-anomaly.

The continental intraplate alkali olivine basaltic,basanitic volcanism of Hungary is the result of tensile tectonics developed during the formation of the Pannonian Basin and was generated by the minor partial melting of the upper mantle plum, which is also supported by the low amount of lava supplied. Based on the REE patterns - there is no correlation between the SiO_2 and REE content - in the mantle vertical heterogeneity can be assumed in addition to the partial melting. According to the available data the basaltic volcanism is not the continuation of the preceding andesitic volcanism but differs from it in its character and proves to be an uncontaminated basalt. Taking into account the REE-geochemical patterns, differences can be found between the individual member of this apparently homogeneous basalt volcanism that may be due to the origin from different regions of the mantle. Based on different element /Ni,Mn,Fe,Mg/ partitioning between the olivine, pyroxene and groundmass indicates different crystallisation temperatures which also prove that deep faults drained the convection cells in the upper mantle in different depth and that there were considerable differences in the rate of magma ascendence which affected the duration of crystallization.

PAPIKE JAMES and STEVEN SIMON, Institute for the Study of Mineral Deposits, South Dakota School of Mines and Technology, Rapid City, South Dakota, U S A

PETROLOGY OF LUNAR MATERIALS: HIGHLAND, MARE, AND REGOLITH

Current models for the formation and evolution of lunar mare basalts, highland rocks, and regolith are summarized. Most petrogenetic models favor differentiation of a moonwide magma ocean, resulting in the formation of an anorthositic crust via plagioclase flotation and derivation of the Mg-rich highland suite by partial melting of the complementary mafic cumulates. According to one model, these partial melts rose from the mantle into the crust to form Mg-rich plutons. Some of these plutons became KREEPy (K, REE, and P-rich) by assimilation of the highly fractionated oceanic residuum. The ancient rocks of the lunar crust have been granulated, melted, mixed and recrystallized by meteorite impacts.

The mare basalts formed during and after the formation of crustal rocks, probably by partial melting of mafic cumulates. Negative Eu anomalies in the basalts indicate that their sources had previously undergone plagioclase fractionation, and thus were not of primitive, whole moon composition. The regolith forms from lithic sources by the destructive process of comminution and the constructional processes of agglutinate formation (fusion of fine soil particles into larger ones). Lateral transport of material is an inefficient process, and the composition of the regolith at a given location is determined by the local geology. Mixing takes place vertically through meters and horizontally over kilometers.

PAVIĆEVIĆ M.K., RADUSINOVIĆ D.* and GRŽETIĆ I.,
Faculty of Mining and Geology, ULEMA - University Laboratory for Electron Microanalysis, University of Belgrade, Belgrade, Yugoslavia,
*Geoinstitut, Rovinjsja, Belgrade, Yugoslavia

INVESTIGATION OF MOLYBDENITE BY EMPA AND SIMS IN COPPER ORES OF BOR

The ore specimens, as well as flotation concentrate of molybdenite were used as samples during investigation. The ore-microscope determination both of molybdenite and accompanying mineral phases was followed by quantitative determination by EMPA (firm ARL, type SEMQ) with EDS, type TN-2000) and SIMS (firm Cameca type IMS 3F). Mineral composition of investigated ore material was heterogeneous. The presence of halcopyrite, tetraedrite, coveline, halcozine and bornite belonging to ore copper minerals was determined, while only molybdenite was found when molybden is in question. Besides, a certain number of accompanying minerals, mainly pyrite and rarely magnetite, as well as silicate minerals and quartz, were established. Apart from analyses of the essential elements of molybdenite and sulphur another 14 elements, starting from lithium to plumbous, the concentration of which ranges from several ppm to two atomic percentage, were studied. Out of all detected admixtures, only rhenium was isomorphically present in molybdenite crystal lattice, what results from mineralization process, while other elements were mechanically carried into the basic mineral.

PEARCE JULLIAN A. Dept. of Geology, The University, Newcastle-upon-Tyne, England

MODELLING OF PETROGENETIC PATHWAYS IN BASIC VOLCANIC ROCKS

The chemical composition of any basic volcanic rock can be related to the composition of primordial mantle by a set of vectors which together make up the petrogenetic pathway for that rock. The pathway can be divided into three parts. The first part is made up of vectors which describe the history of depletion and enrichment events undergone by the mantle source region prior to melting. The second part is the partial melting trend that relates the composition of this source region to the composition of the primary magma derived from it. The final part is made up of open and closed system fractional-crystallization vectors that describe the crystallization history of this primary magma prior to eruption.
Two of the most interesting projections for modelling petrogenetic

pathways are Th/Yb v Ta/Yb and Cr v Y, the former because it highlights only source heterogeneities, the latter because it highlights only variations in partial melting and fractional crystallization. Pathways drawn on these and other diagrams will be used to demonstrate: 1) the role of suboceanic lithosphere in boninite genesis; 2) the role of subcontinental lithosphere in magma genesis at active continental margins; 3) differences in degree of partial melting between mid-ocean ridges and island arc basalts.

PEARCE JULLIAN A., Dept. of Geology, The University, Newcastle-upon-Tyne, England

RELATIONSHIPS BETWEEN MAGMA GENESIS AND MINERALIZATION ABOVE SUBDUCTION ZONES

Magmas generated above subduction zones derive their content of metals, sulphur and other components from four main sources: 1) fluids and partial melts driven off subducted oceanic lithosphere; 2) the convecting upper mantle of the 'mantle wedge'; 3) the subcontinental lithosphere of the 'mantle wedge'; 4) the continental crust. Magmatic hydrothermal ores that formed from high-level segregation of aqueous fluids from these magmas contain metal associations that correlate with the relative contributions of these sources as deduced from isotopic and trace element data. On a global scale, for example, Cu-Au deposits are commonly associated with island arc magmas which involve sources 1) and 2) only and high have Cl/F and H_2O/CO_2 ratios; by contrast Cu-Mo deposits are commonly associated with active continental margin magmas which mainly involve sources 1) and 3) and have relatively high F/Cl and CO_2/H_2O ratios, and Cu-Sn deposits are restricted to magmas containing a significant crustal component. The relative contributions from these four sources may also influence the mineralization potential of a magma on a regional scale. A good example is the El Salvador-Potrerillos mining district of Chile where the mineralizing plutons appear to have been derived from a source that is both deeper and compositionally different from the non-mineralizing plutons that preceded them.

PEMPKOWIAK JANUSZ, Institute of Oceanology, Polish Academy of Sciences, Sopot, Poland

ORGANICALLY BOUND POLONIUM-210 IN THE BALTIC SEA ENVIRONMENT

Most of ^{210}Po can be isolated from the sediments of the Baltic Sea in the form of complexes with humic substances in the course of alkaline extraction. The activity of ^{210}Po in the high molecular weight fraction of humic substances exceeds ten-fold the activity in the low molecular weight fraction. Humic substances isolated from sea water are characterized by low activity of ^{210}Po and a low average molecular weight.
This can be explained by a high ratio of bioaccumulation of ^{210}Po in marine organisms, a low degree of decay of remains of dead organisms in water due to the shellowness of the sea, sedimentation and subsequent biochemical transformation of the remains/rich in ^{210}Po and ^{210}Pb/into humic substances in the surface sediments. It was found out that 10-20% of ^{210}Po dissolved in sea water is bound to humic substances in a form of strong complexes and can be easily isolated as such. However, the sorption of organic complexes on suspensions is not thought to be an efficient enough process to account for the high activities of ^{210}Po found in humic substances in sediments.

PEMPKOWIAK JANUSZ, Institute of Oceanology, Polish Academy of Sciences, Sopot, Poland

THE ORIGIN AND FATE OF HUMIC SUBSTANCES IN THE BALTIC SEA EVALUATED ON THE BASIS OF $^{13}C/^{12}C$ ISOTOPES RATIO, THE YIELD OF PHENOLIC ALDEHYDES AND THERMOGRAVIMETRIC PROPERTIES

Humic substances were isolated from sediments and water of the Baltic Sea and surrounding areas. The physico-chemical properties such as UV, VIS and IR absorption spectra, elemental analysis, molecular weight distribution proved differences between fractions of different provenance, but did not allowed for evaluation of the origin.
The origin of humic substances in the marine environment was quantified on the basis of $\delta^{13}C$ in investigated samples. Similar results were obtained on the basis of the yield of phenolic aldehydes after oxidative degradation of the samples. Differential thermogravimetric curves supported the conclusion that in the environment of the Baltic Sea substances of land origin constitue considerable proportion of humic fraction. The following percentages

of humic substances of land provenance were calculated: 55 in near-shore water, 48 in open sea water, 7 in particulate matter, 40 in surface sediments, 48 in deep /60-70 cm/ sediments.
The fate of labile and stable fractions of organic matter in sea water as well as the differences in the composition of humic substances in water and sediments are discussed.

PERELMAN A.I.,BORISENKO E.N., Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the Academy of Sciences of the USSR, Moscow, USSR;
KASIMOV N.S.,SHMELKOVA N.A., Moscow State University, Geography Department, Moscow, USSR

HISTORICAL GEOCHEMISTRY AND ORE DEPOSITS PROSPECTING

The lithogeochemical anomalies in ore provinces of the USSR have gone through a complicated history of development since ore bodies and their primary haloes of dispersion have been involved in hypergenic migration. Many of them were deformed to some extend, separated from ore source, weakened in leaching zones, strengthened on geochemical barriers. That is why the correct interpretation of such anomalies requires knowledge of their historical geochemistry, and application of paleolandscape-geochemical analysis.
Paleolandscape geochemical maps are prepared for Devonian, Upper Permian, Upper Cretaceous, Paleocene, Eocene, Oligocene, Miocene, Pliocene, Glassial epoch, Interglassial Pleistocene. This maps show the ancient location of geochemical landscapes on the area of the USSR and the conditions of formation of secondary haloes of dispersion of various types. The principal attention is paid to geochemical barriers, where strengthening of anomalies takes place and to leaching zones, where they get weaker. It is established that oxygene barriers are characterized by a concentration of Fe, Mn, Co, Ni, Zn, Mo, Pb and other elements, gley barriers - by Mo, V, alkaline barriers - by Cu, Zn, Pb, Ni, Co and other elements, acid barriers - by Cu, Ag, Be, Y, Sc, Zr and other elements, evaporation barriers - by Mo, Sr, Zn, Y, B and other elements.
The reconstruction of ancient geochemical barriers gives us some material to make conclusions about conditions of formations of ekzogenic ore deposits and types of their secondary haloes of dispersion. Such reconstruction is necessary for improving methods of geochemical prospecting for ore deposits and first of all for prospecting unexposed, underlay and other harddiscovered ore deposits, haloes of which do not reach the Earth surface.

ПЕРЕЛЬМАН А.И., БОРИСЕНКО Е.Н., Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Академии наук СССР;
КАСИМОВ Н.С., ШМЕЛЬКОВА Н.А., Московский государственный университет, геофак, г.Москва, СССР

ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОХИМИЯ И ПОИСКИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Литогеохимические аномалии в рудных провинциях СССР пережили сложную историю развития с момента включения рудных тел и их первичных ореолов в гипергенную миграцию. Многие из них испытали деформацию, отрыв от рудного источника, ослабление в зонах выщелачивания, усиление на геохимических барьерах. Поэтому правильная интерпретация таких аномалий невозможна без знания исторической геохимии, без применения палеоландшафтно-геохимического анализа.

Для девона, верхней перми, верхнего мела, палеоцена, эоцена, олигоцена, миоцена, плиоцена, эпохи оледенения и межледниковий плейстоцена составлены палеогеохимические ландшафтные карты, на которых показано былое размещение геохимических ландшафтов на территории СССР. На картах отражены условия формирования вторичных ореолов рассеяния различного типа. Главное внимание обращено на геохимические барьеры, где происходит усиление аномалий, и зоны выщелачивания, где они ослабляются.

Установлено, что для кислородных барьеров характерна концентрация Fe, Mn, Co, Ni , Zn , Mo, Pb и др. элементов; для глеевых – Mo, V ; для щелочных – Cu, Zn, Pb, Ni, Co и др.; для кислых – Cu, Ag, Be, Y, Sc , Zr и др.; для испарительных – Mo, Sr, Zn , Y , B и др.

Реконструкция былых геохимических барьеров дает материал для выводов об условиях формирования экзогенных рудных месторождений и типов вторичных ореолов рассеяния, характерных для различных геологических эпох и рудных провинций. Это необходимо для совершенствования методики геохимических поисков, особенно поисков невскрытых, перекрытых и других трудноотрываемых месторождений, ореолы которых не достигают земной поверхности.

PETROVA Z.I., LEVITSKY V.I., A.P.Vinogradov Inst.of Geochemistry of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Irkutsk, USSR

METAMORPHIC AND MAGMATIC EVOLUTION PROCESSES IN ARCHEAN STRATA OF CISBAIKALIA (GEOCHEMICAL ASPECT)

The ancient strata of Cisbaikalia, the Sharyzhalgaisky and Olkhonsky series, are represented by characteristic of precambrian granulitic-gneissic complexes. The geological features and chemical particularities of the early formations in their composition show

that they are based on sedimentary-volcanogenic strata formed mainly by subaqueous effusion of tholeiitic magma and differently destructed sedimentary products and the exogenic reworking of basite material. Further on these strata underwent a subsequent influence of regional isochemical metamorphism processes of the granulitic facies, an intensive ultrametamorphism showing as a complex of characteristic endogenic processes: palingenesis, hightemperature metasomatism, melting and crystallization of granitoid magma, together with deep fluids and postmagmatic metasomatism processes. As a result there are on the modern erosion cut in their composition three genetic rock groups: of the granulitic facies, various ultrametamorphites and postmagmatic metasomatites.

The general geochemical particularity of the granulitic facies is the enhanced background of trace element contents characteristic of basites, and the prevailing basic crystalline schists are chemically a straight analog of tholeiitic basalts of the calcareous-alkaline series at island arc situations.

Geochemically the ultrametamorphites are particular with the influence of composition of the initial and replaced rocks of the granulitic facies, the chemical direction, the intensiveness of reforming processes and the tectonic situation of their occurrence. Along with the ultrametamorphic processes in the strata in considerable volumes do melt granitoid magmas crystallizing on the spot or after displacement. Thereby the strata become granitoid and get an enhanced background of lithophile elements contours.

The composition particularities of postmagmatic metasomatites are determined by the composition of their initial rocks, the regime of volatile elements and the regularities of local elements redistribution in areas of their formation.

ПЕТРОВА З.И., ЛЕВИЦКИЙ В.И., Ин-т геохимии им.А.П.Виноградова СО Академии наук СССР, г.Иркутск, СССР

ЭВОЛЮЦИЯ ПРОЦЕССОВ МЕТАМОРФИЗМА И МАГМАТИЗМА В АРХЕЙСКИХ ТОЛЩАХ ПРИБАЙКАЛЬЯ (ГЕОХИМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ)

Древнейшие толщи Прибайкалья - шарыжалгайская и ольхонская серии - представлены характерными для докембрия гранулито-гнейсовыми комплексами. По совокупности геологических признаков и особенностям химизма наиболее ранних образований в их составе удается установить, что исходными для этих комплексов послужили осадочно-вулканогенные толщи, в формировании которых основную роль играли подводные излияния толеитовых магм и осадочные продукты разной степени разрушения и эндогенной переработки базитового материала. В дальнейшем такие толщи претерпели последовательное воздействие процессов региональ-

ного изохимического метаморфизма гранулитовой фации, интенсивный ультраметаморфизм, проявившийся как комплекс характерных эндогенных процессов - палингенеза, высокотемпературного метасоматоза, выплавления и кристаллизации гранитоидных магм - при участии глубинных флюидов и процессов постмагматического метасоматоза. В результате на современном эрозионном срезе в их составе отчетливо фиксируются породы трех генетических групп: породы гранулитовой фации, разнообразные ультраметаморфиты и постмагматические метасоматиты.
Общей геохимической особенностью пород гранулитовой фации является повышенный фон содержаний редких элементов, характерных для базитов, а преобладающие среди них основные кристаллические сланцы по химическому составу полностью аналогичны толеитовым базальтам известково-щелочных серий современных островодужных обстановок.
Геохимические особенности ультраметаморфитов определяются влиянием состава исходных и замещаемых пород гранулитовой фации, химической направленностью и интенсивностью проявления преобразующих процессов и тектонической обстановкой их образования. В связи с ультраметаморфическими процессами в толщах в значительных объемах выплавляются гранитоидные магмы, которые кристаллизуются на месте или после перемещения в пространстве. Толщи при этом приобретают гранитоидный облик и повышенный фон содержаний литофильных элементов.
Особенности состава постмагматических метасоматитов определяются составом исходных для них пород, режимом летучих элементов и закономерностями локального перераспределения вещества в участках их формирования.

PETUKHOV A.V., ZVEREVA O.V., PETRASH A.I., All-Union Research Institute of Nuclear Geophysics and Geochemistry of the USSR Ministry of Geology, Moscow, USSR

GEOCHEMICAL ASPECTS OF INTERCONNECTION OF THERMOMAGNETIC PROPERTIES AND SPECTRAL BRIGHTNESS OF ROCKS IN THE LAYERS SITUATED ABOVE THE OIL AND GAS DEPOSITS

Complex studing of properties and parameters of rocks of the upper layers of deposition from the oil and gas basins of the Western Siberia, Western Kazakhstan, Turkmenistan, the Ukraine, the Volga region and other regions of the Soviet Union shows that products of destruction of hydrocarbons (CO_2, H_2O), migrating from the oil and gas deposits, stipulate for low temperature metasomatism, which will lead to the formation of specific paragenesis of secondary minerals (siliceous, aluminosilicate, carbonate, sulphide, sulphate, sulphite, titanic and etc.). It is stated by experiments that the appearance of similarly secondary minerals considerably changes spe-

ctral brightness and magnetic properties both in productive rocks and in the rocks of the upper layer. Deposits without secondary minerals, containing ferrous, are considerably lighter and have less magnetic properties. The appearance of ferrous containing new secondary minerals (pyrite, siderite, magnetite) as a rule leads to colour rocks change and the increase in dispersion of its magnetic sensitiveness especially after the thermotreatment of probe. Visible connection of rocks magnetic properties and spectral brightness with processes of secondary formation of minerals in zones of anomalous hydrocarbon saturation, shows that rocks magnetic properties and spectral brightness have unique nature, connected with the influence of hydrocarbons and may be of grate importance in investigations.

ПЕТУХОВ А.В., ЗВЕРЕВА О.В., ПЕТРАШ А.И., Всесоюзный научно-исследовательский институт ядерной геофизики и геохимии Министерства геологии СССР,г.Москва,СССР

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЗАИМОСВЯЗИ ТЕРМОМАГНИТНЫХ СВОЙСТВ И СПЕКТРАЛЬНОЙ ЯРКОСТИ ПОРОД НАД ЗАЛЕЖАМИ НЕФТИ И ГАЗА

Комплексное изучение свойств и параметров пород надпродуктивных отложений нефтегазоносных бассейнов Западной Сибири, Западного Казахстана, Туркмении, Украины, Поволжья и других регионов показало, что продукты деструкции углеводородов (CO_2, H_2O), мигрирующих из залежей нефти и газа, обусловливают низкотемпературный метасоматоз, завершающийся образованием специфических парагенезисов вторичных минералов (кремнистых, алюмосиликатных, карбонатных, сульфидных, сульфатных, титанистых и др.). Экспериментально установлено, что появление подобных вторичных минералов существенно изменяет спектральную яркость и магнитные свойства как продуктивных, так и перекрывающих залежь пород. Отложения, в которых отсутствуют вторичные минералы, содержащие железо, заметно осветлены и слабомагнитны. Появление железосодержащих вторичных новообразований (пирита, сидерита, магнетита и др.), как правило, приводит к изменению окраски пород и увеличению дисперсии значений их магнитной восприимчивости, особенно после термообработки проб. Наблюдаемая связь магнитных свойств и спектральной яркости пород с процессами вторичного минералообразования в зонах аномального углеводородного насыщения, свидетельствует о том, что магнитные свойства и спектральная яркость пород имеют единую природу, связанную с воздействием углеводородов, и могут быть косвенными показателями нефтегазоносности недр.

PINNEKER E.V., Earth Crust Institute of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Irkutsk, USSR

PARTICULARITIES OF STUDIES ON EARTHQUAKE PREDICTION FROM GEOCHEMICAL DATA

To solve the problem of seismic prediction is a very complicated task, which is at present on the initial (prospective) stage. Geochemical, more exactly hydrogeochemical precursors of earthquakes present much information concerning this subject, which shows their connection with ground waters. Investigations performed in the Baikal rift zone and neighbouring areas indicate that prospecting of these precursors needs: 1) technical equipment and uniformity of regime observations, 2) establishment of an optimum network of observation stations and 3) creation of the "portrait" of the hydrogeological earthquake precursor. Thus, the main work in this study is to obtain reliable information and to provide its regular treatment. Hydrogeochemical observations require a continuous recording of a wide range (about ten) of indices and, in the first turn, of products of deep "breathing" (helium, hydrogen, mercury, etc.) and some other isotopic variations, e.g. $^{3}He/^{4}He$. Unfortunately, a serial equipment for their uniform recording is not available yet. Much information is obtained from observations on well, taking ground water out of seismogenic faults, i.e. beyond tectonic distortions and in seismic regions. With this in mind the researchers are to define an appropriate depth of wells, their location on the area and a number of water-bearing zones under observation.

Only the representative information permits to understand the sense of the hydrogeochemical earthquake precursor, i.e. to work out quantitative criteria for seismic prediction.

ПИННЕКЕР Е.В., Институт земной коры СО АН СССР, г.Иркутск, СССР

ОСОБЕННОСТИ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРОГНОЗА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ПО ГЕОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Разработка столь сложной проблемы, как сейсмический прогноз, находится в начальной (поисковой) стадии. Весьма информативными оказались геохимические (точнее, гидрогеохимические, поскольку они чаще всего связаны с подземными водами) предвестники землетрясений. Поиски таких предвестников, как показали исследования в Байкальской рифтовой зоне и сопредельных областях, заключаются в следующем: I) техническое оснащение и унификация режимных наблюдений; 2) организация оптимальной сети наблюдательных пунктов и 3) создание "портрета" гидрогеохимического предвестника землетрясений. Задача состоит, та-

ким образом, в получении представительной информации и целенаправленной ее обработке.

Гидрогеохимические наблюдения требуют непрерывной регистрации широкого спектра (не менее 10) показателей, в первую очередь продуктов глубинного "дыхания" (гелий, водород, ртуть и т.д.) и некоторых изотопных вариаций (например, $^{3}He/^{4}He$). К сожалению, серийной аппаратуры для их унифицированной регистрации пока нет.

Наиболее информативными являются наблюдения в скважинах, вскрывающих подземные воды среди сейсмогенных разломов, а для сравнения - вне тектонических нарушений и даже в асейсмических районах. В связи с этим выбирается необходимая глубина скважин, их размещение по площади и количество наблюдаемых водоносных зон.

Только наличие представительной информации позволит разработать "портрет" гидрогеохимического предвестника землетрясений, т.е. выработать количественные критерии для сейсмического прогноза.

PODOSEK FRANK A., BERNATOWICZ THOMAS J., HONDA MASAHIKO and KRAMER FRANK E., McDonnell Center for the Space Sciences, Washington University, St. Louis, Missouri, USA

THE DEFICIENCY OF ATMOSPHERIC XENON

The noble gases Ne, Ar and Kr occur in the earth's atmosphere in very nearly the same proportions as they are generally found in primitive meteorites; normalized to the mass of the earth, they occur in approximately the same concentrations as well. Extrapolation by this analogy suggests that the abundance of Xe in air should be 20-25 times greater than it is observed to be. It has been commonly believed that this deficiency is made up by the Xe in shales.

We have investigated common shales by three techniques: normal trapped gas analysis, evaluation of the degree of adsorption, and analysis of samples sealed to prevent any loss of gas in laboratory vacuum. All data indicate that the previous view is incorrect and that the earth's atmosphere really is deficient in Xe in comparison with meteorites.

The most plausible view appears to be that for earth materials conditions relevant to incorporation of noble gases were simply different from those for meteorites. Alternative hypotheses are that Xe, to a much greater degree than other gases, has been retained in the interior of the earth or has been returned to the earth by tectonic subduction.

POLIKARPOCHKIN V.V., A.P.Vinogradov Institute of Geochemistry of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Irkutsk, USSR

THE USE OF GEOCHEMICAL PROSPECTING METHODS ON PLATFORM TERRITORIES

The modern technology of geochemical exploration methods used in mountain-folding regions can be efficiently used also on platform territories for the determination of deposits in the sedimentary--volcanic sheath and down to economical zones of exploitation in the platform foundation. The exploration on platform territories is hindered by their relief being of flat and slightly lifted

plains and plateaus, wide-spread cover depositions and a subhorizontal orientation of major deposit types related to the sedimentation processes. Favourable are artesian basins within the platform where the matter transition from deep deposits up to the surface is triggered. The effect depends mainly on sampling selection in granulometric fractions of the taken material. The sampling of large fractions of cover depositions is often effective for discovering deposits in the modern and paleozones of mechanical denudation, the sampling of small fractions and water is positive for prospecting deposits which are deepseated and occurring on the surface as salt anomalies. In biogeochemical prospecting the chemical element accumulation in plants, leading to a higher anomaly contrast is attractive. Important is the data processing along with machined mapping. Expedient is the mapping upon the dispersion fluxes in a scale of 1:1500000 - 1:500000 and for some regions 1:200000 - 1:50000. At detailed work on perspective areas there can be used methods of geochemical surface survey upon haloes along with deep boring.

ПОЛИКАРПОЧКИН В.В., Институт геохимии им.А.П.Виноградова СО Академии наук СССР, г.Иркутск, СССР

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПОИСКОВ НА ПЛАТФОРМЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Современная технология геохимических методов поисков, широко и с большой практической отдачей применяемых в горно-складчатых районах, способна обеспечить вполне эффективное использование их и на платформенных территориях для выявления месторождений в осадочно-вулканогенном чехле и, до глубины экономически обоснованной зоны эксплуатации, в фундаменте платформ. Обстоятельствами, затрудняющими поиски на платформенных территориях, являются особенности их рельефа, характеризующегося развитием низменных или слабо поднятых равнин и плоскогорий, широкое распространение покровных отложений и субгоризонтальная ориентировка важнейших типов месторождений, связанных с осадочным процессом. Благоприятным обстоятельством следует считать наличие в пределах платформ артезианских бассейнов, в которых осуществляется перенос веществ от залегающих на глубине месторождений в поверхностную зону. Успех работ в значительной степени определяется выбором видов опробования и гранулометрических фракций отбираемого в пробу материала. Опробование крупных фракций покровных отложений часто оказывается эффективным для обнаружения месторождений в современной и палеозонах механической денудации, опробование мелких фракций и вод - для поисков месторождений, залегающих на глубине и проявляющихся на поверхности солевыми аномалиями. В биогеохимических

поисках привлекательно использование способности растений накапливать химические элементы, приводящей к повышению контрастности аномалий. Важное значение имеет применение современных методов обработки данных на ЭВМ с машинным построением карт. Целесообразно составление на основе съемок по потокам рассеяния геохимических карт платформ в масштабах I:I 500 000 - 500 000 и для отдельных регионов I:200 000 - I:50 000. При детальных работах на перспективных площадях могут быть применены методы поверхностной геохимической съемки по ореолам; затем переходят к бурению на глубину.

