

**ПРОБЛЕМЫ  
ЗОЛОТОНОСНОСТИ НЕДР  
УКРАИНЫ**

**КИЕВ**

**1997**

Национальная Академия наук Украины

Министерство Украины по вопросам  
чрезвычайных ситуаций и по делам защиты  
населения от последствий Чернобыльской катастрофы

ПРОБЛЕМЫ  
ЗОЛОТОНОСНОСТИ НЕДР  
УКРАИНЫ

КИЕВ

1997



УДК 553.411 (477).

**ПРОБЛЕМЫ ЗОЛОТОНОСНОСТИ НЕДР УКРАИНЫ:** Сб. науч. тр. - НАН  
и МЧС Украины, Гос. науч. центр радиогеохимии окружающей среды, Отв. ред.  
Е.А.Кулиш - Киев, 1997. - 310 с.

Рассмотрены проблемы формирования концентраций, проявлений и месторождений золота Украины: основные аспекты золотоносности; задачи поисковых и оценочных работ; металлогеническое районирование; геология, состав и генезис; золотоносность конкретных регионов и структур Украинского щита, Карпат и Донбасса. Приведена информация о месторождении Балка Широкая, а также о составе и геолого-технологической типизации золотосодержащих руд. Изложены обобщения по закономерностям формирования, эволюции и синэнергетики эндогенных месторождений золота, а также по геохимии и металлогении золота в зонах гипергенеза.

Розглянуто проблеми формування концентрацій, проявів та родовищ золота України: основні аспекти золотоносності; завдання пошукових та оціночних робіт; металогенічне районування; геологія, склад та генезис; золотоносність конкретних регіонів та структур Українського щита, Карпат та Донбасу. Приведено інформацію про родовище Балка Широка, а також стосовно складу та геолого-технологічної типизації золотоміщуючих руд. Викладені узагальнення стосовно закономірностей формування, еволюції та синенергетики ендогенних родовищ золота, а також з геохімії та металогенії золота у зонах гіпергенезу.

**PROBLEMS OF GOLD-BEARING BOWELS OF UKRAINE:** Coll.sci.trans.  
Editor-in-Chief E.A.Kulich. Kiev, 1997. - 310 p.

The following problems of the formation of gold concentrations, manifestations and deposits of Ukraine are considered: main aspects of gold content in bowels; tasks of exploration and evaluation works; metallogenic division into areas; geology, composition and genesis; gold content in concrete regions and structures of the Ukrainian Shield, the Carpathians and the Donbas. The information about Balka Shirokaya deposit as well as the composition and geological-technological typization of gold-containing ores is given. Generalizations relative to the formation, evolution and sinenergetics of endogenic gold deposits and also of gold geochemistry and metallogeny within the hypergenetic zones are stated. The contents and the summaries are given on the pages 297-310.

Ответственный редактор  
член-корреспондент НАН Украины  
и Российской АН

Е.А.Кулиш

ISBN 966-02-0320-9

© Отделение наук о Земле  
НАН Украины

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Золото в недрах Украины известно издревле, в старину оно в небольших количествах добывалось в Закарпатье и Донбассе, в конце XIX века была сделана попытка промышленной добычи его на Донбассе. Наличие золотоносных геологических образований на Украинском щите отмечено уже в конце XIX века. В первой половине XX века исследования золотоносности территории Украины велись спорадически, зачастую попутно с различной геологоразведочной и научно-исследовательской интенсивностью и направленностью. Результаты этих работ время от времени публиковались в том или ином виде и объеме. Среди них отметим раздел «Золото» в монографии «Критерии прогнозирования месторождений Украинского щита и его обрамления» /Отв. редактор Н.П.Семененко, 1974/, книгу И.К.Латыша «Атлас морфологии, структур и ассоциаций самородного золота Украины» /1984/ и другие работы. С 70-х годов осуществляются существенные геологоразведочные работы на золото в Закарпатье и Карпатах, где был выявлен ряд рудных объектов, в том числе Мужиевское месторождение, первое в Украине с промышленными запасами. С 1991 г. геологоразведочные и научно-исследовательские работы на золото значительно усилились, сосредоточившись в основном на объектах Украинского щита. Более многочисленными и значимыми стали публикации по золоторудной тематике. Укажем на специальные выпуски: «Геологический журнал» / № 4, 1992; № 3, 1994, гл. редактор Е.Ф. Шнюков, подготовил Е.А.Кулиш /, Вісник Львівського університету - «Золото в недрах України» /1992/, книгу В.Н.Квасниці и И.К.Латыша «Самородне золото України» /1996/, публикации в журналах «Мінеральні ресурси України», «Мінералогічний журнал» и др.

Вместе с тем, ныне в геологоразведочном и научном познании золоторудного потенциала территории Украины имеется много неосвещенных сторон и нерешенных вопросов. Определенным вкладом этого плана является предлагаемый сборник научных трудов, подготовленных сотрудниками бывшего Отделения металлогении Института геохимии, минералогии и рудообразования НАН Украины /ныне - Государственного научного центра радиогеохимии окружающей среды НАНУ и МЧС Украины /, а также коллегами из Госкомгеологии Украины и Института геологических наук НАНУ.

Первые статьи сборника посвящены общим проблемам золоторудных концентраций Украины в целом /Бочай Л.В., Галецкий Л.С., Кулиш Е.А., Лебедь Н.И. /. В работе Комова И.Л., Кулиша Е.А., Бугайца А.Н. излагаются аспекты генезиса, эволюции и синергетики крупных месторождений золота, наиболее распространенных в литосфере, что будет способствовать прогнозу и оценке подобных объектов в недрах Украины. Наибольшее число трудов относится к проблемам геологии, состава и генезиса

золоторудных комплексов и объектов Украинского щита, в том числе и к месторождению / в геологическом понимании / Балка Широкая / Глеваский Е.Б., Вербицкий В.Н., Каляев Г.И., Коваль В.Б. и др./ Довольно значимы работы по золотоносности Закарпатья и Карпат / Гончарук А.Ф., Коптюх Ю.М., Лебедь Н.И. и др./ В статье Земскова Г.А., Александрова А.Л. рассматриваются вопросы региональных критериев металлогении золота Донбасса. Статьи Кулиша Е.А., Комова И.Л., Лебеда Н.И. освещают особенности гипергенных концентраций золота вообще и конкретно в комплексах Украины. Обобщенная характеристика вещественных и технологических показателей золотых руд Украины приведена в работе Лебеда Н.И. и др. Завершают сборник статьи Ковальчука М.С. и Суцук Е.Г. о золотоносности рыхлых образований Украинского щита и Добруджи.

Естественно, что и сейчас многие актуальные проблемы золоторудных концентраций золота Украины в научном и практическом плане не освещены и не решены и настоятельно требуют глубокого и всестороннего изучения, решения, осмысливания и освещения. Что же касается промышленного освоения золоторудного потенциала Украины, то здесь предстоит еще осуществить длительные, разнообразные, масштабные и многозатратные научно-исследовательские, геологоразведочные, технологические, экономические и иные работы по созданию должной и надежной золоторудной базы / промышленные запасы / и соответствующей горнодобывающей, обогащательной и перерабатывающей / в том числе и аффинажной / комплексной промышленной инфраструктуры.

Член-корреспондент НАН Украины  
и Российской АН

Е.А.Кулиш



## ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ЗОЛОТОНОСНОСТИ УКРАИНЫ И ПЕРВООЧЕРЕДНЫЕ ЗАДАЧИ ПОИСКОВЫХ И ОЦЕНОЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лебедь Н.И., Кулиш Е.А.

Геологическое строение Украины вполне определено указывает на высокие потенциальные перспективы ее золотности. Еще 30-35 лет тому назад Семененко Н.П., Лазаренко Э.А., Сасин Г.Г. и др. обратили внимание на значительные аналогии в геологическом строении Украинского щита и Закарпатья с ведущими золотосными провинциями мира /Лазаренко и др., 1968; Критерии ..., 1974/. Но закрытость большинства перспективных территорий Украины определяет низкую эффективность ведущих методов поиска золотых руд - шлихового и литогеохимического. Вместе с недоверием директивных органов бывшего СССР к проблеме промышленного золота в Украине это и определило здесь позднее начало специальных поисковых работ на золото.

В Закарпатья первые специальные и системные работы на золото в скромных объемах были начаты в 1974 г. после положительного экспертного заключения проф. Боларовича Г.П., в то время научного куратора Мингео СССР по золоту. Эти работы сыграли важную роль в общей проблеме украинского золота, т.к. позволили Мингео УССР создать собственную лабораторную базу, а затем и школу геологов-специалистов по золоторудным месторождениям. Благодаря этому с 1978-1980 гг. в Украине были повсеместно внедрены попутные поиски золота при геологической съемке и работах на другие полезные ископаемые. Металлогенический анализ накопившейся при этом информации силами геологов производственных организаций, ИМР с участием ученых ЦТЭ, ИГЕМ и Львовского госуниверситета позволил к концу 80-х годов выделить перспективные площади и участки с количественной оценкой их прогнозных ресурсов, подтверждающихся при последующих исследованиях. На этих же материалах уверенно выделились три основные золотосные провинции Украины - Карпаты, Украинский щит и Донбасс.

В КАРПАТАХ более-менее полно опискованы на золото Береговский и Раховский рудные районы, значительно слабее - Вышковский рудный район. Береговский и Вышковский районы являются составными частями единого внутривосточного золотосного пояса, приуроченного к одноименному вулканическому поясу неогенового возраста. Последний представляет собой почти непрерывную дугу длиной

650-700 км /Западная и Северная Венгрия, Словакия, Украинское Закарпатье, Северная и Центральная Румыния/. Он приурочен к системе разломов, отделяющих Паннонскую и Трансильванскую впадины, опускавшиеся в неоген-четвертичное время, от воздымающихся орогенных структур Карпат. Различия в интенсивности /скорости/ опускания впадин обусловили проявление того же вулканизма на их границе, в горах Апусени /или Металичи/. В развитии неогенового вулканизма отчетливо выделяются два основных этапа: ранний миоценовый, с преобладанием плагиориодацитов и плагиориолитов - руднопродуктивный и более поздний плиоценовый-безрудный, с преобладанием андезито-базальтов и андезитов. Миоценовый кислый вулканизм несколько смещен внутрь дуги, т.е. на краевые части обеих впадин. При этом отдельные вулканические массивы и составляющие их вулканические аппараты центрального типа располагаются на горстообразных поднятиях донеогенового фундамента впадин с амплитудой до 400-1000 м и более. В Береговском районе внутреннее строение крупных стратовулканов и локализация в их кальдерах сателлитных аппаратов определяются более мелкими выступами фундамента с относительной амплитудой до 100-200 м. Вулкано-тектонические структуры различного порядка обычно являются и металлогеническими единицами, соответствующего иерархического уровня. Крупные кальдеры первого порядка вмещают рудные поля /Береговское, Беганьское и Квасовское - в Береговском рудном районе/. Стдельные части кальдер, более мелкие вулканические аппараты или субвулканические интрузии вмещают отдельные месторождения. Рудные тела располагаются в системах кольцевых, радиальных или диагональных трещин, закономерно расположенных в основной магматогенной структуре каждого месторождения /Науменко и др., 1978/.

По минеральному составу руд и оклорудных метасоматитов месторождения внутрикапнатского пояса относятся к двум основным рудным формациям, характерным для эпитермальных вулканогенных месторождений: золото - серебро - полиметаллической и золото - - серебро - адуляр - халцедон - кварцевой. /Тимофеевский, 1971 и др./. В каждом рудном районе имеются также отдельные виды других полезных ископаемых, характерных для областей интенсивного постороннего вулканизма: ртуть, сурьма, свинец-цинк, медь, серебро, барит, алунит, каолины, бентониты, минеральные краски и др.



Золото-серебряные месторождения Венгрии /Телькибаня и др./ выработаны в средние века. Большинство месторождений Словакии также отработано в то время, но два месторождения /Кремница и Баньска Штявница/ эксплуатировались до наших дней. Следы древних разработок имеются на Мужиевском месторождении: несколько условные XI-XII веков и уверенные - начала XIII века. Наиболее крупные месторождения расположены в двух районах Румынии: Бая-Маре в составе основной вулканической дуги /I-40 км к югу от Вьшковского рудного района/ и в горах Апусени, разделяющих Трансильванскую и Паннонскую впадины. Месторождения первого из них /Бая-Маре, Бая-Сприе, Биксад, Кавник и др./ отрабатываются со средних веков до наших дней. В настоящее время здесь эксплуатируются глубокие медьсодержащие горизонты золото-полиметаллические руд. Длина подходных стволов капитальных штолен измеряется многими километрами, что косвенно указывает на высокое качество руд и масштабы месторождений. По неофициальным экспертным оценкам в этом рудном поле за все время его эксплуатации добыто не менее 200 т золота.

Самым богатым рудным районом Румынии является знаменитый "золотой четырехугольник" в южной части гор Апусени /Онческу, 1960; Шер, 1974/, где добыча началась еще во времена Римской империи, а запасы месторождений и сегодня достаточны для нормальной работы предприятий /Сэкэрэмб, Златна, Баица, Байя-де-Ариеш, Рошия-Монтана и др./. По специальной оценке Горжевского Д.И. только из одного месторождения Рошия-Монтана за время его эксплуатации по состоянию на 1970 г. добыто более 250 т золота /Шер, 1974/, а месторождение, по-видимому, отрабатывается и в настоящее время.

Береговский рудный район расположен в одноименном вулканическом горстово-глыбовом поднятии и включает в себя три рудных поля: Береговское в Геленешской кальдере, Беганьское и Квасовское - в одноименных кальдерах.

В юго-восточной части Береговского рудного поля расположено МУЖИЕВСКОЕ месторождение, подготовленное к эксплуатации еще в 1990 г. /в настоящее время разрабатывается проект строительства рудника/. Оно локализовано под крутым несогласным контактом жерла туффизитов /или мощной толщи туфов?/ с субгоризонтальной слоистой толщей туфов, туфогенно-осадочных и осадочных пород. Туфы и туффизиты имеют плагиориолитовый и плагиориолитоацито-вый состав. Радиальные и диагональные жилы и жильные зоны мес-



торождения локализованы под указанным контактом в "горизонте средних туфов". В них проявлена отчетливая гипогенная зональность. В северо-восточной части месторождения развиты руды золото-серебро-адуляр-халцедон-кварцевой формации с убогим содержанием сульфидов. На глубину и по латерали на юго-запад они постепенно сменяются сульфидными золото-серебро-полиметаллическими рудами; в верхних частях сульфидных жил местами развиваются окисленные золото-серебро-свинцовые руды. Над "головами" мощных жил, в "горизонте верхних туфов", отделенном от "средних туфов" мало-мощной пачкой осадочных пород, залегают неправильно-штокообразные рудные тела золото-серебряных руд. По составу они близки к аналогичным жильным рудам, отличаются несколько более высоким содержанием каолинита, высоким и крайне неравномерным содержанием золота и серебра. В золото-серебряных рудах золото свободное, от мелкого и тонкого до крупного; низкопробное /от 500 до 900, преобладает 720-760/. Самородное золото встречается и в золото-полиметаллических рудах, но преобладает здесь золото сульфидное и находящееся в сростках.

БЕРЕГОВСКОЕ месторождение, непосредственно примыкающее к Мужиевскому с запада, имеет подобное геологическое строение, но расположено в опущенном блоке и потому недоступно для вскрытия штольнями. Оно находится в разведке как ближайший резерв будущего рудника. На его глубоких горизонтах вскрыты золото-полиметаллические руды с медью, аналогичные рудам глубоких горизонтов рудного поля Бая-Маре.

Прирост запасов в границах шахтного поля возможен также за счет Кулиянского месторождения /синоним - Северная зона Мужиевского месторождения/, а также на южном и восточном флангах Мужиевского месторождения.

В Беганьском рудном поле известно пока единственное месторождение того же названия, предварительно разведенное в своей центральной части. Руды в основном серебро-полиметаллические, в верхних частях жильных рудных тел они переходят в барит-полиметаллические, а на глубоких горизонтах содержат значительную примесь золота.

В границах Квасовского рудного поля известны субгоризонтальные стратиформные проявления серебряных руд и обычные крутопадающие жильные зоны золото-серебро-полиметаллических руд. По причине недостаточной изученности перспективы рудного поля не имеют пока однозначной оценки.

Золотоносность Вышковского района оценивается весьма скромно. Но его положение на непосредственных флангах рудного района Бая-Маре определяет необходимость более детального опоискования.

Раховский рудный район расположен на северо-западном окончании Мармарошского кристаллического массива - древнего ядра Восточных Карпат, надвинутого по системе пологих шарьяжей на складчато-чешуйчатые структуры флишевых Карпат. В пределах всего массива эндогенное золотосодержащее оруденение имеет стратиформный характер и приурочено к определенным уровням стратиграфического разреза метаморфической толщи массива. В Румынии продуктивная часть разреза эпизональной /т.е. - зеленосланцевой/ серии Тульгеш вмещает проявления и промышленные месторождения медно-колчеданных руд с попутным золотом /Лешул-Урсулуй и Фундул-Молдовой/, а также колчеданно-полиметаллических руд с золотом и серебром. В Раховском районе на этом же уровне /среднеберлебашская подсвита венд-раннекембрийского возраста/ локализованы многие рудопроявления и пункты минерализации такого же состава и собственно золотых руд.

Значительна часть проявлений и небольшое месторождение золотых руд САУЛЯК залегают в другом продуктивном горизонте метаморфических образований - в базальной "продуктивной толще" нижнеделовецкой подсвиты рифейского возраста. Но взаимоотношения деловецкой и берлебашской свит остались не изученными; в полной мере нельзя исключить и вариант синхронности двух указанных продуктивных горизонтов. На месторождении Сауляк рудные тела образуют пологие согласные залежи кварцевого и карбонат-кварцевого состава среди вмещающих кварц-хлорит-серицитовых сланцев. Руды убогосульфидные со свободным высокопробным золотом; преобладает мелкое и тонкое золото.

В Раховском районе и в Чивчинских горах имеются значительные, пока не реализованные, перспективы открытия новых месторождений золотых и золотосодержащих медно-колчеданных и полиметаллических руд.

В румынском Мармароше месторождений собственно золотых руд нет, но наличие месторождения Сауляк совсем не случайно. Оно имеет черты сходства с золото-кварцевыми отработанными месторождениями Альп, залегавшими в метаморфических сланцах и подобными же месторождениями Балкан /Шер, 1974/.

За пределами описанных рудных районов в Карпатах достаточно полно опоискована Выгорлат-Гутинская вулканическая гряда -



- непрерывная цепь плиоценовых вулканитов, в основном средне - основного состава. Результаты поисков подтвердили их, пока, безрудный /на золото, / характер.

Остальная территория Карпат слабо изучена на золото. Высокая частота встречаемости знаков шлихового золота в аллювии карпатских рек, наличие в разрезе флишевых толщ литологически и геохимически благоприятных на тонкое золото пачек пород являются положительными признаками. Аверин Ю.А. /1992/ на этом основании прогнозирует здесь оруденение золото-кварц-антракосилит-кальцитовой формации. Сомнения в реальности таких прогнозов вызывает полная амагматичность флишевых Карпат на всем их протяжении. Проблема заслуживает дополнительного научного анализа.

УКРАИНСКИЙ ЦИТ /УЦ/ по мнению большинства ученых и специалистов является главной, но недостаточно изученной золотоносной провинцией страны. В его пределах известно 8 недоизученных месторождений, 149 рудопроявлений, 343 точки минерализации, 157 шлиховых и геохимических ореолов рассеяния золота, т.е. всего 657 учтенных объектов различного ранга. Подсчет золоторудных объектов выполнен нами по материалам соответствующего "Кадастра ..." Бочая Л.В. и Лобановой Л.А., любезно предоставленного авторами. Наш подсчет отличается от авторского более жесткими принципами: 1 - из учета исключены объекты, фактически расположенные за пределами щита; 2 - произведены некоторые уточнения; 3 - ужесточены границы между объектами разного ранга /в геологическом смысле/.

В нашем варианте месторождение - объект, практически значимый по количеству и качеству прогнозных ресурсов всех трех категорий, хотя-бы <sup>часть</sup> из которых изучена не меньше, чем до  $P_1$ . Рудопроявление коренное - рудная точка минерализации, в которой хотя-бы в одной пробе длиной 1 м есть содержание не менее 1 г/т; при меньшей мощности - микрограмм не менее 1,0; а также при наличии содержания не менее 10 г/т - по данным штудного опробования. Рудопроявление россыпное - не менее 200 мг/м<sup>3</sup> или не менее 100 знаков на шлиховую пробу. Точка минерализации - в коренных породах не менее 0,1 г/т на любую мощность; в россыпях - весовое содержание меньше 200 мг/м<sup>3</sup> или от 20 до 99 знаков на шлик. Геохимическая аномалия - любое значимое содержание золота по спектрохимии / $\geq 0,001$  г/т/, шлиховая



э н о м а л и я - до 19 знаков на шлик.

По особенностям геологического строения, возрасту и общей металлогении Украинский щит имеет значительные аналогии с древними золотоносными щитами мира: Канадским, Западно-Австралийским и Индостанским. На этих щитах уже добыто не менее 10000 т золота и запасы их месторождений еще далеки от исчерпания. Около 90 % золота добыто из достаточно крупных месторождений / не менее 50 т в каждом/. Здесь и сегодня разрабатываются уникальные по запасам месторождения Порккяпайн, Керкленд-Лейк, Хоумстейк /Канадский щит/, Калгурли /Западно-Австралийский/ и Колар /Индостанский/. Из каждого из них уже добыто по 700-1600 т золота. На указанных щитах наиболее перспективным и масштабным генетическим и геолого-промышленным типом являются золоторудные месторождения в позднеархейских гранит-зеленокаменных структурах. Из пяти перечисленных уникальных месторождений четыре /кроме месторождения Хоумстейк/ относятся к этому своеобразному типу.

По составу и возрасту вмещающих пород, по структурным особенностям, по вещественному составу руд и околорудных метасоматитов месторождения и многочисленные проявления гранит-зеленокаменных структур СРЕДНЕПРИДНЕПРОВСКОГО блока УЩ являются аналогами месторождений указанного типа. Аналогичными являются и два основных подтипа таких месторождений:

а/ субсогласные тела золото-сульфидно-кварцевой формации, реже - золото-кварцевой, нередко с сопутствующей минерализацией молибденита, шеелита в контактовых зонах субвулканических интрузий плагиориолитов, плагиогранодиоритпорфиров;

б/ пакки зеленых сланцев /метабазитов/, содержащих частые тонкие прослои малорудных железистых кварцитов в послонных зонах тектонической трединоватости, дробления и метасоматоза - золото-сульфидная и золото-сульфидно-кварцевая формации.

Наиболее изученными представителями первого подтипа являются месторождения Сергеевское и Золотая Балка - в южной части Сурской гранит-зеленокаменной структуры; второго - месторождение Широкая Балка в Чертомлыкской структуре и рудопоявления в обеих структурах и в Сорокинской зоне в Приазовье.

Украинские месторождения архейских гранит-зеленокаменных структур несколько уступают зарубежным месторождениям-аналогам по уровню средних содержаний золота. Но зарубежные аналоги охарактеризованы по данным эксплуатации, а украинские - по данным разведочного бурения. Скорее всего разница объясняется извест-

ной тенденцией занижения содержаний золота при опробовании керн-на скважин, особенно в месторождениях золото-кварцевой формации.

Месторождения и проявления ИРОВОГРАДСКОГО блока залегают в субсогласных ослабленных зонах среди кристаллических сланцев и гнейсов раннего протерозоя, инъецированных многочисленными маломощными телами аплит-пегматоидных гранитов. Кроме того, намечается преимущественная локализация рудных зон по определенным горизонтам вмещающих пород /с амфиболом, кордиеритом и др./ Графитсодержащие сланцы и гнейсы обычно окаймляют рудные зоны с внешней стороны. Руды умеренно-сульфидно-кварцевые с олигоклазом, амфиболом, биотитом, хлоритом и серицитом. Среди сульфидов преобладают пирит, пирротин и арсенопирит; реже - леллингит, галенит, сфалерит, висмутин, самородный висмут и др. С некоторой долей условности эти месторождения можно относить к месторождениям зеленокаменных структур кристаллических толщ щитов или к месторождениям в зонах диафтореза и низкотемпературных гидротермальных изменений. Содержания золота в них также несколько уступают зарубежным аналогам, видимо - по той же причине занижения содержаний в скважинах колонкового бурения.

Так же условно к месторождениям зеленокаменных структур следует отнести Майское золоторудное месторождение, расположенное в западном крыле ГОЛОВАНЕВСКОЙ межблоковой шовной зоны. Рудовмещающей является крутопадающая толща биотитовых плагиогнейсов, перемежающихся с плагиогранитами, мигматитами, амфиболитами и инъецированных пегматоидными гранитами. Обычно к границам раздела меланократовых и лейкократовых пород приурочены согласные минерализованные зоны - метасоматиты кварц-олигоклаз-биотитового состава, которые вмещают субсогласные рудные тела золото-кварцевой убогосульфидной формации с преимущественно свободным высокопробным золотом. Встречаются теллуриды золота, самородное серебро и др. Месторождение относится к одному из перспективных объектов Ущ. Поэтому ближайшие структуры района заслуживают детального поиска для выявления аналогичных месторождений.

В СРЕДНЕМ ПОБУЖЬЕ расположено также недостаточно изученное Капитановское месторождение золота, приуроченное к одноименному массиву гипербазитов. Массив имеет форму плоской линзы с крутым, до вертикального, падением. Практически на всем протяжении он рассечен крутопадающей тектонической зоной с наложенным окварцеванием, сульфидизацией и карбонатизацией. Эта мощная зона метасоматитов и является месторождением золота. Кроме того,



отдельные сечения с золотом и платиноидами установлены в рас- слоенной придонной части массива вблизи залежей хромитовых руд.

В коре выветривания центральной части массива разведано небольшое месторождение силикатных никелевых руд. В северной части при оценке небольших новых залежей никелевых руд установ- лены и предварительно окомтурены мелкие тела гипергенных золо- тых руд. Несмотря на невысокие содержания золота, эти залежи могут иметь практическое значение, т.к. залегают на малой глуби- не и пространственно сопряжены с никелевыми рудами. Они учтены нами в качестве мелкого месторождения золота.

Все упомянутые месторождения УЩ заслуживают разведки и, видимо, промышленного освоения. Но лучшие месторождения щита еще не открыты по причине очень слабой изученности его на золо- то. В пределах УЩ достаточно полно опискованы: 1 - метаконгло- мераты /с гравелитами и песчаниками/ скелеватской свиты в Крив- бассе силами ЦНИГРИ, ГПП "Южургеология" с участием ИГМР НАНУ; 2 - те же породы белокоровичской свиты в одноименной структуре и збраньковской свиты в юго-западной части Овручской впадины /ГПП "Севургеология", Львовский ГУ/; 3 - первоочередные части разведываемых месторождений золота: Сергеевское, Широкая Балка, Клинцовское, Дрьевское и Майское; 4 - южная часть Сурской и се- веро-восточная часть Чертомлыкской гранит-зеленокаменных струк- тур, а также юго-восточная часть Сорокинской зоны в Приазовье.

Остальная территория УЩ опискована на золото очень слабо. Имеющийся фактический материал опробования не позволяет обосно- ванно выделять наиболее перспективные площади и участки или от- браковать заведомо бесперспективные. Материал попутных поисков еще не достиг первого минимально необходимого информативного уровня и поэтому практически на любом листе /1:200 000/ -

в среднем одна точка минерализации открывает- ся спектрохимическим анализом 7-10 проб, а одно рудопроявление - пробирным анализом такого же количества проб при условии на- личия надежных анализов и целеустремленного сбора проб из по- род, затронутых потенциально золотоконцентрирующими процессами метасоматоза; из пород, потенциально золотоносных /сульфид и графитсодержащих, меланократовых, конгломератов и т.п./. Площа- ди малоперспективные, с набором заведомо

неблагоприятных для локализации золота критериев - еще не выделены. Поэтому и в ближайшие годы остается весьма актуальной задачей - на всей территории УЩ выполнение попутных массовых



поисков золота при всех других видах геологоразведочных работ, особенно - при геологическом картировании. Но выполнять попутные поиски сегодня необходимо на профессиональном уровне, чего к сожалению не было в прошлые годы. Попутные поиски того времени привели к открытию целого ряда перспективных объектов, но они же заведомо обусловили и пропуск не менее перспективных месторождений по причине серьезных методических и технологических упущений. Такие недостатки более характерны для тех экспедиций, которые не выполняли специальных целевых работ на золото. Кратко перечислим основные упущения, требующие срочного их устранения.

1. Произвольная, ничем не обоснованная длина проб: либо слишком малая /5-20 см/, либо слишком большая /5-10 м/. Последняя в общем случае гарантирует пропуск промышленных рудных тел /уже вскрытых и опробованных!/. Нарушается принцип секционности проб, их границы не соответствуют границам минералого-петрографических разновидностей рудных зон и вмещающих пород.

2. Специальные исследования /Попович Ю.Н., Аверин Ю.А. и др./ показывают, что системное сколковое опробование керна для выполнения разрабовочного полуколичественного анализа /спектрохимического или иного/ вполне оправданно, но только при условии надежного хранения оставшегося керна до отбора проб на количественный пробирный анализ - по результатам полуколичественного. При попутных поисках золота это условие нарушается чаще всего. Самая богатая на золото часть керна, сложенная мелкими частицами наиболее трещиноватой руды, просто теряется. Из крупных кусков рудного интервала чаще всего богат золотом один кусок, очень редко - два. Обычно они более "выразительны" и их забирают на образцы для коллекций или минералогических исследований. Оставшиеся крупные куски "рудного" керна содержат тонкое рассеянное золото в количестве, фоновом для рудной зоны, т.е. - до 0,3-1,0 г/т. Малый диаметр керна и неоправданное деление его полам только усложняет ситуацию. Именно в этом заключается главная причина нередкого занижения содержаний золота по данным пробирного анализа против полуколичественного разрабовочного анализа.

3. При попутном опробовании нередко нарушаются правила обработки проб. Вместо специальной схемы /измельчение исходной пробы массой до 10-20 кг без сокращения до 1 мм, а дальше - по формуле Чечетта при  $K=I/$  используют схему, рассчитанную на более простые виды полезных ископаемых, традиционные для данной

территории. Особенно частым способом потери высоких содержаний золота в пробах является контрольное просеивание материала проб при их истирании. Не прошедшие сквозь сито золотины теряются, а иногда заражают другие последующие, в том числе, заведомо пустые пробы.

4. Постоянно усложняется проведение анализов проб и занижаются содержания золота в них из-за отсутствия творческих контактов между геологами и специалистами аналитических служб. Ведомости проб не содержат обязательных более-менее полных сведений о петрографическом составе каждой пробы и об ожидаемой форме золота в ней. В партию проб силикатного состава, направляемую на спектро-химический анализ, без предупреждения включают нередко и единичные пробы карбонатных пород, в результате чего резко возрастает вероятность пропуска золота в этих пробах. Украинские лаборатории до сих пор не владеют специальными методами анализа, особенно сложных проб, содержащих повышенные количества органического вещества, графита, сульфидов, оксидов марганца и железа, минералов ртути, сурьмы и т.п..

5. Если золота в пробе было много и за счет этого оно успешно преодолело все искусственные ловушки и потери, то его зачастую все равно пропускали. При попутных поисках анализы проб на золото обычно выполняются в сторонних лабораториях, что сопряжено с большими потерями времени на все операции, включая доставку проб и результатов анализа. К моменту завершения работ на объекте зачастую по многим пробам были лишь результаты только полуколичественных /разбраковочных!/ анализов, которые и приводили в окончательном отчете.

6. Как известно, на каждом месторождении опытными работами устанавливают нижний предел содержаний золота по данным спектрохимического полуколичественного анализа, начиная с которого необходимо все пробы анализировать пробирным методом. На месторождениях золото-сульфидных руд этот уровень обычно составляет 0,5-0,8 г/т; на месторождениях свободного золота 0,1-0,3 г/т. Поскольку при попутных поисках возможны любые типы, пробирному анализу подлежат все пробы начиная с 0,1 г/т, а при большой длине борозды - пробы, начиная с 0,05 г/т.

7. Много таких проб, в том числе с содержаниями более 3 г/т, не проанализированы количественными методами. Приняв для этих проб нижний предел содержания по данным спектрохимического полуколичественного анализа в 0,1 г/т, мы изучили с этой точки зрения



упомянутый "Кадастр ..." Бочая Л.В. и Лобановой Л.А. Оказалось, что такие пробы имеются во всех районах щита и общий объем потенциально рудных проб, не проанализированных пробирным методом, по скромной оценке составляет 1600 м керновых интервалов и бороздовых проб. Только за счет этого, наверняка, на щите пропущено не менее сотни рудопоявлений золота и около десятка месторождений. Эти цифры мы считаем одной из основ объективной высокой количественной оценкой перспектив золотоносности Украинского щита.

8. Незначительная часть керна из потенциально продуктивных интервалов еще сохранилась в экспедициях. В некоторых случаях имеются представительные дубликаты проб, отбирившихся для других целей. Ревизия этого материала с определением содержаний золота, а в ряде случаев и других благородных металлов, является первоочередной задачей всех предприятий Госкомгеологии Украины. Необходимы также углубленные тематические исследования с анализом накопленной информации не только в металлогеническом аспекте, но и с оценкой полноты и качества ранее выполненных работ. В результате таких исследований необходимо выделить первоочередные площади для ревизионно-поисковых работ, в том числе требующих использования специальных методов анализа проб на золото. Реализация этих предложений позволит в ближайшее время открыть новые месторождения. Среди них безусловно будут и такие, которые превзойдут уже известные месторождения по количеству и качеству запасов.

9. На территории УЩ постоянным объектом дальнейших их исследований должны быть техногенные месторождения, в первую очередь хвосты обогатительных фабрик железорудных ГОКов Кривбасса. Нездоровый ажиотаж вокруг этой проблемы, поднятый в последние годы, не способствует ее решению. В конечном итоге практическую ее значимость определяет уровень средних содержаний золота в хвостах, а он пока не известен по причине слабой изученности. Если учесть специальные исследования Института минеральных ресурсов, Криворожской ГРЭ и известные нам данные Криворожского ГИИ, то в среднем чуть меньше одной проанализированной на золото проб приходится на 1 млн. т накопленных хвостов. К тому же многие анализы были выполнены традиционными методами занижающими содержание золота в такой вещественной среде и почти все пробы характеризуют самые верхние слои хвостохранилищ. Настоящие



и ложные плотники в их разрезе практически не изучены. Это и определяет задачи дальнейших работ на этих и им подобных техногенных месторождениях. Особенно актуально это в настоящее время, когда начались специальные технологические разработки с целью улавливания тонкого свободного золота /10-20 микрон и меньше/. В случае положительного решения основной технологической задачи хвостов - разделения их на достаточно чистые железистый и кварцевый продукты, попутное извлечение даже небольшого количества золота из этих хвостов, будет экономически оправданным.

10. Следует пристальное внимание уделять потенциально новым для УЩ месторождениям золота /в конгломератах, черносланцевых, марганценосных, ультрабазитовых и иных золотоносных комплексах/ /Кулиш и др., 1996/.

Золотоносность ДОНБАССА в небольших объемах и с перерывами изучается давно, с досоветского периода. При этом все усилия были сосредоточены на изучении золото-сульфидных руд Нагольного края, сложенных двумя минеральными типами руд: пирит-арсенопиритовый и золото-серебро-полиметаллический, тоже мышьяк содержащий. По общей тектонической позиции рудного района, по составу развитых геологических и рудных формаций он имеет значительные аналогии с крупными и уникальными месторождениями черносланцевого типа /Бакырчик, Мурунтау и др./. На это указывают и большие мощности минерализованных зон обычно залегающих на большой глубине /500-1000 м и более/. Но при этом ни разу не были установлены компактные рудные зоны или залежи с потенциально промышленными параметрами /за исключением очень мелкой залежи в верхней части участка Бобриково/. Значимые содержания золота /4-6 г/т и более/ имеют тонкие разобценные прожилки, которые невозможно ни разведать, ни отработать. В случае валовой оценки на полную мощность минерализованной зоны содержание золота получается слишком бедным. К тому же руды имеют неблагоприятный состав с высокими содержаниями мышьяка и с тонким сульфидным золотом в составе пирита, арсенопирита и др. По этой причине в настоящее время практический интерес имеет только самая верхняя, окисленная часть верхней залежи на участке Бобриково.

Перспективы золотоносности Донбасса остаются неопределенными. Требуются уже в ближайшее время специальные научные исследования /и поисковая проверка рекомендаций/ с целью установления участков развития компактных рудных зон в Нагольном крае /или обоснования их отсутствия/.

Первоочередной задачей геологопоисковых работ должно быть изучение провинции на принципиально новые типы золотых руд: в Южном Донбассе поиски руд типа Карлин /Артеменко и др., 1996; Лебедь, 1995/, в центральных районах Донбасса золото-ртутных руд типа Кючук. Обоснованы прогнозы на возможность открытия здесь золото-ртутных руд, что обосновано минералогическими критериями /Горовой, 1982, 1987/ и обоснованиями В.И.Артеменко и Н.И.Лебеда /1996/, и что подтверждено прямым опробованием в выработках Никитовского ртутного комбината.

В случае успешного решения подобных задач Донбасс может оказаться значимой золотоносной провинцией Украины. В противном случае золото-сульфидное оруденение "нагольчанского" типа может иметь практическое значение только в отдаленном будущем, например, в случае успешного решения технологических проблем добычи золота подземным выщелачиванием.

Попутные, а со временем – и специальные, поиски золота необходимо выполнять и за пределами трех основных золотоносных провинций Украины. Прежде всего такие работы следует организовать в районе РАТНОВСКОГО ГОРСТА и севера ВОЛЫНИ, в ДОБРУДЖЕ, на юго-западных склонах ВОРОНЕЖСКОГО МАССИВА и в КРЫМУ.

В случае методически правильного выполнения геологопоисковых работ в тесном сотрудничестве с отраслевой, академической и вузовской наукой затраты на их производство будут быстро окупаться открытием перспективных и удобных для отработки месторождений золота во многих районах Украины.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Аверин Ю.А., Зарицкий А.И., Лебедь Н.И. и др. Перспективы золотоносности территории Украины. // Геол. журн. – 1992. – № 4. – С. 38-44.
- Артеменко В.М., Лебідь М.І. Золото-ртутне зріднення в карбонатних породах Докачаївського рудного району, Південний Донбас. // Мінеральні ресурси України. – 1996. – № 1. – С. 14-17.
- Горовой А.Ф. Минералого-геохимическая оценка ртутных месторождений Никитовского рудного поля. // Ртутные месторождения Донбасса. Киев: Наук. думка, 1982. – С. 169-177.
- Горовой А.Ф. Минералогия и геохимия ртутных месторождений Донбасса. – Киев: Вища школа, 1987. – 104 с.

- Критерии прогнозирования месторождений Украинского щита и его обрамления. - Киев: Наук.думка, 1975. - 560 с.
- Кулиш Е.А., Комов И.Л. Новые типы золоторудных месторождений.// Мин.журнал. - 1966. - 18. - № 1. - С. 58-66.
- Лазаренко Э.А., Гнилко М.К., Зайцева В.Н. Металлогения Закарпатья. - Львов: ЛГУ, 1968. - 173 с.
- Лебідь М.І. Золоте зруденіння у карбонатних породах Південного Донбасу та інших регіонів України.// Мінеральні ресурси України. - 1995. - № 2. - С. 8-13.
- Науменко В.В., Гончарук А.Ф., Коптих Ю.М. Рудноконтролирующие факторы золото-полиметаллических и ртутных месторождений Советских Карпат. - Киев: Наук.думка, 1978. - 152 с.
- Онческу Н. Геология Румынской народной республики. - М.: ИЛ. 1960. - 520 с.
- Тимофеевский Д.А. О формационной классификации, минеральных типах и золотоносных минеральных ассоциациях золоторудных месторождений СССР // Труды ЦНИГРИ: 1971.- Вып.96. - Ч.1. - С. 5-31.
- Шер С.Д. Металлогения золота. /Евразия, Африка, Ю.Америка/. - М.: Недра, 1974. - 256 с.



УДК 553.078:553.411/477/

МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ  
УКРАИНЫ НА ЗОЛОТОЕ ОРУДНЕНИЕ.

Бочай Л.В., Галецкий Л.С., Кулиш Е.А.

В основе любого металлогенического /минерагенического/ районирования вообще или на конкретные виды /группы/ полезных ископаемых лежит геолого-генетическая и пространственная закономеренно обусловленная сопряженность тектонических /структурно-формационных и т.п./ категорий /подразделений/ определенного иерархического уровня с соответствующими металлогеническими /минерагеническими/ категориями.

В этом аспекте нами приняты следующие их иерархические /от крупных к мелким/ соотношения: складчатый пояс, авлакоген, щит и т.п. = МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКАЯ ПРОВИНЦИЯ; структурно-формационная зона = СТРУКТУРНО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКАЯ ЗОНА; формационная зона или сообщество родственных формационных зон в пределах единой структурно-формационной зоны определенной геолого-тектонической природы /тектоно-магматической, тектоно-метасоматической и т.п. активизации, структурно-формационные блоки; структуры наложенных впадин и прогибов и др./ = МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКАЯ ЗОНА; единая структурная зона в пределах конкретной формационной зоны, блока и т.п., сложенная группой родственно-взаимосвязанных формаций = РУДНЫЙ РАЙОН, неприменным критерием которого должно быть наличие месторождения /месторождений/ промышленной значимости. РУДОНОСНЫЙ РАЙОН - то же, что и рудный район, но в котором пока промышленные объекты не установлены, однако имеются геологические предпосылки для их выявления. Локальные структуры /впадины, узлы пересечения разрывных нарушений, отдельные массивы магматических, метаморфических и иных пород и т.п./ = РУДНОЕ ПОЛЕ /ЗОНА/. РУДОНОСНОЕ ПОЛЕ /ЗОНА/ - то же, что и рудное поле /зона/, но без выявленных пока промышленных объектов, но с благоприятными геологическими предпосылками для их открытия. МЕСТОРОЖДЕНИЕ - объект с рудами, характеризующимися промышленными содержаниями ценного компонента и масштабами запасов /ресурсов/. РУДОПРОЯВЛЕНИЕ - объект с промышленными содержаниями ценного компонента, но масштабы которого пока не установлены или не отвечают промышленным требованиям.

Информация по месторождениям и рудопроявлениям из-за ограниченности объема публикации здесь не приводится.

На территории Украины, характеризуемой сложным, гетерогенным геотектоническим строением, разнообразными структурно-формационными комплексами и многообразной минерагенией - в отношении золотого оруденения выделены металлогенические провинции: Карпатско-Добруджинско-Крымская, Днепровско-Донецкая и Украинского щита. В настоящее время на их территории выявлено 240 месторождений и рудопроявлений /рис. /.