PUSHKAREV Yu.D., Geological Institute of the Kola Department of the USSR Academy of Sciences, Apatite, USSR

A NEW VIEW ON THE CRUST-MANTLE EVOLUTION (Sr, Pb, Nd)

The concept of mantle uniform reservoir (UR) being identical in composition in Sm-Nd system to such of the chondritic uniform reservoir (CHUR) most likely is invalid. A Sm-Nd system cannot be used to prove identity of that kind because evaluation of present UR Nd isotope composition depends greatly on whether UR becomes depleted or unchanged during the last 2.5 b.y. In the Rb-Sr and U-Th-Pb systems the evaluation does not depend on the UR depletion degree. Mid ocean-ridge basalts (MORB) appear to be a present-day isotopic UR equivalent. MORB is the most depleted mantle material compared with other ones, which can be found on the Earth surface. It means that all other modern volcanites are enriched differentiates compared with UR and that the really depleted material being complementary to them does not reach the Earth surface. In the authors' opinion this is a new boundary condition of any crust-mantle evolution model. According to the model, suggested by the results of statistical processing of Rb-Sr, U-Th-Pb and Sm-Nd isotope data and by their comparison with geomagnetic ones, the core growth goes on near the lower mantle foot due to UR differentiation. As a result the lighter material (or undepleted mantle) is formed. It periodically (mainly at the culmination stages of endogenic activity megacycles) floats up and forms asthenosphere. Here the undepleted mantle in its turn differentiates into the enriched mantle, which supplies the crust, and into the depleted mantle which sinks. The figure put below illustrates the crust-mantle evolution according to the suggested model.

Fig:

CRUST: oceanic - OC; continental - CC.

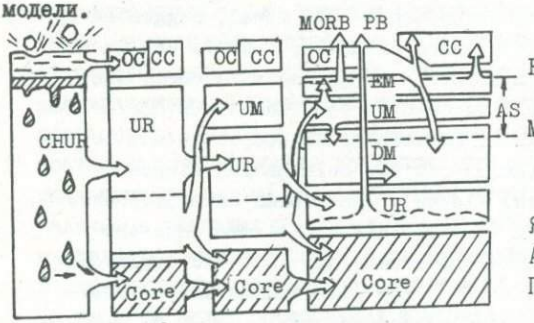
MANTLE: undepleted - UM; enriched - EM; depleted - DM.

PB - plum-basalts; AS - asthenosphere.

ПУШКАРЕВ Ю.Д., Геологический институт Кольского филиала Академии наук СССР, г.Апатиты, СССР

НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА ИЗОТОПНУЮ ЭВОЛЮЦИЮ СИСТЕМЫ КОРА-МАНТИЯ (Sr,Pb,Nd)

Представление о мантийном однородном резервуаре (UR), современный изотопный состав которого в Sm-Nd системе идентичен составу однородного хондритового резервуара (CHUR), вероятнее всего несостоятельно. Sm-Nd система непригодна для доказательства такой идентичности, т.к. оценка современного изотопного состава UR сильно зависит от того, истощается или нет UR в течение последних 2,5 млрд.лет. В Rb-Sr и U-Th-Pb системах степень истощения UR на такую оценку не влияет. Согласно этим системам, современным изотопным аналогом UR являются базальты срединно-океанических хребтов (MORB). Поскольку MORB по сравнению с остальными мантийными производными, представленными на поверхности, - вещество наиболее истощенное, все другие современные вулканиты по отношению к UR оказываются его обогащенными производными. Отсюда комплементарные им действительно истощенные дифференциаты UR на поверхность не выходят. По мнению автора, это новое граничное условие любых моделей эволюции системы кора-мантия. В соответствии с предлагаемой моделью, опирающейся на результаты статистической обработки данных по Rb-Sr, U-Th-Pb и Sm-Nd системам, а также на результаты их сопоставления с палеомагнитными данными, у подошвы нижней мантии за счет дифференциации вещества UR продолжается рост ядра. В итоге возникает более легкий материал (неистощенная мантия). Он периодически (главным образом в кульминационные стадии мегациклов эндогенной активности) всплывает вверх и формирует астеносферу. Здесь неистощенная мантия, в свою очередь, дифференцирует на обогащенную мантию, пополняющую кору, и истощенную мантию, которая тонет. Приводимый ниже рисунок иллюстрирует развитие системы кора-мантия согласно этой модели.



КОРА: океаническая - OC, континентальная - CC.
МАНТИЯ: неистощенная - UM, обогащенная - EM, истощенная - DM.
ЯДРО - Core.
АСТЕНОСФЕРА - AS.
ПЛЮМ-БАЗАЛЬТЫ - PB.

4,57-4,47 млрд.лет | Мегациклы: 3,6-2,6-I,6-I,I-0,4 | Настоящее время

RAMAN S.V. Department of Materials Engineering, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, N.Y., U S A

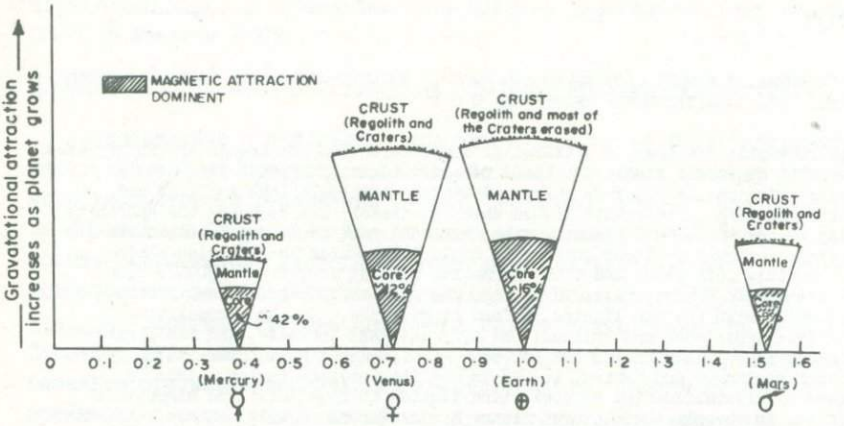
THE PHENOMENA OF ATOMIC CLUSTERING AND CRYSTAL NUCLEATION BARRIER IN THE FORMATION OF MASSIF ANORTHOSITE, HONEY BROOK, PA. U S A

The petrographic features, mineralogical composition and REE trends are interpreted in terms of an atomic clustering based pehnomenological thermodynamic model. The clustering raises the free energy of anorthositic melt ($Ab_{45}An_{50}Di_5$) and causes nucleation of anorthite liquid which metastably exists below the anorthite melting temperature. Consequently, the remaining melt phase separates into mafic and felsic residual portions during its evolution towards the diopside-albite join. On this join .46di and .14di normative liquids coexist at 1300°C. The anorthite liquid crystallizes first, once the nucleation barrier is overcome and equilibrates with the two liquids to form plagioclase. As the composition of plagioclase approaches the solidus, the LREE and HREE increase, and the positive Eu anomaly decreases with concomitant reduction in Ca/Ca+Na+K content from .60 at pluton periphery and centre, to .38 in the intermediate region. This is followed by crystallization of coexisting liquids to form mafic and migmatitic composites in the plagioclase predominant hypidiomorphic matrix. Hence, with the exception of a negative Eu anomaly ($Eu/Eu^* = .6$) the REE concentration in the two residual liquids is nearly alike and maximum. The mafic residual liquid being more abundant the Mg/Mg+Fe trends of hornblende and augite could be traced and suggest crystallization of pluton from Mg enriched periphery to Mg depleted interior.

RAO A.S.P., Department of Geology, Osmania University, Hyderabad, India

THE DISTRIBUTION OF MASS IN THE TERRESTRIAL PLANETS

The author (Rao, 1982) has argued that the sizes and massses of the terrestrial planets were not only controlled by the abundance of material available and condensed in order from the primitive solar nebula but also were controlled by the volumes of nickel-iron core (and its state) that were available in the planets zone. The mass of Mg-silicates (mostly $MgSiO_3$) is about twice that of iron from a fully condensed gas of solar composition (Weidenschilling, 1978). At high pressures (greater than 10^{-4} atm) iron condenses ahead of foresterite where as these positions are reversed at low pressures. The nebula gas pressure at the orbit of Mercury was probably about 10^{-3} atm. Due to a decrease of nebula gas pressure in the zones of far off terrestrial planets from the Sun, Mg-silicates condense before iron which requires an efficient mechanism of fractionation of iron from the early condensed Mg-silicates. The author discusses the forces that were responsible for the observed fractionation of iron from silicates at different heliocentric distances and conclude that nucleation of the planets represents a time sequence which in turn controlled the extent of feeding zones on both the sides of the planets and thereby the masses of the terrestrial planets.



РЕНЧ ИОГАННЕС, ШУЛЬЦЕ ВИЛЬФРИД, БИРКЕ МАНФРЕД, МЮЛЛЕР ХОЛЬГЕР, ЭЙХБЕРГ МАРГИТ, ПИЛЛАТЦКЕ ЛУТЦ, Центральный геологический институт, Берлин, ГДР

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОИСКИ В РАЙОНАХ С АНТРОПОГЕННЫМ ВЛИЯНИЕМ

Геохимические ландшафты ГДР в целом находятся в условиях антропогенного влияния. Речь идет о культурных ландшафтах, содержащих еще только реликты природных ландшафтов.

Степень антропогенного влияния зависима от интенсивности землепользования и увеличивается в следующей очередности: лесное хозяйство – сельское хозяйство – поселок и промышленность – промышленность и горное дело.

Границы геохимических ландшафтов во многих случаях являются границами типов землепользования. В связи с этим для геохимических поисков в этих культурных ландшафтах, находящихся под антропогенным влиянием, выявляются следующие проблемы.

Именно среды опробования, получаемые с наименьшими техническими затратами (поверхностные воды, ручейные осадки, озерные осадки, почвы из глубины меньше 40 см) в связи с обработкой почвы и(или)с приносом газообразных, жидких и твердых отбросов человеческой деятельности,в различной степени были подвергнуты антропогенному воздействию.

Основной проблемой геохимических поисков на поверхности в культурных ландшафтах является различение обусловленных минерализацией аномалий и антропогенных аномалий и дифференцированный диагноз комплексных типов аномалий.

Обощенные примеры антропогенных (техногенных) аномалий сравниваются с литературными данными и сопоставляются с аномалиями, обусловленными минерализацией. Комплексные поиски с изучением тяжелых минералов, ручейных осадков и воды позволяют проводить для отдельных типов оруденения разделение аномалий, обусловленных минерализацией с исключением аномалий, вызванных горнорудной промышленностью.

REHTIJÄRVI P., NIKANDER J., Geological Survey of Finland, Espoo, Finland

TRANSVERSE LIL ELEMENT DISTRBUTIONS IN THE KANGASJÄRVI SPHALERITE-PYRITE MINERALIZATION, CENTRAL FINLAND: AN EXAMPLE OF HOST ROCK ALTERATION

The Kangasjärvi sphalerite-pyrite mineralization is a strata-bound massive sulfide occurrence hosted by a sequence of volcanogenic gneisses, pyroclastic rocks and various cordierite-bearing gneisses. The volcanics are regarded as metamorphosed derivatives of acid, intermediary and basic tuffs and the gneisses as their altered variations. Alteration is attributed to hydrothermal activity and considered to be related to the genesis of massive sulfides. In addition to cordierite these altered rocks are characterized by garnet and anthophyllite or sillimanite. Serisitization is noticeable in rocks adjacent to mineralizations.

The contents of LIL (large ion lithophile) elements K, Na, Ca, Mg, Rb, Sr, and Cs were analyzed by XRF and epithermal INAA methods. The samples (322) were taken, applying the chip-channel method, from a vertical five d.d. core profile.

The alteration is characterized by enrichment of K, Mg and Rb and depletion of Na, Ca and Sr, a result reported for host rocks of many strata-bound massive sulfide ores. Element ratios (e.g. K_2O/Na_2O) and alteration indexes (e.g. $K_2O+MgO/CaO+Na_2O+MgO+K_2O$) show up the effect more clearly. The width of the halos is restricted to less than 100 m and they seem to be wider stratigraphically under the ore horizon. Alteration and related linear productivities appear to be more pronounced in the upper part of the mineralization. This may indicate that the ore strata were thicker in the weathered-away part of the occurrence and also the direction of introduction of ore forming fluids.

RONOV A.B.,MIGDISOV A.A.,YAROSHEVSKY A.A., V.I.Vernadsky Inst. of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

THE SOURCES OF MATTER OF SEDIMENTARY SHELL AND EARTH CRUST AND PROBLEM OF THEIR EVOLUTION

The changes of major rock types of the Earth crust(basalts, granitoids, shales)composition in geological time(AR_1; AR_2; PR_{1-2}; PR_3; Ph)were studied on the basis of generalization of original and literature data (tens of thousands analysis) representing largest crystalline shields, platforms and geosynclines of the continents. The

average compositions of these rock types are established to characterize by common and concordant evolutionary trends in contents of major and trace elements. In all studied types of rocks the concentrations of Mg, Ni, Cr, Co etc. are decreased and contents of K, Rb, Sr, Ba, TR are increased in time as well as the value of ratios Fe/Mg; Fe_2O_3/FeO; Co/Ni. At the studied stages of geological history the composition of shales occupies the intermediate position of contemporaneous basalts and granitoids with approximate proportion 1:1. The tendency of compositional changes of all these rock types coincides very close with the evolutionary trends of magmatic series. This indicates on magmatic nature of observed evolution. The analysis of data lead to conclusion that the matter for the sedimentary shell and the Earth crust formation derived from the upper mantle (tectonosphere). The changes of composition of mantle differentiates in time just determined the common tendences of the observed evolution. The additional factor for evolution of the sedimentary shell was the development of life and biosphere which caused also the changes in composition of atmosphere and the ocean.

РОНОВ А.Б., МИГДИСОВ А.А., ЯРОШЕВСКИЙ А.А., Институт геохимии и аналитической химии им.В.И.Вернадского АН СССР, г.Москва, СССР

ИСТОЧНИКИ ВЕЩЕСТВА И ПРОБЛЕМА ЭВОЛЮЦИИ ОСАДОЧНОЙ ОБОЛОЧКИ И ЗЕМНОЙ КОРЫ

Рассмотрено изменение во времени (AR_I, AR_2, PR_{I-2}, RP_3, Ph) составов важнейших типов пород земной коры (базальтоидов, гранитоидов и глинистых сланцев) на основе обобщения оригинальных и литературных данных (десятки тысяч анализов), представляющих крупнейшие щиты, платформы и геосинклинали континентов. Установлено, что средние составы этих типов пород характеризуются единой и согласованной направленностью эволюции содержаний породообразующих компонентов и редких элементов. Во всех типах пород уменьшается во времени концентрация Mg, Ni , Cr, Co и возрастает - K, Rb, TR, Sr, Ba, а также увеличивается величина отношений Fe/Mg, Fe_2O_3/FeO, Co/Ni. На всех рассматриваемых этапах геологической истории состав глинистых пород занимает промежуточное положение между составами одновозрастных базальтоидов и гранитоидов, пропорция которых приближается к I:I. Тенденция изменения состава всех указанных типов пород полностью совпадает с направленностью эволюции магматических серий. Это указывает на магматическую природу эволюции. Анализ фактов приводит к выводу, что источником вещества осадочной оболочки и земной коры являлось вещество, поступавшее из верхней мантии (тектоносферы). Именно изменение во времени состава глубинных дифференциатов определяло общие тенденции наблюдаемой эволюции. В эволюции же осадочной оболочки дополнитель-

ным фактором являлось развитие жизни и биосферы, сказавшееся также на изменении состава атмосферы и океана.

ROSENHAUER M., Mineralogisch-Petrologisches Institut
Universität Göttingen, FRG, and WOERMANN E.,
Institut für Kristallographie der Technischen Hochschule
Aachen, FRG

THE ROLE OF OXYGEN FUGACITY IN THE EARTH'S UPPER MANTLE:
SUBSOLIDUS AND MELTING RELATIONS IN THE SYSTEM
$CaO - MgO - SiO_2 - C - O - H$

Solidus temperatures in the Earth's mantle are decreasing drastically by several hundred degrees by the action of a fluid phase with the greatest effect caused in the presence of H_2O and less pronounced for CO_2 and CH_4 (Eggler). Under increasing pressures mantle silicates react with CO_2 to form carbonates and eventually with H_2O to form hydrates (Ellis and Wyllie). Under still higher pressures it is assumed that the only stable fluid C-O-H species are hydrocarbons, in particular CH_4. For their stability, however, lower oxygen fugacities are required. Indicators of low mantle oxygen fugacities are provided mainly from H_2O-rich gases released from natural diamonds, Cr^{2+} concentrations in olivine, native Fe as well as calcite inclusions. Intrinsic oxygen fugacity measurements and the presence of SiC in olivine nodules are pointing to the same directions. On the contrary basaltic and kimberlitic magmas are characterized by higher oxygen fugacities - in the order of the QFM-buffer. It appears that, at least occasionally, an fO_2 gradient exists in the mantle. Along such a gradient CH_4 will be oxidized to $C + H_2O$ and eventually to CO_2 and H_2O, shifting the fluid from CH_4-rich towards H_2O-rich composition. At the same time the solidus temperature of the system decreases. Thus magmatism is explained not only by temperature and pressure but also by the variation of intensive parameters, such as oxygen fugacity.

ROSLYAKOVA N.V., SHCHERBAKOV Yu.G., BORTNIKOVA S.B., RADOSTEVA N.E., TSIMBALIST V.G., SHUGUROVA N.A., Institute of Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Novosibirsk, USSR

GEOCHEMISTRY OF FORMATION OF GOLD DEPOSITS

The contents of gold and its associated elements in initial and alterated rocks and ores were compared. The relative concentration coefficient (CC) of geochemical related elements in ores increases according to growing of a distance between the deposits and the sources of their metals. The level of the ore element concentrations and CC in deposits increase according to the specific productivity of ore-generating systems and from their root parts to stem and apical ones. Summary productivity of deposit is most of all controlled by scale and duration of the ore-generating system functioning. The concentration of the most mobile and concentrated heterophile trace elements possessing low ionic density (Bi, Hg, Ag, Te) increases 2-10 times during the gold ores formation. The gold content in minerals and its concentration in the inclusion solutions increase from 5 to 200 times to productive stage. Gold and silver contents in the inclusion solutions from vein quartzes of the similar temperature ranges show wide dispersion. Revealed mosaic of the distribution in the ore-forming solution appears under the multiple substance redistribution that is general condition of gold ores wealth. Quantity of redistributions, the productivity of deposits and correspondingly CC increase from root facies to stem and apical ones. Tendency of change from the poor impregnated-streaky gold deposits of root facies of geosyncline stage to the more rich vein deposits of orogenic stage and, at last, to the bonanza vein-stock-work one in zones of tectonic-magmatic activity is revealed.

РОСЛЯКОВА Н.В., ЩЕРБАКОВ Ю.Г., БОРТНИКОВА С.Б., РАДОСТЕВА Н.Е., ЦИМБАЛИСТ В.Г., ШУГУРОВА Н.А., Институт геологии и геофизики СО Академии наук СССР, г.Новосибирск, СССР

ГЕОХИМИЯ ПРОЦЕССОВ ОБРАЗОВАНИЯ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Анализ величин и тенденция изменения относительных коэффициентов концентрации (ОК) золота и сопутствующих ему родственных элементов в исходных породах, продуктах их преобразования и рудах выявил зависимость состава золоторудных месторождений от степени фемичности-сиаличности источника металлов, протяженности их на глубину и геохимической зональности от его удаленности, а богатства руд - от удельной продуктивности генерирующей системы и фациального типа месторождений

корневого, стволового, апикального или их совмещения. Суммарная продуктивность месторождения более всего определяется масштабами и продолжительностью функционирования рудогенерирующей системы. По ходу формирования золотых руд среди элементов-примесей в 2-10 раз возрастает концентрация наиболее подвижных и концентрируемых гетерофилов с низкой ионной плотностью (Bi,Hg,Ag,Te). Содержание золота в минералах и концентрация его в растворах включений также возрастают от 5 до 200 раз до продуктивной стадии минералообразования включительно. При этом определения содержаний золота и серебра в растворах включений примерно одних и тех же температурных интервалов из жильного кварца показали большой их разброс. Выявленная мозаичность разделения золота в рудообразующих растворах возникает при многократной перегруппировке вещества - основном условии богатства золотых руд. Количество перегруппировок и продуктивность месторождений, а вместе с тем и ОК возрастают от корневых к стволовым и апикальным фациям. В ходе развития земной коры выражена тенденция смены бедных вкрапленно-прожилковых золоторудных месторождений корневой фации геосинклинального этапа более богатыми жильными месторождениями орогенного этапа и, наконец, бонанцевыми жильно-штокверковыми в зонах тектоно-магматической активизации.

RUDNIK V.A., SMYSLOV A.A., ILYINSKY Yu.V., PLIUSHIEV E.V., TITOV V.K., SHOR G.M., A.P.Karpinsky All-Union Geological Research Institute (VSEGEI), Leningrad, USSR

GEOCHEMICAL ZONING OF THE USSR

Geochemical zoning established by means of multielement geochemical maps, reflects element migration in the course of sedimentation and magmatic processes responsible for redistribution and concentration of metals associated with superimposed processes of hydrothermal metasomatism and ground water infiltration of artesian basins. Geochemical zoning is based on the recognition of three components of lithosphere geochemical field: homogeneous geochemical situation, geochemically specific complexes, and epigenetic local concentration of metals. The main regional feature of the USSR territory is geochemical heterogeneity of geological structures, as reflected in various ore-element associations, levels of their accumulation, mode of occurrence, and interrelation. Geochemical specialization of large-scale lithospheric megablocks due to original heterogeneity of the upper mantle and Earth's crust and different trends in their development and substance differentiation was established. Submeridional elongate megablocks are as follows: Far-Eastern siderophilic, Siberian siderophilic-chalcophilic, Kaza-

khstan-West-Siberian mainly lithophylic, Uralian-East-European chalcophilic-siderophilic, Central-European and East-Siberian complex in a set of elements. Most of geochemical provinces and zones suggest distinctly inherited nature of ore-element associations in rocks and ores. Besides the "inherited geochemical systems" alien geochemical systems of lithosphere, where zones of mobilization and transport of metals are situated below zones of deposition, were established.

РУДНИК В.А., СМЫСЛОВ А.А., ИЛЬИНСКИЙ Ю.В., ПЛЮЩЕВ Е.В., ТИТОВ В.К., ШОР Г.М., Всесоюзный научно-исследовательский геологический институт им.А.П.Карпинского (ВСЕГЕИ), г.Ленинград, СССР

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ СССР

Геохимическая зональность, выявляемая на основе полиэлементных геохимических карт, отражает результаты миграции элементов в ходе осадконакопления магматизма, обуславливающих формирование геохимически специализированных комплексов пород, а также перераспределения и концентрации металлов, связанных с наложенными процессами гидротермального метасоматизма и инфильтрации подземных вод артезианских бассейнов. Геохимическое районирование основано на выделении трех составляющих геохимического поля литосферы: равномерно рассеянного геохимического фона, геохимически специализированных комплексов и эпигенетических локальных концентраций металлов. Главная региональная особенность территории СССР - геохимическая неоднородность геологических структур, выражающаяся в проявлении различных ассоциаций рудных элементов, разных уровней их накопления, форм нахождения и взаимосвязи. Выявлена геохимическая специализация крупных мегаблоков литосферы, обусловленная первичной неоднородностью верхней мантии и земной коры и разной направленностью их развития и дифференциации вещества. Вытянутые близмеридионально мегаблоки представлены :Дальневосточным фемическим халькофильно-сидерофильным; Восточно-Сибирским существенно салическим сложным по набору элементов; Сибирским салическо-фемическим сидеро-халькофильным; Казахстано-Западно-Сибирским салическим преимущественно литофильным; Урало-Восточно-Европейским фемическим халько-сидерофильным; Центрально-Европейским салическим сложным по набору элементов. Большая часть геохимических провинций и зон имеет четкую унаследованность в наборе ассоциаций рудных элементов в породах и рудах. Помимо "унаследованных геохимических систем" литосферы, выявляются "чужеродные геохимические системы",зоны мобилизации и переноса металлов, которые находятся ниже зон отложения.

SANTRA D.K., Geological Survey of India, Calcutta, India

PATHFINDERS IN GEOCHEMICAL EXPLORATION - A CASE HISTORY FROM SINGHBHUM COPPER BELT, EASTERN INDIA

Geochemical exploration was carried out in Turamdih, Ramchandrapahar, Rakha Mines, Surda and Mosaboni mines area of Singhbhum Copper Belt, India to determine suitable pathfinder elements for copper mineralization. The significance of interelemental relationship was inferred by computing correlation coefficients for various pairs of elements.

The studies reveal extremely good association of Ni and Co with Cu in soils and bed rocks and the positive and highly significant correlation between the pair of elements Cu and Ni, Cu and Co at 99% confidence level indicating Ni and Co as good pathfinders for Cu. The highly significant value of correlation coefficient between Cu and Mn at 95% confidence level was recorded from Turamdih, Ramchandrapahar and Rakha Mines areas.

The close association between Cu and Ni, Cu and Co and Cu and Mn suggests a syn-volcanogenic sedimentary type of sulphide deposit, for the copper belt.

Primary dispersion study in a few cross-cuts from different levels of Rakha Mines, Surda, Mosaboni mines and Turamdih mine shows that Cu values bear highly sympathetic relation with Ni and Co values. A very strong correlation between Cu and Ni, Cu and Co indicates that Ni and Co are preferentially concentrated in chalcopyrite.

SATO MOTOAKI, U S Geological Survey, Reston, Virginia, USA

THE OXIDATION STATE OF THE UPPER MANTLE: THERMOCHEMICAL MODELING AND EXPERIMENTAL EVIDENCE

Steady-state thermochemical modeling is applied to the stable distribution of iron and oxygen in the Earth's interior in order to evaluate the oxidation state of the mantle. The modeling considers the existence of gradients in temperature, pressure, and gravitational potential. The method consists of calculating fugacities of an element for chosen mineral assemblages at various depths and then correcting the fugacity values for the barometric effect. If elements are allowed to move freely in radial directions, they should ultimately distribute themselves in such a way that the corrected fugacity values are uniform for each element throughout the interior of the Earth.

Preliminary results show that iron should be concentrated in the core region and oxygen in the outer regions in the present Earth,

and that the mantle should be increasingly oxidized from the core-mantle boundary to the upper mantle. If the activity of FeO at the core-mantle boundary is assumed to be 0.2, the oxidation state of the upper mantle at the depth of 100 km should be within the stability field of magnetite in terms of oxygen fugacity.
Measurements of intrinsic oxygen fugacities of minerals in kimberlite nodules by the solid electrolyte method indicate that the oxygen fugacity in the upper mantle is actually controlled by the carbon-oxidized carbon reactions and is slightly lower than the range indicated by the steady-state thermochemical modeling. Possible reasons for the difference are: (1) oxygen was transported upward as oxycarbon compounds (CO_2, COS); hence, the upper mantle could not be oxidized beyond the carbon-carbonate buffer values; (2) the assumed FeO activity for the core-mantle boundary is too high; (3) cooling of the earth after closely approaching stable steady-state distribution of elements at higher temperatures has produced disequilibrium.

SCARFE CHRISTOPHER M., Department of Geology, University of Alberta, Edmonton, Canada

PRESSURE DEPENDENCE OF THE VISCOSITY AND DENSITY OF SILICATE MELTS

There are two types of melt of geological interest: those melts with a highly polymerized structure (e.g., obsidian, andesite and basalt) and those with a relatively depolymerized structure (e.g., picrite and komatiite). These types can be classified on the basis of the ratio of non-bridging oxygens to tetrahedrally coordinated cations (NBO/T) in the melt. Anhydrous obsidian, andesite and basalt have NBO/T<1 and picrite and komatiite have NBO/T$\geq$1. Hydrous melts are depolymerized and have larger values of NBO/T, sometimes exceeding 1.

At pressures up to at least 20 kbar, highly polymerized melts have a negative $(d\eta/dP)_T$; whereas relatively depolymerized melts have a positive $(d\eta/dP)_T$. Over the same pressure interval, density increases in highly polymerized melts are greater than increases found in depolymerized melts.

The contrasting behavior of highly polymerized versus depolymerized melts has an important bearing on several aspects of magma generation, transport and emplacement.