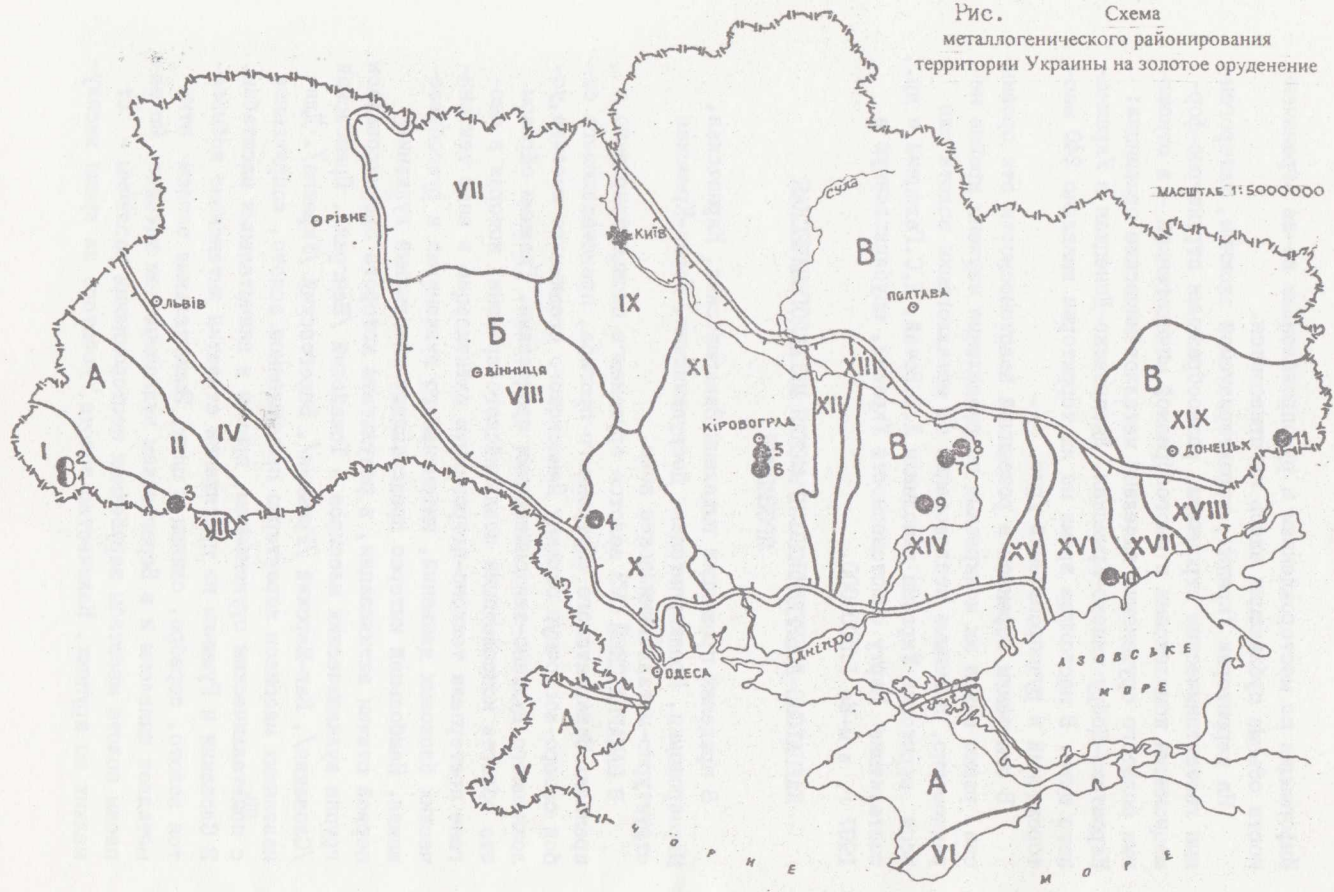
В отношении коренной и россыпной золотоносности эти провинции, равно как и их конкретные подразделения изучены крайне неравномерно. Значимые исследования по металлогении золота для всей территории Украины выполнили Л.В.Бочай, Л.С.Галецкий и др., составившие Карту золотоносности Украины, опубликованную в 1997 г. в м-бе 1:500 000.

#### КАРПАТСКО-ДОБРУДЖИНСКО-КРЫМСКАЯ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКАЯ ПРОВИНЦИЯ

В пределах провинции выделены Закарпатская, Карпатская, Мармарошская, Предкарпатская, Добруджинская, Горно-Крымская структурно-металлогенические зоны.


В ЗАКАРПАТСКОЙ СМЗ золотое оруденение сконцентрировано в пределах Закарпатского внутреннего прогиба, представляющего собой северо-восточную окраину Паннонского срединного массива, усложненного вулканотектоническими процессами. Главным образом это область консолидации доальпийского времени, которая в неогене претерпела тектоно-петрогенную активизацию в виде тектонических блоковых движений, интенсивного вулканизма и рудообразования. Наибольший интерес представляет миоценовый вулканизм первой стадии активизации, в результате которого сформировалась группа вулканических массивов - Токайский /Венгрия/, Прешовский /Словакия/, Бая-Марский /Румыния/, Береговский /Украина/. Для названных массивов характерно промышленное золото, сопряженное с <sup>ли</sup>металлическим оруденением, причем в значительных масштабах. В Словакии и Румынии на протяжении столетий интенсивно добывается золото, серебро, свинец и цинк. Значительные запасы этих металлов выявлены и в Береговском вулканическом массиве. По запасам золота масштабы зарубежных месторождений различны - от мелких до крупных. Количество золота, добытого за время эксплу-


Рис. Схема металлогенического районирования территории Украины на золотое оруденение





### Границы и индексы металлогенических площадей:

 А Провинций

 XI Структурно-металлогенических зон

### Месторождения:

- а) ● а) золота  
б) ○ б) золото-полиметаллические

### Провинции, их индексы:

- А - Карпатско - Добруджинско - Крымская  
Б - Украинского щита  
В - Днепровско - Донецкая

### Структурно - металлогенические зоны, их номера:

- |                     |                                |
|---------------------|--------------------------------|
| I Закарпатская      | XI Кировоградская              |
| II Карпатская       | XII Западно - Ингулецкая       |
| III Мармарошская    | XIII Криворожско-Кременчугская |
| IV Предкарпатская   | XIV Приднепровская             |
| V Добруджинская     | XV Орехово - Павлоградская     |
| VI Горно - Крымская | XVI Западно - Приазовская      |
| VII Вольнская       | XVII Центрально - Приазовская  |
| VIII Подольская     | XVIII Восточно - Приазовская   |
| IX Белоцерковская   | XIX Донецкая                   |
| X Голованевская     |                                |

### Месторождения, их номера:

- |                |                  |
|----------------|------------------|
| 1. Мужиевское  | 7. Сергеевское   |
| 2. Береговское | 8. Балка Золотая |
| 3. Сауляк      | 9. Балка Широкая |
| 4. Майское     | 10. Сурожское    |
| 5. Клинцы      | 11. Бобриковское |
| 6. Юрьевское   |                  |

атации золото-полиметаллического рудного поля Бая-Маре оценивается в 200 т.

В Закарпатской СМЗ выделены Припаннонская и Выгорлат-Гутинская металлогенические зоны.

В Припаннонскую МЗ входит Берегово-Беганский рудный район. Он контролируется вулканоструктурами, наложенными на поднятия фундамента в зоне сочленения Закарпатского внутреннего прогиба с Паннонским срединным массивом.

Строение района определяется Береговской палеокальдерой, граничащей с Куклянским горстом и выполненной гельвет-сарматскими риолитовыми и риолит-дацитовыми туфами, перемежающимися с горизонтами осадочных пород. Оруденение тесно связано с андезит-риолитовым вулканизмом. Экструзивно-интрузивный комплекс представлен в экструзивной части риолит-андезит-базальтовыми, а в интрузивной - гранит-гранодиорит-диорит-габбро-диабазовыми образованиями. Интенсивно проявлены гидротермально-метасоматические процессы, которые вырезались в развитии полевошпатовых метасоматитов, кварца, барита, каолинита, гидрослюда, алунита и др. Метасоматические образования представлены последовательно формирующимися минеральными ассоциациями: кварц-карбонат-хлорит-альбитовой, кварц-алуляр-гидрослюдиистой, кварц-каолин-гидрослюдиистой, кварц-каолиновой, кварц-алунитовой, монокварцевой. В пределах Берегово-Беганского рудного района выделяются БЕРЕГОВСКОЕ, БЕГАНСКОЕ, КВАСОВСКОЕ рудные поля и ВЫШКОВСКОЕ рудноносное поле, расположенные в близких геоструктурных условиях.

БЕРЕГОВСКОЕ рудное поле примыкает с запада к Куклянскому горсту, а золото-полиметаллическое оруденение локализовано в палеокальдере. С востока к Куклянскому горсту примыкает Квасовское рудное поле, где золото-полиметаллическое, серебряное и полиметаллическое оруденение локализовано в пределах Калименской и Геленешской кальдер. Беганское рудное поле расположено в северо-западной части района, на восточной окраине Косинской кальдеры. Для рудных полей характерно развитие по их периферии экструзивных комплексов, прижерловых фаций, оки расположены в широтной Южно-Украинской линейной зоне на пересечении ее с разломами северо-восточного направления.

В пределах Береговского рудного поля выявлены месторождения - Мужиевское, Береговское и Куклянское. Мужиевское и Береговское разграничены зоной разлома и составляют геологически единое целое. Оба месторождения расположены в восточной прибор-

товой части Береговской вулкано-кальдеры, выполненной липаритовыми туфами, туффитами с прослоями аргиллитов, прорванных интрузиями риолитов, которые рассекаются жильными зонами, в узлах пересечения которых сформировались штокверковые тела.

КВАСОВСКОЕ рудное поле расположено в восточной части Береговского холмогорья. Геологическое строение этой площади несколько отличается от Береговского рудного поля, здесь значительную роль играют вулканоструктуры - кальдеры Квасовская и Большой Калимен.

Квасовская структура изометричная по форме расположена в центральной части площади. По бортовому разлому опускание этой структуры достигает сотни метров. Выполнена она преимущественно отложениями нижнедоробратовской подсветы. Нижнюю часть этих отложений занимают андезиты с прослоями туфов, реже осадочных пород. Выше залегают лавы и лавобрекчии андезито-дацитов, лацитов с субинтрузиями кварцевых диоритовых порфиритов. В строении верхней части разреза Квасовской кальдеры принимают участие осадочные, вулканогенно-осадочные и вулканогенные отложения средне- и верхнедоробратовской полсвет, представленных аргиллитоподобными глинами, туффитами, туфопесчаниками. Кальдера Большой Калимен расположена восточнее Квасовской и по размерам более чем в 2 раза превышает ее.

В пределах этих двух структур развиты гидротермальные изменения пород /пропилитизация, лиственитизация, адуляризация, окварцевание, алунитизация, опализация и каолинизация/. С участками гидротермальноизмененных пород пространственно совпадают проявления рудной минерализации свинца, цинка, золота и серебра /месторождение Квасовское, рудопроявления Лопшское, Келчей/.

Основной структурой Квасовской кальдеры является бортовой разлом, северный сегмент которого контролирует центры извержений андезито-дацитов, являющихся рудовмещающими серебряно-полиметаллическую и собственно серебряную минерализацию. Содержание серебра колеблется от 20 до 400 г/т, составляя в среднем 80-120 г/т. Кварц-сульфидная минерализация в юго-восточном борту кальдеры увязывается в зону Келчей, которая контролируется телами кварцевых лиорит-порфиритов. В пределах Квасовской кальдеры оруденение представлено кварц-сульфидными, кварц-золото-сульфидными жильными и прожилковыми зонами. Основными рудными минералами оруденелых зон и жил являются сфалерит, галенит, пирит; подчиненную роль играют халькопирит, марказит, гематит и



лимонит. Наиболее распространенными жильными минералами являются кварц, барит, карбонаты, каолин, гидрослюда. Максимальные содержания рудных компонентов: золото - 7,4 г/т, серебро - 77,5 г/т, свинец - 10,9 %, цинк - 10,0 %, медь - 0,6 %. Средние содержания по рудным пересечениям составляют: золото - 2-4 г/т, серебро - 70 г/т, сумма свинца и цинка - 3-6 %.

В пределах кальдеры Большой Калимен оруденение выявлено в ее центральной части, где среди анезитов, прорванных неким диоритовых порфириров, отмечена кварц-сульфидная минерализация. Содержание золота в отдельных пробах достигает 5 г/т, серебра - до 400 г/т.

В целом Квасовское рудное поле является перспективным для наращивания запасов и ресурсов золота, свинца и цинка.

БЕГАНСКОЕ рудное поле расположено в северо-западной части района, в восточной части Косинской вулканоструктуры /кальдеры/. В рудном поле известно Беганское месторождение свинцово-цинковых руд с серебром, баритом и алунитом, а на глубоких горизонтах и с золотом. Месторождение расположено в 15 км к западу от Мужиевского месторождения золота.

ВЫШКОВСКОЕ рудоносное поле расположено в северной подзоне Припаннонского глубинного разлома. Площадь его 20x5 км, оруденение связано с интрузиями кварцевых диорит-порфириров. Для поля характерно наложение на галенит-сфалеритовое оруденение золото-свинцово-цинковой формации, ртутных руд мышьяково-ртутной формации. Продольные зоны разломов Вышковская и Приводораздельная разделяют рудоносное поле на две структурные зоны: Северную /ртутную/ и южную /ртутно-золото-полиметаллическую/. Вышковский разлом контролирует размещение однофазных интрузий и поперечных зон разломов. С ними связаны наиболее крупные месторождения ртути - Боркут, Грендеш, Б.Шаян. Приводораздельный разлом характеризуется развитием сложных многофазных интрузий, положение которых обуславливается приуроченностью к местам пересечения субширотных и субмеридиональных разломов. В этой зоне месторождения ртути Моронгош, Ровное, Поворотное /Баня/ и проявления золота /Загапочное, Новое и пр./.

Выгорлат-Гутинская МЗ сложена образованиями плиоценовой анезитовой формации и характеризуется оруденением ртути, висмута и теллура. В ней выявлен ряд рудопроявлений и точек минерализации золота /Голстый Верх, Грабово, Ильковское, Полулки и пр./ недостаточно изученных.

КАРПАТСКАЯ СМЗ занимает большую часть Складчатых Карпат, сложена терригенной флишевой формацией. В ней выделено Углянское рудоносное поле с оруденением ртути, мышьяка, свинца, никеля, кобальта и хрома с сопутствующим им золотом. В северо-западной и юго-восточной частях зоны встречен ряд россыпных проявлений золота, как в современных аллювиальных отложениях, так и в погребенных - древних. В пределах структурно-металлогенической зоны известен ряд рудопроявлений золота - Нижние Ворота, Верховинское, Зеленое и др.

В МАРМАРОШСКОЙ СМЗ выделена Чивчинская МЗ и Раховский рудный район. Золотое оруденение сконцентрировано преимущественно в Раховском рудном районе и связано с выступом кристаллического фундамента северо-западной части Мармарошского массива. Оно выявлено среди древних /рифей-нижний палеозой/ метаморфических пород /гнейсово-сланцевая и зеленосланцевая формации/.

Раховский рудный район расположен в пределах северо-западного окончания Мармарошского массива, который представляет собой часть Внутренних Карпат. Район характеризуется сложным строением, большим разнообразием пород, полиметаморфизмом. В структурно-тектоническом плане в составе Раховского рудного района выделяют две крупные пластины /покровы/ - Белопотокскую и Берлебашскую. Промежуточное положение между ними занимают Розовский и Деловецкий покровы. Название покровов соответствует названию свит, которые залегают в фундаменте этих покровов. Амплитуда перемещения покровов различна - от нескольких километров до нескольких десятков километров. Берлебашский покров перекрывает не только все минерализованные покровы Мармарошского массива, но и местами надвинут на Раломирскую и Раховскую зоны Внешних Карпат.

Для фундамента Берлебашского покрова, берлебашской свиты характерны фациальные отклонения для северной и южной частей территории, которые проявляются в доминировании в северных разрезах вулканогенных пород, а в южных - только туфогенных. Эти особенности нашли свое отражение и в металлогении. Для северной части характерным является колчеданно-полиметаллический тип оруденения, а для южной - золото-кварцевый и железо-марганцевый. С осадками берлебашской свиты связаны рудопроявления золота: Банское, Белый Поток, Тукало, Ясени - на юге территории; на севере - мелно-колчеданные, колчеданно-полиметаллические -



- Раховское, Гаврицук, Высокое и др.

На юге Раховского рудного района в северной части Мармарошского кристаллического массива, к зоне надвига, на контакте деловецкой и белонотокской свит, приурочено оруденение наиболее перспективного в настоящее время месторождения Сауляк.

Чивчинская МЗ охватывает район верхнего течения рек Белый и Черный Черемош и их притоки, вскрывающие метаморфические породы и меловые отложения Мармарошской зоны. Металлогеническая зона обладает значительной потенциальной рудоносностью в отношении полиметаллов и золота. Здесь встречены современные аллювиальные россыпи, в руслах рек и их притоков. Золото концентрируется, как правило, среди глыб и валунов, сложенных кварцем, кварцитами и конгломератами. Распределение его неравномерное. Выявление больших запасов россыпного золота среди аллювиальных отложений маловероятно.

В Чивчинской МЗ выделяется Москатынская рудоносная зона с предположительно золото-кварц-антраксолитовой рудной формацией, где в интенсивно прообленных графитизированных песчаниках мощностью 1,2-30 м встречены содержания золота 0,4 г/т и более.

ПРЕДКАРПАТСКАЯ СМЗ соответствует Предкарпатскому переловому прогибу. Для зоны характерно наличие россыпных рудопроявлений золота в осадочных отложениях. В пределах зоны выделено Яблоновское россыпное рудоносное поле. Оруденение представлено формацией золотоносных россыпей, которая включает оруденение золота в нижнемiocеновых конгломератах слободской свиты и в галечниках четвертичного аллювия, а также в нижнесарматских конгломератах пистынской свиты. Наиболее интересными являются россыпи в долинах р. Лючки и ручья Мелвежьего. В долине р. Лючки и руч. Мелвежьего выявлена наибольшая руслово-террасовая россыпь, состоящая из шести струй. Пласты россыпи залегают на глубине от 0,6 до 6,6 м, мощностью от 0,2 до 1,2 м и содержаниями золота от 20 до 50000 мг/м<sup>3</sup>. Распределение золота по течению р. Лючки неравномерное и четко увязывается с положением слободских конгломератов, которые служили источником золота.

ЛОБРУДЖИНСКАЯ СМЗ, золотоносность ее слабо изучена. Здесь выявлено несколько рудопроявлений /Орловское и пр./ и пунктов минерализации золота. Район сложен зеленосланцевыми формациями рифея, пестроцветными метаморфизованными отложениями левона, сероцветной карбонатно-терригенной морской мелковолной молассой триаса. Наиболее вероятный тип месторождений золота - золото-



-сульфидный, не исключены и комплексные золото-полиметаллические месторождения.

ГОРНО-КРЫМСКАЯ СМЗ, занимает южную часть Крыма, вытянута в северо-восточном направлении, в соответствии с простиранием складчатых структур Крымского мегаантиклинория. Зона характеризуется довольно широким развитием ртутной и полиметаллической минерализации в кислых вулканитах; здесь выявлены шлиховые ореолы золота, а также ряд эндогенных его рудопроявлений /Гераклейское, Фиолентское, Карадагское и др./.

Рудопроявления связаны с интрузивами габбро-диабазов, плагиогранитов и юрскими эффузивами. Золоторудная минерализация представлена высокопробным медистым золотом, реже электрумом. Золото свободное, но чаще связано в сульфидах, распределение неравномерное, содержание его до 2 г/т. Золото и серебросопержающая сульфидная минерализация, локализованная в вулканитах /пацитах, анлезитах/ Крыма, свойственна гипротермальным месторождениям золота и серебра, ассоциированным с вулканическими и вулканоплутоническими структурами. Здесь возможно выявление оруденения золото-полиметаллической, золото-кварцевой формаций. В связи с этим выделена Горно-Крымская СМЗ, как промежуточное звено альпийского золоторудного пояса, Е.Ф.Шнюков, З.В.Красножина считают, что в ареалах вулканизма Крыма имеются обширные палеогидротермальные системы, в которых возможно обнаружение золотых и серебряных руд.

Россыпные проявления золота Крыма фиксируются в аллювиальных долинах рек, в пляжевых отложениях, часто увязывающихся с участками размыва юрских и меловых конгломератов, являющихся промежуточными коллекторами. Содержание золота в россыпях невысокое - до 0,02 г/м<sup>3</sup>. Установлены концентрации тонкого золота в четвертичных толщах Керченского п-ва и в северо-западной части шельфа Черного моря.

#### МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКАЯ ПРОВИНЦИЯ УКРАИНСКОГО ЩИТА

Золотоносность древних /докембрийских/ образований Украинского щита изучалась недостаточно, системно эта работа выполняется только в последние годы. По особенностям геологического строения и возрасту рудоносные образования Украинского щита обнаруживают сходство с золотоносными структурами других щитов мира; на территории которых обрабатываются уникально крупные месторождения, в каждом из которых уже добыто по 700-1600 т зо-

лота /на Канадском щите - Поркьюпайн, Керкленд-Лейк и Хоумстейк; в Индии - Колар; в западной Австралии - Калгурли и т.п./. Это позволяет достаточно высоко оценивать золоторудный потенциал и Украинского щита.

По обобщенным литературным данным 2/3 запасов и добычи золота на указанных трех щитах приходится на месторождения, приуроченные к древним гранит-зеленокаменным структурам. Месторождения и золоторудные проявления Приднепровья /Сергеевское, Балка Золотая, Широкая Балка и другие/ являются типичными представителями таких месторождений. Геологические особенности и вещественный состав их руд совпадает с соответствующими характеристиками зарубежных месторождений-аналогов.

В пределах Ущ выявлен новый тип месторождений золота, не имеющий пока должных аналогов и связанный с тектоно-метасоматическими зонами и структурами активизации /месторождение Клинды/. По геолого-структурным, вещественным и генетическим особенностям наиболее близки они к месторождениям Сино-Корейского щита, расположенных в восточной части Китая.

В составе провинции Украинского щита выделены Волинская, Подольская, Белоцерковская, Голованевская, Кировоградская, Западно-Ингулецкая, Криворожско-Кременчугская, Приднепровская, Орехово-Павлоградская, Западно-Приазовская, Центрально-Приазовская, Восточно-Приазовская структурно-металлогенетические зоны.

ВОЛИНСКАЯ СМЗ, здесь выделены Суцано-Пержанская, Овручская, Кировско-Кочеровская, Красногорско-Житомирская металлогенетические зоны, специализированные преимущественно на редкометальное оруденение с попутным благороднометальным.

Суцано-Пержанская МЗ соответствует одноименной тектонической зоне, находится на северо-западном фланге Украинского щита, протяженность ее около 200 км при ширине 3,0 км на флангах и до 25 км в средней части. Породы, слагающие зону, представлены метасоматитами, апогранитами. В ПЕРЖАНСКОМ рудоносном поле в метасоматитах установлено золото до 2 г/т в виде самородных форм и электрума. Повышенные концентрации золота установлены в сенинтах с редкоземельно-цирконовым оруденением Ястребецкого массива /0,01-1 г/т/ и в ниобий-оловоносных гранитах Междуреченского рупопроявления /0,1-3 г/т/.

Овручская МЗ охватывает Овручский грабен, Белокоровичскую и Вильчанскую впадины. В Белокоровичской структуре развита формация докембрийских конгломератов. В конгломератах южной части



структуры установлен ряд рудопроявлений /Белокоровичское, Дубровское, "опильнянское и др./, ореолов золота с концентрацией 0,1-0,5 г/т, шириной 0,2-0,5 м и протяженностью 2-2,5 км. В пределах ореолов на юге, юго-востоке и юго-западе структуры обнаружено три пластопересечения с уровнем содержания золота 2 г/т, 1,2 г/т, 1,6 г/т на мощность соответственно 1,0 м, 1,5 м, 0,5 м. Золото тонкодисперсное и мелкое, приурочено в основном к цементу, встречается также и в галечном материале, в ассоциации с пиритом, магнетитом, ильменитом. По отдельным пробам в гальке жильного кварца содержание золота составляет 0,1-0,2 г/т. Возможным источником золота в конгломератах является коренное золото в кристаллическом основании структуры.

Кировско-Кочеровская МЗ находится в области сочленения Волынской, Подольской и Белоцерковской структурно-металлогенических зон, в юго-восточном обрамлении Коростенского плутона. Характеризуется наличием редкометального и золотого оруденения /КОРОСТЫШЕВСКОЕ рудоносное поле/. Зону слагают метаморфизованные осадочно-вулканогенные породы кочеровской свиты /тетеревская серия/: гнейсы и сланцы биотитовые, биотит-амфиболовые, графит-биотитовые, графитовые, сланцы амфибол-диопсидовые, тремолитовые, актинолитовые, амфиболиты, кальцифиры, скарноиды, мраморы. Породы тетеревской серии осложнены многочисленными телами гранитоидов кировоградско-житомирского комплекса и основных пород нижнепротерозойского возраста, а также разрывными нарушениями субмеридионального, северо-восточного и субширотного простирания. Широко проявлены наложенные процессы: грейзенизация, окварцевание, сульфидизация, скарнирование, эпидотизация, хлоритизация, флюоритизация. Установлен ряд прямых и косвенных признаков, позволяющих дать положительную оценку золотоносности Кочеровской зоны. Шлиховым опробованием в бассейне р.Тетерев, протекающей вдоль западного борта Кочеровской зоны, золото обнаружено в знаковых количествах при крупности частиц более 0,07 мм. В русловых отложениях р.Растваица в шлихах также встречены знаки золота. К западу от шлиховых ореолов золота р. Растваица выявлено Ружинское проявление золота в импактной структуре. В последние годы в пределах Кочеровской зоны выявлено Балковское проявление золота с содержанием металла около 30 г/т в керновой пробе.

Красногорско-Житомирская МЗ. Пространственно зона тяготеет к юго-западному экзоконтакту Коростенского плутона. Строение района характеризуется развитием среди гнейсов тетеревской серии



двуслюдяных гранитов /житомирских/. На северо-востоке гнейсы контактируют с коростенскими гранитами и габброидами, на юго-западе - с плагиогранитами. Породы зоны сопровождаются повышенной трещиноватостью, метасоматическими изменениями, представленными окварцеванием, альбитизацией. Площади метасоматически измененных пород сопровождаются комплексными ореолами золота, серебра, меди, висмута, молибдена, свинца, цинка. Содержание /Гулянский участок/ золота колеблется от 0,02 до 0,15-0,3 г/т. Знаки золота размером 0,4 мм, пробность - 912, основная примесь - серебро /8 % /. Кроме того, в золотосодержащих метасоматитах установлены самородные висмут, серебро, пирит, халькопирит, арсенопирит, галенит, теллуриды висмута. На южном окончании МЗ выделено Букинское рудоносное поле с сульфидными медно-никелевыми рудопроявлениями /Прутовское, Гольха и др./. В оливиновых габбро Прутовского массива установлены промышленные содержания платины, палладия, золота /гл. 275,6-276,6 м Pt - 4,9 г/т, 299,5-301,5 м  $\Sigma$ Pt, Pd, Au - 10 г/т, в южном обрамлении Букинского массива, в скважине на глубине 193 м содержание золота составляет 11,8 г/т; золото связано с сульфидной медно-никелевой минерализацией в габбро-долеритах. В отношении золотоносности интерес представляет также Красноставская зона разломов, где выявлен ряд аномалий золота, серебра, меди, молибдена.

ПОДОЛЬСКАЯ СМЗ расположена в юго-западной части щита. Здесь возможно выявление рудных объектов, относимых к золото-кварц-малосульфидной формации в углеродистых образованиях /рудопроявление Вишикусы/. Золотоносность Подольской СМЗ недостаточно изучена. По данным Г.Д. Лепигова /1982 г./ район относится к Побужскому чарнокит-гранулитовому поясу - с признаками зеленокаменных поясов.

В пределах структурно-металлогенической зоны, на юго-западном склоне УЩ выделяется Приднепровская МЗ, вытянутая в северо-западном направлении в виде полосы шириной 25-30 км, протяженностью 300 км. Особенностью зоны является комплексное проявление в ее пределах флюорита, сульфидов меди, свинца, цинка, которые образуют многочисленные рудопроявления; известны также отдельные проявления и ореолы киновари, золота, олова, вольфрама, лития в отложениях венда, а также в кристаллических породах щита.

Широко распространены в пределах зоны россыпная золотоносность в аллювиальных отложениях р.Днестр и ее притоках. Мощность аллювия Днестра до 20 м, притоков - первые метры. Золото аллювия Днестра представлено неокатанными зернами, дендритами, пластинками, шариками размером 0,1-2 мм. В шлихах золото встречается в ассоциации с галенитом, сфалеритом, халькопиритом, киноварью, реальгаром. В аллювии р.Днестр известны находки до 40 знаков золота на шлиховую пробу, что позволяет ставить вопрос о целесообразности постав<sup>но</sup>ки работ по детальному опробованию реки на всю мощность до плотика. В пределах зоны выделено Могилев-Подольское рудоносное поле с Карповским рудопроявлением золота, и целым рядом шлиховых ореолов золота и киновари. Район Подольско-Приднепровской тектонической зоны обнаруживает черты сходства с юго-восточным обрамлением щита /Южно-Донбасская зона и Нагольчанский район Донбасса/. Здесь также имеются проявления флюорита, минерализации цинка, свинца, значительные ореолы реальгара, киновари, а также проявления лития /кукеит, лонбассит/.

БЕЛОЦЕРКОВСКАЯ СМЗ относительно золотоносности изучена слабо, однако перспективы ее довольно высокие. Здесь среди тектонотермально переработанных гранитоидных архейских комплексов имеются фрагменты зеленокаменных поясов. В последнее время в долине р.Рось между Рокитно и Богуславом самородное золото выявлено в дельте кристаллических порол.

ГОЛОВАНЕВСКАЯ СМЗ расположена в Среднем Побужье, в составе ее выделены Тальновская МЗ с Савранским рудным полем, а также ХАЩЕВАТО-ЗАВАЛЬЕВСКОЕ и КАПИТАНОВСКОЕ рудоносные поля. В САВРАНСКОМ РУДНОМ ПОЛЕ известно Майское месторождение и ряд проявлений золота - Савранское, Чемерпольское, Полянецкое. Рудные пересечения получены в Чемерпольской структуре /зеленокаменной/, в обрамлении Бандуровского купола. КАПИТАНОВСКОЕ РУДНОЕ ПОЛЕ. В пределах рассматриваемого рудного поля находится одноименное месторождение силикатных никелевых руд, хромитов и золота.

По базит-ультрабазитовым породам в отдельных случаях /Капитановский; Савранский участки/ развивается золотоносная кора выветривания с промышленным /0,3-9 г/т / содержанием металла. Кроме того, массивы основных-ультраосновных порол Побужья перспективны на платину и платиноиды, которые установлены во всех разновидностях порол габбро-перидотитовой и гипербазитовой формаций.



Перспективными в отношении золотоносности являются зоны глубинных разломов - Одесско-Тальновская и районы, примыкающие к Первомайско-Трактемировской. Здесь выделяются участки, где графит-биотитовые гнейсы претерпели гипротермально-метасоматические изменения - окварцевание, сульфидизация, карбонатизация. Минерализация в них представлена самородным серебром, пиритом, пирротином, арсенопиритом, халькопиритом, борнитом, молибденитом и каленитом. В аллювии водотоков здесь обнаружены знаки золота.

КИРОВОГРАДСКАЯ СМЗ охватывает центральную часть Украинского щита между Первомайско-Трактемировской и Криворожско-Кременчугской зонами. Здесь выделены металлогенические зоны: Первомайско-Трактемировская, Звенигородско-Анновская, Кировоградская, а также рудные и рудоносные поля - Николаевское, Марковское, Михайловское, Хмелевское, Клинцовско-Коневское. Главные полезные ископаемые - уран, литий, титан, апатит, цветные и благородные металлы, графит. Металлогенический облик зоны определяется наличием формаций габбро-анортозит-гранитовой и лейкократовых гранитов. В Корсунь-Новомиргородском плутоне установлены проявления апатит-титановой и редкометальной минерализации. Особый интерес представляет южная, краевая часть плутона, граничащая с Новоукраинским массивом трахитоидных гранитов - Мошоринско-Добропалеждовская субширотная тектоническая зона с широким развитием в ее пределах метасоматических образований, щелочных сиенитов, альбититов и вторичных кварцитов. Рудная минерализация также прослеживается в протяженных зонах в западном и восточном экзоконтактах Корсунь-Новомиргородского плутона и Новоукраинского интрузивного массивов. Здесь выявлен ряд месторождений и перспективных проявлений золота.

В Первомайско-Трактемировской МЗ установлены Николаевское, Марковское, Михайловское рудоносные поля.

НИКОЛАЕВСКОЕ рудоносное поле расположено в северной части МЗ. В нем выявлен ряд рудопоявлений /Скрипчинцы, Стеблевское и пр./ в осадочном чехле, что является поисковым признаком на золото в коренном залегании. В центральной части Первомайско-Трактемировской МЗ находится МАРКОВСКОЕ рудоносное поле, которое характеризуется обстановкой /гидротермально-метасоматические изменения пороп/ благоприятной для локализации золото-сульфидно-кварцевого оруднения. Протяженность поля 25,5 км, содержания золота в пределах поля достигают 1,0-1,5 г/т.



МИХАЙЛОВСКОЕ рудоносное поле расположено в южной части Первомайско-Трактемировской металлогенической зоны, в западном обрамлении Новоукраинского массива в пределах Никольской и Ольшанской синклиналей. Оруденение приурочено к породам каменно-костоватской свиты ингуло-ингулецкой серии, залегающим в виде субмеридиональной полосы шириной 1-2 км. Породы свиты подвержены метасоматической переработке - хлоритизации, сульфидизации, серпентинизации, окварцеванию. Измененные метасоматозом породы характеризуются повышенным содержанием золота /по 6,7 г/т /, мышьяка /до 1 % /, серебра /до 1 г/т /, висмута /0,005 % /, меди /до 0,3 % /. В рудоносном поле известно Михайловское проявление золота. Протяженность участка 14,5 км. Непосредственным продолжением к северу Михайловского проявления является Липняжский участок, который соответствует редкометальному полю с месторождениями комплексных литиевых руд /Липняжское, Надия, Сташковатское/. Участок расположен в обрамлении Липняжского купола гранитоидов, в котором установлены проявления золота - Овражное, Станковатское, Контактное, приуроченные к контакту гранитоидов купола с метаморфитами обрамления. Породы, вмещающие золотое оруденение /2-7 г/т./, окварцованы, сульфидизированы. Наблюдается скопство вещественного состава минерализованных зон, золото-содержащих руд и геологоструктурных особенностей Михайловского проявления Липняжского участка.

В Звенигородско-Анновской МЗ расположено ХМЕЛЕВСКОЕ рудоносное поле в районе юго-западного экзоконтакта Корсунь-Новомиргоропского плутона. Район характеризуется широким развитием площадных геохимических аномалий золота, мышьяка, висмута, вольфрама, серебра, меди, цинка, редких металлов и др. различной контрастности, объединяемых в Петроостровское геохимическое поле. Содержания золота и элементов-спутников достигают уровней концентраций, характерных для геохимических ореолов рудных полей. Аномалии вытянуты в северо-западном направлении вдоль Звенигородского и Новопавловско-Ярошевского разломов, приурочены к толще крутопадающих /70-30°/ гнейсов ингуло-ингулецкой серии, в различной степени затронутых процессами метасоматических изменений /сканирование, окварцевание, сульфидизация, мусковитизация, турмалинизация и др./.. Золотое оруденение локализовано в зонах окварцевания и сульфидизации, связано с субсогласными кварцевыми жилами и прожилками. По минеральному составу оруденение относится к золото-сульфидно-кварцевой формации. Содержание золо-

та невыдержано и в пределах рудных зон изменяется от 0,2 до 50 г/т, в среднем составляя по рудопроявлению Мостовое 5,7 г/т при средней мощности 1,8 м. На Хмелевской площади выявлен ряд проявлений - Жовтневое, Копанки, Ярошевка. В пределах площади золотое оруденение локализовано в одних и тех же минерализованных зонах, что и известные здесь проявления лития, бериллия, олова, ниобия, рублидия, тантала /Мостовое, Высь, Копанки/, что значительно повышает ценность золотопроявлений.

Кировоградская МЗ расположена в восточном обрамлении Корсунь-Новомиргородского плутона и Новоукраинского массива, включает Клиновско-Коневское рудное и Бобринецкое рудоносное поле. Ширина зоны до 20 км. Основу составляют плагисклавовые гнейсы и кристаллические сланцы амфиболитовой, реже - гранулитовой фации /биотитовые, гранат-биотитовые, кордиеритовые, амфиболовые, диопсидовые и пр./ чечелевской свиты /мощность более 4 км/ или флишовой метаграувакковой формации, которой сложена Приингульская синклиналь. Строение ее осложняют складчатость второго порядка, булинаж, тектонические нарушения, прилежащие структуре характер зоны смятия.

Объекты промышленной значимости - месторождения Клинды и Дрьевское - локализованы в пределах КЛИНЦОВСКО-КОНЕВСКОГО рудного поля. В непосредственной близости от месторождений расположен ряд проявлений золота - Дачное, Шахтное, Калиновское, Сасовское и др.

В БОБРИНЕЦКОМ рудоносном поле выявлены Волошковское, Бобринецкое, Лозоватское рудопроявления золота.

В Кировоградской СМЗ выявлена россыпная минерализация - Каневское, Мошногорское, Бирзуловское и др. проявления золота в нижнемеловых песчано-глинистых породах в северной части Корсунь-Новомиргородского плутона и его обрамления. Золото отмечается в промышленных содержаниях, часто и зольно крупное /до 1-2 мм/, высокопробное, с теми же примесями, что и на коренных проявлениях /медь, кобальт, никель/, а также в ассоциации с самородным висмутом. Нижнемеловые и более древние континентальные аллювиальные, аллювиально-озерные, элювиально-делювиальные гравийные и гравийно-галечные каолинистые пески, представляющие собой слабоперемятые, переотложенные продукты кор выветривания, часто содержат в заметных количествах золото вместе с ильменитом, рутилом, цирконом, касситеритом. Нижнемеловые отложения изучены слабо, что объясняется их невыдержан-



ностью по мощности и простиранию, редкой обнаженностью.

Интерес представляют титановые и комплексные титан-циркониевые россыпи. При оценке отходов производства Запорожского титано-магниевого комбината, получающего ильменитовый концентрат с Малышевского и Иршанского месторождений, выявлено в отходах до 0,1 г/т золота и до 0,1 г/т платиноидов. Кроме того, в концентрате Бирзуловского россыпного титанового месторождения установлены повышенные содержания золота. В связи с этим переоценке подлежат основные породы - габбро, габбро-нориты, троктолиты, габбро-анортозиты, анортозиты Корсунь-Новомиргородского и Коростенского плутона, являющиеся основными коренными источниками титан-циркониевых россыпей, а также сами россыпи.

В ЗАПАДНО-ИНГУЛЕЦКОЙ СМЗ выделено Петрово-Балаховское рудоносное поле, а также известен ряд проявлений золота в коре выветривания и кристаллических породах. ПЕТРОВО-БАЛАХОВСКОЕ рудоносное поле расположено в центральной части структурно-металлогенической зоны меридионального направления, на участке пересечения ее с Мошоринско-Добронадежловской субширотной зоной разломов, где развиты графитовые и биотитовые гнейсы ингуло-ингулецкой серии. Известны находки золота /до 0,4 г/т/ в графит-биотитовых гнейсах и их коре выветривания в районе с. Петрово, а также серебра /до 30 г/т / и золота /0,1 г/т / в пределах Балаховского графитового месторождения. Проявления можно отнести к золото-углеродистой формации.

Криворожско-Кременчугская СМЗ подразделяется на КРЕМЕНЧУГСКИЙ и КРИВОРОЖСКИЙ рудоносные районы, где выделен ряд рудопроявления со следующими типами золоторудной минерализации: золото в железистых кварцитах, золото в зонах сульфидизации, конгломератах и черных сланцах. Наиболее перспективным является Ленинское рудопроявление золота в районе балки Северная Червоная, в узле пересечения Левладовской субширотной зоны с меридиональной Криворожско-Кременчугской.

В процессе разрушения золотосодержащих пород зеленокаменных структур Приднепровского блока золото совместно с другими тяжелыми минералами накапливалось в груботерригенных фациях нижней свиты. На разных участках по простиранию Криворожско-Кременчугской зоны количество золотоносных горизонтов в конгломератах нижней свиты различно; существует прямая зависимость между количеством золотоносных горизонтов в конгломератах и мощностью груботерригенного профиля. Повышенные концентрации



золота /первые десятые г/т / в конгломератах нижней свиты установлены в замыканиях Лихмановской, Основной, Криворожской синклиналей и на широте рудника им.Ленина. Максимальные для нижней свиты содержания золота выявлены на крыльях Криворожской синклинали, где они в метагравелитах и секущей кварцевой жиле достигают 5-7 г/т.

Золото-мышьяковый тип минерализации установлен в контакте гданцевской и скелеватской свит. В пределах Ингулецкого железорудного месторождения - в центральной и южной его частях от 0,2 до 12,0 г/т; золотоносными являются как богатые железные руды и окисленный железистые кварциты, так и кварцево-серицитовые сланцы.

Определенный интерес могут представлять углеродистые породы гданцевской и глееватской свит, среди которых выделяются два сульфидизированных горизонта пород с повышенным содержанием марганца. Эти горизонты прослежены от рудника им.Ильича на юге до рудника им.Фрунзе. Породы несут золото при низком его содержании. В участках поперечных изгибов пластов в этих породах содержание золота достигает первых граммов на тонну.

Криворожско-Кременчугская структура перспективна на выявление в южной ее части промышленной золоторудной минерализации в узлах пересечения ее с широтными разломами.

МУРАХОВСКОЕ рудоносное поле расположено в узле пересечения Криворожского и широтного Конкского разломов. Здесь выявлено Новороссийское /Лепетихское/ проявление золота, расположенное в 0,6 км к северу от с.Новороссийское Березнеговатского района Николаевской области.

Установлено, что золото накапливается в хвостах-отходах обогатительных фабрик, которые складываются в шламохранилищах и являются фактически белыми техногенными россыпями. При относительно низких содержаниях золота в исходных железистых кварцитах, его концентрация в продуктах перелела различна, что может представлять практический интерес. Отмечается положительная связь золота с цинком, свинцом и мелью в исходных кварцитах; с магнием, кальцием, ртутью - в тяжелой неэлектромагнитной фракции; с мелью, цинком - в легкой неэлектромагнитной. Максимальное количество свободного золота концентрируется в тяжелой неэлектромагнитной фракции хвостов. Содержание золота в магнетитовом концентрате, как правило, ниже, чем в исходных рудах.