SCHNEIDER ALFRED, WEDEPOHL KARL HANS and MENGEL KURT, Geochemical Institute, Göttingen, F R G

INCIPIENT MELTING OF UPPER MANTLE ROCKS

Spinel lherzolite and spinel harzburgite xenoliths from Tertiary basalts of the Hessian Depression (NW Germany) have reacted with meta-

somatic fluids. Addition of K, Na and Si could be proved by microprobe, addition of radiogenic Sr by isotope investigation. The upper mantle in this region, depleted by former partial melting processes, has gained H_2O, CO_2, F, alkalies and several incompatible elements. These metasomatic reactions caused melting in which the xenolithic minerals cpx, opx, sp, ol are involved, particularly clinopyroxene.

The melt has partly consolidated as glass, partly precipitated cpx, ol, sp, phlogopite, apatite, armalcolite, picroilmenite, carbonate and alkalifeldspar. At least the latter mineral must have formed at shallow depth. The glass compositions do not match abundant magmatic rocks. They often contain >60 % SiO_2, 10-20 % Al_2O_3, 3-8 % ΣCaO, MgO, FeO, <5 % Na_2O, >5 % K_2O. Details of local reactions have been analysed by microprobe. The width of diffusion haloes in contact with glass is too large to explain the incipient melting as produced during the short heating by the transporting basalt.

The incipient melt has used grain boundaries for migration, especially those with clinopyroxene initially corroded by reaction with volatiles. Permeability of the solid rock for partial melt increases with the impact of volatiles and the amount of melt.

Fluid transport of components with the implication of a decrease of melting temperature and an increase of the melt/solid ratio is of great importance for phase relations, element distribution and magma generation in the upper mantle.

SCHUBERT GERALD, Department of Earth and Space Sciences, University of California, Los Angeles, California, USA

MANTLE DYNAMICS: EFFECTS OF PHASE CHANGES, CHEMICAL LAYERING, AND COMPOSITIONAL HETEROGENEITY

A review is given of how layering by phase transformations and/or chemical changes influences dynamical processes in the mantle. The consequences of these effects for mantle convection, the coupled thermal evolution of the mantle and core, the geodynamo, postglacial rebound, and true polar wander are enumerated. The dynamical implications of chemical heterogeneity within mantle layers are also summarized.

SEIM Rolf, EIDAM Jürgen, and LEIPE Thomas, Ernst-Moritz-Arndt-Universität, Greifswald, GDR

THE RELATIONS BETWEEN MAGMATIC AND METASOMATIC PROCESSES IN THE ORIGIN OF TIN ORE DEPOSITS

The interrelations between magmatic and postmagmatic processes are discussed on the basis of petrological-geochemical investigations, using a tin ore deposit in the G D R as an example. Following a short description of the geological-tectonic situation, the most important hypotheses concerning the genesis of epigenetic tin ore deposits linked to apical areas of polyphase granitic intrusions are presented. Taking new results of experimental investigations of the granitic system into account and including our own geochemical-petrological investigations, the process of magmatic differentiation of granitic melts containing fluorine is described. Because of the influence of endomagmatic and postmagmatic processes the relations between the processes of differentiation and the content of major and trace elements is described on the basis of data on the distribution of elements in a tin granit massif. Building on the presentation of essential substance shifts in the postmagmatic stage, which is based on extensive chemical investigations of the rock and ore types occurring in the region of the deposit, the interrelations between magmatic and metasomatic processes are then dealt with. The starting point for this examination is the behaviour of selected major and trace elements in the various stages of the development of the deposit. Finally we attempt a critical consideration of present models on the basis of the results of investigations on the concrete object.

SHAFEEQ AHMAD, Associate Professor, Institute of Geology, Punjab University New campus Lahore-20, Pakistan

GEOCHEMISTRY OF GLAUCOPHANE SCHISTS AND ITS ASSOCIATED ROCKS FROM SWAT PAKISTAN

Chemical analyses of sixteen samples comprising of glaucophane schists, green schists, phyllites, volcanics and serpentinites are described. Trace elements (Cu,Ni,Co,Zn) of twenty suchs samples are also studied. Glaucophane schists have comparable chemical composition with the World occurrences. With the exceptions of serpentinites, the other rocks have comparable trace element distribution and follow the Co-Ni; Co-(Fe+Mg); Co-Fe; Co-Mg variation trends as shown by basalts.

SHANKLAND THOMAS J., Geophysics Group, Earth and Space Sciences Division, Los Alamos National Laboratory/University of California, Los Alamos, USA

ELECTRICAL CONDUCTIVITY: INFERENCES FOR FLUIDS AND VOLATILES IN THE MANTLE AND CRUST

In much of the mantle and crust, electrical conductivity σ is of the order of 10^{-3} to 10^{-1} siemens/meter (S/m or $\Omega^{-1}m^{-1}$); these values are too high to be comfortably explained by conduction in the separate minerals that are volumetrically most important in the outer regions of the earth. As a consequence, geophysicists who interpret these data frequently invoke the presence of small amounts of good conductors, for example, water or brine in near-surface conditions. Thus, the high conductivity layer (HCL) in the upper mantle can be explained by a few percent of partial melt or perhaps by elemental carbon as either an amorphous phase or graphite in volume fractions as low as 10^{-5} to 10^{-3}. In both cases, the conducting phase must have a good degree of interconnection. Water from the breakdown of amphibole has also been suggested to explain the mantle HCL. In particular parts of the crust, good conductors such as water, partial melt, ore bodies, and graphite have been advanced to explain relatively high conductivities. However, because conductivities of common crustal rocks under the extremely dry conditions of most laboratory experiments are so much lower than even the most resistive regions of the crust, it is tempting to associate higher crustal conductivities with the presence of water. The magnitude of conductivities in the lower crust is consistent with water or aqueous fluids in amounts of 0.1 to 0.01%.

SHERVAIS John, TAYLOR Lawrence, Univ. of Tennessee, Department of Geological Sciences, Knoxville, USA

ORIGIN OF THE LUNAR HIGHLANDS: PETROGRAPHIC AND GEOCHEMICAL EVIDENCE

The primordial lunar crust, as exposed today in the highland areas of the moon, preserves a record of planetary differentiation nearly 10^9 years older than any rocks found on Earth. Unraveling this record is central to both an understanding of accretionary processes and the early history of Earth itself. Data from the Apollo missions suggested that the highlands crust was dominated by anorthosites containing highly refractory plagioclase (An 94-98). This led to the "magma ocean" hypothesis, wherein the anorthosites form as flotation cumulates in a moon-wide body of melt. This hypothesis was later modified to account for data which showed that at least two suites of rocks are present in the lunar highlands: (a) anorthosites with high Fe/Mg ratios ("FAN"), and (b) a troctolite-norite suite with low Fe/Mg ratios (1,2). The troctolite-norite suite has been further subdivided into 'norite' and 'gabbronorite' subtypes (3).

The intensive meteorite bombardment of the highlands prior to 3.9 AE has resulted in the severe metamorphism and brecciation of these highland rocks, destroying primary relationship between them. This metamorphism and brecciation has complicated interpretation of crustal evolution. Primary rocks are rare, andoccur only as clasts in breccias. They may be recognized by either chemical or textural criteria.

Troctolites: Troctolites and troctolitic anorthosites (Fo 75-90, An 93-96) are Ol-Plg (± En, ± Di) adcumulates that equilibrated at T= 850°C and P > 2 kb, relatively deep within the lunar crust (5). Variations intheir trace element abundances require at least two parent magmas.

Alkali Anorthosites: These rocks are orthocumulates characterized Na-rich cumulus Plg (An 80-87) and Fe-rich, post-cumulus Px (Mg#= 46-65). Their high Px equilibration T = 1100°C and lack of exolution lamellae suggest that they originated in rather shallow plutons, possibly as flotation cumulates (4, 5).

Gabbronorites: These rocks are Pig-Plg-Sp (± Ol) cumulates with post-cumulus augite and ilmenite. Their mineral assemblages and compositions suggest that they may be related to mare basalt parent magmas. If so, mare basalt must be considered a significant component in the process of crustal formation.

Granites: Lunar granites (= granophyres) comprise various combinations of Qtz, Kspar, Plg and/or a ternary, alkali-rich feldspar (6,7). They represent the end-product of extreme fractionation, and their variety attests to the variety of parent magmas and plutons involved.

In addition to these plutonic rocks, mare basalts are also common as clasts in the Fra Mauro breccias. Basalt clasts from Apollo 14 include the oldest known mare basalt (4.23 AE; (8) and a completely new basalt type characterized by $K_2O/Na_2O > 1$ and $K/La > 1000$ (5). These data show that a compositionally diverse suite of mare basalts were erupting contemporaneous with crustal formation, and that mare basalt magmas may have formed plutons within this crust. Thus, basaltic volcanism and plutonism may have played a significant role in crustal formation, both on the moon, and on other planets. The diversity of plutonic rocks types found in the lunar highlands shows that early crustal formation was not restricted to a single, moon-wide melting event, but rather represents numerous magmatic events, which extended over the first 6×10^8 years of lunar history.

(1) Warren & Wasson PLSC 8, 2215 (1977), (2) James, PLPSC 11, 365, (1980) (3) James & Flohr, PLPSC 13, JGR 88 A603 (1983), (4) Hunter & Taylor, JGR 88, A591 (1983), (5) Shervais, Taylor, Laul, JGR in press (1983), (6) Warren et al., EPSL, in press (1983), (7) Shervais & Taylor, LPS XIV, 696 (1983), (8) Taylor et al. EPSL, in press.

SHUKOLYUKOV Yu.A., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

Xe ISOTOPES AND THE ORIGIN OF THE EARTH'S VOLATILES

The possibility of fractionation of rare gases in geo-cosmochemical processes (diffusion, dissolving in melts and solutions, adsorption and desorption, ion implantation and so on) makes difficult the correct use of their elemental ratios as genetic tracers. It is perspective to use for the same aims the isotopic composition of rare gases, especially - Xe, which has 9 stable isotopes, formed in different nuclear processes.

The aim of the research is the revealing of the nature of the primordial substance-carrier of the Earth atmosphere on the basis of the comparison of isotopic composition of atmospheric Xe and a conforming extraterrestrial substance - "candidate" on the role of such a carrier. But it is impossible to identify the atmospheric Xe with the Earth's Xe, because these are no strict arguments, that the atmospheric Xe has transported in it from the upper mantle and it is unknown how much Xe still can remain in the lower mantle. According to its isotopic composition the atmospheric Xe differ greatly from the Xe of the solar wind, containing in the lunar soil, though in the latter the "atmosphere-like" can be met together with the isotope-light Xe. The Xe isotopic composition of the Earth's atmosphere differsgreatly from the Xe of the bulk samples of carbonaceous chondrites and it couldn't be received from it during the mass-fractionation.

In the substance of the carbonaceous chondrites there are observed several types of the captured Xe, which are containing in the specific mineral phases, among them the "atmospheric-like" Xe. But

much more of such a Xe is observed during the thermal annealing in ordinary and in enstatite chondrites and especially in the inclusions of iron meteorites. Peculiarities of the isotopic composition of atmospheric Xe-typical volatile element of the Earth indicate the fact that it was introduced by the primordial substance not of the carbonaceous-chondrite composition, but of the composition of enstatite chondrites or of inclusions in the iron meteorites.

ШУКОЛЮКОВ Ю.А., Институт геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского Академии наук СССР, Москва, СССР

ИЗОТОПЫ КСЕНОНА И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЛЕТУЧИХ ЗЕМЛИ

Возможность фракционирования благородных газов в геогеокосмических процессах (диффузия, растворение в расплавах и растворах, адсорбция и десорбция, ионная имплантация и др.) затрудняет корректное употребление их элементных соотношений как генетических меток. Перспективнее использовать для тех же целей изотопный состав благородных газов, особенно Xe, имеющего 9 стабильных изотопов, образованных в разных ядерных процессах. Цель исследования - выявление природы первичного вещества - носителя Xe атмосферы Земли-на основе сопоставления изотопного состава атмосферного Xe и соответствующего внеземного вещества - "кандидата" на роль такого носителя. При этом нельзя отождествлять атмосферный Xe со Xe Земли, поскольку нет строгих доказательств, что Xe атмосферы перешел в нее из верхней мантии и неизвестно, сколько Xe еще может оставаться в нижней мантии. Атмосферный Xe существенно отличается по изотопному составу от Xe солнечного ветра, содержащегося в лунном грунте, хотя в последнем наряду с изотопно легким Xe встречается и "атмосфероподобный" Xe. Изотопный состав Xe атмосферы Земли значительно отличается от состава Xe валовых проб углистых хондритов и не мог получиться из него путем масс-фракционирования.

В веществе углистых хондритов наблюдается несколько типов захваченного Xe, содержащегося в специфических минеральных фазах, в том числе и тип "атмосфероподобного" Xe. Однако существенно больше такого Xe обнаруживается при термическом отжиге в обыкновенных и энстатитовых хондритах и особенно во включениях в железных метеоритах. Особенности изотопного состава атмосферного Xe - типичного летучего элемента Земли - указывают на то, что он был привнесен первичным веществом не углисто-хондритового состава, а скорее состава энстатитовых хондритов или включений в железных метеоритах.

SIAL ALCIDES N., Dept. of Geology, Federal Univ. of Pernambuco, Recife, PE, Brazil, and LONG LEON E., Department of Geological Sciences, Univ. of Texas, Austrin, USA

PETROLOGY, CHEMISTRY AND OXYGEN ISOTOPIC COMPOSITIONS OF PRECAMBRIAN GRANITIC ROCKS, NORTHEST BRAZIL

Petrologic, major-element, rare-earth element (> 50 samples), and oxygen-isotope data (>100 samples) were obtained from 10 late Precambrian-Cambrian plutons distributed throughout a 65.000 km^2 region of northeast Brazil. Four plutons are emplaced into high-grade, 2.2 b.y. old basement migmatites, and three plutons intrude younger Precambrian low- to medium-grade schistose terranes. The remaining three plutons cut across the contact between these two types of host rock. Times of emplacement range from syn- to post-orogenic, and rock compositions vary from intermediate (tonalite or trondhjemite) through granodiorite to minor true granite. The igneous bodies have been eroded to relatively deep levels where late-state interaction with meteoric water likely had never occured. Rare-earth fractionation patterns correlate closely with igneous rock chemistry, whereas values of whole-rock $\delta^{18}O$ most clearly correlate with the type of host rock. With one exception, plutons located in high-grade migmatite terrane have "normal" $\delta^{18}O$ ($<+10\%_{SMOW}$). Plutons enclosed by schistose host rock tend to have high $\delta^{18}O$ (+10 to +13%). Most significantly, the plutons that transect the boundary consistently indicate mixing between a low-^{18}O, potassic, phenocryst-rich magma on the side where migmatite is the host rock, to a high-$\delta^{18}O$, more sodic, quartz- and xenolith-rich magma on the side of the pluton hosted by schist. The implication is strong that the two magmas originated independently but at the same time, from distinctive lower crustal sources that resemble the rocks into which the magmas were later emplaced.

SIERRA J., LUNAR R., Department of Crystallography and Mineralogy, U.C.M., ASTUDILLO J., National Uranium Company, Spain

GEOMCHEMICAL STUDY OF THE AZNALCOLLAR DEPOSITS (Portuguese-Hispanic Pyrite Belt).

The sedimentary volcanic deposits of Aznalcollar are located in the Portugues-Hispanic metallogenic area which begins in the province of Seville, crosses the prince of Huelva in a Hercynian direction and continues to the N.W. in the Portuguese province of Bajo Alentejo and Fermina to just 25 km. from the Atlantic - in the Caveira deposits.

The deposits are made up of the typical paragenesis of pyrite mass with lesser amounts of sphalerite, galena, chalcopyrite, pyrite and lead and with - traces of several other minerals.

These deposits are of particular interest for the recovery of lead, copper and zinc and their geochemical distribution was studies through test bores. The statistical study was based on 576 chemical analyses and, assuming a log-normal distribution, a very homogeneous population was found with respect to copper, whereas two populations were found both for the lead and the zinc. The geochemical - distribution of these elements with regard to the depth was studied, togther with - their distribution within the deposits. An correlation was made.

The following are some of the conclusions reached: there is a lack of typical zonation in this type of deposit, with copper towards the wall and lead-zinc on the ceiling; the close Pb-Zn association is evident in contrast to any - association with the copper; greatest dispersion is observed for lead, whilst copper displays least dispersion.

SUKHORUKOV F.V., TSIBUL'CHIK V.M., SHCHERBOV B.L., Institute of Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Novosibirsk, USSR

BEHAVIOUR OF THE RARE ELEMENTS UNDER THE KAOLINE WEATHERING

Under kaoline weathering playing exclusive role in the differentiation of the substance of the Earth's crust, sialic oxsyfile rare elements (RE) Be, B, Li, Rb, Cs, Nb, Ta, Zr, Hf differ in their behaviour (10-80% of the RE carried out of clay zones). It is stipulate parallel with difference of its chemical properties and the bonds with kindred the petrogenic elements by the form of being in the initial rocks, qualitative content and quantative correlation of hypergene minerals, physico-chemical condition of weathering. In cases when major part of B, Nb, Ta, Zr, Hf is fixed in resistant to weatherihg minerals, they are preserved and even accumulated in the weathering profiles. Part of RE connected in rock-making minerals nonisomorphically are evacuated alredy during the first stages of water-rock interaction (before the hypergene minerals formation). While growing clay minerals take up almost all RE, though in different proportion. The mine types of uptake of RE are sorption by clay minerals and hydrooxides as well as fixation in the structure defects of these minerals. Partly the RE (especially Be, B, Li) included in the structure of new-formed minerals. Intrinsic change toward the sorption in uptake mechanism of hypergene minerals (in comparison with endogene minerals where isomorphism is more usual) brings about the separation of geochemically related elements pairs: Be-B, Rb-Cs, Ta-Nb, Zr-Hf.

In the ancient weathering crust covered by sediments original RE distribution pattern can be considerably changed of superimposed processes at the expens of additional introduce or evacuation of the elements.

СУХОРУКОВ Ф.В., ЦИБУЛЬЧИК В.М., ЩЕРБОВ Б.Л.,Институт геологии и геофизики Сибирского отделения Академии наук СССР, г.Новосибирск, СССР

ПОВЕДЕНИЕ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ КАОЛИНОВОМ ВЫВЕТРИВАНИИ

При каолиновом выветривании, играющем исключительную роль в дифференциации вещества земной коры, сиалические оксифильные редкие элементы (РЭ) Be, B, Li, Rb, Cs, Nb, Ta, Zr, Hf обладают различным характером поведения и подвижностью (из глинистых зон выносится от10 до 80% РЭ). Это обусловлено,наряду с различием их химических свойств и связей с родственными петрогенными элементами, формой нахождения в исходных породах, качественным составом и количественным соотношением гипергенных минералов, физико-химическими условиями выветривания. Сохраняются в профиле и даже накапливаются B, Nb, Ta, Zr, Hf, когда основная масса их в породе связана в собственных устойчивых к выветриванию минералах. При кристаллизационном рассеянии элементов в породообразующих минералах доля элементов, связанная неизоморфно, уже в начальные стадии взаимодействия вода-порода (до образования гипергенных минералов) выносится из профиля. Глинистые минералы при своем росте захватывают практически все РЭ, но в разных масштабах. Основным типом захвата являются сорбция их глинистыми минералами и гидроокислами, а также фиксация в дефектах структур этих минералов. Частично РЭ, особенно Be, B, Li, входят изоморфно в структуры новообразованных минералов. Сдвиг в механизме захвата элементов гипергенными минералами в сторону сорбции их, по сравнению с протоминералами, где более широко проявлен изоморфизм, приводит к разделению геохимически близких пар РЭ: B и Be, Rb и Cs, Ta и Nb, Zr и Hf.

В древних корах выветривания, перекрытых осадочными породами, первоначальная картина распределения РЭ может быть существенно завуалирована наложенными процессами за счет дополнительного привноса или выноса элементов.

SIMONEIT BERND R.T., College of Oceanography, Oregon State University, Corvallis, Oregon, U S A

ORGANIC MATTER MATURATION AND PETROLEUM GENESIS: THE HYDROTHERMAL ASPECT

Sedimentary organic matter is derived from the catabolic and diagenetic residues of primary biological carbon fixation and in some cases also from recycled organic detritus of older geologic formations. This organic matter undergoes maturation following diagenesis and is easily converted to gas and petroleum under the catagenetic and metagenetic temperature regimes of increasing burial.

Maturation of organic matter commences after cessation of diagenesis with increasing burial and concomitant rise in the normal geothermal gradient. This produces some low temperature cracking products from the kerogen, such as gas (CH_4-C_6+) and bitu-

men (C_8-C_{40+}), which are superimposed on the endogenous biogenic gas and lipid residues. Maturation of pseudokerogen occurs via molecular rearrangements and addition of geomonomers by copolymerization. Further thermal stress during catagenesis generates additional bitumen and gas, which far exceeds the original concentrations of endogenous lipids and gas, thus erasing their compositional signatures and resulting in the characteristic distributions of petroleum compounds. The spent kerogen remains as amorphous carbon. The late stages of catagenesis and the subsequent high-temperature phase called metagenesis (very deep burial) generate primarily methane from both bitumen and kerogen.

Hydrothermal processes can also act on sedimentary organic matter and result in "instantaneous" diagenesis and catagenesis of recent biogenic detritus and thus produce analogous petroleum products. Gas (CH_4-C_{8+}, CO_2 and H_2S) and bitumen (C_8-C_{40+}) are cracked from the pseudokerogen and superimposed on the endogenous gas and lipids. Additionally, products characteristic of elevated thermal processes (eg. olefins, polynuclear aromatic hydrocarbons, stabilized molecular markers, etc.) are also found in the bitumen. The spent kerogen remains as amorphous "activated" carbon.

Pressure, temperature and time effects on the chemistry of the organic matter are all interrelated. Temperature and time primarily affect petroleum genesis and are coupled with mineralogical interactions and the elemental compositions of kerogens. Migration processes are understood least. In sedimentary basins migration appears to occur by diffusion and in solution ($CH_4/CO_2/H_2O$ solvent). In hydrothermal areas migration proceeds by the previous processes and also by thermally driven diffusion, advection and mass transport as oil and/or emulsions, although the overall result may be the same for both regimes.

SOBOLEV N.V., POKHILENKO N.P., RODIONOV A.S., Institute of Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Novosibirsk, USSR

INHOMOGENEITIES OF THE DEEP-SEATED INCLUSIONS IN KIMBERLITES AS AN INDICATION OF THE PROCESSES OF DYNAMIC EVOLUTION IN THE UPPER MANTLE SUBSTANCE

A detailed study of the rock & mineral compositions from the deep-seated inclusions in Yakutian kimberlites permits one to separate several types of specific inhomogeneities of principal importance, such as 1. Variations in the mineral composition from the undeformed rocks up to the total change of parageneses within a single sample. 2. Presence of exsolution textures of minerals in several types of the ultramafic rocks: a) $Cpx_{ss} \rightarrow$ Cpx + Opx; b) $Opx_{ss} \rightarrow$ Opx + Cpx. 3. Zoning of garnets within a single sample (from core to rim): a) in xenoliths of variable ilmenite peridotites (from 6,4 to 0,9 wt% Cr_2O_3; b) in xenoliths of sheared lherzolites (from 8.5 to 1.1 wt% Cr_2O_3); c) in isolated phenocrysts (from 8,9 to 1,6 wt % Cr_2O_3, f-value being between 26 and 30 mol.%). 4. Variations in the composition of homogeneous minerals within a single grain for various sample zones: a) in xenoliths of sheared lherzolites (pyropes: 1,1-9,9 wt % Cr_2O_3; olivines: f-value being from 9,1 to 12,4 mol.%); b) in various zones of the same diamond crystal of both the ultramafic and eclogite types of parageneses (pyrope: from 10,2 to 16,0 wt % Cr_2O_3,

chromites: Cr/Cr+Al from 87 to 92,7; pyrope-almandine garnets: f-value being from 35,6 to 50,9%); c) the variations in the compositions of clinopyroxenes, included in pyropes and clinopyroxenes from the groundmass of sheared lherzolites (maximum range of variations in the Ca/Ca+Mg from 43,7 to 41,3). The highest frequency of inhomogeneity occurence belongs to the types 2a; 3a,b; 4b. Analysis of the obtained data has led to a conclusion that the specific inhomogeneities are mainly due to the solid-phase reactions, caused by the variations in the P-T parameters of equilibrium and the deep-seated metasomatic processes related with the dynamic evolution of the Mantle substance, with its vertical movements and intermixing, respectively.

СОБОЛЕВ Н.В., ПОХИЛЕНКО Н.П., РОДИОНОВ А.С., Институт геологии и геофизики Сибирского отделения Академии наук СССР, г.Новосибирск, СССР

НЕОДНОРОДНОСТИ В ГЛУБИННЫХ ВКЛЮЧЕНИЯХ ИЗ КИМБЕРЛИТОВ КАК ОТРАЖЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ДИНАМИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ ВЕЩЕСТВА ВЕРХНЕЙ МАНТИИ

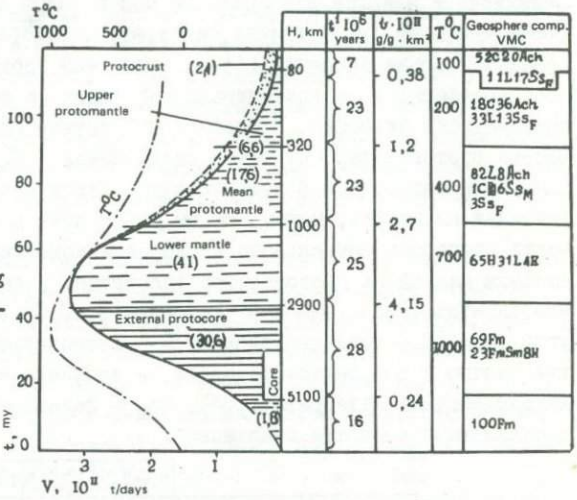
Детальное изучение состава пород и минералов глубинных включений из кимберлитов Якутии позволило выделить несколько типов характерных неоднородностей, главными из которых являются: I. Вариации составов минералов в недеформированных породах, вплоть до смены парагенезисов в одном образце. 2. Наличие в некоторых типах ультраосновных пород структур распада минералов: а) $Cpx_{ss} \rightarrow Cpx + Opx$; б) $Opx \rightarrow Opx + Cpx$. 3. Зональность гранатов в пределах одного образца (от центра к краю зерна): а) в ксенолитах разнообразных ильменитовых перидотитов (от 6,4 до 0,9 мас.% Cr_2O_3); б) в ксенолитах катаклазированных лерцолитов (от 8,5 до I,I мас.% Cr_2O_3); в) в изолированных вкрапленниках (от 8,9 до I,6 мас.% Cr_2O_3, f от 26 до 30 мол.%). 4. Различие состава однородных в пределах одного зерна одноименных минералов для различных участков образца: а) в ксенолитах катаклазированных лерцолитов (пиропы I,I – 9,9 мас.% Cr_2O_3, оливины f от 9,I до I2,4 мол.%); б) в различных зонах одного кристалла алмаза как ультраосновного, так и эклогитового типа парагенезиса (пиропы от I0,2 до I6,0 мас.% Cr_2O_3, хромиты Cr/Cr+Al от 87 до 92,7, пироп-альмандиновые гранаты от 35,6 до 50,9); в) различия в составах клинопироксенов, включенных в пиропы, и клинопироксенов из основной массы катаклазированных лерцолитов (максимальный диапазон вариаций Ca/Ca+Mg от 43,7 до 4I,3). Наибольшей частотой встречаемости характеризуются неоднородности типов 2а; 3а,3б; 4в. Анализ полученных данных приводит к выводу, что охарактеризованные неоднородности обусловлены преимущественно твердофазовыми реакциями, протекающими вследствие изменения P-T параметров равновесия, и глубинным метасоматозом, связанными с процессами динамической эволюции мантийного

субстрата, в частности с его вертикальным перемещением и перемешиванием.

SOBOTOVICH E.V., Institute of Geochemistry and Physics of Minerals of the UkrSSR Academy of Sciences, Kiev; RUDNIC V.A., All-Union Research Geological Institute of the Ministry of Geology of the USSR, Leningrad, USSR

POLYCHRONIC-HETEROGENEOUS MODEL OF THE EARTH'S FORMATION

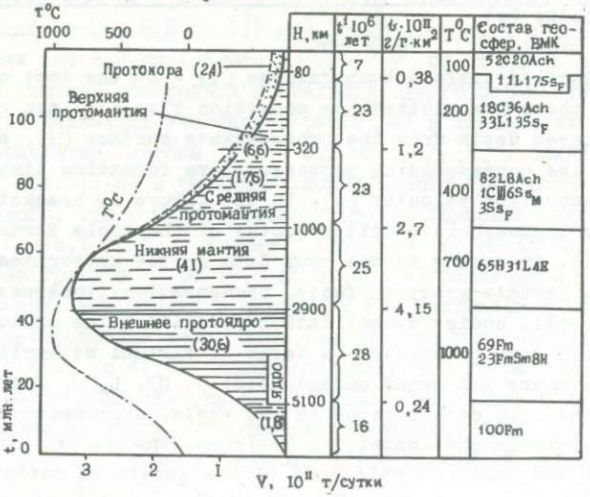
The Earth accretion model is substantiated, which considers both heterogeneity of cosmic matter used for our planet's "building", and definite sequence of its assimilation by the growing Earth. Formation course of the Earth's protogeospheres is given in the figure where a full line indicates accretion dynamics (v and t) of relict bodies and a dotted one – the same of relict and "secondary" matter admixture, including of the matter of the Supernova (Ss). A dot-dash line indicates the growing Earth's surface temperature at the expence of gravitational energy of accretion. On the abscissa axis the value of accretion velocity (v) is plotted in the lower part and Earth's surface temperatures (T) – at the top; on the ordinate axis there are plotted the accretion time (t), the corresponding geospheres depth from the protoearth's surface (H), approximate value of the corresponding protogeosphere formation time (t') and specific accretion velocity (v). In the figure in brackets the approximate protogeosphere's matter quotas of the whole Earth's mass are given (in%). According to the real data on the meteorites and planets of the Earth's group surfaces, condensation processes' peculiarities and solid bodies consolidation velocities the protogeospheres compositions were calculated in terms of virtual meteoritic components (VMC), where Ach means achondrites; C, C3, L, H, E are chondrites correspondingly carbonaceous in the whole, carbonaceous 3, low-ferrous, high-ferrous and enstatite, Fm-irons, Fm-Sm-stony-irons, Ss_F, Ss_M felsic and mafic constituents of the Supernova matter.



СОБОТОВИЧ Э.В., Институт геохимии и физики минералов Академии наук УССР, Киев; РУДНИК В.А., Всесоюзный научно-исследовательский геологический институт Министерства геологии СССР, Ленинград, СССР

ПОЛИХРОННО-ГЕТЕРОГЕННАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Обосновывается модель аккреции Земли, учитывающая как гетерогенность космического материала, пошедшего на "строительство" нашей планеты, так и определенную последовательность его вычерпывания растущей Землей. Ход формирования протогеосфер Земли представлен на рисунке, где сплошная линия отражает динамику аккреции (v и t) реликтовых тел, а пунктирная - смеси реликтового и "вторичного" вещества (отмечено крапом),включая вещество сверхновой (Ss). Штрихпунктирная линия отражает температуру поверхности растущей Земли за счет гравитационной энергии аккреции. По оси абсцисс внизу величина скорости аккреции (v), вверху температуры поверхности Земли (T),по оси ординат время аккреции (t).H - глубина уровня соответствующей протогеосферы; t' - ориентировочное время ее формирования; $\bar{v}$ - удельная скорость аккреции. В скобках на рисунке указана примерная доля вещества протогеосфер от общей массы Земли в %. Исходя из фактических данных по метеоритам и поверхностям планет земной группы, а также учитывая плотность, массу, объем и скорость падающих тел, особенности процессов конденсации и скорости консолидации твердых тел, составы каждой из протогеосфер рассчитаны в виртуальных метеоритных компонентах (ВМК), где Ach - ахондриты; C,CШ,L,H,E - хондриты;C - углистые; CШ - углистые типа Ш; L - низкожелезистые; H - высокожелезистые и E - энстатитовые;Fm - железные метеориты; Fm - Sm - железокаменные метеориты ; Ss_F, Ss_M - фельзическая и мафическая составляющие вещества сверхновой.



SOLOVJEVA L.V., VLADIMIROV B.M., Institute of the Earth Crust of the Siberian Branch of the USSR Ac. Sci., Irkutsk, USSR

SUBSTANCE OF THE UPPER MANTLE BENEATH THE SIBERIAN PLATFORM

The study of deep-seated inclusions from kimberlites of Yakutia indicates that the mantle part of lithosphere beneath the Siberian platform is composed by 85-95% of depleted harzburgites and lherzolites of spinel, garnet-spinel and garnet metamorphic facies. They are the restites after extraction of the basalt component into the continental crust and subsolidus recrystallization. The upper part of asthenosphere is represented by less depleted substance undergone plastic flow and recrystallization.

Besides the metamorphic restites the formation of magmatic origin is also recognized in the mantle part of lithosphere. The first oldest group of magmatites is a differentiated series of coarse-grained pyroxenites which preserved the relict texture of exolution of initial homogeneous pyroxenes into two pyroxenes$^{\pm}$spinel$^{\pm}$garnet, are isochemical to peridotite and pyroxenite kamatiites. The rocks were involved in solid phase reactions corresponding to total cooling of the mantle and exhibit manifestations of subsolidus recrystallization.

Garnet lherzolites, wehrlites, clinopyroxenites of the second magmatic series are characterized by layered cumulate texture, absence of subsolidus recrystallization, sulphide-silicate liquation, exolution textures of rutile and chromous magnesium-rich ilmenites in pyroxenes and garnets. This series is chemically consistent with that of picrite-magnesium-rich basalts. Magnesium eclogites having the exolution texture of chrome-poor ilmenite and rutile in clinopyroxene and garnet form an individual group.

The third series of magmatites is represented in mantle part of lithosphere by melts chemically similar to mica kimberlites, alkalic picrites. The series is composed of mica ilmenite and rutile pyroxenites the intrusive origin of which is established by their sharp contacts with spinel and garnet metamorphites. The mantle metasomatism preceding the formation of kimberlite chambers seems to be due to these melts.

СОЛОВЬЕВА Л.В., ВЛАДИМИРОВ Б.М., Институт земной коры СО АН СССР, г.Иркутск, СССР

ВЕЩЕСТВО ВЕРХНЕЙ МАНТИИ ПОД СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМОЙ

Исследования глубинных включений из кимберлитов Якутии показывают, что мантийная часть литосферы под Сибирской платформой на 85-95% сложена истощенными гарцбургитами и лерцолитами шпинелевой,

шпинель-гранатовой и гранатовой фаций метаморфизма. Они представляют собой реститы после извлечения базальтовой составляющей в континентальную кору, претерпевшие субсолидусную перекристаллизацию. Верхняя часть астеносферы представлена веществом менее истощенного типа, испытавшим пластическое течение и рекристаллизацию.

В мантийной части литосферы помимо метаморфических реститов выделяются образования, имеющие магматическое происхождение. Первая, наиболее древняя, группа магматитов представлена дифференцированной серией крупнозернистых пироксенитов, сохранивших реликтовые структуры распада первичных гомогенных пироксенов на два пироксена±шпинель±гранат и изохимичных перидотитовым и пироксенитовым каматиитам. Породы испытали твердофазовые реакции, соответствующие общему охлаждению мантии, и несут признаки субсолидусной перекристаллизации. Для гранатовых лерцолитов, верлитов, клинопироксенитов второй магматической серии характерны полосчатые кумулатные текстуры, отсутствие субсолидусной перекристаллизации, признаки ликвации сульфидной жидкости в силикатной, структуры распада рутила и хромистого высокомагнезиального ильменита в пироксенах и гранате. По химизму эта серия соответствует ряду пикриты - высокомагнезиальные базальты. Самостоятельную подгруппу магматитов образуют магнезиальные эклогиты со структурами распада малохромистого ильменита и рутила в клинопироксене, гранате.

Третья серия магматитов проявлена в мантийной литосфере расплавами, близкими по химизму слюдяным кимберлитам, щелочным пикритам. Она представлена слюдяными ильменитовыми и рутиловыми пироксенитами, интрузивная природа которых устанавливается по их резким контактам со шпинелевыми и гранатовыми метаморфитами. С этими расплавами можно связать мантийный метасоматоз, предварящий формирование кимберлитовых очагов.

SOLOVOV A.P., Moscow State University, Geological Faculty, Moscow, USSR

GEOCHEMICAL PROSPECTING FOR BURIED MINERAL DEPOSITS

The main successes of geochemical prospecting in ore-bearing districts are connected with the discovery of deposits on the day surface hidden for visual discovery only by a thin layer of weathering products. In such geological situation the commercial deposits form bright dispersion flows in the stream sediments and residual aureols in soils. The more complicated problem is geochemical prospecting on the closed territories of accumulation plains when the ore-bearing rocks are covered by transported sediments. Scientific investigations made in the USSR demonstrate the presence

of superimposed dispersion aureols over buried mineral deposits. Salt superimposed dispersion aureols were fixed over large sulphide deposits in presence of 100-140 m. transported sediments. These aureols are weak anomalies and often are concealed under the natural and technical noise level. It is necessary for their discovery to increase the signal to noise ratio by fractioning the samples before analysing or by computerising the analytical data, both methods may be used simultaneously. Polyelemental multiplying and smoothing considerably intensify the weak anomalies, the use of the factor- and claster analyses are efficient.

Gas anomalies in undersoil atmosphere are forming CO_2, CH_4, H_2, min. O_2, Ar, He, Hg the vapor other metals are under investigation. It is reasonable to combine lithochemical and atmochemical surveys. Discovered anomalies, after their confirmation by the same method, are checked by profiles of deep lithochemical survey with sampling from the paleoweathering crust of ore-bearing rocks or from the basalt level of the transported sediments. Evaluation of discovered deposits is made by the parameters of the residual dispersion aureols, regarding the erosion level of the ore body, in numbers of potential reserves of metal P_2 category.

The theoretical basis of such geochemical prospecting methods and their practical results are presented.

СОЛОВОВ А.П., Московский государственный университет, геолфак, г.Москва, СССР

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОИСКИ ПОГРЕБЕННЫХ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Успехи геохимических поисков в рудных районах связаны с открытием месторождений, выходивших на современную поверхность, скрытых для визуального обнаружения только маломощными элювиоделювиальными образованиями. В этих условиях промышленные месторождения сопровождаются контрастными литохимическими потоками и остаточными ореолами рассеяния в местных продуктах выветривания. Более трудную задачу составляют геохимические поиски на закрытых территориях аккумулятивных равнин с чехлом дальнеприносных отложений.

Проведенные в СССР исследования доказали наличие наложенных геохимических ореолов рассеяния на поверхности чехла над погребенными рудными месторождениями. Солевые наложенные ореолы рассеяния выявлялись наземными литохимическими съемками над крупными месторождениями сульфидных руд при мощности чехла до 100 - 140 м. Эти ореолы рассеяния являются слабыми аномалиями и нередко скрыты за уровнем природных и технических помех. Для их выявления необходимо повысить величину отношения полезного сигнала к уровню шума путем фракционирования проб перед анализом или обработки данных валового анализа на

ЭВМ; оба метода могут применяться совместно. Полиэлементная мультипликация и сглаживание многократно усиливают слабые аномалии, эффективны факторный и кластерный анализы.

Газовые аномалии в почвенной атмосфере образуют CO_2, CH_4, H_2, O_2, Ar, He и Hg; исследуются пары других металлов. Целесообразно сочетать литохимические и атмохимические съемки.

Выявленные аномалии, после их подтверждения тем же методом, проверяются профильными глубинными литохимическими съемками с опробованием древней коры выветривания рудовмещающих пород или базального горизонта чехла. Оценка выявленных объектов производится по параметрам погребенных остаточных ореолов рассеяния с учетом уровня эрозионного среза оруденения и выражается в цифрах прогнозных ресурсов металла категории P_2. В докладе излагаются теоретические основы этих геохимических методов поисков, иллюстрированные результатами работ.

SRETENSKAYA N.G., Inst. of Experimental Mineralogy of the USSR Academy of Sciences, Chernogolovka, Moscow District, USSR

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF SUPERCRITICAL ORE-FORMING SOLUTIONS

To derive equations which describe properties of ore-forming solutions in the region of supercritical temperatures and pressures reliable experimental data on different properties of electrolytes, non-polar gases and other compounds under these conditions are necessary. The present defficiency of these data may be explained by significant difficulties in experimental technique of investigations under supercritical conditions. However, there exists a number of methods which permit us to determine accurately a property of solution depending on temperature, pressure or density. These methods, namely, are 1) investigations of phase equilibria in solutions of different composition, 2) investigations of the P-V-T-X properties and derivation of equations of state, 3) measuring of electroconductivity of solutions and derivation of qualitative characteristics of the ionic equilibria in solutions, 4) investigations of optical properties which allow to define ions and ionic complexes present in solutions at temperature and pressure given. Potentialities of each method are considered together with possibilities of its development. New experimental results important for understanding geochemistry of supercritical ore-forming solutions are also discussed.

СРЕТЕНСКАЯ Н.Г., Институт экспериментальной минералогии Академии наук СССР, Черноголовка Московской области, СССР

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАДКРИТИЧЕСКИХ РУДООБРАЗУЮЩИХ РАСТВОРОВ

Для вывода уравнений, описывающих и предсказывающих свойства рудообразующих растворов в области температур и давлений выше критических, необходимы надежные экспериментальные данные, характеризующие различные свойства растворов электролитов, неполярных газов и других соединений в этих условиях. Существующая недостаточность таких данных связана прежде всего с большими техническими трудностями экспериментальных исследований в надкритических условиях. Тем не менее существует целый ряд методик, позволяющих с достаточной степенью точности определять те или иные свойства растворов в зависимости от температуры, давления или плотности. Такими методами являются: I) исследования фазовых равновесий в растворах различного состава; 2) исследования P-V - T свойств и вывод уравнений состояния; 3) измерение электропроводности растворов и количественная характеристика ионных равновесий в них; 4) исследования оптических свойств растворов, позволяющие непосредственно определять наличие тех или иных ионов и комплексов в растворе в зависимости от температуры и давления. В докладе рассматриваются возможности каждого из этих методов, пути и задачи их усовершенствования, а также наиболее важные для понимания геохимии надкритических рудообразующих растворов экспериментальные результаты, полученные в последние годы.

STEMPROK MIROSLAV, Geol. Survey of Czechoslovakia, Prague, ČSSR

LIQUID IMMISCIBILITY IN HIGH SILICA MELTS AND ITS ROLE IN ORE-FORMING PROCESSES

High silica melts behave as highly polymerized liquids. They are immiscible with a number of molten alkali compounds of predominantly ionic nature such as chlorides, fluorides, sulphates, carbonates, tungstates and molybdates. Concentration ranges of anions of these compounds are commonly very low in felsic magmas. They are, however, possibly increased in residual melts from the crystallization of felsic magmas in concentrations reaching the miscibility gap. The behaviour of such systems is modelled on binary or ternary T-X diagrams with the fields of the so called secondary immiscibility. Such type of liquid immiscibility appears in homogeneous silicate liquids in the course of crystallization of silicates or silica phases. It is comparable to retrograde boiling in water rich magmatic systems. Secondary liquid immiscibility leading to the co-

existence of a silicate liquid with a liquid compound high in ore or gangue mineral species is a likely mechanism for the derivation of ore substance from some water-poor felsic magmas in deep-seated magmatic chambers.

STILLER H.,FRANCK S.,SEIFERT W.,HURTIG E.,
Central Institute for Physics of the Earth Ac. Sc. GDR,
Potsdam, Telegrafenberg, GDR

ON CHEMICAL DIFFERENTIATION IN THE EARTH'S MANTLE

Theoretical investigations of physical and chemical properties of polymorphic phase transitions in the Earth's mantle are studied. Using these results the interaction is regarded between convective flows of material in the Earth's mantle and such polymorphic phase transitions. Especially, there is investigated the influence of phase boundaries on the chemical differentiation of the mantle material.

STOIBER RICHARD E. and WILLIAMS STANLEY N., Department of Earth Sciences, Dartmouth College, Hanover, New Hampshire, USA

A COLLABORATIVE GEOCHEMICAL MONITORING PROGRAM OF VOLCANOES IN NICARAGUA AND COSTA RICA

Geochemical laboratories were established in 1982 in Nicaragua and Costa Rica under the auspices of a grant of $19,000 from the Arthur L. Day Bequest of the U. S. National Research Council. Equipment for the field collection of geological observations and samples of condensed volcanic gas, crater lake water and volcanic ash was also provided. One week of field and laboratory collaboration between the authors and local scientists brought the two independent laboratories into operation in November 1982.

Regular monitoring programs employing relatively simple field and laboratory methods can yield an important data base. Changes in the nature of eruptive activity has been shown to be preceded by geological, geophysical and geochemical changes at numerous volcanoes. In Nicaragua and Costa Rica many volcanoes erupt frequently to create significant human and economic hardship and hamper development (e.g. Cerro Negro 1968 and 1971 in Nicaragua and Irazú 1963-1965 in Costa Rica). Successful development of geothermal resources of Momotombo Volcano in Nicaragua and Miravalles Volcano in Costa Rica depends on successful prediction of renewed volcanic activity.

Trained personnel in Nicaragua and Costa Rica are now conducting regular visits to the active volcanoes in their countries. Samples are routinely and quickly analyzed using the new facilities. As an example, at Momotombo, a regular pattern of variation in the ratio SO_4/Cl in condensed gas samples has been found to be related to recorded variations in volcanic activity.

STOSCH H. G.,Mineralogisch-Petrographisches Institut, Univ.zu Koeln, Koeln, FRG; LUGMAIR G.W., Scripps Institution of Ocenography, La Jolla, USA; KOVALENKO V.I.,Institute of Ore Deposits.Geology, Petrogrpky, Mineralogy and Geochemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

DEPLETED LITHOSPHERIC MANTLE UNDERNEATH MONGOLIA: EVIDENCE FROM PERIDOTITE XENOLITHS

An unusually fresh suite of spinel peridotites occurs in the Tertiary to Pleistocene alkali basaltic volcanics of the Taryat depression in Central Mongolia.
Clinopyroxenes separated from anhydrous coarse spinel lherzolites have chondrite normalized REE patterns with moderate light over heavy REE depletion whereas clinopyroxene from a phlogopite containing recrystallized lherzolite shows a high light over heavy REE enrichment.
A sample of the host basalt has a Nd and Sr isotopic composition close to that inferred for bulk earth. Clinopyroxenes from anhydrous xenoliths plot along the mantle trend in an 143Nd/144Nd vs. 87Sr/86Sr diagram and encompass the entire field of MOR basalts, thus providing more evidence that depleted (oceanic type) lithospheric mantle underlies at least parts of the continents. Long term depletion of this mantle section is strongly suggested by Nd model ages of clinopyroxenes which are generally in excess of 1000Ma.
Clinopyroxene from the phlogopite containing nodule has a Sr and Nd isotopic composition typical of that reported for other suites of metasomatized spinel peridotite xenoliths from alkali basalts. Textural and isotopic evidence require that metasomatism occurred prior to or during recrystallization and that at least the unmetasomatized precursor must have been depleted mantle with respect to its isotopic composition.

SULTANKHODJAYEV A.N., Institute of Seismology of the UzSSR Academy of Sciences, Tashkent, USSR

HYDROGEOSEISMOLOGICAL INDICATORS OF EARTHQUAKES

The hydrogeoseismological (hydrogeochemical, hydrogeodynamic, hydrogeothermal) methods to predict earthquakes, are gaining ever-rising success. These methods used in combination with some other geophysical, biophysical etc. techniques have been found to give promising results. The first attempts to forecast the time of an earthquake origin have shown positive results (in Gazli, 1976; in

Alayskaya Valley, 1978). The continuous hydrogeoseismological observation have resulted in the following:

a) the concentration of radiogenic inert gases, macro- and microcomponents dissolved in underground waters haven't been found to be significantly changed in time during tectonic inactivity, their values corresponding to averaged over number of years.

b) the periods of tectonic activation are distinguished, along with an increase in an elastic tension in most likely sources of earthquakes, for sharp variations in quantity of matters dissolved in groundwaters, i.e.,gases, micro- and macrocomponents; besides the variations in seam pressure of pressure waters have been found to occur, as well as in water sources' flow rate and the underground water temperature. The values inherent to such variations are dependent upon the intensity of forthcoming earthquake, the epicenter depth and epicentral distance, the closer to observation post to epicenter, the higher the values of observed abnormalities.

c) after earthquake the abnormalities in content of various components have been found to slowly be re-established, displaying certain variations during aftershocks. There's a possibility of formation of a new level for these parameters.

СУЛТАНХОДЖАЕВ А.Н., Институт сейсмологии АН УзССР, г.Ташкент, СССР

ГИДРОГЕОСЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДВЕСТНИКИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

В проблеме прогноза землетрясений все большее значение обретают гидрогеосейсмологические (гидрогеохимические, гидрогеодинамические, гидрогеотермические) методы. Применение этих методов в комплексе с другими геофизическими, биофизическими и др. дает весьма обнадеживающие результаты.

Первые попытки предсказания времени возникновения землетрясений (в 1976г. в Газли и в 1978г. в Алайской долине) показали положительные результаты. В результате систематических гидрогеосейсмологических наблюдений установлено следующее:

а) в периоды тектонического затишья концентрации радиогенных инертных газов, микро- и макрокомпонентов, растворенных в подземных водах, существенно не изменяются во времени и их значения соответствуют среднемноголетним;

б) в периоды активизации тектонических движений по мере роста упругих напряжений в возможных очагах землетрясения отмечаются резкие изменения количества растворенных в подземных водах веществ включая газы, микро- и макрокомпоненты и их изотопный состав; наблюдаются колебания уровней грунтовых вод, отмечаются вариации пластового давления напорных вод, изменяется дебит водоисточников и температура подземных вод.

Величины этих изменений зависят от силы готовящегося землетрясения, глубины очага и расстояния до пункта наблюдения; чем ближе пункт

наблюдения к эпицентру и чем больше сила готовящегося землетрясения, тем выше величина проявленных аномалий;

в) после проявления землетрясения аномалии в содержании тех или иных компонентов медленно восстанавливаются с отдельными изменениями в периоды проявления афтершоков; не исключена возможность установления нового уровня этих параметров.

TAKEDA HIROSHI and MORI HIROSHI, Mineralogical Institute, Faculty of Science, University of Tokyo, Hongo, Tokyo, Japan

MINERALOGY OF SOME ACHONDRITES AND THE EARLY EVOLUTION OF THEIR PARENT BODIES

In order to gain better understanding of the crust formation by differentiation of the molten upper layer during the formation of planets, and of effects of meteorite impacts on the crusts, pyroxenes in achondrites have been studied by the electron microprobe, X-ray diffraction and analytical TEM techniques. Comparison was made of microtextures of diogenites, cumulate eucrites, and ureilites. For example, a cumulate eucrite Serra de Magé, contains blebby inclusion of oriented augite in orthopyroxene between the thick (001) augite lamellae, in contrast with Moore County, which has the host pigeonite only partly inverted to orthopyroxene. The results suggest that material formed deep in the crust may be brought to the surface by meteoritic impacts even during the formation of a crust of the howardite parent body as was proposed for diogenites.
The ureilite pigeonites exhibit well developed plutonic texture. An electron micrograph of the Allan Hills 77257 pigeonite, shows only the antiphase domain texture. The lack of exsolution is very unusual for a large pigeonite crystal with a uniform chemical composition and the high-Ca concentration. An evidence of spinodal decomposition has been detected in rare subcalcic augites. By combining the above microtextures, we propose that ureilites have experienced high temperature stage followed by rapid cooling. The evidence is consistent with the destruction of a parent body.

TATSUMOTO M., UNRUH D. M., STILLE P., and FUJIMAKI H., U S Geological Survey, Denver, Colorado, U S A

Pb, Sr, AND Nd ISOTOPES IN OCEANIC ISLAND BASALTS

Lead in modern oceanic island basalts (OIB) and mid-oceanic ridge basalts (MORB) plot in the future domain (J-type Pb) on a $^{207}Pb/^{204}Pb$ vs. $^{206}Pb/^{204}Pb$ diagram indicating that the U/Pb has increased in the mantle during some relatively young time in the earth's history. On the other hand, most OIB and MORB plot in the domain of positive ε_{Nd} and negative ε_{Sr} on a Sr-Nd diagram indicating that these basalts originated from incompatible element-depleted reservoirs in the mantle. These isotopic characteristics, giving rise to the so-called "lead paradox" have been explained in several ways. Lead storage in the lower crust, lead removal into the core, mantle metasomatism, and mantle plumes from the subducted ancient oceanic crust are the most popular hypotheses.

Pb, Sr, and Nd isotopes have been measured in OIB from the Pacific volcanic island chains in order to obtain more information about basalt genesis and mantle evolu-

tion. The basalts studied are from the Emperor-Hawaii, Marquesas, Society, Austral, and Rapa chains. These island chains are thought to be surface expressions of movement of the Pacific plate over fixed "hotspots" in the mantle.

Lead from some west Maui samples is very radiogenic compared to that from other Hawaiian islands. Hawaiian basalts fall on a 940 m.y. $^{207}Pb/^{206}Pb$ "isochron", but west Maui data fall on the 1.6 b.y. "MORB isochron". Sr in these samples is among the least radiogenic (0.7032) found in Hawaiian tholeiites. Some Austral basalts have extremely radiogenic lead, slightly more radiogenic than St. Helena Pb, and plot slightly below the 1.6 b.y. isochron. Sr in these samples is relatively non-radiogenic (0.7028) and the Sr-Nd data plot distinctly below the main mantle trend on the Nd vs. Sr isotopic correlation diagram.

The results cannot be explained either by simple Pb removal from a primitive OIB source (Dupre and Allegre, 1980) or by oceanic crust recycling (Hofmann and White, 1982) because while Pb is extremely radiogenic, Sr is quite non-radiogenic.

The present multi-isotope study may indicate that enrichment of incompatible elements or metasomatism (Menzies and Murthy, 1980) in some portion of the depleted mantle occurred by mixing or contamination with carbonatite-like fluids (high CO_2, U/Pb, Sr/Rb and light REE enriched) within the last ~1.6 b.y. This "contaminated" mantle source would have very radiogenic Pb, radiogenic Nd and non-radiogenic Sr because of the shorter half-life of ^{238}U and ^{235}U compared to those of ^{87}Rb and ^{147}Sm.

At least four magma sources must be mixed in order to explain the isotopes in Emperor-Hawaiian basalts. Those sources probably are (1) the incompatible element-enriched carbonate fluid, (2) depleted mantle, (3) lithosphere, and (4) undepleted mantle. Evidence for involvement of sea water-altered oceanic crust or sediment is virtually absent.