ПРИДНЕПРОВСКАЯ СМЗ включает в себя Верховцевско-Сурско-Чертомлыкскую и Конкско-Белозерскую металлогенические зоны. Для Приднепровской СМЗ характерно развитие плагиогранит-гнейсовых куполов и валов и межкупольных прогибов /синклинальных структур/, выполненных зеленокаменными толщами - осадочно-вулканогенными формациями /конкской серии/, метаморфизованными в условиях эпидот-амфиболитовой и зеленосланцевой фаций. Зеленокаменные грабен-синклинальные структуры Приднепровья связаны со сводообразованием в процессе позднеархейской тектоно-петрогенной протоактивизации и подчиняются системе рационально-концентрических разломов.

Площадь рассматривается как одна из наиболее перспективных для поисков золота. В ней выделяется ряд районов, сходных по геологической обстановке: Верховцевский, Белозерский рудоносные, Сурский и Чертомлыкский рудные.

Подобно другим зеленокаменным поясам мира в указанных структурах известны рудопоявления и месторождения железа, никеля, мели, кобальта, хрома, золота, асбеста, талько-магнезитов, молибдена.

Проявления золота относятся к перспективным в промышленном отношении образования<sup>М</sup> больших, частично, средних глубин, входящих в золото-сульфидно-кварцевую группу формаций. Месторождения этого формационного типа характеризуются большой протяженностью на глубину и значительной - по простиранию. Месторождения представлены обычно халькопирит-пирит-кварцевым, халькопирит-пирит-сфалерит-кварцевым с галенитом, иногда с теллуридами свинца, серебра, золота, висмута, пирротинсом, молибденитом и минералами никеля, кобальта, мышьяка типом руд со свойственными им преимущественно золото-мелной, золото-свинцово-медно-цинковой, золото-теллуровой иногда с молибденом, золото-теллуру-серебряно-висмутовой с молибденом, никелем, кобальтом и мышьяком геохимическими ассоциациями.

Самородное золото преимущественно высокопробное, наряду с ним встречается электрум. Золото встречается как свободное, развитое в карбонатно-кварцевом материале жильных тел, так и в виде тонкой минеральной примеси в сульфидных жильных тел и метасоматитов. Золоторудная минерализация локализуется в местах перегибов пород, межпластовых отслоений и в зонах прогибания.

Верховцевско-Сурско-Чертомлыкская МЗ включает Верховцевский, Сурский и Чертомлыкский рудные районы, имеющие во многом



сходные геологические, вещественные и генетические черты в отношении золотого оруденения.

Верховцевский рулоносный район соответствует Верховцевской зеленокаменной структуре, находящейся в северо-западной части Среднего Приднепровья и представляющей собой сложнопостроенную синклиналь, вытянутую в субмеридиональном направлении более чем на 80 км при ширине 6-10 км.

Золотопроявления связаны с кварц-карбонатными, обогащенными сульфидами /пирит, халькопирит, сфалерит/ жилами в зоне контакта ультраосновных пород и сланцев, на глубинах 100-300 м. Мощность жил от долей см до 0,6 м. Проявление золота впервые выявлено на Грановском участке. Здесь в пределах Варваровского массива ультраосновных пород, установлена серия сближенных зон повышенной золотоносности. В Верховцевской структуре известен ряд золотопроявлений: Вольнохуторское, Сухохуторское, Грановское, Потокское, Красноярско-Алферовское, Семеринковское и др.

Сурский рудный район соответствует Сурской зеленокаменной структуре, расположенной в северной части Среднего Приднепровья и представляющей собой синклиналию складку, вытянутую на 30 км. Особо сложный характер складки наблюдается в пределах Солонянского блока. В строении структуры участвуют порофы конкской серии и прорывающие их ультрабазиты, которые слагают сравнительно крупные тела вдоль юго-западного борта Сурской структуры, а также в северной ее части. Наиболее крупные массивы ультраосновных пород Николаевский, Карнауховский, Правдинский, Павловский, Петровский. Золотопроявления приурочены к метаморфизованным породам кислого состава, залегающим среди основных эффузивов на глубинах 200-300. Мощность оруденелых зон от 1,0 до 40 м.

В пределах южной части Сурской структуры выделены золотоносные зоны субширотного простирания, включающие известные на данный момент золоторудные объекты. Основная часть рудных тел локализована в зонах наложенного рассланцевания, контролируемых дайками кварцевых альбитофиров. В пределах зон интенсивно развиты березитизация, лиственитизация, отмечается высокая концентрация кварц-анкеритовых и кварц-сульфидных прожилков. Здесь обстановка локализации золотого оруденения тождественна известным зеленокаменным провинциям мира /Поркью-лайн в Канаде и т.п./.



Основные золоторудные объекты С у р с к о г о рудного района /структуры/: месторождения - Балка Золотая, Южное, Сергеевское; рудопроявления - Аполоновское, Южно-Петровское, Расчетное, Солонянского и др.

Ч е р т о м л ы к с к и й рудный район включает месторождение Балка Широкая и рудопроявления: Кировское, Чкаловское, Шолохово, Бекентовское, Таврическое, Усть-Каменское, Екатерининское, Алексеевское, Восточное и др.

Характерно, что многие золоторудные объекты этой МЗ несут заметные содержания серебра.

Конкско-Белозерская МЗ включает Белозерский рудоносный район и Конкское рудоносное поле.

Б е л о з е р с к и й рудоносный район соответствует одноименной зеленокаменной структуре, наиболее представительной структуре этого типа в Среднем Приднепровье. От аналогичных синформ она отличается максимальным развитием и сохранением верхнеархейской части стратиграфического разреза.

Опробование на благородные металлы всего комплекса пород верхнеархейских формаций осуществлено в 1991-1992 гг. Это позволило выявить ряд рудопоявлений золота /Горняцкое, Южно-Белозерское/, 126 аномалий золота, серебра, платины и палладия. Терригенно-осадочная формация белозерской серии характеризуется преобладающим развитием аномалий всех четырех элементов /часто комплексных/ в метапесчаниках и черных сланцах. Железорудная формация белозерской серии отмечается повышенным фоновым содержанием золота /7,1 мг/т/. Однако, при незначительных по интенсивности аномалиях золота четко прослеживаются концентрации серебра в магнетит-хлоритовых и черных сланцах, а также в сидероплезит-магнетитовых кварцитах, в том числе и измененных метасоматозом. Особый интерес представляют в железистых кварцитах и сланцах аномалии платины и палладия, которые, в отличие от золота и серебра, не зависят от степени гипергенного окисления пород. В породах магматических формаций аномалии золота, серебра, платины и палладия приурочены к зонам гидротермальных изменений серпентинитов и прослоев метакератофилов. Минеральные формы выделения благородных металлов мало исследованы. Преобладают самородные частицы, которые тяготеют к прожилково-вкрапленным скоплениям пирита, пирротина с примесями марказита, халькопирита и арсенопирита. Главным спутником аномальных зон является метасоматическая карбонатизация, которую от состава исходных

порол сопровождают оталькование, хлоритизация, серицитизация, жильные и прожилковые формы окварцевания.

КОНКСКОЕ рудоносное поле выделено в пределах одноименной зеленокаменной структуры, сложено толеит-коматитовым комплексом. С амфиболитами окварцованными, со сланцами кварц-альбит-хлоритового, эпидот-альбит-хлоритового состава связаны проявления золота с содержаниями 0,1-3,0 г/т; с жилами грейзенизированных пегматитов в зоне экзоконтакта мокромосковских гранитов со сланцами кварц-серицит-слоистыми с вкраплением сульфидов - проявления и точки повышенной минерализации серебра с содержаниями 10-100 г/т.

ОРЕХОВО-ПАВЛОГРАДСКАЯ СМЗ субмеридионального простирания от г.Павлоград на севере до г.Орехов на юге протяженностью свыше 200 км при ширине 7-15 км, соответствует одноименной структурно-формационной зоне амфиболит-гнейсовых областей. Для Орехово-Павлоградской СМЗ характерно наличие проявлений железных, силикатных никелевых руд, а также циркона, тантало-ниобатов и флюорита /Малотерсянский щелочной массив/. С породами диабазо-спилитовой формации встречается золото с ниобием и редкими землями цериевой группы. В юго-западной части СМЗ известны проявления серебра с содержаниями до 500-700 г/т, связанные с метасоматическими измененными породами /амфиболитами, гнейсами, гранитоидами/, что свидетельствует о связи оруденения с процессами тектоно-магматической, метасоматической активизации.

ЗАПАДНО-ПРИАЗОВСКАЯ СМЗ. В ее пределах выделены СОРОКИНСКОЕ и ГУЛЯЙПОЛЬСКОЕ рудоносные поля.

СОРОКИНСКОЕ рудоносное поле, локализованное в одноименной геоструктуре /зоне/, имеет железорудно-редкометальную специализацию. С окварцованными и грейзенизированными пегматитами и вмещающими их мигматитами, с кварцевыми жилами, с амфиболитами и метасульфидными породами связана золоторудная минерализация.

В пределах Сорокинского рудоносного поля с поверхности выявлено золоторудное оруденение, прослеженное на глубину 250 м; золото самородное с сульфидами. Здесь известны Берляньское и Андреевское проявления. Кроме того, в пределах Сорокинской зоны находится ряд перспективных точек повышенной минерализации /с.Софиевка, Николаевка, Ролионовка, Осипенко/ с содержаниями золота 0,1-1,0 г/т, рудопроявления в районе редкометального месторождения "Крутая Балка" с содержанием золота до 3,3 г/т,

что повышает перспективы зоны на золото-сульфидное оруденение. Гуляйпольское рудоносное поле размещается в северо-западной части Западно-Приазовской СМЗ. В ядре Гуляйпольской синклинали структуры расположено одноименное железорудное месторождение, связанное с породами железисто-кремнисто-сланцевой формации. В 4,4 км к юго-западу от с. Гуляйполе выявлено Гуляйпольское рудопоявление золота, связанное с кварцитами, зонами окварцевания и сульфидизации. Содержание золота по 17,4 г/т, во вмещающих породах - 0,3 г/т. В Сорокинском рудном поле, локализованном в одноименной геоструктуре, установлены золоторудные рудопоявления: Андреевское, Крутая Балка /Бердянское/ и др.

Кроме того, в пределах Западно-Приазовской структурно-металлогенической зоны выявлен ряд золотопоявлений: Гайчурское, Берестовское и др.

Гайчурское рудопоявление золота приурочено к биотитовым и амфибол-биотитовым гнейсам западно-приазовской серии, включающим тела ультрабазитов. Оруденение связано с зонами окварцевания и сульфидизации, на гл. 215,5 м. Содержание золота 6,6 г/т. Рудопоявление тяготеет к зоне Днепродзержинского разлома. В среднем течении р. Берлы и ее притоков в пироксен-магнетитовых кварцитах установлена золотая минерализация /видимое золото в виде выделений неправильной формы/. Золото встречается и в маломощных /0,5-1,5 м/ кварцевых жилах. В пределах Конкско-Яльнской впадины, в районе Конкского глубинного разлома известен ряд точек минерализации, геохимических аномалий и проявлений знакового золота в шлихах из обломочного материала, песчано-глинисто-гравийных отложениях неогенового возраста и современных аллювиально-целювиальных отложений. Содержания золота 1-6 зн., серебра - до 10 г/т. Вероятно выявление золоторудной минерализации, связанной с формацией золотоносных россыпей.

**ЦЕНТРАЛЬНО-ПРИАЗОВСКАЯ СМЗ.** В ее пределах расположен ряд массивов субщелочных гранитов /Екатериновский, Каменногильский, Старолубовский, Малоянисольский/, с которыми связано редкометальное оруденение; имеется ряд месторождений графита и железа. Золото встречается среди различных жильных и дайковых пород, а также в зонах окварцевания, альбитизации и других метасоматических проявлений. Так, на Павловском участке в облас-



ти сочленения Донбасса с Центрально-Приазовской СМЗ, в восточном борту Конкско-Ялынской впадины, выделяется толща зеленокаменных пород, представленная метадацит-андезит-базальтовой формацией, метаморфизованной в условиях амфиболитовой фации. В пределах Павловской троговой структуры отмечаются участки интенсивной трещиноватости, сульфидизации, окварцевания, карбонизации. Содержание золота достигает 1 г/т. В междуречье Берда-Кальчик, в южной части Центрально-Приазовской СМЗ, в железистых кварцитах установлены точки с содержанием золота 0,17-0,57 г/т.

ВОСТОЧНО-ПРИАЗОВСКАЯ СМЗ расположена в восточной краевой части Украинского щита. Характерной особенностью является наличие Восточно-Приазовской очаговой структуры /Восточно-Приазовский сиенит-граносиенитовый плутон/, с формированием и последующими активизациями которой связаны основной и щелочной магматизм, гидротермально-метасоматические процессы, которые привели к образованию концентраций флюорита, графита, железа, редких металлов. Золотоносность изучена недостаточно. Однако можно выделить КАЛЬМИУССКОЕ рудоносное поле северо-восточного простирания, контролируемое зоной разломов в сиенитах Кальмиусского массива, протяженностью 110 км, шириной 10 км, где широко проявлены процессы метасоматической переработки, с которыми связана флюоритовая и редкометальная минерализация и выявлен ряд рудопроявлений и повышенных содержаний золота.

#### ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКАЯ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКАЯ ПРОВИНЦИЯ

В этой провинции выделена ДОНЕЦКАЯ СМЗ /Донбасс/. Здесь золото локализовано в зоне сочленения с Приазовским массивом, среди купольных структур северо-западной окраины Донбасса, в Никитовском рудном поле, Ольховско-Волынцевской антиклинали, Нагольном кряже и других местах. Во всех перечисленных районах, кроме Нагольного кряжа, оруденение золота крайне слабо изучено.

Донбасс является одним из трех золотоносных районов Украины, но с преобладающей золото-серебряно-полиметаллической минерализацией /Бобриковское и Журавское месторождения/.

Центрально-Донбасская МЗ характеризуется оруденением руды, сурьмы, флюорита, полиметаллов. Золото отмечается как сопутствующий элемент. Основное оруденение - рудное связано с месторождениями Никитовского рудного поля. В районе известны квар-

цевые жилы в песчаниках карбона, генетически связанные с гидротермальными проявлениями Главной антиклинали и, вероятно, завершающими процесс отложения золото-полиметаллических руд Нагольного кряжа. Здесь выявлено Михайловское проявление золота. Находки золота в шлихах известны в глауконито-кварцевых песках нижнего эоцена /район с.Причепиловка/.

Волновихская /Южно-Донбасская/ МЗ в структурном отношении соответствует зоне сочленения складчатого Донбасса и Приазовского блока Украинского щита, погружающегося здесь по серии разломов субширотного и северо-западного направлений под вулканогенно-осадочные образования палеозоя. Выявленная в Волновихской зоне минерализация характеризуется многообразием состава и различными условиями формирования. Здесь установлено флюоритовое, медно-кобальтовое, кобальт-марганцевое, полиметаллическое и ртутное оруденения. В известняках карбона и девона /р.Сухая Волиоваха, рудник Дальний, б.Мокрая Мандрюкина/ отмечаются повышенные содержания серебра /80-200 г/т / в зонах прожилкования, брекчирования, флюоритизации и сульфидизации. На контакте глинистых сланцев карбона и гранитоидов докембрия /Комсомольское рудопроявление/ выявлено полиметаллическое оруденение с сопутствующим золотом. Золотое оруденение в пределах зоны изучено недостаточно.

Персиановская МЗ расположена к югу от Нагольного рудного узла, в пределах южной антиклинали. Особенности развития Южной антиклинали показывают, что она является перспективной на золото-серебряные руды. Свидетельство этому - сложная история ее формирования, широкое развитие прерудного магматизма и гидротермальных преобразований вмещающих пород, наличие золотой и золото-полиметаллической минерализации /Амвросиевское рудопроявление в р-не с.Больше-Мешково, с.Благодатное и в Ростовской области/.

Нагольчанская МЗ расположена в центральной части Донецкого бассейна. Выявлена с запада на восток вдоль Главной антиклинали на 50-55 км при ширине 18-20 км и занимает особое место в Донецкой структурно-металлогенической зоне. В Нагольном районе самородное золото впервые было обнаружено в 1983 г. среди кварцевых жил на участке Острый Бугор работами горнопромышленника А.Н.Глебова. Из шахты глубиной 70 м было добыто 1,4 кг золота. Л.В.Самойлов отмечает наличие золота на Бобриковском куполе. В 1979-1989 гг. были обнаружены древние разра-



ботки полиметаллических руд у с. Нагольного, а также погребения с различными золотыми и серебряными украшениями /Шахтерский район Донецкой области и Свердловский район Луганской, окрестности сел Зрубное, Чугуно-Крепинка, Ананьевка, Благовка/. В этих местах сосредоточены находки погребений древних литейщиков и обнаружены золотые слитки и штампы для тиснения золотых бляшек.

В Нагольчанской металлогенической зоне известно более 500 сульфидных, кварц-анкеритовых, кварцевых жил, прожилков и зон, в том числе с золото-рудной, серебряной, литиевой и др. минерализацией, залегающих среди черносланцевых, глинистых и песчано-глинистых пород свит  $S_1$ ,  $S_2^I$  и  $S_2^2$ . В пределах Нагольчанской МЗ выделяется Есауловское рудоносное и Нагольно-Тарасовское, Нижне-Нагольчанское, Бобриковское рудные поля.

ЕСАУЛОВСКОЕ рудоносное поле приурочено к пересечению Осевого глубинного разлома и поперечного Миусского /Еланчик-Щетовского/ разлома, ограничивающего с запада Ровеньковскую грабенообразную структуру. Пространственно рудоносное поле расположено в пределах Есауловской антиклинали - составной части северной ветви Главной антиклинали, осложненной складчатостью более высоких порядков, серией зон смятия и пробления, к которым приурочено благороднометальное оруденение. Есауловская антиклиналь сложена песчано-глинистыми отложениями и известняками амвросиевской и мандрыкинской свит. В пределах Есауловского поля, вытянутого с запада на восток на 5,5 км при ширине до 2 км, известно Есауловское полиметаллическое месторождение, рудопроявления полиметаллов, лития и др.

НАГОЛЬНО-ТАРАСОВСКОЕ рудное поле приурочено к северному крылу Орехово-Тарасовской антиклинали. В пределах рудного поля открыто несколько объектов: Нагольно-Тарасовское полиметаллическое месторождение, Журавское месторождение серебра, ряд рудопоявлений и точек минерализации серебра. Образования жильного типа представлены вытержанными протяженными /100-150 м/ жилами небольшой мощности. Оруденение Нагольно-Тарасовского поля невыдержанно и меняется по простиранию и падению рудомещающих зон. Максимальные концентрации серебра отмечаются вблизи сбросов Березовско-Журавской структуры.

НИЖНЕ-НАГОЛЬЧАНСКОЕ рудное поле приурочено к Еланчик-Щетовскому разлому, вытянуто в субширотном направлении на 5 км при ширине 1,5 км. В пределах поля песчано-сланцевые отложения



свиты  $S_2^0$  смяты в Нагольчанскую брахиантиклинальную складку, осложненную рядом пликативных и дизъюнктивных структур. В рудном поле известны: золоторудное Осрбугорское, полиметаллическое Нижне-Нагольчанское месторождения и ряд рудопроявлений.

Бобриковское рудное поле приурочено к узлу пересечения Осевого и Мелвезано-Тарасовского глубинных разломов, пространственно приурочено к Бобриковской брахиантиклинали. В пределах рудного поля расположено Бобриковское золоторудное месторождение.

В других геоструктурах Украины I ранга, сложенных в верхних этажах осадочными толщами /Днепровско-Донецкая впадина, Волыно-Днестровская плита, Причерноморский прогиб, чехол Русской платформы и склонов Украинского щита, северо-западной части шельфа Черного моря, дна Азовского моря и т.п./ местами установлены небольшие по масштабам вышекларковые концентрации тонкого золота россыпной природы. Их формирование полигенно, обусловленное: разрывом эндогенных образований Карпат, Украинского щита, Донбасса и Воронежского массива; переывом осадочных толщ сопредельных территорий; переносом рыхлых масс в ледниковый /четвертичный/ период и т.п.. В настоящее время эти концентрации практического интереса пока не привлекают.

В соленосных толщах Днепровско-Донецкой впадины и Предкарпатья возможно выявление повышенных концентраций золота, сопряженных с соляно-купольными и нефтегазоносными структурами.

В заключение подчеркнем следующее. Золоторудные металлогенические провинции Украины /Карпатско-Добруджинско-Крымская, Днепровско-Донецкая и Украинского щита/ вмещают многочисленные разнообразные, разномасштабные, полигенные и полихронные концентрации золота, некоторые из них уже сейчас имеют промышленное значение, в т.ч. разведанные и разведываемые месторождения.

По генетическим особенностям здесь установлены гидротермально-метасоматические, метаморфогенные, гидротермальные, гипергенные и россыпные объекты. Наиболее перспективным в практическом отношении являются золоторудные концентрации в зеленокаменных и разломно-метасоматических структурах Украинского щита, в вулканотектонических структурах Закарпатья, в меньшей мере - эпitherмальные образования Донбасса и иные. Руды золота как правило, комплексные и несут различные /в т.ч. и промышленные/ содержания меди, свинца, цинка, серебра, мышьяка, теллура, рутьи, сурьмы, молибдена, бария и т.п.

В формировании эндогенного золоторудного потенциала Украины выделяются 4 главные эпохи: позднеархейско-раннепротерозойская /2450-2900 млн. лет/; среднепротерозойская /1650-1720 млн. лет/; пермо-триасовая /220-300 млн. лет/; неогеновая /15 млн. лет/.