TAYLOR HUGH P. JR., and SOLOMON CLEVE, Division of Geological and Planetary Sciences, California Institute of Technology, Pasadena, USA

ISOTOPIC EVIDENCE FOR THREE PRINCIPAL SOURCE REGIONS IN THE DERIVATION OF THE GRANITIC BATHOLITHS OF WESTERN NORTH AMERICA: UPPER MANTLE, GEOSYNCLINE, AND CRATON

Whole-rock $\delta^{18}O$ values of Mesozoic and early Cenozoic granitic plutons in western North America range from +6.5 to +13.5 per mil. Most of the Jurassic and older granitoids have $\delta^{18}O$ lower than +8.5 with a narrow peak near +8.0. The more widely distributed Cretaceous rocks are bimodally distributed with peaks at +8.0 and +9.5. Cretaceous rocks with $\delta^{18}O > 9.0$ are confined to a sinuous zone whose axis is typically located just east of the quartz-diorite line and about 100-200 km west of, and parallel to, the late Precambrian-early Paleozoic boundary between cratonal and miogeosynclinal sedimentation. This high $-^{18}O$ belt is generally < 50 km wide except in the Great Basin of Nevada where it was widened by Cenozoic extension. At least 3 distinct source regions must be involved in the genesis of these granitic magmas: (1) The western low-^{18}O zone is dominantly tonalite and involves a major component derived from the upper mantle or subducted oceanic crust ($\delta^{18}O \approx 6.5\text{-}8.5$, $^{87}Sr/^{86}Sr \approx 0.703\text{-}0.705$, $^{206}Pb/^{204}Pb \approx 18.7\text{-}19.3$). (2) In the high $-^{18}O$ belt of Cretaceous rocks, principal source materials are ^{18}O-rich geosynclinal sediments and/or ^{18}O-rich marine volcanic rocks altered at low temperature ($\delta^{18}O \approx 9.0\text{-}13.0$, $^{87}Sr/^{86}Sr \approx 0.705\text{-}0.708$, $^{206}Pb/^{204}Pb \approx 19.1\text{-}19.7$). This zone includes most of the tungsten ore deposits of the Cordillera. (3) The eastern low-^{18}O zone includes most of the known porphyry copper deposits; these magmas represent mixing between an upper mantle component and a component from the relatively low-^{18}O, lower crust of the craton ($\delta^{18}O \approx 7.5\text{-}9.0$, $^{87}Sr/^{86}Sr \approx 0.706\text{-}0.720$, $^{206}Pb/^{204}Pb \approx 16.5\text{-}18.7$). Mantle-derived magmas (probably basalt or basaltic andesite) are involved in development of all of these plutonic rocks, both as physical end-members, and as the source of much of the heat necessary for melting, hybridization, and assimilation.

TAYLOR STUART ROSS, Research School of Earth Sciences, Australian National University, Canberra, Australia

VOLATILE/REFRACTORY ELEMENT FRACTIONATION AND THE LUNAR FISSION HYPOTHESIS

Models of the bulk compositions of the Moon show several differences compared to estimates of terrestrial mantle composition. They contain higher Fe/Mg ratios and display a general enrichment of refractory elements. For example, most lunar models contain more than 30 ppb uranium, in contrast to values of less than 20 ppb for the terrestrial mantle. The moon is probably depleted in strongly siderophile elements, even when the lower total iron content of the Moon is taken into account. The presence of a small lunar core could account for some of this depletion, and early crystallisation and sinking of olivine could deplete the source regions of mare basalts in nickel. The terrestrial upper mantle appears to contain Cl abundance patterns for the Pt group elements, so that the terrestrial signature for these elements is non-unique.

There is general agreement that the Moon is depleted in volatile elements (eg K, Rb) relative both to the Earth and to the Cl abundances taken as representative of primordial solar nebula values. This depletion is shown by Rb/Sr and K/U ratios. Rb/Sr = 0.30 for Cl, 0.031 for the terrestrial mantle and 0.009 for the moon. K/U = 6×10^4 for Cl, 10^4 for the Earth and 2500 for the moon. If the moon fissioned from the Earth's mantle, following core separation, then additional volatile loss has to occur during or subsequent to that event. Do the Rb/Sr isotopic systematics provide any evidence for the time at which the lunar Rb/Sr ratio was established? The volatile/refractory element separation in meteorites apparently occurred close to 4.56 Ae with $^{87}Sr/^{86}Sr$ initial ratios close to BABI (0.69898±3). The planetesimal hypothesis for the origin of the inner planets calls for their assembly from a diverse suite of planetesimals on time scales of 10^8 years, although much of the accretion is completed in half that time. If the separation of Rb from Sr occurred in processes in the nebula at 4.56 Ae, and the Earth accumulated from a suite of differentiated planetesimals (with bulk Rb/Sr = 0.031) 10^8 years later (4.46 Ae), then the $^{87}Sr/^{86}Sr$ value will increase, for an Rb/Sr ratio of 0.031, by 0.00011 in 10^8 years. Accordingly at 4.46 Ae, the $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratio for the earth will be 0.69909. If the moon was fissioned from the Earth at this time, then the lunar initial $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratio would be 0.69909.

The best measure of the lunar initial $^{87}Sr/^{86}Sr$ (LUNI) comes from the low Rb/Sr anorthosites. Sample 60025 has a measured $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratio of 0.69895±3, which constrains LUNI to be equal to or less than that value. This value is slightly lower than BABI, and is too low to have been derived from the terrestrial mantle. If, however, the Earth initial Sr value is substantially lower, close to the Allende white inclusion initial strontium value (ALL = 0.69877±2), this value would change in 10^8 years, for Rb/Sr = 0.031, to 0.69888, within the range of LUNI. Accordingly if the Earth formed from material with a bulk $^{87}Sr/^{86}Sr$ initial ratio similar to that of Allende white inclusions, then lunar fission would not be ruled out on these grounds. If, however, the $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratio of the terrestrial precursor material was close to BABI, then this test of the fission hypothesis is negative.

TAYLOR STUART ROSS and McLENNAN, SCOTT, M. Research School of Earth Sciences, Australian National University, Canberra, Australia.

CONTINENTAL CRUSTAL COMPOSITION AND EVOLUTION

The composition of the upper crust is well established as being close to that of gradodiorite. The upper crustal composition is reflected in the uniform REE abundances in shales which represent an homogenisation of the various igneous REE patterns. This composition can only persist to depths of 10-15 km, for heat flow and geochemical balance reasons. The composition of the total crust is model dependent. One constraint is that it should be capable of generating the upper granodioritic (S.L.) crust by partial melting within the crust. One proposed composition is based on the "andesite" model, which assumes that the total crust has grown by accretion of island arc material. However, the relationship between the

generation of island arc magmas and subduction zones implies that a plate tectonic regime was operative during the formation of the bulk of the continental crust. The evidence for such processes does not extend clearly back beyond the late Proterozoic, by which time perhaps 80% of continental growth had probably been accomplished. It can be noted that freeboard constraints, reflecting essential constancy of continental and oceanic volumes, clearly apply well back into the Proterozoic, but are not necessarily valid in the Archean.

Archean upper crustal composition, derived from REE sedimentary rock patterns, show a more basic upper crust than occurs in Post-Archean time. The data are consistent with an upper crust derived from the bimodal basaltic - felsic Archean igneous suites. The bulk composition of the Archean crust appears to be only slightly more basic than the upper crust. There is only minor evidence of intracrustal melting and the production of K-rich granites with Eu depletion must comprise less than 10% of the exposed upper crust, from the sedimentary REE data, which only very rarely show Eu depletion in contrast to Post-Archean shales. On the model adopted here, the bulk of the crust has grown by 2.5 Ae and hence the bulk compositions may reflect that of the Archean bimodal basaltic - (tonalite-trondhjemite) suite. This is not very different in composition to that of the "andesite" model, except that it contains more Ni and Cr.

The composition of the lower crust, which comprises 60-80% of the continental crust, remains a major unknown factor for models of terrestrial crustal evolution. For the lower crust, we lack large scale natural sampling processes (such as production of clastic sediments) which have simplified the task of arriving at upper crustal compositions. Lower crustal samples are either random (as xenoliths in volcanic pipes) or from restricted outcrop areas of granulite terrains. One constraint is that the granodioritic (S.L.) rocks of the upper crust originated by partial melting within the crust, at depths of less than 40 km. The lower crust must accordingly include many regions from which granitic melts (S.L.) have been extracted.

TAYLOR STUART ROSS, McLENNAN SCOTT M. and McCULLOCH MALCOLM T., Research School of Earth Sciences, Australian National University, Canberra, A.C.T. Australia

GEOCHEMISTRY OF LOESS AND CONTINENTAL CRUSTAL GROWTH

Loess deposits of Pleistocene age cover about 10% of the land surface of the Earth. The view that they represent wind-blown deposits, derived from rock-flour produced by Pleistocene glaciers, is adopted here. The combination of glacial erosion, production of well-mixed rock flour, and its transport by wind over many kilometers provides a natural sampling process of the surficial crust. In order to see what evidence loess can provide, we have analysed samples from Banks Peninsula, New Zealand, Nanking, China, Kaiserstuhl, near Freiberg, Rhine Valley, Kansas, and Iowa, U.S.A.

The major element compositions of loesses from all these localities is surprisingly uniform (expressed on a carbonate-free basis). The only samples containing major amounts of carbonate were the Rhine Valley samples. The New Zealand loesses have low K_2O/Na_2O ratios (~0.9) reflecting derivation from greywacke terrains. The other loesses have $K_2O/Na_2O > 1.5$. Relative to upper crustal abundances, Si, Zr and Hf are enriched, reflecting enrichment of quartz and zircon during loess formation.

The REE patterns are uniform and are generally similar to PAAS (Post-Archean Average Australian shale). La/Yb ratios are 13(±3.6) compared with PAAS mean of 13.6. ΣLREE/ΣHREE for the loesses average 9.4(±1.5) compared with PAAS values of 9.7. Most notably, the Eu depletion as shown by Eu/Eu^* is 0.67 ± 0.022 for the loess samples, which is indistinguishable from PAAS (0.65) NASC (North American Shale Composite) or ES (European Shale Composite Sample).

The uniformity of the REE patterns for the widely scattered loess deposits and their similarity to PAAS, ES and NASC indicates that loess is providing the same information on REE abundances as clastic sediments. These two independent sampling techniques thus provide identical REE patterns, reinforcing the concept that both processes (glacial erosion and normal erosion and deposition) are providing an average sample of the upper continental crust for the REE.

The Banks Peninsula loesses have the lowest T_{DM}^{Nd} ages of 1060 m.y. and 1110 m.y., Nanking and Rhine Valley have intermediate ages of 1420 m.y. to 1510 m.y., while those from Kansas and Iowa have the oldest Nd model ages of 1570 m.y. to 1700 m.y.

A surprising feature of these results are the relatively young Nd model ages. These ages are interpreted as the time of formation of the crustal segments from which the loesses were derived. The Banks Peninsula samples are biassed to young values by the young crustal formation ages of the local sources (Mesozoic greywackes). The sources of the remaining loesses are not as well constrained but it is likely that they also dominantly reflect inputs of material from younger orogenic belts with high relief rather than flat cratonic regions.

A final conclusion is that the composition of the upper crust has remained relatively constant since the Archean. This is shown by the fact that the REE abundance patterns are uniform despite the spread in model crustal ages. Accordingly additions to the upper crust during the past 1700 m.y. have been of constant composition.

TERA FOUAD, BROWN LOUIS, and SACKS I.SELWYN, Department of Terrestrial Magnetism, Carnegie Institution of Washington, Washington, D.C., USA; KLEIN JEFFREY and MIDDLETON ROY, Tandem Accelerator Laboratory, University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, USA

SEDIMENT INCORPORATION IN ISLAND-ARC MAGMA: INFERENCE FROM ^{10}Be

We have measured ^{10}Be in 62 lavas by accelerator mass spectrometry. Beryllium-10 ($1.5 \cdot 10^6$ yr half life) is produced in the upper atmosphere and on setting to earth is concentrated in the top few meters of pelagic ooze. Samples from 13 non-island-arc lavas all have less than 10^6 atom/g with an average of $2.8 \cdot 10^5$. In contrast 26 samples from the Aleutian and Central American arcs have an average of $3.8 \cdot 10^6$ with only two having values less than 10^6. Twenty-three samples from the arcs of Japan, South America, the Mariannas and Java had an average of $1.2 \cdot 10^6$ with only 5 having values greater than 10^6. Numerous tests carried out over a period of two years convince us that neither the extraction chemistry nor the accelerator is a serious source of ^{10}Be. Historical and fresh flows provide evidence for excluding contamination of the surface lavas by rain as the source of the isotope. We conclude that the ^{10}Be observed in the lavas of the Aleutian and Central American arcs results from the pelagic sediment covering the subducted plate. We also conclude that there are systematic differences in the way the isotope is incorporated from place to plate.

THIEMENS MARK H., Department of Chemistry, University of California, San Diego, La Jolla, California, USA

POSSIBLE PHOTOCHEMICAL PRODUCTION OF METEORITIC OXYGEN ISOTOPIC ANOMALIES

Studies of isotopic distributions in meteoritical materials are instrumental in understanding early solar system evolutionary processes. Clayton et al.(1973) have shown that Allende oxygen isotopes, when plotted in a $\delta^{17}O$ (y axis) vs $\delta^{18}O$ (x axis) coordinate system, define a line of slope 1, while a plot of lunar and terrestrial materials defines a line of slope 1/2. They propose that this reflects the admixture of essentially pure alien ^{16}O with normal solar system oxygen. This assumes that only nuclear processes may produce mass independent isotopic fractionations. We have shown, in an electrical discharge into pure O_2, ozone is formed which is enriched in ^{17}O and ^{18}O. A $\delta^{17}O$, $\delta^{18}O$ plot defines a line with slope 1.0, the same as observed in the C2-C3 meteorites. The effect may be due to isotopic optical self-shielding by $^{16}O_2$, resulting in preferential dissociation of $^{16}O^{17}O$ and $^{16}O^{18}O$. The dissociation is a fraction of isotopic abundance which results in a slope 1. The same isotopic partitioning is observable in CO_2 dissociation. It is possible that the meteoritic oxygen isotopic anomalies represent photochemical processes, possibly initiated by the solar T-Tauri (enhanced UV) phase, rather than supernovae injections of ^{16}O.

TITAEVA N.A., Moscow State University, Geological Faculty, Moscow, USSR

Th-ISOTOPIC COMPOSITION AS INDICATOR OF VOLCANIC ROCK ORIGIN

The $^{230}Th/^{232}Th$ ratio is a sensitive petrogenetic indicator for rocks aged $0.5 \cdot 10^6$ years similar to the ratios of stable Sr, Nd, Pb isotopes. The systematics of Th-isotopic composition of recent and Holocene volcanic rocks indicates that the $^{230}Th/^{232}Th$ ratio value in mantle basalts of the rift zone axial parts not contaminated with crust material approximates 0.85-1.0. The volcanics of continental crust magma chambers are characterized by lower ratio values - 0.5, whereas the values of rocks from oceanic regions exceed the mantle ones, i.e. are over 1.
The Th-isotopic composition enables us to calculate the thorium-uranium ratio in the magma source - $(Th/U)_o$. The $(Th/U)_o$ for mantle smelts was estimated on average as 3.4 ± 0.2. Volcanics of oceanic regions have the values below 3, reaching 0.2 for hydrothermally

altered varieties. The highest $(Th/U)_o$ values (up to 4-8) were recorded in continental crust volcanic rocks.
A geochemical model was suggested for explaining the revealed regularities. According to this model, the low values of $(Th/U)_o$ in volcanic rocks of the ocean bottom, islands and island arcs are due to interaction with sea water and U-contamination of rocks participating in origination of melts. The continuous outflow of oxidized uranium beyond the continents in the process of repeated sedimentary cycles results in a higher Th/U ratio in the continental crust rocks that is inherited by crust magmas.
The presented systematics and further studies in this field will provide a key for using the Th/U ratio as a geochemical indicator of more ancient volcanic rocks.

ТИТАЕВА Н.А., Московский государственный университет, геолфак, г.Москва, СССР

ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ ТОРИЯ В КАЧЕСТВЕ ИНДИКАТОРОВ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОРОД

Изотопное отношение тория $^{230}Th/^{232}Th$ может служить петрогенетическим индикатором для пород возрастом до 0,5 млн.лет подобно отношениям стабильных изотопов стронция, неодима, свинца. Систематика изотопного состава тория в породах современных и голоценовых извержений вулканов показывает, что мантийные базальты осевых частей рифтовых зон, не испытавшие контаминации коровым материалом, имеют величину $^{230}Th/^{232}Th$, близкую к единице (0,85-I,0). Вулканиты континентальных коровых очагов отличаются более низкими значениями отношения, достигающими 0,5. Породы океанических регионов характеризуются значениями, превышающими мантийные (больше I).

Изотопный состав тория позволяет рассчитать отношение тория к урану в питающем очаге Th/U. Расчет показал, что для мантийных выплавок Th/U в среднем равно $3,4 \pm 0,2$. Вулканиты океанических регионов имеют значения меньше 3, достигающие для гидротермально измененных разностей 0,2. Самые высокие значения $(Th/U)_o$, до 4-8, обнаружены в континентальных коровых вулканических породах.

Предложена геохимическая модель, объясняющая выявленные закономерности. Согласно модели, низкие значения $(Th/U)_o$ в вулканических породах дна океана, островов и островных дуг обусловлены взаимодействием с океанической водой и обогащением ураном пород, участвовавших в формировании расплавов. Постоянный вынос окисленного урана за пределы континентов в процессе многократно повторяющихся осадочных циклов приводит к повышению торий-уранового отношения в породах континентальной коры, которое наследуется коровыми магмами.

Выполненная систематика и дальнейшие исследования в этой области должны дать ключ к использованию Th/U в качестве геохимического индикатора более древних вулканических пород.

1/2 27. Зак. 1227

TLIG SAID and ALI M'RABET, Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences, Campus Universitaire, Tunis, Tunisie

COMPARATIVE STUDY OF THE RARE EARTH ELEMENTS (REE) DISTRIBUTIONS WITHIN THE LOWER CRETACEOUS DOLOMITES AND LIMESTONES OF CENTRAL TUNISIA

REE distribution, Sr content and oxygen isotopic composition ($\delta^{18}O$) have been studied in the Lower Cretaceous dolomites and their interbedded and/or parental limestones of Central Tunisia. Dolomites, as indicated by previous sedimentologic, geochemical and isotopic study are different in origin. Environments of dolomite formation include: evaporitic sabkha, deep phreatic, karst and lacustrine. With the exception of the sabkha environment, dolomitizing fluids presumably have been essentially meteoric.
The comparison between REE distributions in dolomites and in limestones clearly suggests that the general shapes of the REE patterns are preserved during dolomitization. Nevertheless, the total REE amounts are somewhat lowered in dolomites comparatively to parental limestones.
Moreover, within the dolomites, the total REE contents are positively correlated to the Sr and $\delta^{18}O$ contents; thus indicating that the decrease in REE, Sr and $\delta^{18}O$ contents is related to a decrease in the salinity of the dolomitizing fluids. In addition, karstic dolomites are the most impovrished in REE. Furthermore, they are relatively en riched in light REE, indicating a more or less important fractionation within the REE distributions. This enrichment has been related to the inorganic complexes influence which favorise a greatest solubility of the heavy REE in basic media with respect to the lighter members of the REE group.

TOSELLI ALEJANDRO y JUANA ROSSI de TOSELLI, Facultad de Ciencias Naturales de Tucumán (Argentina)-CONICET-VOLKSwagenwerk-Stiftung, JULIO SAAVEDRA y ANTONIO GARCIA SANCHEZ, U.E.I.Mineralogia y Geoquimica, C.S.I.C.,Salamanca, Espana

DISTRIBUCION DE ELEMENTOS EN TRAZAS EN LOS GRANITOS MOSCOVITICO Y DE DOS MICAS DEL PLUTON DE LOMA PELADA, TAFI DEL VALLE (TUCUMAN, A GENTINA): IMPLICACIONES GENETICAS

El plutón, epizonal y emplazado con deformación del encajante, se sitúa sobre una megafractura al menos del Paleozoico Inferior. Consta de un granito de dos micas, dominante y mas antiguo, y otro moscovitico, además de diques numerouos de dirección variable (en mayoria moscoviticos, pero tambien de dos micas) que se delimitan mal respecto a las facies masivas; hay filones de pegmatitas y cuarzo turmalinifero. Los términos biotiticos suelen llevar epidota y carecen de granate, habitual en los restantes. Las variaciones relativas, no lineales, en Zr, Ba, Sr y Rb, especialmente, senalan una cristalización fraccionada como mecanismo dominante para la génesis de las facies, en completo acuerdo con los datos geológicos disponibles, con disminución de hasta diez veces el contenido elemental de los términos extremos (que difieren en 5% en SiO_2). El carácter aluminico no se ha adquirido por influencia del encajante y los granates no reflejan asimilación, sino formación tardia.

TOURET JACQUES, Free University, Institute of Earth Sciences, Amsterdam, The Netherlands

FLUID REGIME, REDOX STATE AND PARTIAL MELTING IN THE LOWER CRUST AND UPPER MANTLE: A DIRECT APPROACH

Early fluid inclusions in many rock-forming minerals from lower crust and upper mantle derivates (granulites, ultrabasites) contain CO_2-rich fluids, while later fluids are CH_4-, N_2- or (mostly) H_2O rich. The fluid composition is thus represented in the C-O-H-N system; at each P and T, it is basically controlled by 2 closely interrelated mechanisms: buffering of the oxygen fugacity by oxide/silicate reactions and differential solubility of various gazeous species in silicate melts. A detailed investigation of selected examples (partial melting of amphibolite and metapelite) show that many features are well explained by available experimental data, but also that some aspects (separation of CO_2 and N_2) require other buffers which remain very hypothetical in the present stage of our knowledge.

TROFIMOV N.N., RYCHKOV A.I., Patrice Lumumba Peoples Freindship University, Faculty of Engineering, Moscow, USSR

LITHOCHEMICAL PROSPECTING FOR DEEP SEATED ORE DEPOSITS USING HIGHLY MOBILE ELEMENTS AS INDIRECT INDICATORS

Lithochemical methods of prospecting based on elements of high dispersion capacity, and capable of formation of extensive oreoles, have been proved to be very promising in localisation of deep seated deposits. These methods are based on the wide participation of elements of high migration capacity in endogenic ore formation, as well as their great mobility in exo-and endogenic conditions. These elements usually occur on the outer zones of Geochemical oreoles of deposits. They include the Halogens, Mercury, Arsenic, Antimony, Boron and Silver. Of these the best known are Iodine and Mercury. The most characteristic feature of these highly mobile elements is their widespread occurrence exclusively in the space overlying the deposits, irrespective of their composition or the country rocks. Towards the tops of the Geochemical oreoles the highly mobile elements exceed in intensity those of the direct indicator elements.

The penetration depth of lithochemical methods based on highly mobile elements is no less than 300-500 m. In the Podolsk copper pyritic deposit, oreoles of Iodine were recognised in weathering products of jurassic age developed over the Devonian volcanogenic sedimentary rocks occurring 800 m above the ore deposits. It was further established that compared to other elements, Iodide and Mercury give rise to the most penetrative oreoles with minimum

dependence of lithology, density and other properties of the country rocks. In gold deposit, the oreoles of Iodine were detected through a loess layer 60-80 m. thickness covering the gold bearing vein and acting as barrier with respect to other direct indicator elements. Iodine and Mercury decidedly prevail in the vertical zonation of endogenic oreoles of magmatic deposits.
Highly mobile elements, particularly Iodine and Mercury are of the first class importance in the search for hidden mineralization .

ТРОФИМОВ Н.Н., РЫЧКОВ А.И.,Университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, инженерный факультет, г.Москва, СССР

ЛИТОХИМИЧЕСКИЕ ПОИСКИ ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИХ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПО ЛЕГКОПОДВИЖНЫМ КОСВЕННЫМ ЭЛЕМЕНТАМ-ИНДИКАТОРАМ

Значительные возможности для поисков глубокозалегающих месторождений открывают литохимические поиски с использованием в качестве индикаторов химических элементов, склонных к широкому рассеянию и образующих далеко проникающие ореолы. Оно основывается на участии этих элементов в эндогенном рудообразовании и их высокой миграционной способности в гипогенных и гипергенных условиях. Это элементы внешней зоны ореола месторождения. К ним относятся галогены, ртуть, мышьяк, сурьма, бор, серебро. Наиболее изучены и интересны ореолы иода и ртути. Наиболее характерной чертой ореолов элементов широкого рассеяния является их преимущественное и широкое развитие в надрудных горизонтах месторождений независимо от их состава и состава вмещающих пород. По удалению вверх от руды они намного превышают ореолы прямых элементов-индикаторов.

Глубинность литохимических поисков с изучением ореолов легкоподвижных элементов не менее 300-500 м. На Подольском медноколчеданном месторождении ореолы йода были зафиксированы в почвах, развитых на юрской коре выветривания, перекрывающей девонские вулканогенно-осадочные породы над рудной залежью на глубине 800 м. Установлено, что йод и ртуть образуют наиболее проникающие ореолы, в меньшей степени зависящие от литологических, плотностных и прочих качеств пород, чем ореолы рудообразующих элементов. На золоторудном месторождении ореолы йода зарегистрированы в лёссовых отложениях мощностью 60 - 80 м, перекрывающих золоторудные кварцевые жилы и служащие экраном для прямых элементов-индикаторов. Йод и ртуть уверенно возглавляют ряды вертикальной зональности в строении эндогенных ореолов магматических месторождений.

Элементы высокой подвижности, и прежде всего йод и ртуть, имеют первостепенное значение для поисков глубокозалегающего оруденения.

TULLBORG E.-L., Sveriges Geologiska AB, Goteborg, Sweden, and
LARSON S., Sveriges Geologiska Undersokning, Goteborg, Sweden

STABLE ISOTOPE PATTERNS IN THE NORDINGRA GRANIT, CENTRAL SWEDEN

Rb/Sr dating of the Nordingre granite (sub Jothnian) indicates a resetting of the intrusive age through circulating water. A stable isotope study has been initiated to find out if late magmatic solutions from the granite itself or a hydrothermal convective system initiated by a later intrusion of dolerite is responsible for the resetting.
The dolerite intruded approx. 1215 Ma and is about 250 m with a sheet-like shape. δD as well as $\delta^{18}O$ data are available from the granite as well as the dolerite.

TURCOTTE D.L., Dept. of Geological Sciences, Cornell University, Ithaca, New York, USA

MANTLE CONVECTION AND GEOCHEMICAL CYCLES

The concept of a global geochemical cycle is slowly evolving. Major geochemical reservoirs are the core, the mantle, and the continental crust. Mantle convection determines whether there is one or two mantle reservoirs and stirs the mantle to maintain the uniformity of these reservoirs. Mantle convection also determines how material is transferred from the mantle reservoir(s) to (and possibly from) the continental crustal reservoir. However, many important questions remain unanswered. Is the core isolated from the other reservoirs? Did the core forming event melt a substantial fraction of the mantle? Does whole mantle convection occur or is mantle convection layered? What is the fate of the subducted lithosphere? What is the origin of intraplate and anomalous ocean ridge volcanism? Are significant volumes of continental crust recycled back into the mantle? How homogeneous is the continental crustal reservoir? These questions are discussed, and in some cases preferred answers are given.

VARSHAL G.M., BARSUKOV V.L., KUDINOVA T.F., KOSTIN B.I., STAKHEEV Yu.I., BAKALDIN Yu.A., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow; SOBOLEV G.A., KOLTSOV A.V., SALOV B.G., Institute of Physics of the Earth of the USSR Academy of Sciences, Moscow; TRETYAKOVA S.P., Nuclear Research Institute, Dubna, USSR

EXPERIMENTAL STUDIES OF THE FORMATION OF HYDROGEOCHEMICAL EARTHQUAKE PRECURSORS

The most important problem in the earthquake prediction by use of hydrogeochemical methods consists in the source of substances at the formation of precursor anomalies. Volatile components which are separated from rocks at mechanical loading present one of the sources. A large-scale model experiment on a 50000 ton press has allowed to reveal the regularities of water, radon, mercury and helium separation from large basalt and granite samples at a cyclically growing unexial pressure to fracture. Another method of mechanical action on the rocks has been developed in one of the mines of the Kolsky peninsula; it consisted in a series of experimental explosions during which the process of helium, radon and mercury separation from nepheline syenite was studied at the moment of explosion and during the subsequent loading of the rock. The system for detection of volatile component included gold sorbent for mercury concentration, dielectric filmy detector for radon determination, water-freezing tube and analyzer INGEM-1 for helium determination. The premonitory rock fracture is accompanied by separation of volatile components from rocks. Predictive properties of the components are associated with their chemical nature and forms in which they exist in rocks. Water release during mechanical loading grows gradually with the increase in loading. Helium separation begins at the early stages of cracking process. The process of radon and mercury separation has a pulse character with drastic peaks immediately prior to the rock fracture. The comparison of the data on degassing with the data on strain and acoustic emission leads to the conclusion that the major part of whole amount of radon is released at the stage of avalanche-type crack interaction and at the dynamic stage of the formation of an earthquake source; for mercury the major separation stage is the dynamic one. On the whole the amount of volatile components separated during the mechanical loading increases by 1-2 orders.