В целом, золотое оруденение в выделенных металлогенических провинциях, структурно-металлогенических и металлогенических зонах, рудных и рудоносных районах и полях /зонах/ достаточно четко контролируется конкретными закономерностями своего формирования и вещественного состава, а также их распределения во времени и пространстве. Установление и реализация на практике этих закономерностей, особенностей металлогении золота, является главным фактором проведения научно-обоснованных геологоразведочных работ, направленных на создание промышленной золоторудной /сырьевой/ базы Украины.

УДК 553.411

## НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ, ЭВОЛЮЦИИ И СИНЕРГЕТИКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА

Комов И.Л., Кулиш Е.А., Бугаец А.Н.

В настоящее время выявлено и эксплуатируется большое число видов золоторудных месторождений, выделяемых по вещественным, морфологическим, генетическим и иным категориям. Их число постоянно увеличивается за счет обнаружения и ввода в эксплуатацию новых видов месторождений золота /Кулиш и др., 1996/.

К числу ведущих геолого-промышленных месторождений золота, обеспечивающих основную долю добычи металла с указанием их доли в мировых запасах /%/, относятся /Кулиш, 1994/: I - метаморфизованные докембрийские золотосодержащие конгломераты /53 %/; 2 - золотосодержащие мепно-порфировые месторождения /8 %/; 4 - месторождения в докембрийских зеленокаменных структурах /8 %/; 5 - месторождения в вулкано-тектонических структурах /8 %/; 6 - месторождения типа "Карлин" /3 %/; 7 - эндогенные месторождения иных типов /14 %/. Исходя из наших целей нами рассматриваются здесь многие главные типы эндогенных месторождений золота, но особое внимание уделено 3 группам: I - месторождения в зеленокаменных поясах /вышеуказанный № 4/; II - месторождения, связанные с терригенными и метаморфическими породами /№ 6 и часть из № 7/; III - месторождения, связанные с вулканитами /№№ 2,5/. Уделено должное внимание и золотоносным конгломератам /№I/, золотоносности железистых пород и некоторым другим видам месторождений золота. Учитывалась при этом совокупность выявленных уже в Украине типов вещественно-генетических золоторудных концентраций.

Для генерализованной геолого-геохимической систематики, анализа пространственно-временной эволюции и сравнительного изучения месторождений золота исследованы взаимоотношения их в многомерном геологическом пространстве. Детально обработать такую громадную и многоплановую информацию можно только с помощью математических методов, поскольку приходится иметь дело, главным образом, с качественными данными и большим количеством признаков различного характера /геологические карты, литологические и петрохимические особенности вмещающих пород, минеральный и химический состав руд и пр./.



Отбор и классификация информации производились по этапам /Бугаец и пр., 1976/. I этап - формирование цели обработки данных, а именно: выделение конкретных групп месторождений, определенным образом связанных с возрастом и глубиной их формирования; анализ многомерной эволюции золоторудных объектов; определение признаков, характерных для крупных объектов. II этап - выбор /среди множества этих объектов/ эталонов, отвечающих поставленным целям и сопровождающийся детальным анализом материалов по наиболее изученным месторождениям. III этап - на основе имеющихся данных составляется возможно полная система признаков золоторудных концентраций. Вся информация при этом отражает лишь выявленные /наблюдаемые/ факты и величины, а не выводы или мнения. Категории пространства и времени не включались в систему характеристик месторождений. IV этап заключается в построении таблицы, в которую сводится вся информация об исследуемых объектах. Таблица составляется в виде матрицы, в которой по горизонтали характеризовались месторождения, а столбцы - их признаки. Каждому признаку был приписан смысл, допускающий отрицание или утверждение. Ответы были закодированы в символах двоичного исчисления: да - единица, нет - ноль.

Было изучено 70 месторождений, охарактеризованных 53 признаками. Выборка информации включала пять групп признаков / $X_1-X_{53}$ /: 1 - характеристика вмещающих пород /II признаков/; 2 - структурно-тектонические особенности месторождений / 9 признаков/; 3 - особенности магматизма и метаморфизма /10 признаков/; 4 - морфология рудных тел /8 признаков/; 5 - минеральный и химический состав руд /15 признаков/.

Анализ частот встречаемости отдельных признаков по изученным объектам упрощенными методами не дает возможности составить общее представление о сходстве или различии тех или иных месторождений, установить упорядоченность и последовательность объектов в общей системе, их эволюцию и т.п. Очевидно, что такое сравнительное изучение и выявление определенной упорядоченности в следовании объектов от "простого" геологического строения к "сложному" будет гораздо более эффективным, если использовать одновременно, возможно большое количество информации. Возрастание сложности объекта понимается как эквивалентное увеличение разнообразия в категориях признаков, характеризующих объекты /Бугаец и пр., 1976/.

В то же время, содержательный анализ взаимоотношений

объект<sup>В</sup> друг с другом с учетом большого количества признаков затруднителен. Нами была предпринята попытка, перед проведением такого изучения, оптимальным образом сжать информацию, руководствуясь при этом как желанием не потерять значительно-го количества признаков, так и стремление<sup>М</sup> к получению возможности наглядного изображения получаемых результатов. Проведена операция визуализации, то есть, оптимальное в некотором смысле отражение расположения объектов в 53-мерной признаковой системе /пространстве/ в двумерном пространстве /Синергетика ..., 1992; Летников, 1992/. Для этого использовались методы многомерных метрических отображений, использование которых позволило получить данные расположения золоторудных месторождений из 53-мерного пространства на плоскость /рис. I/. На этой схеме все проанализированные объекты соединены линией, начало которой соответствует объекту с минимальной мерой сложности геологического строения, а окончание - объекту с максимальной мерой сложности геологического строения.

Анализ данных, отображенных на рис. I, показывает, что проявляется определенное регулярное вращение элементов на пути следования от наиболее простых по геологической сложности объектов к месторождениям с максимальной мерой геологической сложности в 53-мерном геологическом пространстве. Это отражение определенной эволюции, соответствующей многомерной спирали. Эта спираль состоит из семи витков.

1-3 витки - это преимущественно объекты, связанные с зеленокаменными образованиями, типичными представителями которых являются месторождения Керр Эдисон, Колар, Хемло, Паркьюпайн, расположенные в порядке усложнения их геологического строения.

4-5 витки - месторождения, локализующиеся в метаморфических и терригенных породах: Мурунтау, Олимпиадинское, Сухой Лог, Агинское.

6-7 витки объединяют месторождения, связанные с вулканогенными образованиями в том числе эпитермальными - Теллурайд, Силвертон, Балей, Дарасун, Береговское, Зод, Эль-Оро, Хомстейк.

Такова оптимальна<sup>Я</sup> трансформация из 53-мерного пространства в двумерное пространство, отражающая спиралевидный ход эволюции золоторудных месторождений по мере усиления степени уложнения их геологического строения.

Особенно отчетливо проявляется эта закономерность на

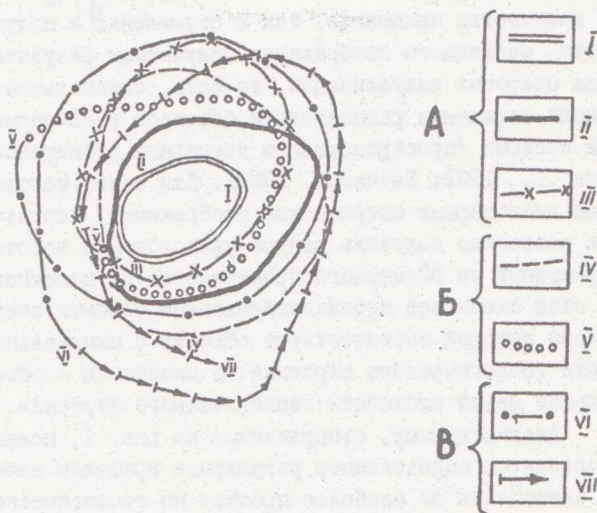


Рис. 1. Отображение расположения золоторудных объектов из 63-мерного пространства на плоскость.

А - месторождения первой группы: I - размещаемые в метакоматитах, метавулканитах; II - в горизонтах формаций железистых кварцитов; III - в обогащенных сульфидами терригенных метавообразованиях среди лавовых потоков метавулканиогенных формаций; Б - месторождения второй группы: IV - связаны с метаморфическими породами разнообразного состава; V - размещенные в карбонатно-пеломитовых образованиях с слоями черных сланцев; В - месторождения третьей группы: VI - мелно-порфировые, размещенные в андезито-базальтах; VII - близповерхностные мезо- и эпitherмальные, размещенные в вулканогенных породах.



рис. 2, где изображена эта спираль в разрезе. Она представляет сложную фигуру, состоящую из трех самостоятельных блоков: нижнего, среднего и верхнего.

Важной особенностью спирали является зональное распределение месторождений по типам. На первом уровне расположены глубинные месторождения относительно простого вещественного состава, относящихся преимущественно к золото-кварцевой формации. Далее локализуются жильные месторождения средних глубин сульфидно-золото-кварцевой формации; на третьем верхнем уровне - штокверковые сульфидно-кварцевые и прожилково-вкрапленные золото-сульфидные объекты преимущественно гипабиссального уровня становления. Это преимущественно близповерхностные объекты /золото-халцедоновые, золото-полисульфидные, золото-серебро-теллуридные и т.п./.

Таким образом, отчетливо проявляется закономерный переход от глубинных месторождений через среднеглубинные к близповерхностным. В этом же направлении отмечается изменение пород субстрата от метавулканитов толеит-коматиитового состава, гипербазитов, долеритов, железистых кварцитов /первый тип/, к метаморфических и терригенным породам, содержащих карбонатные и графитистые образования /второй тип/, и к вулканогенным и эффузивным породам-базальтам, андезитам, дацитам /третий тип/.

Для глубоких горизонтов характерны месторождения метаморфизованного и гидротермально-метаморфического типов /простые пластовые, жильные тела, зоны с прожилково-вкрапленной минерализацией, штокверки и т.п./. Вверх по разрезу земной коры локализуются рупные системы ортомагматического /гидротермального/ и метаморфогенно-гидротермального типов, нередко сопровождаемые малыми интрузиями. Близповерхностные месторождения - это преимущественно проявления вулканогенного, вулканогенно-плутоногенного и гидротермально-метаморфогенного низкотемпературных типов.

По данным проведенных исследований вскрывается полная колонна оруденения в земной коре, а также фундаментальная закономерность в проведении золоторудных объектов в абстрактном многомерном геологическом пространстве. Это проявляется в эволюции рудообразования по "спирали", что отражается в закономерной смене характера вмещающей среды, глубины становления и в возрастном диапазоне формирования оруденения. Та-

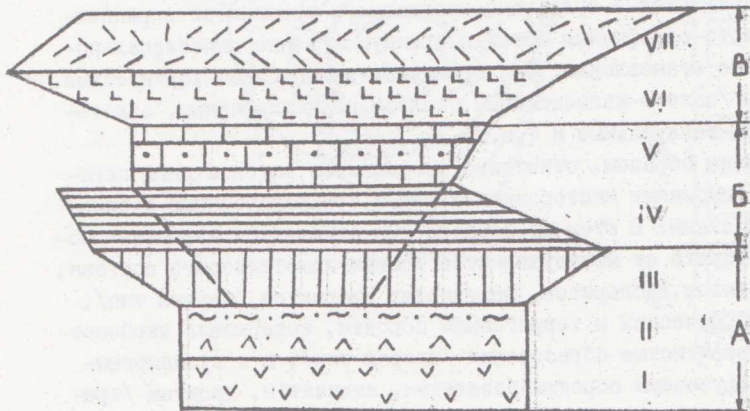


Рис. 2. Отображение расположения в золоторудных объектах в плоскости разреза 63-мерного пространства.

/Рис. 2 отражает разрез по вертикали рис. 1/.

А - месторождения первой группы: I - размещенные в метакоматиитах, метавулканитах; II - в горизонтах формации железистых кварцитов; III - в обогащенных сульфидами терригенных метаобразований среди лавовых потоков метавулканогенных формаций. Б - месторождения второй группы: IV - связанные с метаморфическими породами разнообразного состава; V - размещенные в карбонатно-доломитовых образованиях с слоями черных сланцев. В - месторождения третьей группы: VI - медно-порфировые, размещенные в анфезито-базальтах; VII - близповерхностные мезо- и эпитермальные, размещенные в вулканогенных породах.

ким образом, можно полагать, что пространственно-временная эволюция золоторудных месторождений и ее спиралевидный характер являются одной из главных закономерных черт металлогении земной коры.

Для более углубленной оценки роли вмещающих пород и выделения наиболее типичных признаков для выделенных групп месторождений проведены дополнительные исследования. Была использована методика обработки материалов с помощью разложения Крунена-Лоэва /Бугаец и др., 1976/.

Системный анализ взаимоотношений изучаемых объектов друг с другом получен на основе оптимального "сжатия" информации с использованием большого количества признаков. По каждой группе признаков для всех вовлеченных в познание 70 месторождений создавались матрицы ковариаций и их главные оси. В качестве новых признаков использовались линейные комбинации по каждой группе признаков, получаемые с помощью двух главных осей, которым отвечают максимальные собственные числа и на которые падает большая доля изменчивости изучаемой совокупности из 70 объектов. Использование этих приемов позволило выявить значение и степень информационного веса тех или иных геологических признаков для формирования вышеуказанных 3 типов месторождений. Для тех же целей были использованы методы, позволяющие изучить информационные веса признаков /Бугаец и др., 1976/. Ниже приводятся основные результаты проведенных исследований по этим вопросам.

**МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПЕРВОЙ ГРУППЫ** связаны с древними /архей-нижний протерозой/ зеленокаменными поясами, сложенными метавулканитами основного, среднего, кремнекислого и субщелочного состава. Установлены следующие разновидности золотоносной минерализации: 1 - кварцево-жильные; 2 - в минерализованных метасоматических зонах; 3 - в металавах и метавулканических образованиях обычно с комплексным оруденением /хром-цинк-золото/; 4 - в метаморфизованных осадочных и пирокластических образованиях. Первичным источником золота в ряде месторождений служили вулканиты толеит-коматиитового состава. Содержание золота во вмещающих породах вблизи рудных зон уменьшается на порядок по сравнению с региональным фоном /5 мг/т Au /, что связано с его выносом и переотложением. Непосредственно на месторождениях золота отмечаются высокие дисперсии в его распределении.



Установлено большое число признаков, влияющих на формирование золоторудной минерализации этого типа. Основными /из совокупности 53/ являются признаки, имеющие наиболее высокий информационный вес:

X<sub>7</sub> - наличие вулканогенных пород повышенной основности, чередующихся с осадочными породами значительной мощности;

X<sub>10</sub> - развитие пород, обогащенных железистым материалом, сульфидами, углеродистыми образованиями;

X<sub>14</sub> - развитие контрастных по составу вулканических образований /лавы, туфы/, чередующихся с терригенно-осадочными породами, подвергнутых неоднократным преобразованиям, прежде всего, метаморфическим;

X<sub>17</sub> - коматиитовый и толеит-базальтовый состав вулканитов; сочетание различных по составу вулканитов и вулканокластитов;

X<sub>18</sub> - наличие даек;

X<sub>19</sub> - гранитоидный магматизм; преобладание калиевых гранитов, а также гранодиоритов;

X<sub>21</sub> - низкоградиентный метаморфизм в зеленосланцевой и эпидот-амфиболитовой фациях;

X<sub>22</sub> - развитие альбит-кварцевой и мусковит-кварцевой фаций метасоматических пород;

X<sub>30</sub> - проявление дробления и рассланцевания пород вдоль надвигов и взбросов и оперяющих их систем трещин;

X<sub>31</sub> - наличие изоклинальных складок.

Формирование многих месторождений происходило при проявлении осадочно-вулканогенных, метаморфогенных и гидротермальных процессов, что обусловило неоднократное перераспределение золота в продуктивных зонах, обуславливая его полигенность и полихронность.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВТОРОЙ ГРУППЫ связаны с метатерригенными и метаморфическими породами разнообразного состава, содержащими карбонатные породы и графитистые /черные, углистые/ сланцы. Миграция золота наиболее интенсивно проявлялась в период внедрения гранитной магмы или зонального метаморфизма. Зоны минерализации часто сопровождаются малыми интрузиями и дайками. Различают следующие подтипы месторождений второй группы: 1 - связанные с углеродистыми и сульфидоносными породами /тип Мурунтау/; 2 - месторождения, размещенные в известково-карбонатных отложениях с горизонтами графитистых сланцев /тип

Олимпиадинский/; 3 - золотосные проявления в терригенных слабо метаморфизованных отложениях и включающие, обычно, стратиформные месторождения.

Наиболее информативными признаками этой группы месторождений, имеющих высокий информационный вес, являются следующие;

X<sub>32</sub> - приуроченность оруденения к черносланцевым сульфидоносным, кремнисто-терригенным и известково-карбонатным породам, подвергшихся преобразованиям в условиях средних и низких фаций метаморфизма;

X<sub>34</sub> - обогащенность вмещающих пород серой, фосфором и органическим углеродом, натрием и мышьяком;

X<sub>35</sub> - развитие карбонатно-доломитовых образований с экранами слабо проницаемых для флюидов сланцев;

X<sub>36</sub> - наличие флексурообразных и сжатых складок, а также зон рассланцевания;

X<sub>37</sub> - сопряжение антиклинальных складчатых структур с дизъюнктивными нарушениями;

X<sub>38</sub> - развитие разломов и зон дробления вдоль переслаивания контрастных по составу пород.

X<sub>39</sub> - проявление гранитоидов, малых интрузий и даек.

Высокие концентрации золота на месторождениях второй группы часто связаны с корами выветривания /с многократным концентрированием золота в остаточных продуктах/, а также с первичными стратиформными залежами /Комов, 1994/.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТРЕТЬЕЙ ГРУППЫ связаны обычно с вулканогенными и вулканоплутоническими образованиями в вулканотектонических структурах и разделяются на два типа: 1 - медно-порфировые; 2 - близповерхностные мезо- и эпитермальные.

Медно-порфировые месторождения с повышенной золотосностью локализуются в структурах островных дуг /первичного и вторичного характера/ в связи с андезит-базальтовым магматизмом, который особенно отчетливо и продуктивно проявился в Тихоокеанском рудном поясе.

С вулканогенными и вулканоплутоническими породами /эффузивные, интрузивные и пирокластические фации базальтов, андезитов, дацитов, диоритов и т.п./ связаны эпитермальные месторождения золота. Крупные объекты мезо-кайнозойского возраста локализуются в зонах развития континентальных вулканических поясов.

Для третьей группы объектов наряду с вышеперечисленными

критериями, высоким информационным весом, характерны следующие признаки:

X<sub>42</sub> - развитие щелочных базальтов и фельзитов, сиенитов, обогащенных калием и натрием;

X<sub>43</sub> - наличие халцедонных образований и прожилково-вкрапленной минерализации в андезито-базальтах, обогащенных Mo, Cu, Ag;

X<sub>45</sub> - широкое развитие в вулканогенных породах кварца, апуляра, пирита, галенита, сфалерита, сульфосолей и т.п.;

X<sub>46</sub> - присутствие вулканических пород, обогащенных магнетитом;

X<sub>47</sub> - развитие грубообломочных брекчий и туффзитов, подвергнутых гидротермальным изменениям /аргиллитизация и т.п./.

Таким образом, отчетливо выделяются три группы месторождений, характеризующиеся определенными ведущими геолого-геохимическими характеристиками, выявленных на основе анализа, обладающих различным информационным весом совокупности признаков. Установлена сложная зависимость золотоносности геологических образований от различных факторов. Это касается также и вариаций в изменении пробности золота. Для месторождений первой группы среднее значение пробности золота составляет 940 /вариации 780-1000/; для второй группы - 820 /650-970/; и третьей - 650 /500-870/. В месторождениях третьей группы золото отличается переменной средней пробностью с весьма значительным разбросом значений пробности.

Выпеленным группам месторождений золота свойственны и определенные типы структур запасов металла в них. Известно, что объем рассеянного золота в горных породах весьма значительно превышает рудные скопления в верхнем слое земной коры. Процессы концентрации золота, приводящие к образованию промышленных месторождений, целесообразно рассматривать на фоне значительных по своим масштабам явлений его миграции и рассеяния, обусловленных гипергенезом, осадконакоплением, магматизмом, гидротермализмом и метаморфизмом. Формирование золоторудной минерализации - это избирательное концентрирование и накопление в той или иной степени рассеянного ранее золота в конкретных участках земной коры.

Эти данные позволяют выяснить условия геологической динамики золота в многообразных геологических обстановках различных регионов Мира. При этом можно использовать методические приемы, изложенные в работе В.В.Иванова и Р.Б.Панфилова /1985/. Обобщены результаты по соотношению запасов золота +



извлеченного /добытого/ металла и его распространенностью в соответствующем, вмещающем месторождения, геологическом пространстве с установлением доли золота, вовлеченного в процессы его геохимической миграции из состояния рассеяния к рудному концентрированию. Нами определены:

1 - рассеянная форма золота - его геохимическая масса в конкретном геологическом пространстве  $Q_p$ . Она равна произведению генерального среднего его содержания "с" /геохимический фон, кларк, ферсм/ на массу горных пород / м / с учетом характеристик средневзвешенных соотношений пород, т.е.  $Q_p = c \cdot m$ .  $m = S \cdot h \cdot d$ , где S - площадь исследуемой конкретной территории, это может быть рудный район, геоблок различного ранга, минерагеническая провинция, континент и т.п. h - это мощность земной коры в конкретном регионе, устанавливаемая исследователями /в этой работе мы принимаем ее в 20 км/. d - удельная плотность всей массы пород /нами принята в 3,2 г/т/. В дальнейшем, при более детальных исследованиях на более локальных территориях, следует более четко и дифференцированно определять их более точные значения "с" и "d" и на меньшие мощности /глубины/. В этих случаях  $Q_p$  будет более дифференцированным и более точным.