ВАРШАЛ Г.М., БАРСУКОВ В.Л., КУДИНОВА Т.Ф., КОСТИН Б.И., СТАХЕЕВ Ю.И., БАКАЛДИН Ю.А.,Институт геохимии и аналитической химии имени В.И.Вернадского Академии наук СССР, г.Москва; СОБОЛЕВ Г.А., КОЛЬЦОВ А.В., САЛОВ Б.Г.,Институт физики Земли имени О.Ю.Шмидта Академии наук СССР, г.Москва; ТРЕТЬЯКОВА С.П.,Объединенный институт ядерных исследований, г.Дубна, СССР

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА ФОРМИРОВАНИЯ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРЕДВЕСТНИКОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Для прогноза землетрясений гидрогеохимическими методами важнейшим является вопрос об источнике вещества при формировании предвестниковых аномалий. В качестве такого источника рассмотрены летучие вещества, отделяющиеся от пород при механических нагрузках. В крупномасштабном модельном эксперименте на 50000-тонном прессе выявлены закономерности выделения воды, радона, ртути и гелия из больших образцов базальта и гранита при циклически возрастающем одноосном давлении вплоть до разрушения образцов. Другой способ механического воздействия на породы осуществлен в одной из шахт Кольского полуострова в серии экспериментальных взрывов, при которых изучали процесс выделения гелия, радона и ртути из нефелиновых сиенитов в момент взрыва и при последующем нагружении породы. Системы для регистрации летучих компонентов включали золотой сорбент для концентрирования ртути, диэлектрический пленочный детектор для регистрации радона, трубку для вымораживания воды и анализатор "ИНГЕМ-I" для определения гелия. Процесс подготовки разрушения пород сопровождается выделением летучих компонентов из них. Прогностические свойства компонентов связаны с их химической природой и формами нахождения в породах. Выделение воды при механических нагрузках возрастает непрерывно пропорционально нагрузке. Выделение гелия начинается на ранних стадиях развития процесса трещинообразования. Процесс выделения радона и ртути носит в значительной мере импульсный характер с резким возрастанием интенсивности выделения непосредственно перед разрушением породы. Сопоставление данных по дегазации с данными по деформации и акустической эмиссии позволяет сделать вывод о том, что основная масса радона выделяется на стадии лавинного взаимодействия трещин и в динамической стадии образования очага землетрясений, а ртути - главным образом в динамической стадии. В целом количество летучих компонентов, выделяющихся из пород при их механических нагрузках, растет на I-2 порядка. Можно утверждать что этот источник вещества вносит существенный вклад в формирование гидрогеохимических предвестников землетрясений.

VEIZER JÁN, University of Ottawa, Ottawa, Canada, and Northwestern University, Evanston, Illinois, U S A

RECYCLING ON THE EVOLVING EARTH: GEOCHEMICAL RECORD IN SEDIMENTS

Modeling of the present day mass-age (area-age) distributions of oceanic and continental crusts and of their associated sediments gives the following average recycling rates: oceanic crust $\sim 3.4 \pm 0.1$ km^2 yr^{-1}, continental crust (and stable cratons) $\sim 0.05 \pm 0.01$ km^2 yr^{-1}, global sedimentary mass $\sim 8.9 \times 10^{15}$g yr^{-1}, continental sedimentary mass $\sim 2.8 \pm 0.4 \times 10^{15}$g yr^{-1}, sedimentary mass of passive margins $\sim 2.7 \times 10^{15}$g yr^{-1}, and oceanic sedimentary mass $\sim 2.8 \times 10^{15}$g yr^{-1}. In addition, the recycling of the uppermost (10^0 - 10^1m thick) surficial blanket of continental sediments proceeds at an average rate of $\sim 0.6 \pm 0.1$ km^2 yr^{-1}. As a likely reflection of a near steady-state nature of the Phanerozoic sedimentary cycle, the absolute quantities of recycled sediments in all three major tectonic domains (continents, passive margins, oceans) have been similar, but the relative rates of recycling have been one order of magnitude faster for oceanic sediments than for their continental counterparts. Isotopic and REE constraints indicate, that the terrestrial sedimentary cycle has been $\sim 2/3$ cannibalistic since probably the Early Proterozoic. Such degree of cannibalisticity argues against large secular variations in average chemical composition of clastic sediments during this time interval, but does not preclude an evolution in the terrestrial exogenic cycle over time intervals of 10^9yr (and less for non-clastic components) duration. The evolutionary and recycling (steady-state) views of the terrestrial exogenic cycle are complementary, and not mutually exclusive, concepts.

VELIKOSLAVINSKY S.D., GAPOSHINA E.V., POLUNINA L.A., RUDNIK V.A., A.P.Karpinsky All-Union Research Geological Institute, Leningrad; DVORKINA B.D., P G P "Sevzapgeologia", Leningrad, USSR

RHYTHMICAL-IRREVERSIBLE EVOLUTION OF BASIC VOLCANISM IN THE EARTH'S HISTORY

The Archean volcanism of continents and greenstone belts are characterized by a certain similarity of major evolution trends, such as the irreversibility of evolution, while volcanic products differ greatly by in their petrochemical properties. Irreversibility of the basic volcanism of the Archean greenstone belts and continents is obscured by its certain rhithmical behaviour, that is lack of complete cyclicity, which can be interpreted as a number of stages of magmatic activity continuing for hundreds of million years. Six successive stages of basic volcanism can be distinguished over Siberian Platform and Aldan-Stanovoi Shield areas by the merease of magma formation depth: 1. The Early Archean represented of metatholeiites, differentiated often of Fennerian type and evolved in time from oceanic into the island-arc type. 2. The Middle Archean, represented by alkali-metabasalts and 3. The Late Archean - Early Proterozoic, represented by both metatholeiites and alkali-metabasalts. 4. The Late Archean Early Proterozoic, made up by metatholeiites of trough complexes. The volcanites of the last three stages are differentiates in bowenian type and by their petrochemical properties, they are found to correspond to non-oceanic varieties.

5. The Late Proterozoic composed mostly of tholeiites differentiated by Bowenian type which was succeeded by the Fennerian one.
6. The Phanerozoic, composed of tholeiite and alkalibasalt formations, differentiated by Bowenian type.
The products of the Early Archean continent volcanism can be compared to volcanites of the upper layer of the Onvervacht Formation of Swasiland in southern Africa of the Late Archean-Early Proterozoic and with those of young Archean greenstone belts of Canada. Equivalents of "ancient" Archean greenstone belts of the Onvervacht ultramafites have not been found within the continental Precambrian. The Late Proterozoic-Phanerozoic basic volcanism of mobile (fold) belts and of stable areas (Shilds and platforms) is characterized by quite opposite evolutionary trends.

ВЕЛИКОСЛАВИНСКИЙ С.Д., ГАПОШИНА Е.В., ПОЛУНИНА Л.А., РУДНИК В.А., Всесоюзный научно-исследовательский гелогический институт им.А.П.Карпинского, г.Ленинград; ДВОРКИНА Б.Д., ПГО "Севзапгеология", г.Ленинград, СССР

РИТМИЧНО-НЕОБРАТИМАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ОСНОВНОГО ВУЛКАНИЗМА В ИСТОРИИ ЗЕМЛИ

Архейский вулканизм континентов и зеленокаменных поясов характеризуется сходством главнейших тенденций эволюции и, в частности, ее необратимостью, значимо различаясь по петрохимии его продуктов. Необратимость эволюции основного вулканизма архейских зеленокаменных поясов и континентов осложняется определенной ритмичностью (неполной цикличностью) его проявления, позволяющей выделить несколько этапов магматической деятельности длительностью в сотни миллионов лет. В пределах Сибирской платформы и Алдано-Станового щита выделено шесть этапов основного вулканизма, сменяющих друг друга на фоне увеличения глубин магмообразования: I) раннеархейский, представленный метатолеитами, дифференцированными по феннеровскому типу и эволюционировавшими во времени от океанических к островодужным; 2) среднеархейский, представленный щелочными метабазальтами; 3) позднеархейско-раннепротерозойский, представленный как метатолеитами, так и щелочными метабазальтами; 4) позднеархейско-раннепротерозойский, представленный метатолеитами троговых комплексов (вулканиты трех последних этапов дифференцированы по боуэновскому типу и по петрохимии соответствуют неокеаническими разностям); 5) позднепротерозойский, представленный преимущественно толеитами, боуэновский тип дифференциации которых со временем сменялся феннеровским; 6) фанерозойский, представленный как толеитовой, так и щелочно-базальтовой сериями, дифференцированными по боуэновскому типу. Продукты раннеархейского вулканизма континентов могут быть сопоставлены с вулканитами верхней толщи серии Онвервахт системы Свазиленд Южной Африки, позднеархей-

ского-раннепротерозойского - с вулканитами "молодых" архейских зеленокаменных поясов Канады. Аналоги "древних" архейских зеленокаменных поясов типа ультрамафитовой толщи серии Онвервахт в пределах континентального докембрия отсутствуют. Позднепротерозойско-фанерозойский основной вулканизм подвижных (складчатых) поясов и устойчивых областей (щитов и платформ) характеризуется противоположными эволюционными тенденциями.

VERKHOVSKY A.B., YURGINA E.K., SHUKOLYUKOV Yu.A., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR; PRASOLOV E.M., All-Union Oil Research Geological Prospecting Institute, Leningrad, USSR; ROJKOV A.M., Institute of Volcanology of the Far East Scientific Centre of the USSR Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, USSR

ISOTOPE AND ELEMENT FRACTIONATION OF NOBLE GASES IN NATURE

All attempts to reconstruct history of terrestrial noble gases suppose knowledge of mechanism of their isotope and element separation. In order to study these processes and their exhibition during global degasing of the Earth and formation of the atmosphere we used three following approaches:

1. The fenomenological approach. It is based on analysis of the radiogenic isotopes ratios ($^4He/^{21}Ne_{rad}$, $^4He/^{40}Ar_{rad}$, $^4He/^{136}He_r$), the values of which may be calculated enough exactly. Observed variations of these ratios are 100-1000 times more than those would be caused by the differences in chemical composition of rocks. Consequently, the main cause of these variations is element fractionation.
2. The comparative approach is based on comparison of empirical data with some simple quantitative models, describing the processes of noble gases fractionation in natural water.
3. Experimental approach is based on laboratory investigation of fractionation processes and the determination of its quantitative parameters. It was used in studing nonequilibrium process of noble gases dissolving in water and melts.

Using these methods we made some estimates of isotopic and element abundances of noble gases in the mantle: $^4He/^{20}Ne \geqslant 10^4$, $^4He/^{132}Xe \geqslant 10^7$, $(^{20}Ne:^{36}Ar:^{84}Kr:^{132}Xe)_m \cong (^{20}Ne:^{36}Ar:^{84}Kr:^{132}Xe)_{atm}$; $(^{22}Ne/^{20}Ne)_m = (^{22}Ne/^{20}Ne)_{atm}$, $(^{21}Ne/^{22}Ne)_m > (^{21}Ne/^{22}Ne)_{atm}$, $(^{136}Xe/^{130}Xe)_m > (^{136}Xe/^{130}Xe)_{atm}$, $(^{129}Xe/^{130}Xe)_m > (^{129}Xe/^{130}Xe)_{atm}$, which was employed in the Earth's degasing models.

ВЕРХОВСКИЙ А.Б., ЮРГИНА Е.К., ШУКОЛЮКОВ Ю.А., Институт геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского Академии наук СССР, г.Москва; ПРАСОЛОВ Э.М., Всесоюзный нефтяной геологоразведочный институт, г.Ленинград, СССР; РОЖКОВ А.М., Институт вулканологии ДВНЦ Академии наук СССР, г.Петропавловск-Камчатский, СССР

ИЗОТОПНОЕ И ЭЛЕМЕНТНОЕ ФРАКЦИОНИРОВАНИЕ БЛАГОРОДНЫХ ГАЗОВ В ПРИРОДЕ

Любые попытки реконструировать историю благородных газов Земли связаны с изучением физических процессов их изотопного и элементного разделения. Для изучения этих процессов и их проявлений в ходе глобальной дегазации Земли и образования атмосферы мы использовали три подхода.

I. Феноменологический, основанный на изучении соотношений радиогенных изотопов, таких как $^{4}He/^{21}Ne_{рад.}$, $^{4}He/^{40}Ar_{рад.}$, $^{4}He/^{136}Xe$, величины которых могут быть достаточно точно рассчитаны. Природные вариации этих отношений в сотни и тысячи раз больше тех, которые могут быть обусловлены различиями химического состава пород, поэтому они фиксируют элементарное фракционирование благородных газов.

2. Подход, основанный на сравнении некоторых относительно простых количественных моделей фракционирования благородных газов с фракционированием, реально наблюдаемым в природе. Такие модели, в частности, построены для растворенных в воде газов термальных источников.

3. Экспериментальный, основанный на лабораторном воспроизведении природных процессов фракционирования и получения их количественных характеристик. Этот подход использован при изучении неравновесных процессов растворения благородных газов в растворах и расплавах.

На основании полученных данных сделаны оценки элементной и изотопной распространенности благородных газов в мантии Земли: $^{4}He/^{20}Ne \geqslant 10^{4}$; $^{4}He/^{132}Xe \geqslant 10^{7}$; $(^{20}Ne:^{36}Ar:^{84}Kr:^{132}Xe)_{мант.} = (^{20}Ne:^{36}Ar:^{84}Kr:^{132}Xe)_{атм.}$; $(^{22}Ne/^{20}Ne)_{мант.} = (^{22}Ne/^{20}Ne)_{атм.}$; $(^{21}Ne/^{22}Ne)_{мант.} > (^{21}Ne/^{22}Ne)_{атм.}$; $(^{136}Xe/^{130}Xe)_{мант.} > (^{136}Xe/^{130}Xe)_{атм.}$; $(^{129}Xe/^{130}Xe)_{мант.} > (^{129}Xe/^{130}Xe)_{атм.}$. Эти оценки использованы при построении модели дегазации Земли.

VINOGRADOV V.I., GRIGORIEV V.S., POKROVSKY B.G.,
Geological Institute of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

$^{87}Sr/^{86}Sr$ and $\delta^{18}O$ IN ROCKS OF THE KURIL-KAMCHATKA ISLAND ARC

The first data on the isotopic composition of Sr in volcanic rocks of Kamchatka were published in 1977 (K.Hedge, G.Gorshkov, Doklady Akad. Nauk SSSR v.233, N 6, p.1200-1203). They are in good agreement with the materials obtained on other island arcs by many rese-

arches. 10 determinations yielded the average value 0.7033, with variations from 0.7031 to 0.7036.

Our studies were aimed at elucidation of geological significance of such a dispersion. The investigations are carried out on Kamchatka and the Kuril Islands, where the Earth's crust has different geophysical characteristics. Tentatively 70 determinations of $^{87}Sr/^{86}Sr$ and 20 $\delta^{18}O$ have been done by the present time.

In the regional plan the Sr isotopic ratios increase from north to south. The highest $^{87}Sr/^{86}Sr$ values have been obtained for the thickest continental crust of the Kunashir island. More local variations of geophysical parameters of the Earth's crust structure do not affect isotopic data. The general dispersion of $^{87}Sr/^{86}Sr$ values for effusive rocks of various composition and age lies within 0.7024 and 0.7037. In some xenoliths the values rise up to 0.705. A tendency towards a reverse dependence of $^{87}Sr/^{86}Sr$ - $\delta^{18}O$ is observed.

The available data enable us to assume one of the processes of transformation of the oceanic crust in to the continental one. Such a transformation can proceed through the stage of hydrothermal changes of basalts in zones of deep circulation of fresh and mixed waters.

Within the Kuril-Kamchatka island arc it began since the moment of its formation and is actively going on up till now. All lavas of this island arc are contaminated to some or other degree with products of the upper mantle or crustal alteration of initial basalts. This is pronounced in the isotopic composition of strontium and oxygen.

ВИНОГРАДОВ В.И., ГРИГОРЬЕВ В.С., ПОКРОВСКИЙ Б.Г., Геологический институт Академии наук СССР, г.Москва, СССР

$^{87}Sr/^{86}Sr$ и $\delta^{18}O$ В ПОРОДАХ КУРИЛО-КАМЧАТСКОЙ ОСТРОВНОЙ ДУГИ

Первые данные по изотопному составу стронция в вулканических породах Камчатки были опубликованы в 1977г. (К.Хедж, Г.Горшков, ДАН СССР, т.233, № 6, с.1200-1203). Она находится в полном соответствии с материалами, которые были получены многими исследователями по другим островным дугам. Среднее значение по 10 определениям составляло 0,7033 при общем разбросе от 0,7031 до 0,7036.

Мы ставили своей задачей выяснить геологическую значимость такого разброса. Исследования ведутся на Камчатке и Курильских островах, которые имеют разные геофизические характеристики земной коры. К настоящему времени выполнено около 70 определений $^{87}Sr/^{86}Sr$ и около 20 - $\delta^{18}O$.

В региональном плане изотопные отношения стронция нарастают с севера на юг. Наиболее мощной континентальной коре острова Кунашир отвечают и наибольшие значения $^{87}Sr/^{86}Sr$. Более частные вариации геофизических параметров строения коры не отражаются в изотопных данных. Общий разброс значений $^{87}Sr/^{86}Sr$ эффузивных пород разного состава и возраста лежит в пределах от 0,7027 до 0,7037. Только в некоторых ксенолитах они поднимаются до 0,705. Наблюдается тенденция к обратной зависимости $^{87}Sr/^{86}Sr - \delta^{18}O$.

Имеющиеся данные позволяют высказать предположение об одном из процессов преобразования океанической коры в континентальную. Это преобразование может проходить через стадию гидротермальных изменений базальтов в зонах глубинной циркуляции пресных или смешанных вод. В пределах Курило-Камчатской островной дуги оно началось с момента ее заложения и активно продолжается в настоящее время. Все лавы этой островной дуги в той или иной степени заражены продуктами верхнемантийного или корового преобразования исходных базальтов, что находит отражение в изотопном составе стронция и кислорода.

VITJAZEV A.V., PECHERNIKOVA G.V., SAFRONOV V.S., O.Yu.Schmidt Institute of Physics of the Earth of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

FRACTIONATION ON MATTER IN THE PROTOPLANETARY CLOUD

An evolutionary model of the protoplanetary gas-dust disk rotating around the early sun is considered. We assume its initial composition to be solar-like one, the temperature in the central plane - approximately the black-body one for a given distance from the sun. The dynamical processes are considered which could lead to a fractionation of the disk material: 1) accretion of gas and dust onto the disk during its formation; 2) injection of the matter of an exploded supernova shell; 3) dissipation of gas from the disk heated by the short-wave radiation and the solar wind; 4) precipitation of the dust through gas toward the central plane of the disk and accumulation of the asteroid-size bodies; 5) collisions of bodies accompanied by fragmentation and by melting and partial evaporation of solids for velocities 5 km/s; 6) fall of bodies onto the growing planets and impact heating of the surface layers creating the zones of melting and of differentiation of interior. The calculations show that at the grazing collisions of large bodies a partial ejection of matter of the planet on planetocentric and even heliocentric orbits becomes possible. From here we find that possible beginning of differentiation in Mercury during the accumulation could lead to its enrichment in iron due to a partial

removal of its silicate mantle by impacts. Subsequent infall of the latter onto Venus (~75%) can explain its small silicate excess (~1-2%) as compared to the Earth. Analogous contamination of the protolunar swarm by the Earth's mantle material is also discussed.

ВИТЯЗЕВ А.В., ПЕЧЕРНИКОВА Г.В., САФРОНОВ В.С., Институт физики Земли им.О.Ю.Шмидта АН СССР, Москва, СССР

ФРАКЦИОНИРОВАНИЕ ВЕЩЕСТВА В ДОПЛАНЕТНОМ ОБЛАКЕ

Рассматривается эволюционная модель допланетного газопылевого диска, вращающегося около молодого Солнца. Первичный состав его принят близким к солнечному, а температура в центральной плоскости, в соответствии с расчетами, близкой к температуре черного тела на данном расстоянии от Солнца. Обсуждаются динамические процессы, в ходе которых возможно фракционирование вещества в диске: I) аккреция газа и пыли на диск в ходе его образования; 2) инжекция вещества оболочки взорвавшейся сверхновой; 3) диссипация газа из диска, обусловленная нагревом коротковолновым излучением и солнечным ветром; 4) отделение пыли от газа при опускании ее к центральной плоскости диска и аккумуляции в тела астероидальных размеров; 5) столкновения тел, сопровождающиеся дроблением, а при скоростях 5 км/с – плавлением и частичным испарением вещества; 6) падение тел на растущие планеты и ударный нагрев поверхностных слоев, ведущий к образованию зон расплава и дифференциации недр. Расчеты показывают, что при нецентральных ударах крупных тел возможен выброс части вещества на планетоцентрические и даже гелиоцентрические орбиты. Эти результаты с учетом возможности начала дифференциации уже в ходе аккумуляции планет позволяют объяснить избыток железа в Меркурии частичной потерей им силикатной оболочки с последующим выпадением ее на Венеру (с вероятностью ~75%) и на Солнце (~25%), а также одновременно объясняют небольшой избыток силикатного вещества (~I-2%) на Венере по сравнению с Землей. Приводятся оценки, показывающие возможность аналогичного поступления в околоземный долунный рой обедненного железом вещества поверхностных слоев Земли.

VOLFINGER ROBERT, C.N.R.S.-Orléans-France; VIELZEUF, Université Clermont-Ferrand, Ferrand, France; NEIVA, Université Coïmbra, Portugal; SCOUDLAREC, Université Orléans, France

PARTITION OF CHLORINE BETWEEN HYDROXYL SILICATES AND HYDROTHERMAL SOLUTIONS

Fixation of chlorine in micas was experimentally investigated at different temperature for various compositions of the solids and solutions. The crystal chemical aspect was studied in trioctahedral micas. The dimension of the (OH-Cl) site is mainly controlled by the rotation angle α of the tetahedra. The angle α is related to the X_{Fe} content of micas in the phlogopite-annite series. For a given chlorine

content of the solution in equilibrium with these micas, the chlorine content of the annite is 20 times > that of the phlogopite. The same structural control was observed in natural amphiboles, which show clear correlation of chlorine content versus X_{Fe}. The geochemical aspect of the study was examined by studying the Cl content of synthetic hydroxyl minerals which greatly depends on the nature and proportions of Cl-bearing species in the solution. Comparing e.g. HCl and KCl at 600° and 2kb, the partition coefficient $D_{HCl} = \left(\frac{Cl}{OH}\right)_{mica} \Big/ \left(\frac{HCl}{H_2O}\right)_{aq}$ is close to 1 for annite, and $D_{KCl} = \left(\frac{Cl}{OH}\right)_{mica} \Big/ \left(\frac{KCl}{KOH}\right)_{aq}$ is only 10^{-5} (for a mica of molar composition 60 % annite - 40 % phlogopite). For a given mica, in equilibrium with solutions having the same proportions of Cl^- and H_2O with respect to the solid, its Cl content becomes 10 times greater with HCl than with KCl. These results are compared with natural contexts : porphyry coppers, metamorphic and mafic rocks, keeping in mind the structural properties of the involved micas. The high level of fixation of chlorine in the structures must the related to the nature and composition of the natural fluid phase. A fluid phase containing principally salts (KCl, NaCl ...) in water needs a concentration several times molar to be in equilibrium with a mica of 1000 ppm Cl. However the presence of some HCl gives the same Cl content in the solid with a lower concentration of chlorine in this fluid phase. When HCl is the only chlorine phase in the hydrothermal solution, the chlorine content of a 1000 ppm, e.g. in the annite, can be reached with 0,3 M HCl.

VOLKOV V.P., KHODAKOVSKY I.L., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Ac. Sci., Moscow, USSR

VENUS' SURFACE ROCK MINERAL COMPOSITION: PHYSICO-CHEMICAL SIMULATION

The existence of thick predominantly carbon dioxide atmosphere with chemically active gaseous microcomponents (SO_2, H_2O, CO, HCl, HF) allows to consider the lithospheric-atmospheric interaction as a quasiequilibrium process. Thus the physico-chemical simulation could be useful for the prediction of the Venus' soil mineral composition. The latter was calculated using the elemental composition of rocks at Venera 13 and Venera 14 landing sites, nearsurface atmospheric composition and thermodynamic values of more than 150 substances.

The equilibrium composition of the 16-component multisystem open in respect to the volatiles in question was calculated using the Gibbs free energy minimization method. It was found that the sulphur and chlorine content of the solid phases is considerably higher in relation to the instrumental data of the elemental analyses at Venera 13 and Venera 14 landing sites. Thus the alternative interpretation is suggested: a) the chemical equilibrium in relation to sulphur and chlorine in the lithospheric-atmospheric global system is not attained; b) the equilibrium content of sulphurbearing gases in the nearsurface atmospheric layer is markedly lower in relation to the instrumental data obtained at 20 km altitude level.

The physico-chemical simulation of the lithospheric-atmospheric interaction indicated that the "weathering crust" on Venus could consist of Fe-oxides as the products of Fe-silicate alteration, sulphurbearing (anhydrite, pyrite), chlorinebearing (marialite) and fluorinebearing (apatite) minerals. The hydration and carbonatization of Venus' primary rocks is highly improbable. Pyrite is predicted as a dominant mineral in highlands whereas anhydrite is a typical mineral of lowlands due to the variation of P-T conditions versus the hypsometric level.

ВОЛКОВ В.П., ХОДАКОВСКИЙ И.Л., Институт геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского АН СССР, г.Москва, СССР

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ПОРОД ПОВЕРХНОСТИ ВЕНЕРЫ

Существование на Венере мощной углекислой атмосферы с микропримесями химически активных газов (SO_2,H_2O,CO,HCl,HF) позволяет рассматривать литосферно-атмосферное взаимодействие как квазиравновесный процесс. Отсюда следует целесообразность применения методов физико-химического моделирования для прогноза минерального состава венерианского грунта. Химико-минералогическая модель грунта рассчитана на ЭВМ с использованием в качестве исходных данных элементного состава пород поверхности и химического состава атмосферы Венеры по материалам космических экспериментов на СА "Венера-13" и "Венера-14", а также значений термодинамических величин для более чем 150 веществ.

Расчет 16-компонентной мультисистемы, открытой в отношении всех летучих компонентов показал, что количество S и Cl, связанных в минералах, во много раз превышает их содержание в реальном элементном составе пород в местах посадки спускаемых аппаратов. Химическое равновесие в глобальной системе атмосфера Венеры - породы поверхности в отношении серы и хлора либо не достигается, либо концентрация серосодержащих газов в приповерхностной атмосфере в несколько раз ниже, чем на высотах ~20 км, для которых имеются инструментальные данные.

Физико-химический анализ показывает, что на Венере в процессе литосферно-атмосферного взаимодействия может возникать "кора выветривания", состоящая из продуктов окисления Fe-силикатов (магнетит) и минералов, содержащих связанную серу (ангидрит, пирит), хлор (мариалит) и фтор (апатит). Процессы гидратации и карбонатизации весьма маловероятны. Различие P-T условий на различных гипсометрических уровнях поверхности Венеры может обусловливать смену минеральных форм нахождения серы в "коре выветривания": ангидрит сменяется пиритом в высокогорных регионах.