2 - концентрированная форма металла: запасы золота для конкретного геологического пространства + добытое здесь золото за весь период эксплуатации месторождений. Это -  $R_k$ . Нами велись расчеты по состоянию на 1990 г.

3 - коэффициент рудогенеза  $K_p = R_k : Q_p$  /Иванов и др., 1985/.

$K_p$  отражает меру перехода рудного вещества /в данном случае - золота/ из состояния рассеяния в концентрированное.  $K_p$  обычно исчисляется в  $\log$ , используя  $\log Q_p$  и  $\log R_k$ .

Выявлена тесная положительная корреляционная связь между  $Q_p$  и  $R_k$ , коэффициент корреляции в общем равен 0,56, при допустимом значении / $r < 0,05$  / - 0,33.

Установлено, что геотектонические структуры /комплексы/ определенного структурно-формационного, геохимического и металлогенического ранга характеризуются своими постоянными значениями  $K_p$  для конкретных металлов, в т.ч. и для золота /Иванов и др., 1985; Комов, 1994/. Средние значения  $K_p$  для различных континентов довольно близки /2,0-3,3/.

Площадь рудных районов месторождений золота первой группы /S /, связанных с зеленокаменными образованиями докембрия

оценивается в  $17,5 \text{ млн. км}^2$ . Коэффициент рудогенеза / при  $\rho = 3,2 \text{ г/см}^3$ ,  $h = 20 \text{ км}$ . фоновой золотоносности метаматмитов зеленокаменных поясов  $3,0 \text{ мг/т}$  определялся из соотношения /в усл. ед./  $K_p = 1g(P_k:Q_p) = 3,0 \cdot 10^{-7}$ . В настоящее время в мире учтено около 150 золоторудных месторождений, связанных с зеленокаменными поясами, общие запасы которых оцениваются в 5472 т, за период эксплуатации из них извлечено 5054 т золота /Минеральные ..., 1990/. Породы зеленокаменных поясов, по-видимому, служили также источниками рудного вещества для золотоносных конгломератов, с которыми связаны крупные месторождения золота. К текущему времени из этих месторождений извлечено около 35500 т золота, подтвержденные запасы в них составляют 25 000 т, площадь распространения  $3,0 \text{ млн. км}^2$  /Шер, 1974/. Среднее содержание золота в рудах до 10 г/т. Для месторождений первой группы с учетом золотоносных конгломератов коэффициент рудогенеза  $K_p = 10 \cdot 10^{-7}$ . Можно считать, что приуроченные к зеленокаменным поясам золоторудные месторождения и золотоносные конгломераты - главные поставщики и источники золота.

На долю месторождений второй группы придется более 5850 т извлеченного золота; оставшиеся запасы оцениваются в количестве 10 900 т, площадь развития золотоносных зон /млн. км<sup>2</sup>/  $\sim 20,0$  /Шер, 1972, 1974/. Коэффициент рудогенеза =  $2,2 \cdot 10^{-7}$ .

Из месторождений третьей группы добыто более 24 000 т золота, а подсчитанные запасы превышают 16 000 т. Площадь золотоносных провинций /млн. км<sup>2</sup>/ - 24,0. Коэффициент рудогенеза  $4,5 \cdot 10^{-7}$ .

Таким образом, коэффициент рудогенеза для I группы месторождений золота =  $3,0 \cdot 10^{-7}$  для II =  $2,2 \cdot 10^{-7}$ , для III =  $4,5 \cdot 10^{-7}$ .

На основе рассчитанных значений коэффициентов рудогенеза для основных типов месторождений представляется возможным производить количественную оценку возможных ресурсов конкретных площадей путем определения параметров  $Q_p$ ,  $P_k$ ,  $K_p$ . Анализ значений этих величин позволяет также судить о принадлежности объектов к определенному типу месторождений золота. Это обусловлено переходом определенной части золота для основных классов месторождений в процессе миграции из состояния рассеяния к рудному концентрированию. Для всех выделенных групп месторождений из различных регионов мира отмечаются весьма

близкие геохимические ресурсы, рассеянные в породах земной коры /рис. 3/.

В результате выполненных исследований нами установлены и другие общие закономерности формирования месторождений золота. Теоретическое осмысливание этих данных целесообразно провести на базе СИНЕРГЕТИКИ – перспективного направления, изучающего универсальные явления самоорганизации в динамических неравновесных геологических системах /Летников, 1992; Николис и др., 1979; Синергетика ..., 1992 и др./.

Одним из важных способов изучения процессов самоорганизации является имитационное моделирование с использованием компьютерной технологии. Это особенно важно, т.к. закономерности синергетики проявляются во времени и пространстве, а аппарат этой теории /бифуркации, диссипативные системы, аттракторы и др./ позволяет изучать самые разнообразные нелинейные процессы. Последние сопровождаются совместным проявлением различных факторов и явлений самоорганизации сложных систем. Применение методов синергетического анализа совместно с обработкой данных на ЭВМ позволяют количественно оценить сложность динамики среды образования месторождений золота и их ресурсы в различных регионах. Наиболее важные аспекты этих проблем следующие.

I. Проблема эволюции золотого оруденения решалась нами с использованием системного подхода – от общего к частному. Системный подход к рудообразующим системам, их эволюции с позиций синергетики позволяет наиболее объективно познать их генезис и этапы их формирования. Месторождения по степени самоорганизации были расположены нами в закономерные ряды в абстрактном многомерном геологическом пространстве. Эволюция золотого оруденения происходила по пути усложнения и возрастания числа формационных типов. Установлено фундаментальное свойство сообщества золоторудных объектов – эволюция его по "спирали", отражающую закономерную смену в вещественном геологическом пространстве, во времени и масштабах концентраций /запасах/ в глубине становления золоторудных месторождений. Установлено, что периодичность проявления конкретного оруденения соответствует периодичности развития в земной коре синергетических процессов разных масштабов.

Эволюция в данном смысле – это проявление развития, которое осуществляется в различных формах и видах функциониро-



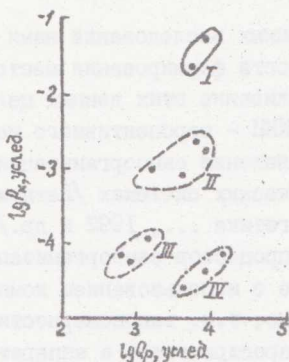


Рис.3. Зависимость запасов золота, сконцентрированных в месторождениях, от геохимических ресурсов, рассеянных в породах земной коры.

I - Южная Африка /золотоносные конгломераты/; II - Австралия, Канада /зеленокаменные образования/; III - Западная Европа, Америка /преобладают месторождения второй группы/; IV - Азия /преимущественно вулканогенные месторождения третьей группы/ /Комов, 1994/.

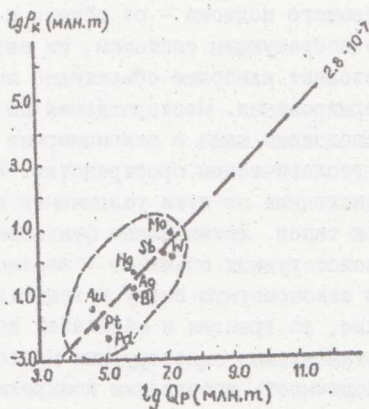


Рис.4. Зависимость мировых запасов элементов, сконцентрированных в месторождениях  $P_K$ , от геохимических запасов, рассеянных в породах земной коры  $Q_p$  /по Иванову и др., 1985/.

вания геологических систем, характеризующейся весьма сложной организацией. Особенно отчетливо прослеживается связь рудоносности и дифференцированности слагающих месторождения горных пород. Выделено три группы месторождений, связанных с зеленокаменными, метаморфическими и терригенными, вулканическими породами, характеризующиеся определенными геолого-геохимическими характеристиками. Эти группы отчетливо выделяются в спиральных и витках эволюции. В пределах витков, соответствующих трем названным группам месторождений, в их конечных путях располагаются наиболее перспективные месторождения, когда проявлялись многократно наложенные друг на друга процессы, приводящие к концентрированию золота, например, месторождение Хемло в первой группе и Олимпиадинское во второй и т.п.. Отмечается предварительное накопление золота при дифференциации пород с последующей гидротермальной ремобилизацией и отложением руд, ассоциирующих с Ag, Hg, Bi, Mo и др.

Таким образом, самоорганизация - важная составляющая эволюции оруденения, в т.ч. и золотого.

2. Образование уникальных месторождений /золотоносные конгломераты, объекты в черносланцевых формациях, в корях выветривания и др./ объясняется на основе анализа кооперативного взаимодействия многих факторов, и синергетика выступает здесь как методологическая основа их исследования. При формировании крупных месторождений отмечается многообразие форм миграции и перераспределения золота с последовательным проявлением ряда процессов - эндогенных и экзогенных.

Модельным объектом для изучения кооперативного взаимодействия различных процессов является, например, месторождение Витватерсранд. Уникальность масштаба и состава золотоносных конгломератов связана с многоэтапностью их формирования, что отражается в многообразии содержащихся в них минералов, сложном геохимическом спектре элементов и их многоформности. Предполагается, что породы зеленокаменных поясов /"доконгломератового" этапа/ служили источниками рудного вещества для конгломератов. Источником разнообразных /> 100/ минералов, сосредоточенных в цементе конгломератов, являются эффузивные породы ультраосновного и основного состава, граниты, массивные сульфидные руды и др.

Сохранность золота в конгломератах обеспечивалась особыми вещественными и физико-химическими условиями среды, в

частности низкой концентрацией кислорода, о чем свидетельствуют находки уранинита, углистого вещества, графита, сульфидов и т.п. в архейских образованиях Витватерсранда. Можно полагать, что диссипативные системы при образовании конгломератов подвергались разделению на обособленные подсистемы, функционирующие длительное время за счет собственных энергетических и вещественных ресурсов. Обломки уранинита и пирита в толще Витватерсранд являются результатом длительного выветривания в условиях тропического климата. При этом уранинит мог сохраняться в белой кислородом атмосфере. Рудовмещающие толщи подвергались метаморфическим изменениям в последующие этапы. Синергетизм этой мегасистемы проявился в кооперативном взаимодействии различных процессов - автохтонной и аллохтонной ремобилизации, при интенсивном перераспределении золота, при выветривании, переносе и седиментации, в период циркуляции диагенетических растворов в пористых и проницаемых породах. В постседиментационные этапы были сформированы полистадийные месторождения метаморфогенного и метаморфогенно-гидротермального типов. Геологическая среда, благоприятствующая рудообразованию, характеризовалась динамической структурой, что являлось следствием процессов самоорганизации, определяемых диссипацией энергии; поступающей из внутренних и внешних источников. Проявлялись процессы аккумуляции и высвобождения энергии при радиационном облучении минеральных фаз. Высвобождение энергии с выносом вещества особенно отчетливо проявлялись при растворении минералов. Это благоприятствовало неоднократным процессам перераспределения и концентрации золота и урана в конгломератах.

Явление синергетики отчетливо проявляются при взаимодействии экзогенных /гипергенных/ факторов с ранее созданными эндогенными золотосодержащими комплексами, что приводит к созданию линейных и площадных золотосных кор выветривания.

Важную роль в локализации золота играли черносланцевые образования, которые при своем образовании изначально обогащались металлами, в т.ч. и золотом. Это благоприятная для рудоотложения золота среда, обеспечивающая в себе восстановительные условия, а на ее границах функционировал резкий окислительно-восстановительный барьер /изменение  $Eh$  /.

Таким образом, при кооперативном взаимодействии эндогенных и экзогенных процессов отчетливо проявляется синергетический эффект, заключающийся в взаимном усилении совокупного



воздействия на вмещающие породы и первичные руды с формированием высоких концентраций золота.

В аномальных геолого-генетических условиях при случайно возникших благоприятных ситуациях формировались особо крупные и уникальные по запасам месторождения золота. Они отражают объединение ряда благоприятных событий и условий сложных уровней: - принадлежность к определенной металлогенической эпохе, особенно с высокой золоторудной продуктивностью;

- проявление нескольких последовательных этапов преобразования первично рассеянной золотой минерализации;

- концентрации золота в относительно ограниченном объеме при проявлении многоступенчатого процесса концентрации в ходе геологического развития конкретной структуры /структурно-формационного комплекса/;

- консервации созданных месторождений, исключая их частичное разрушение /эрозия, рассеивающая регенерация и т.п./

Именно благоприятная совокупность и последовательность благоприятных условий, возникавших локально в определенных участках земной коры при изменчивой геолого-генетической обстановке и неоднородном распределении геотектонических ситуаций, приводили к формированию уникальных золоторудных объектов.

С позиций кооперативного воздействия всех участвующих в системе пород и компонентов объясняется, например, формирование уникальных комплексных железо-медно-урано-золоторудных месторождений в зонах несогласия верхнепротерозойских пород /Олимпик-Дам, Сигар-Лейк и др./, а также уран-золоторудных и золоторудных конгломератов /Витватерсранд и др./.

Значения коэффициентов рудогенеза для основных типов месторождений, позволяют проводить количественную оценку возможных ресурсов золота конкретных площадей. Проведен синергетический анализ разнообразных механизмов самоорганизации в различных геологических средах и данных по распределению в них золота. Главный "механизм" самоорганизации при этом - это сочетание мобилизации, миграции, рассеяния и концентрации элементов. Первичная мобилизация и миграция - это кооперативный синергетический процесс, обусловленный взаимодействием флюидов с породами, содержащими золото. В благоприятных условиях в ходе геохимической мобилизации и миграции из состояния рассеяния в горных породах к состоянию концентрации

переходит определенная часть золота и мерой такого перехода является коэффициент рудогенеза -  $K_p$ . Выделенные три группы месторождений имеют различные значения коэффициента рудогенеза. Отмечается скачкообразное изменение значений  $K_p$  золота в ходе многоступенчатого процесса геохимической миграции и концентрации металла. Совокупность условий, возникших локально в определенных участках земной коры при изменчивой термодинамической обстановке и неоднородном тектоническом сооружении, приводили к формированию уникальных объектов. Переход золота в концентрированное состояние обусловлен взаимодействием положительной и отрицательных обратных связей, действующих в системе. Синергетический механизм перехода золота из рассеянного состояния в концентрированное происходил при проявлении последовательной цепи событий: мобилизация в неравновесных условиях рассеянного золота  $\rightarrow$  переход золота в подвижное /растворенное состояние/  $\rightarrow$  миграция  $\rightarrow$  создание в одних случаях компактных концентраций золота, в других - его повторное рассеивание.

Характерно, что коэффициент рудогенеза или мера перехода вещества из состояния рассеивания в концентрацию, - весьма близки у золота, платины, серебра, сурьмы, вольфрама и урана. Анализ корреляционной зависимости между  $Q_p$  и  $R_k$  для этих элементов показал наличие тесной положительной связи /рис. 4/.

Средние значения  $K_p$  золота конкретных объектов, определенных вещественно-генетических типов месторождений и для различных континентов, весьма близки  $/2,0-3,5 \cdot 10^{-7}$ . Согласно теории синергетики образование самоподобных иерархических структур свойственно геологической среде, в которую поступает энергия извне. Блочно-иерархическое устройство земной коры обладает способностью саморегуляции процессов энергопереноса. При особом энергетическом состоянии диссинатричных структур формируются месторождения полезных ископаемых, в т.ч. и золота. Признаки подобия /фрактальность, степенные зависимости и т.п./ отражаются в значениях коэффициента рудоносности  $/K_p/$ . Диссипативные системы в процессе развития под воздействием непрерывного потока энергии способны устранять влияние хаотических возмущений и обеспечивать устойчивость, характерную для них состояния. Разность энергии на входе и выходе затрачивается на преодоление хаоса и поддержания порядка /периодического режима/.

Чем в меньшем геохимическом объеме заключена конкретная масса элемента, тем выше становится коэффициент рудоносности и выше вероятность образования месторождений. Отмечается увеличение содержаний сопутствующих золоту элементов в крупных месторождениях. В сложной неравновесной системе могут возникать локальные подсистемы с различным соотношением составляющих компонентов.

Изложенные методики, разработки и выводы позволяют в этих аспектах произвести оценку перспектив золотоносности Украины. С помощью ЭМ, анализируя существующую и собранную нами информацию, произведено сравнение месторождений золота зарубежных стран и Украины.

В Украине наиболее близкими аналогами крупных месторождений первой группы могут явиться объекты, развитые в Украинском щите /УЩ/, для которых устанавливаются близкие геологические условия формирования с мировыми аналогами. Основными районами исследований УЩ должны быть зоны Среднего Приднестровья /Чертомлыкская, Верховцевская, Сурская и Белозерская/. Особенно перспективен Чертомлыкский и Белозерский районы. Геологическая обстановка этих районов имеет много общих черт с известными зеленокаменными золоторудными провинциями Австралии, Индии, Южной Африки. В Сурской структуре отмечается обстановка локализации золотого оруденения, тождественная месторождениям Канады /Поркюпайн/. В этом же районе выявлен ряд перспективных месторождений - Балка Широкая, Сергеевское, Соленовское и др.

Особое внимание целесообразно уделить переоценке ранее обнаруженных на УЩ месторождений с целью выявления комплексной минерализации. Весьма вероятно обнаружение комплексных золото-платиновых проявлений в Верховцевской структуре /аналог месторождения Копнейшон, Австралия/.

Повышенные содержания золота, платины, серебра, ванадия и редких элементов выявлены нами в породах Южно-Белозерского железорудного месторождения. Всего нами изучено 600 проб из различных горизонтов. Золото, платина и серебро установлено в железистых кварцитах, зонах пиритизации и карбонатизации, в серпентинитах, метаэффузивах, в маритовых и окисленных рудах, сланцах, а также в зонах дробления и рассланцевания пород. Содержание золота от 0,5 до 2 г/т, платины 1-3 г/т, палладия 0,5 г/т, серебра до 50 г/т. Основные аномальные зоны



приурочены к породам, развитым в зонах разломов и рассланцевания. Кроме того, в пробах ряда зон отмечены высокие концентрации Ni, Cr, V, , а так же редких элементов /иттрий, иттербий/. Белоозерское месторождение можно рассматривать в качестве комплексного перспективного объекта.

Имеющиеся геологические данные подтверждают возможность выявления в Украине промышленных месторождений, связанных с золотоносными конгломератами. Установленные высокие содержания золота в отдельных пробах этих пород требуют дальнейшего, более углубленного изучения конгломератов, особенно Криворожья. В ряде пунктов в метаконгломератах /залежи мощностью 10-100 м/ установлено золото с содержанием 0,1-7 г/т. Особое внимание следует уделить изучению пород, залегающих на древней коре выветривания архейских образований, с детальным опробованием оснований пластов с более крупной галькой конгломератов. Выявленные на территории Украины древние конгломераты с признаками золотоносности и во многом сходные с аналогичными образованиями ДАР, что можно рассматривать как предвестие более крупных открытий. Менее перспективны конгломераты, развитые в северо-западных районах Украины /Белокоровичи/, содержание золота в которых в среднем составляет до 2 г/т.

Золото отмечено также в железных рудах и вмещающих породах верхней свиты Криворожской серии. Содержание золота в отдельных пробах достигает до 12 г/т. К наиболее перспективным относятся зоны с проявлением сульфидной минерализации, в зонах стратиграфического несогласия пород верхней и средней полсвит верхней свиты криворожской серии.

Месторождения второй группы могут быть обнаружены в районах Донбасса /аналоги месторождений Мурунтау, Карлин/ в Нагольном кряже, где имеются зоны развития пород черносланцевой формации.

Месторождения третьей группы выявлены и будут открыты новые объекты в районах Карпат - аналоги месторождений, развитых в Новой Зеландии, Филиппинах и Индонезии, Папуа-Новой Гвинеи, Дальнего Востока и др. В Карпатской провинции можно ожидать обнаружение новых комплексных месторождений золота, серебра, полиметаллов в пределах Берегово-Беганьского, Квасовского и Раховского рудных районов.

При проведении локального прогнозирования и оценки от-

дельных районов Украины весьма перспективно использование математических методов, основанных на нахождении тестовых характеристик изучаемых совокупностей объектов, представленных в виде бинарных таблиц. Оценку тех или иных геологических объектов можно проводить, используя указанные в статье процедуры анализа многомерных метрических отображений, моделирующие принятие решений геологом по аналогии /Бугаец и др., 1976/. В качестве эталонов для УЩ могут быть рекомендованы крупные месторождения Канады, Австралии и ЮАР. Эти же методы позволяют оценить относительную роль геологических признаков при оценке новых объектов. При этом  $K_p$  должен приниматься в соответствии с определениями  $K_p$  для соответствующих групп в целом для мира.

Нами проведена такая оценка территории Украины в отношении количественных и качественных параметров, развитых здесь 3 вышеуказанных типов золоторудных месторождений. Обобщенное отношение золоторудного потенциала провинций Украины составляет: Украинского щита - 60 %; Донбасса - 10 %; Вольно-Приднепровская - 5 %; Крым-Добруджа-Карпатская - 25 %; первый тип месторождений - 60 %, второй - 15 %, третий - 25 %.

### ВЫВОДЫ

1. Потенциальная золотоносность крупных структурных единиц земной коры определяется степенью и интенсивностью геохимической дифференциации вещества и процессами самоорганизации.

2. Системный подход к рудообразующим системам с позиций их синергетики позволил выяснить спиралевидный характер эволюции золоторудных объектов. Эволюция золотого оруденения происходила по пути их усложнения, возрастания числа формационных видов и уменьшения глубины формирования. Геологические процессы сопровождались увеличением уровня организации вещества во времени.

3. Самоподобие - одно из характерных процессов самоорганизации в золоторудных месторождениях. Оно проявляется в пространственной и временной областях.