WARREN P.H., WASSON J.T., Institute of Geophysics and Planetary Physics, University of California, Los Angeles, USA

PRISTINE NONMARE ROCKS AND THE DIVERSITY OF THE LUNAR CRUST

The early intense meteoritic bombardment continued long after the great bulk of Moon's crust formed and ceased to igneously evolve. The resultant chaotic petrology that characterizes the lunar highlands is in many ways a mixed blessing. The polymict impact breccias that predominate among shallow materials are mixtures of diverse older rocks. Their bulk compositions represent averages, but not any individual endogenously produced lunar rock. It is important to constrain the diversity of the oldest rocks, which can best be accomplished by identifying additional pristine samples.

In order of importance for a typical sample, the main indicators for pristinity evaluation are (1) low ($< 3 \times 10^{-4} \times$ Cl) siderophile element concentrations, (2) various petrographic features, most notably coarse grain sizes or absence of obvious foreign clasts, (3) an incompatible element pattern substantially fractionated relative to KREEP, and (4) an exceptionally high (> 4.2 Ga) internal radiometric age. This order is not rigid. If, for example, a sample has a pristine coarse-grained igneous texture (which is rare), then the texture might be less ambiguous than the siderophile elements. Radiochemical neutron activation analysis (RNAA) is the best technique for measuring siderophile elements at the levels typical of pristine lunar rocks. Additional petrographic indications of pristinity include: cumulate or otherwise igneous textures, mineral assemblages not grossly out of equilibrium, coarse exsolution lamellae in pyroxenes, non-meteoritic metal grain compositions, etc.

About 100 pristine nonmare rocks (including clasts in breccias) have been identified. The search for pristine nonmare rocks has led to the recognition of numerous otherwise unknown lithologies, including feldspathic lherzolite 67667, gabbro 61224, the only 'large' (> 0.02 g) pristine granites (14321c, 1.8 g, and 14303c, 0.2 g), and two whitlockite anorthosites. The compositional statistics for pristine rocks indicate that rock types of intermediate composition, such as anorthositic norite, are not as abundant among endogenous lunar rocks as they appear on the basis of polymict breccias. The ancient, pristine cumulates divide into at least two genetically distinct groups: Mg-rich rocks (with alkali-poor plagioclase and magnesian mafic silicates, or else alkali-rich plag. and ferroan mafic silicates) and ferroan anorthosites (with the strange combination: alkali-poor plag. and ferroan mafic silicates). The Mg-rich group can be further divided into Mg-norites and Mg-gabbronorites.

Recently, interest has been focussed on the westernmost lunar sample-return sites. The nonmare, nonKREEPy pristine rocks from the

Apollo-14/Apollo-12 region appear to be distinctive in many respects. Highly evolved rock types such as alkali anorthosite, granite, and whitlockite anorthosite, appear to be more abundant there. Also, rocks that are similar in major element chemistry to eastern rocks tend to be distinctive in terms of trace elements: the western ones have higher Eu contents, and lower Sc/Sm, Ti/Sm, Cr/Sm and Mn/Sm ratios. These trends are interpreted as extensions of the longitudinal-geochemical asymmetries (e.g.,KREEP distribution, mare basalt distribution) to include some of the oldest types of lunar rocks. Pristine rocks indicate that crustal genesis on the Moon was a more complex, multi-stage process than had been previously supposed.

WASSERBURG G.J.,California Institute of Technology, Pasadena, California, USA

SOME SHORT-LIVED RADIOACTIVE NUCLEI IN THE EARLY SOLAR SYSTEM

The absence of detectable effects in ^{235}U due to the decay of ^{247}Cm in connection with the presence of ^{244}Pu shows that the last contributing nucleosynthetic event took place $\sim 2 \times 10^{8}$ y before the solar system formed.
The relative constancy of the ratios $^{129}I/^{127}I \sim 10^{-4}$, $^{26}Al/^{27}Al \sim 5 \times 10^{-5}$ and $^{107}Pd/^{108}Pd \sim 2 \times 10^{-5}$ demonstrates that short-lived nuclei were injected into the solar system during its formation. The time between production of these nuclei and small planet formation and differentiation must be less than $\sim 10^{7}$ y. These results imply injection of $\sim 10^{-4}$ of a solar mass into the proto-solar nebula if the abundances are taken to be representative. Alternatively, it is possible that this late-stage nucleosynthetic event was local - the result of a T-Tauri phase of the early sun. Solar T-Tauri activity could form evaporative residues on planetary surfaces, nuclear reactions on such surfaces and a low density oxygen-rich hydrogen-free gas from evaporated dust and associated condensates.
The known "r" process contributions represent an earlier and distinct galactic nucleosynthetic contribution completely separated from the late-stage injection that is indicated by the short-lived nuclei. So far it has not been possible to provide a self-consistent astrophysical scenario which explains the particular observations of both short-lived nuclei and the general isotopic anomalies. It appears clear that minor late-stage nucleosynthesis took place at 4.5 AE ago immediately before or during the formation of the solar system and that this was followed by the formation and differentiation of small terrestrial planets on a rapid time scale. The larger terrestrial planets appear to have formed 5×10^{7} - 10^{8} years later.

The heating of small planetary bodies that were formed rapidly could have been heated by ^{26}Al. It is evident that many meteorites reflect planetary melting processes that were not the direct result of ^{26}Al decay (e.g. Colomera and the basaltic achondrites). The models of thermal evolution of small planetary bodies may thus require renewed study.

WATSON E. BRUCE, Department of Geology, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, New York, U S A ; HARRISON T.M., Department of Geological Sciences, State University of New York at Albany, New York, U S A

WHAT CAN ACCESSORY PHASES TELL US ABOUT FELSIC MAGMA EVOLUTION?: A FRAMEWORK FOR EXPERIMENTAL STUDY

A full understanding of trace element and isotope redistribution during the production and evolution of granitoid magmas is critically dependent upon knowledge of the behavior at crustal melting conditions of accessory minerals such as apatite, zircon, sphene, monazite, and epidote. The parameters of specific interest include accessory phase stabilities in granitoid magmas, as well as their dissolution kinetics and trace-element and isotope transport properties. These parameters are not readily measured by direct, convertional experimental techniques, because the progress of reactions is so slow at the temperatures of interest. However, because solubility and kinetic phenomena are systematically temperature-dependent, it is generally possible to estimate values pertinent to crustal melting conditions by down-temperature extrapolation from data obtained over a range in temperature above those of direct interest. The results of such studies can be used not only to constrain and refine trace-element and isotope models of crustal melting events, but also to gauge their duration and thermal intensity.

Results acquired to date on accessory-phase stabilities indicate that apatite generally <u>is</u> residual (insoluble) during crustal melting, while zircon and sphene <u>can</u> be, depending upon melting conditions and abundance of these phases in the source. Furthermore, under wet melting conditions the dissolution kinetics are sufficiently fast for all three phases that saturation equilibrium during crustal melting is achieved in a geologically-instantaneous time frame. Accessory minerals that carry inherited Pb must therefore be interpreted as having reached major-element equilibrium with their host magmas, but due to low Pb diffusivity have failed to equilibrate isotopically. Measured diffusivities for rare earths, Sr, and Pb in apatite support this interpretation, and also provide the input required to extract time-temperature information from observed diffusion gradients in residual accessory minerals.

WEIS D. and DEMAIFFE D., Labor. Géol-Pétrol-Géochronol., Univ. Libre de Bruxelles, Belgium; HONNOREZ J., Univ. of Miami, U S A

ND-SR ISOTOPE RELATIONSHIPS IN ASCENSION ISLAND LAVAS AND PLUTONIC XENOLITHS

Ascension Island is located in the South Atlantic Ocean, 90 km to the West of the mid-oceanic ridge. The composition of the lavas varies from olivine rich basalts to comendites which corresponds to the classical differentiation suite of oceanic island alkali basalt.
In the Nd-Sr diagram, basic lavas (ε_{Nd} : 9.7 to 12.0 ; $^{87}Sr/^{86}Sr$: 0.70290 to 0.70320) fall within the upper range of ε°_{Nd} values of oceanic rocks. They show a trend distinctly steeper than the mantle array and which points to the St Helena group. The acidic lavas have the same ε°_{Nd} but higher $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratio (up to 0.712).

The plutonic xenoliths (from gabbro to monzodiorite to alkaline granite) have the same isotopic pattern : basic and intermediate rocks have ε°_{Nd} (8.4 to 10) and $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratios (0.7030 to 0.7036) comparable to those of the lavas while the granites have again much higher $^{87}Sr/^{86}Sr$ values.

As sediment contamination can be ruled out in view of the Nd data, these high $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratios in acidic rocks can be ascribed to in-situ decay in the magmatic chamber of late stage Rb-rich magma even during a short time interval.

These data confirm the oceanic origin of the plutonic xenoliths as it was previously established on the basis of Pb isotope data.

WETHERILL GEORGE W., DTM, Carnegie Institution of Washington, Washington, D.C., U S A

ORIGIN OF RARE GASES ON VENUS

Because on planets the inert gases are greatly depleted relative to solar abundance, quite minor contributions suffice to modify their relative chemical and isotopic abundance patterns. For this reason it is not surprising that the observational inert gas data on the terrestrial planets appears to be understandable only in terms of admixture of a number of components, the sources of which are obscure at present.

Perhaps the most striking of these components is the great abundance of "quasi-solar" Ne-Ar-Kr found on Venus by Pioneer and Venera spacecraft. At present there is no entirely satisfactory explanation of the source of this component that is so heavily concentrated on Venus relative to the Earth and Mars. It is possible, however, to construct a possibly complete "taxonomy" of possible models, and investigate how these can be related to alternative models of planetary accumulation, both in the presence and absence of significant quantities of solar nebula gas.

When this is done, it is the author's belief that the most likely source is solar wind gas implanted in grains that constitute the small-body end of the coagulation-fragmentation size spectrum of the terrestrial planetesimal swarm, and subsequently fractionated by diffusional loss of Ne. Near-total restriction of this component to Venus requires that there must be a solar-wind opaque small-body "pall" over the inner solar system that permits only the innermost edge of the swarm to be irradiated. This requires either that the solar wind be strictly radially-directed or that some other source, e.g., the outer solar system, supplied grains to the terrestrial planet region.

WETZEL KLAUS, Central Institute of Isotope and Radiation Research of the Academy of Sciences of GDR, Leipzig, GDR

ISOTOPE GEOCHEMICAL AND GEOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF IGNEOUS ROCKS

On the basis of a model of the evolution of the continental crust isotope geochemical and element geochemical criteria for characterizing igneous rocks of mantle origin are derived. It is shown that the $\delta^{18}O$ whole rock values and the MgO, MnO and K_2O contents of such igneous rocks are correlated with their chemical composition. Good agreement between model and experimental data can be found in the case of $\delta^{18}O$ values.

Ветцель Клаус, Центральный институт изотопных и радиационных исследований Академии наук ГДР, Лейпциг, ГДР

ИЗОТОПНО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ И ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАГМАТИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПОРОД

С помощью модели эволюции континентальной коры установлены изотопно-геохимические и элементно-геохимические критерии для характеристики первичных магматитов. Показано, что значения $\delta^{18}O$ всей породы, а также содержания MgO , MnO и K_2O в таких магматитах коррелируют с их химическим составом. Наблюдается хорошее согласие модели с экспериментом по отношению к значениям $\delta^{18}O$.

WITT G.,PRESS S.,SECK H.A., Mineralogisch-Petrographisches Inst., Universität zu Köln, Köln, FRG; KOVALENKO V.I.,Institute of Ore Deposits Geology,Petrography,Mineralogy and Geochemistry of the USSR Academy of Sciences,Moscow, USSR

Petrology and Major Element Chemistry of Spinel-Peridotite Xenoliths from the Upper Mantle beneath Central Mongolia

Anhydrous spinel peridotite xenoliths from Tertiary to Pleistocene alkali basaltic volcanics of the Taryat depression (Central Mongolia) although moderately depleted in terms of LIL elements and Rb/Sr and Sm/Nd-isotope systems (Stosch et al., this volume) range from primitive to slightly depleted lherzolites in terms of their mineralogy and major element chemistry.
Amphibole and phlogopite bearing hydrous xenoliths reveal the same range of major element compositions except for the enrichment of alkalies and other LIL elements. Independent of their mineralogy both types of nodules plot in a rather narrow temperature range from about 900°C to 1000°C.
All lherzolites are of the coarse grained type. Mineral phases are chemically homogeneous and appear to be in chemical equilibrium. In a Cr_2O_3 vs. Al_2O_3- diagram spinel-orthopyroxene tie-lines run parallel to those of nodules of Eifel/FRG.
Equilibrium temperatures and mineral chemistry of composite nodules are similar to those given above. Cpx and Opx in lherzolite and websterite have the same composition. Garnet bearing spinel-peridotite from Mongolia will be presented elsewhere.

WITT G. & SECK, H.A., Mineralogisch-Petrographisches Institut, Universität zu Köln, Köln, FRG

MELT FORMATION DUE TO AMPHIBOLE BREAKDOWN IN XENOLITHS OF MANTLE PERIDOTITE

Amphibole breakdown to clinopyroxene, olivine, spinel, and melt during the ascent in hot magma is widespread in mantle xenoliths from Tertiary and Quaternary volcanics of Western Germany. In xenoliths from the Quaternary West Eifel transported to the surface by maar type explosions, melts are quenched to glass due to fast cooling. The origin of melts was related to amphibole breakdown either from textural evidence if relics of amphibole are still present or from the fact that the bulk composition of the breakdown products yield compositions typical of mantle amphiboles. Melt compositions observed range from 48 to 60% SiO_2 with MgO contents from 3 to 4%, and total alkalies up to 10%. The K_2O/Na_2O ratio of the melts is controlled by the same ratio in the amphibole.
Xenoliths from Tertiary volcanics without exception occur in massiv lavas and cooled much slower. In the absence of amphibole relics, the former presence of amphiboles in those nodules had to be inferred from the bulk compositions of their breakdown products. Due to much slower cooling melts formed by amphibole breakdown fractionated to an extent that alkali feldspar liquids were reached. These melts were recorded within blebs consisting of amphibole breakdown products as well as in small veinlets cutting the nodules, and on grain boundaries. Glasses of feldspar compositions were also found as minute inclusions 5 to 10 µ in size in pyroxenes.

WLOTZKA Frank, Max-Planck-Institute für Chemie, Mainz, F R G

CA,AL - RICH CHONDRULES IN ORDINARY CHONDRITES

Chondrules in unequilibrated ordinary chondrites show a large spread in chemical composition; Ca and Al may vary up to a factor of ten. But there is also a separate population of Ca,Al-rich chondrules, which are different in their mineral composition. They contain olivine, spinel and Ti,Al-rich pyroxene (fassaite). They are thus similar to the CAI's of carbonaceous chondrites, except that they do not contain melilite.

The average composition of seven such chondrules from Tieschitz is (in wt. %): SiO_2 36; TiO_2 1.7; Al_2O_3 28; FeO 5; MgO 12; CaO 9; Na_2O 6. The enrichment factors over bulk Tieschitz are 9.2 for Al, 4.3 for Ca and 15 for Ti.

Their texture is usually porphyritic and similar to the texture of normal chondrules. Their size, however, is smaller, between 100 and 200 microns. This is in contrast to the CAI's from carbonaceous chondrites, which are larger than the Fe, Mg- chondrules.

The origin of these Ca,Al,Ti-rich chondrules is probably related to the general chondrule forming process. An origin as direct high temperature condensates from the solar nebula does not seem possible, as Ca/Al is not cosmic and volatile Na is also enriched in them.

WRIGHT I.P. and PILLINGER C.T., Dept. of Earth Sciences, Downing Street, Cambridge, England

MEASUREMENTS OF $\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$ and δD AT THE NANOGRAM LEVEL IN EXTRATERRESTRIAL MATERIAL USING STATIC MASS SPECTROMETRY

Stable isotope studies of meteorites, lunar samples and cosmic dust afford important insights into processes operating in the pre-solar environment and during solar system formation, in addition to later events such as cosmic ray interaction and solar wind implantation. The appropriate isotopic information is generally acquired by converting solid sample material to a volatile species which can then be analysed in a gas source mass spectrometer. The extraction involves either heating, combustion in oxygen or some form of acid treatment. The scarcity of extraterrestrial samples demands that such destructive chemical analyses take place on the smallest amounts of material possible. Conventional stable isotope mass spectrometry involves the use of sample sizes greater than a few micrograms in weight and unfortunately, this is prohibitively large for some investigations. However, subtle changes to the design of a normal isotope mass spectrometer allows nanogram samples to be analyzed isotopically. So-called "static mass spectrometry" has been employed successfully to analyze carbon, nitrogen and hydrogen isotopic compositions in a variety of extraterrestrial and terrestrial samples. Three important areas of extraterrestrial research are now being investigated using light element static mass spectrometry:

1. It is now possible to acquire stable isotopic measurements of meteoritic acid-resistant residues previously known to contain noble gases of extra-solar origin. Like the noble gases, the associated light elements are found to have extremely anomalous isotopic compositions. The task is now to vindicate suitable astrophysical sites capable of generating the elements and their isotopic ratios.
2. Light element distributions and isotopic composition in lunar soils remains a controversial issue. Until recently, sample size requirement has precluded detailed studies of well-characterized fractions of lunar material. However, with the advent of stable isotope static mass spectrometry, this omission has been rectified. The new data obtained have cast doubt on the authenticity of certain previously held ideas concerning lunar surface evolution.
3. A third class of extraterrestrial material comprises the cosmic dust particles collected from the deep sea and upper atmosphere. Unlike lunar and meteorite samples, where preliminary stable isotopic measurements were made possible by sacrificing inordinantly

large amounts of sample, these particular entities are simply too small to analyse by conventional isotope mass spectrometry. Therefore static mass spectrometry will play a vital role in attempts to understand the characteristics and origins of cosmic dust.

WU BIHAO, TANG JIAYOU, DUAN ZHENHAO, Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, China

THE VARIATION OF ^{18}O CONTENT OF WATER IN THE QAIDAM BASIN

Isotopic and geochemical studies of saline lakes and drainage system of Qaidam Basin have been made. It was found that $\delta\,^{18}O$ of the river waters vary from -8 to -12‰, indicating they are originated from the snow and glacier ice on the mountains around the basin. The $\delta\,^{18}O$ of intercrystalline brine in the salt beach of various lakes fluctuates between -4 and -9‰. In the processes of evaporation and salt formation the heavy isotope (^{18}O) in the lake increased as increasing salinity and reached its maxium (+2‰ ±)at the stage of halite precipitation. After that the value of $\delta\,^{18}O$ decreased gradually down to -17‰ ± at the stage of bischofite precipitation. The $\delta\,^{18}O$ values of brines vary from lake to lake in the Basin. It may be due to variation of proportion of river water to intercrystalline brine in the lakes, and the attained stages of salt mineral precipitation. Therefore, the $\delta\,^{18}O$ can be used to distiuguish sources of lake brine and the genesis of underground brines and oilfield waters.

XIA MING, Institute of Geology, Aaademia Sinica, Beijing, China

RATE OF ACCRETION OF MANGANESE CRUST FROM SOUTH CHINA SEA BASIN AND ITS GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS

The manganese crust sample taken from the South China Sea basin has been analyzed by using uranium-thorium series method. Excess ^{230}Th concentrations in the uppermost 1 mm layer of the crust indicate an upper limit of growth rate of 4.1 mm/10^6 yr. The exponential decrease of $^{230}Th_{ex}/^{232}Th$ ratio with depth profile for the specimen yields the growth rate of 4.7 mm/10^6 yr. Taking the effective diffusion coefficient to be of the order of 10^{-8} cm^2/yr, the growth rate is of 1.8 mm/10^6 yr obtained from a diffusion-decay model. The depth integrated dpm/cm^2 of excess ^{230}Th is small in amount.
The crust contains ^{232}Th content of about 93 ppm, which is generally higher than that of 10 ppm in the surface sediment. The U/Th in weight ratio for the crust is somewhat lower than a median of about

0.2. The surface $^{230}Th/^{232}Th$ ratio of the crust exhibits a lower value of 3, when compared with other nodules from different localities of oceanic area. This ratio of the surface crust conforms its geographic distribution in surface sediments.
It seems that during the last several hundred thousand years, the Mn-Fe oxides were deposited with a low growth-rate estimated of mm's/10^6 yr for the manganese crusts or/concretions in the basin of the South China Sea.

XIE XUEJING, Institute of Geophysical and Geochemical Prospecting, Ministry of Geology and Minerals, Langfang, Hebei, China

CHINA'S NEW NATIONAL GEOCHEMICAL RECONNAISSANCE AND MAPPING ACTIVITY

Nation-wide 1:200000 metallometric survey was commenced in China in about 1956, but did not achieve as expected. This is because regional geochemical methods and techniques were not developed to the point of effective use in national program of such kind at that time. New national geochemical reconnaissanal and mapping program using modern and sophisticated regional geochemical methods were suggested in 1978 in China. This in the "Regional Geochemistry-National Reconnasisance" Project (RGNR). For the implementation of this Project, research works and pilot surveys were carried out from 1978-82.

Stream sediment surveying method for China's Proper is standardized and opti-mized to get maximum cost-effectiveness. Special surveying methods for a variety of environments in Remote Areas including high mountain. Cold desert and semi-desert, forest and swamp and karst terrains are being developed. Several highly sensitive, analytical systems for 33 trace and minor elements are being worked out, refined and tested. Data monitoring system and Geochemical Standard Samples will be used to maintain the consistency of results obtained by many laboratories using diversified analytical methods and instrumentations over the long span of some ten years. Computerized multielement interpretation system is being developed.
Several geochemical maps produced and achievements obtained are exemplified.

YAROSHEVSKY A.A., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

GEOCHEMICAL STRUCTURE OF THE LUNAR MAGMATIC ROCKS AND TRENDS OF THEIR EVOLUTION

Available bulk of data of the chemical composition and element abundances in the lunar magmatic rocks permit to investigate all magmatic rocks as the interrelated system and to identify the type (or types) of initial matter and the ways of its magmatic evolution. Using claster analysis technics and data of chemical composition of 877 lunar magmatic rock samples one can construct the natural lunar magmatic rock systematics (petrochemical types, groups and subgroups). Those are: 1) petrochemical types: high Ti mare basalts, mare basalts, high Al nonmare basalts enriched in K and P (type of KREEP-basalt), ANT suite and high Al nonmare basalts; 2) petrochemical groups: high Ti mare basalts, mare basalts with rather high Mg/Fe (type of Apollo-15), mare basalts with rather high Al (type of Luna-24), mare basalts with rather high Fe/Mg, Al, Ti and K (type of Luna-16), two groups of high Al nonmare basalts enriched in K and P, ANT suite, anorthosites; 3) petrochemical subgroups distinguished within the groups on the base of concentrations of Al, Ti, K and Fe/Mg. This systematics has used by us for construction of the table of element abundances in the lunar magmatic rocks. Each investigated region on the Moon is characterised by specific rock group and subgroup distributions. Computer simulation of possible modes of fractionation of the lunar magmatic series on the base of our model of crystallization differentiation shaws that the system of lunar magmatic rocks as the whole is heterogenic and has not to be generated as the result of simple fractionation of the unique source. We propose it to be the result of a number of processes including a partial melting in the lunar mantle, coupling with phase conection, and crystal fractionation within the intermediate magmatic chambers, intrusive masses and lava flows.

ЯРОШЕВСКИЙ А.А., Ин-т геохимии и аналитической химии им.В.И.Вернадского АН СССР, Москва, СССР

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД ЛУНЫ И ПУТИ ИХ ЭВОЛЮЦИИ

Накопленный материал, характеризующий химический состав и распространенность элементов в магматических породах Луны, дает возможность рассмотреть всю совокупность пород как взаимосвязанную систему и попытаться ответить на вопрос о типе (или типах) исходного для них вещества и путях его магматической эволюции. Обработка имеющихся данных о химическом составе магматических пород Луны (выборка составила

877 анализов) методом кластерного анализа позволила обосновать естественную классификацию пород, в которой петрохимический тип, группа и подгруппа выделяются по признаку близости химического состава как сгущения в признаковом пространстве. На этом основании предлагается следующая петрохимическая систематика лунных магматических пород: I) петрохимические типы: высокотитанистые морские базальты, морские базальты, неморские высокоглиноземистые базальты, обогащенные К и Р-типа КРЕЕР-базальтов, серия анортозит-норит-троктолитов и высокоглиноземистых неморских базальтов; 2) петрохимические группы: высокотитанистые морские базальты, морские базальты с повышенной магнезиальностью типа Аполло-I5, морские базальты с повышенным содержанием Al типа Луны-24, морские базальты с повышенной железистостью и повышенным содержанием Al, Ti и K типа Луны-I6, две группы неморских высокоглиноземистых базальтов с повышенным содержанием К и Р, различающихся по концентрации этих элементов, породы серии анортозит-норит-троктолитов и группа анортозитов; 3) петрохимические подгруппы, выделяемые внутри групп главным образом по содержанию Al, Ti, K и железистости. Эта систематика использована для составления таблиц распространенности химических элементов в магматических породах Луны. Распределение групп и подгрупп пород по местам посадок свидетельствует о специфике каждого изученного района. Анализ закономерностей распределения элементов в этой системе пород и поиск возможных между ними генетических связей с использованием ЭВМ-моделирования на основе разработанной нами модели кристаллизационной дифференциации показал, что система лунных пород в целом гетерогенна и не может быть получена в результате простого фракционирования единого исходного вещества. Поиск путей формирования всего разнообразия лунных пород целесообразно строить в рамках сложной модели частичного плавления, сопровождающегося фазовой конвекцией, и кристаллизационной дифференциации в промежуточных камерах, интрузивных залежах и лавовых потоках.

YAVNEL' A.A., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

SOME QUESTIONS OF THE METEORITE CLASSIFICATION

The meteorite classification consist in succesive division of all meteorites by definite features into separate types and in combination of different types on the base of found regularities into larger groups and classes. Following the genetic sense of the classification its main indication is the chemical composition of meteorites, to which sometimes is correspond the mineralogical one, then the structure and at last other indications including secondary. Such principle of the classification is recently widely used to all meteorite clas-

ses: chondrites, achondrites, stony-irons and irons.
On the base of chemical composition chondrites are divided into 4 groups: enstatite - E (EH, EL types), forsterite - F (FH, FL types), ordinary - O (H, L, LL types) and carbonaceous - C (CO, CV, CM, CI types). As criterions of their chemical classification weight ratios Mg/Si, Al/Si, Ca/Si, Fe/Si, C/Si and likewise the plot $(Fe_{met}+Fe_{sul})/Si$(at.) vs. Fe_{ox}/Si (at.) are showen. Further subdivision of chondrites is made on the base of metamorphic grade into 6 petrologic types (1 - 6), and petrologic type 3 is devided into 6 petrologic types (3.0-3.9). According to shock intensity L-chondrites are devided further into 6 facies (a - f).
Achondrites are divided into Ca-poor: aubrites, ureilites, diogenites and chassignites, and Ca-rich: howardites, eucrotes (from which are distinguish cumulate), shergottites, nakhlites and angrites. For them the weight ratios Mg/Si, Al/Si, Ca/Si, Fe/Si and also the plot CaO(%) vs. FeO/(FeO+MgO) (mol.%) are shown .
Stony-iron meteorites are divided into pallasites - P (P_{MG}, P_{ES} types), mesosiderites - Ms and lodranites - Lo. The contents of Ni, Ga, Ge ir their metal phase and the plot Ni(%) in metal vs. FeO/(FeO+MgO)(mol.%) are shown .
Iron meteorites are subdivided into 16 chemical groups. The contents of Ni, Ga, Ge in 12 the most numerous groups and the plot Ge (ppm) vs. Ni (%) are shown . These meteorites are divided also on the base of structure into 8 types (H - D). On the plot relation between chemical groups and structure types of iron meteorites is shown..
As example some genetic connections between different meteorite groups are shown .

ЯВНЕЛЬ А.А., Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Академии наук СССР, г. Москва, СССР

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ КЛАССИФИКАЦИИ МЕТЕОРИТОВ

Классификация метеоритов состоит в последовательном разделении всех метеоритов по определенным признакам на отдельные типы и в объединении различных типов на основании найденных закономерностей в более крупные группы и классы. Исходя из генетического смысла классификации, первоначальным признаком ее является химический состав метеоритов, которому в ряде случаев отвечают минеральный состав, затем структура и остальные, в том числе и вторичные, признаки. Такой принцип классификации за последнее время стал достаточно широко применяться ко всем классам метеоритов: хондритам, ахондритам, железо-каменным и железным. Хондриты по химическому составу разделяются на 4 группы: энстатитовые - E (типы EH, EL), форстеритовые - F (типы FH, FL), обыкновенные - O (типы H, L, LL) и углистые - C (типы CO, CV, CM, CI). В качестве критериев

их химической классификации приведены весовые отношения Mg/Si, Al/Si, Ca/Si, Fe/Si, C/Si, а также график в координатах ($Fe_{мет}$+$Fe_{сульф}$)/Si - $Fe_{зак}$/Si (ат.%). Дальнейшее подразделение хондритов производится по степени метаморфизма на 6 петрологических типов (I - 6), причем петрологический тип 3, в свою очередь, разделяется на IO подтипов (3,0 - 3,9). По интенсивности ударных эффектов L-хондриты разделяются далее на 6 фаций (a - f).

Ахондриты разделяются на бедные Ca: обриты, уреилиты, диогениты и шассиньиты, - и богатые Ca: говардиты, эвкриты (из которых выделяются кумулятивные), шерготтиты, наклиты и ангриты. Для них приведены весовые соотношения Mg/Si, Al/Si, Ca/Si, Fe/Si, а также график в координатах CaO(%) - FeO/(FeO+MgO) (мол.%).

Железокаменные метеориты разделяются на палласиты - P (типы P_{MG}, P_{ES}), мезосидериты - Ms и лодранит - Lo. Приведено содержание Ni, Ga, Ge в их металлической фазе и график в координатах Ni (%) в металле - FeO/(FeO+MgO) (мол.%).

Железные метеориты подразделяются на I6 химических групп. Приведено содержание Ni, Ga, Ge в I2 наиболее многочисленных группах и график в координатах Ge (мкг/г) - Ni (%). Эти метеориты разделяются также по структуре на 8 типов (H - D). Графически показано соотношение между химическими группами и структурными типами железных метеоритов. В качестве примера приведены некоторые генетические связи между различными группами метеоритов.

YEN HSUEH-WEN, Hawaii Institute of Geoghisics, Univ. of Hawaii, Honolulu, USA; and HEIN JAMES R., Geol. Survey, California, USA

ISOTOPIC AND GEOCHEMICAL STUDIES OF DOLOMITE NODULES FOUND IN SILICEOUS DEPOSITS

Detailed isotopic and geochemical studies of the abundant and widespread dolomitic nodules that occur in Neogene siliceous deposits of the North Pacific margin provide insight into the mechanisms of formation of the sedimentary rocks and of the nodules. Results are summarized here on a typical large nodule from a section of early middle Miocene siliceous mudstone (Yeonill Group) of the Pohang area, Korea.

The concretion from Korea is oblong f0.35 m x 2.0 m. The nodule is pale orange with a dark grey-brown rim. These different colors reflect distinct isotopic, chemical, and mineralogic compositions. The carbonate grades from a ferroan dolomite (43 mole % $MgCO_3$; 4 mole % $FeCO_3$) at the center of the nodule to magnesian ankerite (20 mole % $MgCO_3$; 23 mole % $FeCO_3$) at the rim. The rim ($w^{13}C_{PDB}$ = +2.6 to -5.0‰; $w^{18}O_{PDB}$ = -61.8 to -11.1‰) is depleted in both ^{13}C and ^{18}O relative to the nodule center ($w^{13}C_{PDB}$ = +10.1 to +12.7‰; $w^{18}O_{PDB}$ = -0.4 to -1.8‰). The rim is probably the product of secondary alteration in the presence of meteoric water, whereas the bulk of the nodule formed in the marine environment. The nodule clearly formed after the completion of sulfate reduction and during the production of bacteriogenic methane. The mole % $MnCO_3$ in the protodolomite and the weight % of the acid-insoluble fraction are also higher in the rim than in the interior of the nodule. The relatively high concentration of the insoluble fraction in the rim is probably primary, but it is not clear at this point whether the gradational increase in Fe and Mn towards the rim is a reflection of the original depositional regime or a relatively later stage secondary phenomenon. The insoluble fraction is mainly quartz with minor detrital clays, feldspar, and pyrite.

$w^{13}C_{PDB}$ and $w^{18}O_{PDB}$ both decrease from the center of the nodule to the inner boundary of the rim indicating continuous growth of the concretion with increasing

depth of burial, and perhaps with decreasing activity of methane producing bacteria.

Assuming $0^{o}/_{oo}$ for pore waters and using various proposed carbonate-water curves, we estimate that temperatures of formation of the original nodule range from f50°C to 65°C and from f60°C to 75°C, depending on whether or not protodolomite and ankerite behave the same as calcite isotopically. These temperature ranges are similar to those estimated for the diagenesis of the coexisting silica phases in the host siliceous sediment.

The implications of the results on the mechanism of formation of the sediments and the nodules will be discussed. Isotopic and chemical data of nodules from the Monterey Formation California, will be compared at the I.G.C. with the nodule from Korea.

YUAN ZHONGXIN, BAI GE, LI SHUANGBAO, GUO YONGQUAN and YU SHIMEI, Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, China

THE RARE EARTH ELEMENT GEOCHEMISTRY OF LINGSHAN GRANITES AND THEIR APPLICATIONS TO PETROGENESIS OF THE GRANITES

The Lingshan granites in Northeast Jiangxi chiefly consist of 4 type rocks: 1, coarse porphyrite homblende biotite granite; 2, median-coarse grain biotite granite; 3, median-fine grain albitized protolithionite granite; 4, granite porphyry. The isotopic age of mica determined by K-Ar method is 140-190 m.y. and the oldest fundamental rock in the area is proterozoic phyllite-tuffite. In this paper data for major and rare earth element (REE) abundances of the 4 types rock and REE contents of all rock-forming minerals are presented. From chondrite normalized REE diagram it can be seen that REE abundances and negative Eu anomalies from the type 1 to the type 4 are on the increase, and together with a systematic variations of major element and ratios of Nb/Ta, Zr/Hf, K/Rb and O^{18}/O^{16} in the granites, it may be postulated that the 4 types of rock have the same tendency of consanguineous evolution. With the aid of D.M. Shaw's equation:

$C_L/C_o=1/(D_o+F(1-P)$). The authors have discussed petrogenesis of the rocks and concluded that melts of the Lingshan granite had been derived from the proterozoic phyllite-tuffite by 35-40% partial melting and correspondingly left granodiorite enclaves as residue.

ZAMARSKÝ V., KUDĚLÁSKOVÁ M., Mining University, Faculty of Mining and Geology, Ostrava, ČSSR

PETROGRAPHIC AND GEOCHEMIC STUDY OF THE CUBAN OPHIOLITES

The present work deals with the petrographic and geochemic study of the main belt of Cuban mafic and ultramafic rocks which together with the deep-sea sediments belong to the ophiolitic complex.

On the basis of petrographic study (textural, structural features, mineral paragenesis) and estimation of the basic chemical components the complex of mafic and ultramafic rocks was devided, as follows:
metamorphosed peridotites (dunites, harzburgites)
cumulate ultramafites (wehrlites. lherzolites)
cumulate gabbros (olivine gabbros)
non-cumulate gabbros (pyroxene-hornfels gabbros)
diabases
exotics (metamorphosed basic rocks, deep-sea sediments with radiolarians)
The metamorphosed peridotites and their serpentinized equivalent are characteristic of relatively simple composition, irrespective of their later development in various regions of the Cuban megastructure. An idea that the above-said division of ultramafites was due to the partial melting of the original mantle substrate is supported by the existence of analogous textural features, higher Mg, Ni and Co contents in metamorphosed peridotites, absence of sulphides and characteristic contents of transient metals. From the previous group the cumulate ultramafites differ in higher Ca contents, lower Ni and Co contents and higher Ti, V contents and rare earths, as well. For cumulate gabbros the Fe and Al contents are increasing. Cr, Co and Ni contents decreasing and Ti and V contents increasing. This rock type is also characteristic of the increment in rare earth contents. The above-mentioned phenomena also for non-cumulate gabbros have been observed. Diabases are characteristic of the increment in the alkali metals and exhibit features analogous with deep-sea tholeiites.

ЗАМАРСКИ В., КУДЕЛАСКОВА М., Горный институт, горный и геологический факультет, г.Острава, ЧССР

ПЕТРОГРАФИЧЕСКОЕ И ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ОФИОЛИТОВ КУБЫ

Предлагаемая работа посвящена петрографическому и геохимическому изучению главного пояса кубинских мафических и ультрамафических пород, которые вместе с глубоководными осадками относятся к офиолитовому комплексу. На основе петрографического изучения (текстурные, структурные знаки, парагенез минералов) и определения главных химических элементов можно было разделить комплекс мафических и ультрамафических пород следующим образом:
метаморфизованные перидотиты (дуниты, гарцбургиты);
кумулятивные ультрамафиты (верлиты, лерзолиты);
кумулятивные габбро (оливиновые габбро);
некумулятивные габбро (пироксеновые, роговообманковые габбро);
диабазы;

экзотика (метаморфизованные основные породы, глубокоморские осадки с радиоляриями).
Метаморфизованные перидотиты и их серпентинизованные эквиваленты характеризуются примитивным и сравнительно простым составом, несмотря на их более позднее развитие в разных областях кубинской мегаструктуры. Идея о том, что вышеуказанное распределение ультрамафитов вызвано скорее всего парциальным плавлением первоначального мантийного материала, поддерживается одинаковыми текстурными знаками, более высоким содержанием Mg, Ni и Co у метаморфизованных перидотитов, отсутствием сульфидов и характерным содержанием транзитных металлов. Кумулятивные ультрамафиты отличаются от предыдущей группы более высоким содержанием Ca, более низким содержанием Ni, Co и повышенным содержанием Ti, V и редкоземельных элементов. У кумулятивных габбро повышается содержание Fe и Al, снижается содержание Cr, Co, Ni и повышается содержание Ti и V. Характерным знаком для этого типа пород является также повышение содержания редкоземельных элементов. Вышеуказанные тенденции наблюдались также у некумулятивных габбро. Диабазы характеризуются повышением содержания щелочных металлов и обладают сходными знаками с морскими толеитами.

ZHANG BENREN, HAN YINWEN, A ZHENGDONG, Wuhan College of Geology, Wuhan, China

THE MECHANISM OF FORMATION OF MOLYBDENUM DEPOSITS AND THEIR PRIMARY HALO IN THE NANNIHU METALLOGENTIC FIELD IN THE WEST OF HENAN PROVINCE, CHINA

The essential geologic and geochemical features of the deposits, physico-chemical conditions dealing with the ore-forming process, and the regularity of zoning of the primary halo have been studied. We have found that deposition of molybdenite occurs mainly in the first stage of the hydrothermal mineralization in which the associated minerals are K-feldspar, quartz, pyrite and scheelite, and lesser in the third stage in which molybdenite associates with quartz, calcite fluorite, stilbite, magnetite and pyrite. In the primary halo high anomalies of Mo, W and Sn constitute the inner zone in which the concentration centers of Mo and W are not coincident, anomalies of Cu and Zn occupy the middle zone, while the outer one is composed of anomalies of Pb and Ag.
For explanation of the mechanism of mineralization and of the causes of the zoning of the primary halo, we carried out experiments at high temperatures and pressures to study the factors which control and influence solubilities of molybdenite in hydrothermal solutions and quantities of Mo, Cu, Pb, and Zn, extracted from the wall rocks

by hydrothermal solutions at various temperatures. The results of these experiments and literature informations, the form and conditions of transportation and deposition of Mo and W in ore-forming solutions, the remobilization and redeposition of Pb of the wall rocks during the halo-forming process, and the zoning structure of the primary halo have been discussed.

ZHANG BENREN, LI ZEJIU, LUO JINGCHIAN, GU XIAOMING, Wuhan college of Geology, Wuhan, China;
QU LANQUAN, FERG GUNJIE, CHAO YINGKUAN, ZHANG WEITAN, The First Geological Team of Henan, Henan, China

A PRELIMINARY STUDY OF REGIONAL GEOCHEMISTRY OF WESTERN HENAN

Based on available geochemical data of all strata and most granitic intrusive bodies in Western Henan, we calculated approximate abundances of major and minor elements of regional upper crust and its different parts, studied geochemical evolution of the regional strata and granites, and distinguished two geochemical provinces. We have also restored the tectonic settings of the ancient volcanic rocks by means of comparing their geochemical parameters with those of their modern analogues which formed in known geological conditions.

Results of above researches support the plate-tectonic hypotheses according to which in this region there exist a convergent boundary between two ancient lithospheric plates, a northern continental one and a southern oceanic one. Geological and geochemical data may also prove that the main oreforming elements Mo was scarcely provided by the strata and that the characteristics of mineralization in the East Qinling Misozoic molybdenum metallogenetic zone mainly depends on geochemistry of the lower continental crust or the ancient oceanic crust in this region.

ZHANG LIGANG, Yichang Institute of Geology and Mineral Resources Chinese Academy of Geological Sciences, Yichang, Hubei, China

THE HYDROGEN AND OXYGEN ISOTOPIC COMPOSITION OF PRESENT AND MESOZOIC METEORIC WATER IN EASTERN CHINA

Based on the data obtained by us and others, a map showing hydrogen and oxygen isotope contours of present meteoric water of China was drafted. On the map, the δD (or $\delta^{18}O$) values of present meteoric water show a tendency of decreasing from the Southeastern China to

Northern and Western China. The δ D values are about -40 per mil in Nanlin area, -80 $\sim$ -110 in Heilongjiang province and about -150 in Southern Xizang area. According to the data of about 30 metal and nonmetal deposits, in which evidences indicate that their mineralizational fluids were related to Mesozoic meteoric water, a map showing hydrogen isotope contours of Mesozoic meteoric water of Eastern China was also drafted. It seems that the δ D values of Mesozoic meteoric water are systematically lower than those of present meteoric water by about 20 per mil. This fact may be accounted for by the observation that the east coast of Asia in Mesozoic era was probably at somewhere on the east of present coast.

The δ D values of present and Mesozoic meteoric water in China are all functions of geographical position.

ZHANG YIJUN, Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Tianjin, China

ON MIGRATION OF ELEMENTS DURING METAMORPHISM

During metamorphism water and carbon dioxide are usually the most mobile components, while Al, P, and Ti the most immobile. However there is evidence to suggest that in some cases water and carbon dioxide are deficient during metamorphism. Al usually behaves immobile during metamorphism of acidic and basic rocks, but in Mg-rich Si-poor situation such as in contact zone of ultramafic rocks and during alteration of chrome ore body, Al bears mobile character. P usually does not show mobility at greenschist and amphibolite facies, but it is mobile at zeolite and granulite facies.

Depending on physicochemical environment the monocline pyroxene in ultramafic rocks can have 15 types of alteration each of them are different in migrate elements. The trace element migrates with the major element. When serpentinite recrystallies into antigorite serpentinite, B leaves the rock with Mg and H_2O, owing to the breakdown of brucite.

A mineral is stable at certain P and T range and unstable at other P and T. When the mineral is stable, all elements in that mineral will be immobile. If the mineral is not stable, the elements in that mineral may be mobile or immobile, depending on whether the newly formed mineral association can totally contain that element or not.

ZHAO ZHENHUA, CHEN NANSHENG, DONG ZHENSHENG, QIAN ZHIXIN,
Institute of Geochemistry, Academia Sinica, Guiyang, Guizhou, China

REE GEOCHEMISTRY OF ORDOVICIAN-TERTIARY STRATA IN NYALAM-GAMBA AREA, SOUTH TIBET

Marine strata from Ordovician to Tertiary are distributed continuously in Nyalam-Gamba area with a total thickness of more than ten thousand m, and consist mainly of limestones, sandstones, siltstones and shales. The contents of REE tend to decrease from the Ordovician to the Tertiary strata. Devonian-Carboniferous strata are rich in REE, whereas Jurassic-Cretaceous-Tertiary strata are depleted in REE. Average REE content in the whole profile is higher than that in continental shell. Shales are rich in REE (335 ppm), while limestones are depleted in REE (113 ppm), sandstones and arenaceous-argillic rocks have a moderate REE content (224 ppm).

REE distribution patterns in different types of rocks of various periods display much similarity in terms of REE compositional analyses of 36 samples, though their REE contents are different from each other. All of these rock types posses rightward declined V-shaped curves with negative Eu anomalies, i.e. their REE distribution patterns are parallel to each other. So their geochemical parameters vary in a narrow range with small deviations, e.g. the average values of these parameters are given as follows: δ Eu= 0.64 ± 0.13, LREE/HREE=8.6 ± 2.7. They are more similar as the same kind of rock, e.g. δ Eu=0.70 ± 0.08, LREE/HREE=7.0 ± 1.0 for limestones; δ Eu=0.52 ± 0.10, LREE/HREE=11.1 ± 3.7 for sandstones; δ Eu=0.67 ± 0.15, LREE/HREE=9.6 ± 0.8 for shales. Projection of REE compositions of the whole profile on ΣLa-Nd—ΣSm-Ho-ΣEr-Lu trianguldiagram focuses in a narrow scope, indicating REE uniform distribution. The uniform REE distribution patterns in the whole profile implies a stable environment during sedimentation, i.e. in a platform environment.

Precise similarities in REE patterns since Palaeozoic times implies a uniform chemical evolution of Phanerozoic crust in this area.

ZHAO YIYANG, Institute of Oceanology, Academia Sinica;
CHEN YUWEI, WANG XIANJUE, Institute of Geochemistry, Academia Sinica, China

GEOCHEMICAL STUDIES OF CONTINENTAL SHELF SEDIMENTS OF THE EAST CHINA SEA

Geochemistry of 42 chemical elements in sediments from the East China Sea has been studied.
Abundances of the elements are relatively close to those of continental rocks, but differ from those of oceanic sediments, indicating "the philo-continental property of elements". The variations of elemental contents follow "the law of grain-size control", i.e. the concentrations of most elements increase gradually with decrease in grain size of sediments. Close correlations exist among these elements, which can be expressed by the liner regression equation. The elements are mainly present in lattices of terrigenous detrital minerals and the detrital fractions of the elements are greater than their authigenic fractions, thus indicating "the philo-detrital property of elements". The regional distributions of the elements show a zonal pattern along the coast. The factors controlling geochemistry of the elements are mainly current, sediment type, mineral assemblage, water depth and biological action. Using the Ra^{226} method of dating, the sedimentation rate in nearshore region has been determined.
On the basis of this studies, some geochemical patterns of continental shelf sediments have been proposed for the first time.

ZHENG SHUHUI, SHAO YISHENG, Department of Geology, Peking University, Peking, and XU BUTAI, Institute of Geology, Zhejiang, China

HYDROGEN AND OXYGEN STABLE ISOTOPE STUDIES OF KAOLINITES FROM CHINA

Hydrogen and oxygen stable isotope compositions of kaolinites collected from 35 localities within the provinces of Jiangxi, Zhejiang, Fujian, Guangdong, Jiangsu, Hebei, Shanxi, Hubei, Hunan, Sichuan, Yunnan and Xizang in China have been investigated. The δD and $\delta^{18}O$ values of kaolinites produced during weathering distribute closely along the weathering kaolinite line and show a distinct latitude effect. The isotope values of sedimentary kaolinites indicate the similar feature. The δD and $\delta^{18}O$ values of kaolinites correlated with the magmatic intrusion and volcanic emanation are above the hydrothermal kaolinite line. The isotope values of kaolinites formed as a result of modern hydrothermal

activity provide the evidence indicating the isotope equilibrium between thermal water and minerals.
On the basis of the present work, the genesis of kaolinite mineral deposits of Kaolin (Jiangxi), Suzhou (Jiangsu) and intercalated kaolinites in the coal-series are discussed. The formation temperatures are estimated in the processing of hydrothermal kaolinites both in paleo- and modern hydrothermal systems. δD values of paleo-meteoric water of 18 localities are calculated from the isotope compositions of kaolinites formed in different geological time and are compatible with that of the present meteoric water.
A preliminary isotope study of the sedimentary clays from Yellow River and Yangtze River is presented.

ZHURAVLEV D.Z., CHERNYSHEV I.V., TSVETKOV A.A., Institute of Ore Deposits Geology, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

$^{143}Nd/^{144}Nd$ AND $^{87}Sr/^{86}Sr$ RATIOS IN MAGMATIC ROCKS OF THE ALEUTIAN (KOMANDORSKIE ISLANDS) AND KURILE ISLAND ARCS

In this study results of $^{143}Nd/^{144}Nd$ and $^{87}Sr/^{86}Sr$ isotopic determinations in magmatic rocks from the Aleutian (Komandorskie Islands) and the Kurile Island arcs are discussed on the base of ϵ_{Nd} - ϵ_{Sr} diagram. ϵ_{Nd} and ϵ_{Sr} values were calculated in relation to chondritic uniform reservoir ($^{143}Nd/^{144}Nd = 0.512638$, $^{87}Sr/^{86}Sr=0.7045$). The isotopic characteristics of Nd and Sr in Kurile island arc (KIA) recent volcanics (ϵ_{Nd}+6.9 to +10.0; ϵ_{Sr}-16.0 to -24.3) and Aleutian island arc (AIA) magmatic rocks (ϵ_{Nd}+8.2 to +10.1; ϵ_{Sr}+0.2 to -22.3). are similar to those found in many ensimatic island arcs (Mariana, South Sandwich, Central and Eastern AIA, New Britain), thus indicating minimal degrees, if any, of crustal sialic contamination of primary silicate melts.
Higher ϵ_{Sr} values in rocks formed during the initial stage of the AIA evolution (basalt- rhyolite bimodal formation, P_3) are presumably due to the process of low temperature propilitisation with the involvement of sea-water.
The major isotopic feature of the initial AIA plagirhyolites is a considerable shifting of $_{Nd}$ towards higher values (up to +10.1) as compared to the tholeiitic basalts ($_{Nd}$+8,2). Results of the REE mass-balance calculations show that the first island arc acid magmas could be derived by magma mixing processes when initial tholeiite-bazaltic liquids mix with 25-30% partial melts from MORB.

It is shown that there is a transverse geochemical zoning in KIA determined by different isotopic patterns of magmatic rocks from frontal and back-arc zones; the latter being characterized by somewhat lower ϵ_{Sr} and ϵ_{Nd} values (ϵ_{Nd} +6.9 to +8.5; ϵ_{Sr} -18.0 to -24.3), than the former (ϵ_{Nd} +8.5 to +10.0; ϵ_{Sr} -16.0 to -21.0). Possible reasons for such features are discussed. The authors believe that the most probable reason, accounting for the KIA transverse isotopic zoning is the isotopic heterogeneity of mantle sources for KIA magmas apparently, as result of varying depths of magma generation in frontal and back-arc zones.

ЖУРАВЛЕВ Д.З., ЧЕРНЫШЕВ И.В., ЦВЕТКОВ А.А., Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР, г.Москва, СССР

ИЗОТОПНЫЕ ОТНОШЕНИЯ $^{143}Nd/^{144}Nd$ И $^{87}Sr/^{86}Sr$ В МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОДАХ АЛЕУТСКОЙ (КОМАНДОРСКИЕ ОСТРОВА) И КУРИЛЬСКОЙ ОСТРОВНЫХ ДУГ

Представляются результаты изучения отношений $^{143}Nd/^{144}Nd$ и $^{87}Sr/^{86}Sr$ в изверженных породах Алеутской (Командорские острова) и Курильской островных дуг. Полученные данные рассматриваются на диаграмме в координатах ε_{Nd}-ε_{Sr}. Величины ε_{Nd} и ε_{Sr} рассчитаны относительно однородного хондритового резервуара ($^{143}Nd/^{144}Nd$ =0,512638; $^{87}Sr/^{86}Sr$ =0,7045).

Изотопные характеристики неодима и стронция современных вулканитов Курильской островной дуги (КОД) и пород дочетвертичных магматических формаций западной части Алеутской островной дуги (АОД) располагаются в области значений, типичных для энсиматических островных дуг (Марианская, Южно-Сандвичева, Центральные Алеуты, Новая Британия), что свидетельствует о минимальной степени контаминации первичных магматических расплавов материалом сиалической коры или об отсутствии таковой.

Повышенные значения ε_{Sr} (до +0,2) в породах инициальной стадии развития АОД (базальт-риолитовая формация, P_3) являются, по-видимому, результатом процесса низкотемпературной пропилитизации с участием морской воды. Важной особенностью базальт-риолитовой формации АОД является следующая: ее кислые члены характеризуются более высокими величинами ε_{Nd}, чем основные (соответственно +10,1 и +8,2). Масс-балансовые расчеты по распределению РЗЭ показывают, что плагиориолиты могли образоваться при смешении расплава толеитовых базальтов с 25-30% -ной частичной выплавкой из МОРВ.

Обнаружена поперечная изотопная зональность в КОД, определяемая спецификой изотопных характеристик пород во фронтальной и тыловой структурно-формационных зонах: вулканиты из тыловой зоны имеют более низкие ε_{Nd} и ε_{Sr} (ε_{Nd} от +6,9 до +8,5; ε_{Sr} от -18,0 до -24,3), чем из фронтальной (ε_{Nd} от +8,5 до+10,0; ε_{Sr} от -16,0 до -21,0). По мне-

нию авторов, наиболее вероятной причиной установленной закономерности является изотопная гетерогенность мантийного источника магм КОД, в сочетании с различной глубиной очагов плавления мантии в тыловой и фронтальной зонах дуги.

ZOU TIANREN, YANG YUEQING, Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, China

ON TWO TYPES OF PEGMATITES IN CHINA AND THEIR MINERALIZATION

Pegmatites of China can be divided into two types according to thier sources, formation mechanisms and assemblage of rocks:

Pegmatites of the crustal source. Pegmatite substance was derived from the upper continental crust;

1) Metamorphic differential pegmatites: poor mineralization of REE-Nb-Zr.
2) Mixed metasomatic pegmatites: Mainly mineralization of muscovites.
3) Anatexis magmatic differential pegmatites: Mainly mineralization of Li-Rb-Cs-Be-Ta-Hf.

Pegmatites of the mantle source; The pegmatite substance was derived from the mantle.

1) Pegmatites related to syenite derived from basic rocks and ultrabasic rocks. Mainly mineralization of REE-Nb-Zr.
2) Pegmatites related to carbonatites. In the space, carbonatites usually accompanied alkaline syenite. Mainly mineralization of phlogopite-Zr-Nb-REE.

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

Section 10. МИНЕРАЛОГИЯ 5
MINERALOGY

Section 11. ГЕОХИМИЯ И КОСМОХИМИЯ 214
GEOCHEMISTRY AND COSMOCHEMISTRY

Издание осуществлено с оригинала, подготовленного
к печати Оргкомитетом 27-го МГК

27-й МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ КОНГРЕСС
Тезисы докладов, т. V (секции С. 10, С. 11)
Утверждено к печати Оргкомитетом 27-го МГК

Подписано к печати 25.01.84. Т—00236. Формат 60 X 90 1/16
Бумага для глубокой печати. Печать офсетная. Усл.печ.л. 28,5. Усл.кр.-отт. 28,6
Уч.-изд.л. 31,8. Тираж 7000 экз. Тип. зак. 1227. Бесплатно. Заказное
Издательство "Наука", 117864 ГСП—7, Москва В—485, Профсоюзная ул., д. 90
Ордена Трудового Красного Знамени 1-я типография издательства "Наука",
199034, Ленинград В—34, 9-я линия, 12

4585

Бесплатно