4. Синергетизм мегасистем /в т.ч. и золоторудных/ проявляется в кооперативном взаимодействии различных экзо- и эндогенных процессов. Чем интенсивнее преобразование первичных

руд /концентраций/, чем богаче становится месторождение.

5. При формировании крупных объектов отмечается многообразие форм миграции и перераспределения золота. Структурно более развитые и неолиторольные объемные фрагменты вещества пропускают большие количества энергии, что и приводит к увеличению уровня их организаций.

6. Анализ золотоносности основных металлогенических провинций Украины показал относительно высокий вместе с тем дифференцированный их золоторудный потенциал в отношении вышеописанных и иных групп месторождений золота.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Афанасьева З.Б., Иванова-Г.Ф., Миклишанский А.З. и др. Геохимическая характеристика вольфрамового оруления Олимпиадинского золото-сульфидного месторождения /Енисейский кряж/. // Геохимия. - 1996. - № 1. - С. 29-48.
- Бугаец А.Н., Дуленко Л.Н. Математические методы при прогнозировании месторождений полезных ископаемых. - Л.: Недр, 1976. - 270 с.
- Иванов В.В., Панфилов Р.В. О зависимости между рассеянием и концентрацией в общем геохимическом цикле миграции элементов в земной коре. // Геохимия. - 1985. - № 5. - С. 1250.
- Комов И.Л. Геохимические ассоциации элементов на месторождениях золота. // Геохимия. - 1994. - № 4. - С. 525-534.
- Кулиш Е.А. Главные типы месторождений золота и аспекты его добычи. // Геол. журнал. - 1994. - № 3. - С. 3-13.
- Кулиш Е.А., Комов И.Л. Новые типы золоторудных месторождений. // Мин. журнал. - 1996. - 18, № 1. - С. 58-68.
- Летников Ф.А. Синергетика геологических систем. - Новосибирск: Наука, 1992. - 230 с.
- Минеральные ресурсы промышленно развитых капиталистических и развивающихся стран. // Пол. ред. В.Н. Полужтова - М.: Изд. Всесоюз. геол. фонда, 1990. - 370 с.
- Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных структурах: от диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации. - М.: Мир, 1979. - 512 с.
- Синергетика геологических систем. Институт земной коры. - Иркутск, 1992. - 155 с.
- Шер С.Д. Металлогения золота. - М.: Недр, 1972. - 296 с.; 1974. - 257 с.



ПЕРВЫЕ НАХОДКИ ПЛАТИНОСОДЕРЖАЩЕГО ЗОЛОТА В РАЗНОВОЗРАСТНЫХ  
ЗОЛОТОРУДНЫХ ФОРМАЦИЯХ УКРАИНЫ И ИХ ПРОГНОЗНО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЕ  
ЗНАЧЕНИЕ

Артеменко В.М., Коваль В.Б.

Состав самородного золота, согласно Н.В.Петровской (1973), определяется геохимической спецификой регионов, в которых развивается золотое оруденение. В оловоносных областях, например в Охотско-Чукотском поясе, в отдельных районах Горного Алтая; в Британской Колумбии и др. в самородном золоте постоянно присутствуют примеси олова, для самородного золота вольфрамоносных регионов характерна примесь вольфрама (Западный Узбекистан и др.), платиноносных – платиноиды (о-в Борнео, Казахстан, Норвегия и др.)

Платина – очень редкий минерал на Украине. Установлен в ультраосновных породах Побужья, Среднего Приднепровья, Криво-рожского и Донецкого бассейнов (Минералы Украины, 1990).

До недавнего времени платина и платиноиды в самородном золоте были определены в единичных (до первых десятков) образцах из многих десятков месторождений бывшего Союза и мира. Следы платины установлены Н.В.Петровской (1973) в единичных выделениях золота глубоких горизонтов месторождений Северо-Енисейского золотоносного района и в отдельных месторождениях Южного Урала. Встречались золотины с 7% платины (Наслузов, 1936), однако эти результаты, по-видимому необоснованно (с учетом современных данных), были подвергнуты сомнению. Согласно Г.П.Чернику (1913), наиболее высокие концентрации платины определены в золоте из аллювиальных и делювиальных россыпей Калимантана на острове Борнео (из 10 анализов в пяти отмечено наличие платины: 0,12; 0,22; 0,31; 3,82; 10,45%). В последующие годы, при использовании электронного микроскопа, было доказано, что золото включает мельчайшие частицы платины (Stumpff, Clark, 1965). Относительно высокие концентрации (0,1–0,5%) платины установлены Г.Уореном и Р. Томпсоном в золотинках гидротермального месторождения в провинции Минас-Жерайс (Бразилия). Ниже 0,1% платины обнаружено в золоте месторождения Копер-Маунтин в Канаде.

На золоторудные месторождения, содержащие наиболее высокие концентрации платины (среди месторождений эндогенной серии, исключая месторождения собственно магматического класса – медно-никелевые, хромитсодержащие и титаномagnetитовые) обращает внимание О.Е.Мико-Захарова (1975). Ею отмечается наличие платино-

идов в золотоносных россыпях Алдана, Алтай, Салаира, Кузнецкого Алатау и в других регионах. Повышенные количества платины и платиноидов установлены О.Е.Кшко-Захаровой в халькопирите из золото-содержащего сурьмяно-свинцового месторождения Айгедзор на Кавказе. В свинцово-цинковых рудах, не содержащих золото (Квайса, Тхмори) металлы группы платины не обнаружены.

Платина и палладий выявлены в золото-сульфидных месторождениях: Березовском (Урал), Майкаин (Казахстан), в Средней Азии (Бакенов, 1962; Уклонский и др., 1965), а также в золото-медно-молибденовом месторождении в Узбекистане (Бадалов и др., 1969). В последнем случае платина значительно преобладала над палладием, и максимальные ее содержания были зафиксированы в золото-содержащем пирите. Платина в самородном золоте не изучалась. По наличию платиноидов золото-сульфидным платиносодержащим месторождениям разных регионов этими же авторами противопоставляются месторождения золото-кварцевой формации (Кочбулак, Анджен, Бичазор, Кылма, Бургунда и др.) Средней Азии. Для последних характерны низкие содержания палладия и крайне редко встречающиеся небольшие количества платины.

Для зон окисления ряда золоторудных месторождений Т.С.Тимофеевой (1970) получены ценные сведения о том, что платина и палладий концентрируются во вторичных сульфатах и арсенатах железа (г/т): ярозите (Pb 0,15; Pd 0,25), гетите (Pb 0,06; Pd 0,05), сульфоарсенате железа (Pb не обн.; Pd 3,0), скородите (Pb не обн., Pd 0,75), халькантите (Pb 2,0; Pd 3,0).

В последние годы, с применением рентгеноспектральных микроанализаторов при изучении химического состава самородного золота спектр содержаний платины в золоте значительно расширен. По данным В.Г.Моисеенко (1977), в самородном золоте золото-сульфидной и золото-кварцевой рудных формаций Среднего, Нижнего и Верхнего Приамурья платины крайне мало - 0,000п-0,00п%. Неординарные результаты с необычайно высоким (до 17,5%) содержанием платины в золоте (электруме) получены Ф.П.Кренделевым с коллегами (1986). Платиносодержащий электрум (0,22-1,32% Pb), платинистое золото (12,99-13,78 % Pb) и платинистый электрум (16,43-17,52% Pb) обнаружены упомянутыми исследователями в россыпях, связанных с породами архейского гранулитового комплекса. Магматические породы данного комплекса представлены интрузиями основного и ультраосновного составов, которые метаморфизованы и дислоцированы с вмещающими их кристаллическими сланцами. Минераграфические



исследования зональных сростаний минералов благородных металлов позволили авторам наметить последовательность их формирования: самородное золото (электрум) → платинистое золото (влектрум) → платина. Данное взаимоотношение минералов позволяет нам предполагать взаимодействие обособленных частиц самородного золота (электрума) с платиноносными флюидами или расплавами.

Обобщение и анализ опубликованных и вновь полученных данных по концентрации платины и платиноидов в геологических объектах указывают на высокую подвижность металлов платиновой группы не только в магматических, но и в постмагматических процессах — гипергенных и, главным образом, в гидротермально-метасоматических

(объектами наших исследований являются месторождения — Балка Золотая и Балка Широкая, локализованные в древних гранит-зеленокаменных областях центральной части Ущ (Среднеприднепровский блок — Сурская и Чертомлыкская структуры, соответственно), а также Бобринское месторождение, залегающее в складчатых нижнекаменноугольных черносланцевых (флишеидных) образованиях Центрального Донбасса.

Химический состав самородного золота изучен методом локального рентгеноспектрального анализа на приборе Самъбах (РАН). Результаты исследований показывают значительную платиноносность и различие состава золота, находящегося в отдельных месторождениях (Табл. I).

Месторождение Балка Золотая. В целом для высокопробного золота месторождения характерна примесь железа от низких (0,003%) до средних (0,069%) концентраций. Медь в золоте, как правило, отсутствует, при пороге чувствительности анализа 0,001 мас%. В единичном образце самородного золота обнаружено 0,272% Си. Для этой же минеральной фазы золота отмечается отсутствие мышьяка и сурьмы, низкие концентрации железа, теллура, платины (0,031%) и высокая (1,815%) — ртути. Мышьяк и сурьма отмечаются в единичных пробах на уровне первых десятых долей процента. Высокие концентрации теллура обнаружены в 50% проб, как правило, в ассоциации самородного золота с теллуридами висмута, свинца, серебра. Примесь ртути установлена во всех пробах в высоких концентрациях (0,712—1,822%). Значительные содержания платины (0,031—1,637%) обнаружены в свыше 80% изученных образцов. Отмечаются тенденции положительной связи концентрации платины в самородном золоте с железом и обратной — с теллуридами.



Таблица I

Химический состав платиносодержащих золота и электрума разновозрастных золоторудных формаций Украины

Минерал	№ образцов	Содержание, мас.%										
		Au	Ag	Fe	Cu	As	Sb	Te	Hg	Pt	Si	Σ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Позднеархейская (доинверсионная гидротермально-метасоматическая) золото-сульфидная формация субвулканического уровня в гранит-зеленокаменных поясах (Среднее Приднепровье, Сурская структура, Балка Золотая)												
самородное золото	БЗ-1	79,821	18,517	0,069	0,000	0,000	0,000	0,000	0,752	1,637	0,000	100,796
	БЗ-2	85,317	13,119	0,052	0,000	0,000	0,214	0,354	0,712	0,684	0,000	100,452
	БЗ-3	89,185	8,340	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	1,600	0,640	0,000	99,968
"	БЗ-4	82,516	17,670	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,684	0,531	0,000	101,601
"	БЗ-5	91,216	6,231	0,016	0,272	0,000	0,000	0,071	1,815	0,031	0,000	99,652
"	БЗ-6	86,473	13,710	0,012	0,000	0,165	0,000	0,083	1,822	0,000	0,000	102,265
2. Позднеархейская (полигенная(?)) золото-сульфидная формация в гранит-зеленокаменных поясах (Средн. Приднепровье, Чертомлыкская стр-ра, Балка Широкая)												
самородное золото	БШ-1	90,813	7,110	0,155	0,000	0,000	0,000	0,000	1,845	0,971	0,004	100,898
	БШ-2	93,115	4,312	0,228	0,000	0,083	0,367	0,079	2,115	1,355	0,000	101,654
"	БШ-3	91,725	5,071	0,047	0,000	0,020	0,024	0,263	1,709	0,265	0,040	99,164
"	БШ-4	94,510	3,810	0,014	0,000	0,000	0,019	0,042	1,168	0,651	0,052	100,266
"	БШ-5	92,320	8,417	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,499	0,000	0,008	102,244
"	БШ-7	95,008	3,004	0,017	0,000	0,435	0,335	0,169	1,602	1,329	0,000	101,899

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3. Позднегерцинская активизационная (посткладчатая) золото-сульфидная формация в черных сланцах (Центральный Донбасс, Главная антиклиналь, Бобриково)												
самородное золото	К-50-1	78,670	20,608	0,000	0,000	0,000	0,178	0,536	1,335	0,159	0,034	101,521
"	К-50-2	79,970	20,824	0,183	0,000	0,546	0,000	0,002	0,647	0,000	0,000	102,171
"	К-50-3	84,797	14,632	0,075	0,000	0,000	0,000	0,296	0,608	0,917	0,000	101,326
"	К-50-4	78,805	20,735	0,002	0,000	0,000	0,370	0,230	0,000	0,000	0,025	100,167
"	К-50-5	86,762	14,843	0,130	0,000	0,239	0,170	0,333	0,761	0,000	0,000	103,239
"	634-9I6	69,327	26,420	0,000	0,000	0,098	0,000	0,096	1,608	1,410	0,010	98,969
электрум	634-9I6	66,805	33,760	0,000	0,000	0,059	0,000	0,000	0,716	0,498	0,000	101,838

Таблица 2

Соотношение химического сродства Au, Ag, Pt к различным окислителям. По материалам А.А.Маракушева (1979), М.И.Новгородовой (1983)

Окислитель	Химическое сродство		
	низкое	среднее	высокое
водород			Pt > Au >> Ag
кислород	Pt > Ag > Au		
сера			Pt > Au > Ag
хлор		Ag > Pt = Au	
фтор	Ag > Pt > Au		

и ртутью. Эти закономерности важны при решении генетических проблем платиноносности золото-сульфидного оруденения и оценке распределения платины в изучаемых комплексных рудах.

Месторождение Балка Широкая. Высокопробное самородное золото данного месторождения содержит примесь железа практически во всех пробах - от средних до высоких концентраций (0,014-0,228%). Микропримесь меди обнаружить не удалось. Мышьяк присутствует в 50%, а сурьма и теллур в 65% образцов (табл. I). Высокие концентрации мышьяка, сурьмы и теллура характерны для самородного золота из минеральных парагенезисов, в которых эти элементы присутствуют в минеральной форме. Все исследуемые золотины содержат примесь ртути выше 1%. Отмечается прямая корреляция между содержанием ртути и сурьмы в самородном золоте. Более 80% изученных образцов золота содержат платину в количестве 0,265-1,355 мас%, что сопоставимо с ее концентрацией в самородном золоте Балки Золотой.

Обсуждая полученные новые данные по платиноносности золоторудных месторождений в зеленокаменных поясах докембрия Среднего Приднепровья нельзя не затронуть проблему месторождений (регионов) - аналогов. В первую очередь следует упомянуть зеленокаменный пояс Норсман-Уилуна архейского блока Йилгарн в Западной Австралии, где известны подобные месторождения золота и платиносодержащие сульфидно-никелевые месторождения коматиитового типа, ассоциирующие с дифференцированными покровами ультраосновных лав. Рудные тела этих объектов характеризуются линзовидно-пластовой формой и согласным залеганием с вмещающими вулканогенно-осадочными породами. Содержание металлов платиновой группы в рудах близко к средним значениям для сульфидных медно-никелевых месторождений и редко превышает 1-2 г/т (Ross, Keays, 1979). В числе других коматиитовых золото-никель-платиновых провинций уместно назвать пояса: Барбертон (Южная Африка), Абитиби (Канада), Кухмо (Финляндия) и поле Колар (Индия).

Все эти данные позволяют рассматривать платинометальное оруденение коматиитового типа, ассоциирующее с вулканогенными сериями зеленокаменных структур Среднего Приднепровья (собственно золоторудные и сульфидно-никелевые проявления более глубокого уровня) в качестве новых перспективных типов месторождений, обладающих высоким промышленным потенциалом.



Бобриковское месторождение. Концентрация серебра - главной примеси самородного золота колеблется в широких пределах - от 14,63 до 44,97 мас% и свидетельствует о наличии двух ведущих минеральных форм: собственно самородного золота и электрума. Распределение этих минералов на месторождении обусловлено стадийностью рудного процесса. Самородное золото выделяется преимущественно в раннюю стадию и связано с кварц-арсенопирит-пиритовой минеральной ассоциацией, а электрум - с более поздней - кварц-карбонат-галенит-сфалеритовой ассоциацией.

Кроме серебра в исследуемых самородном золоте и электруме обнаружены примеси железа, мышьяка, ртути, сурьмы, теллура, платины. Примеси железа и меди, рассматриваемые в литературе как постоянные или "сквозные", для изучаемого золота малохарактерны. Железо не обнаружено в 30% образцов, а в остальных золотинах оно распределено крайне неравномерно, содержание колеблется в весьма широких пределах, от 0,002 до 2,01 мас%. При этом наиболее высокие содержания железа (1,04-2,01 мас%) зафиксированы в относительно высокопробном золоте, заключенном в пирите. Последнее обстоятельство и объясняет аномально высокое содержание железа в золоте. Полное отсутствие примеси меди во всех изученных образцах золота необходимо учитывать при решении генетических вопросов.

Редкие примеси мышьяка, сурьмы, теллура и ртути концентрируются крайне неравномерно. Мышьяк отсутствует в 58% образцов золота, в том числе во всех золотинах из арсенопирита и пирита. Содержания сурьмы и теллура в золоте оказались типичными для оруденения данного рудноформационного типа. В 40% золотин ртути не установлена, главным образом, в тех, которые заключены в галените и кварце. Максимальные, аномально высокие содержания ртути (1,05-1,76 мас%) свойственны самородному золоту, заключенному в пирите и сфалерите.

Важной особенностью изученного самородного золота является наличие в нем значительной примеси платины - до 1,41% (табл. I). Относительно высокая концентрация платины в самородном золоте и электруме в регионе установлена впервые, превышает на три-четыре порядка аналогичные данные В.Г.Моисеенко (1977) для Среднего, Нижнего и Верхнего Приамурья и заслуживает особого внимания. Тем более, что промышленные концентрации элементов платиновой группы имеют широкое распространение в черносланцевых (углеродистых) осадочных формациях Казахстана, Кузнецкого Алатау, Вос-

точного Саяна, Сибирской платформы (Коробейников, 1991; Шаламов, Попова, Савицкая, 1993, и др.). Оригинальные данные в сочетании с опубликованными материалами по объектам-прототипам позволяют прогнозировать перспективное комплексное золото-сульфидное платиносодержащее оруденение, представленное, как собственно прожилково-вкрапленными золото-сульфидными рудами, так и углеродистыми алевро-песчаниками с вкрапленностью пирита, углеродисто-кремнистыми сланцами с пиритом; метасоматитами стадии кислотного выщелачивания - лиственитами апосланцевыми и березитами по песчаникам. Эти обстоятельства выдвигают Нагольный рудный район в разряд перспективных для поисков жильных комплексных золото-платиновых (платиноидных) руд, оруденения стратиформного типа и переоценки известных золото-сульфидных объектов с новых позиций. При подсчете запасов и прогнозных ресурсов на исследуемых объектах необходимо учитывать в первую очередь попутную платину, а также, по-видимому, палладий, иридий и осмий.

Рассмотрим минералого-геохимические особенности распределения платины в самородном золоте. Противоречивые сведения по составу бинарных сплавов благородных металлов, встречающихся в минеральном виде, свидетельствуют, что они изучены недостаточно. Согласно И. Хансену и К. Андерко (1962), в золотосодержащих минеральных фазах золото образует непрерывные твердые растворы только с платиной и палладием. В изученных образцах природного самородного золота, представляющего сплавы золота с платиной и палладием, содержание золота оказалось не ниже 85%, что позволило авторам рассматривать выделенные фазы в качестве продуктов распада метастабильных твердых растворов.

На изучаемых нами объектах (табл. I) и согласно другим опубликованным данным (Кренделев и др., 1986) уровень содержания золота в платиносодержащем самородном золоте опускается значительно ниже 85 мас% - в первом случае - до 66,80%, а во втором - до 46,91%. Последние результаты изучения платинистого золота показывают, что межплоскостные расстояния его дебаеграммы занимают промежуточное положение между самородным золотом, имеющим большие параметры элементарной ячейки, и платиной, характеризующейся меньшими параметрами. Все это, по мнению Ф. П. Кренделева, А. Д. Генкина и И. П. Лагутиной (1986), свидетельствует об изоморфном вхождении платины в золото. Изоморфизм платины в самородном золоте (тесную кристаллохимическую связь



Аи - Pt), по-видимому, подтверждают и наши исследования, указывающие, что концентрации платины в природном самородном золоте изучаемых трех месторождений Украины и золоте, прошедшем амальгамацию, практически идентичны.

Анализируя геохимические аспекты петрогенезиса и рудообразования, применительно к самородному состоянию химических элементов, А.А.Маракушев (1979) металлы I и II групп объединил в класс сульфурофильных. При этом учитывалась высокая тенденция связываться в составе сульфидов или мигрировать в форме гидросульфидных комплексов, обусловленная высоким химическим средством к сере, относительно кислорода. При этом, было подчеркнuto, что особенно сильно относительное средство к сере проявлено у золота, серебра, платиноидов и ртути. Исследование воздействия температуры и давления на твердые фазы показало, что влияние давления на средство элементов к кислороду и сере противоположно влиянию температуры. С ростом давления металлы утрачивают сульфурофильные свойства. При давлении P=100кбар из числа рудогенных металлов сульфурофильные свойства сохраняют только золото, платина, рутений, ртуть и медь.

На основе величин энергии диссоциации двухатомных молекул (Маракушев, 1979), как возможности возникновения самостоятельных металлургических фаз, и рядов убывающего средства к различным окислителям (Новгородова, 1983) нами составлена таблица соотношения химического средства золота, серебра и платины к различным природным окислителям (табл.2).

Из таблицы следует, что высокие и близкие величины химического средства платины, золота и серебра к водороду, сере и хлору свидетельствуют о сходном поведении рассматриваемых элементов в сопоставляемых геохимических средах и объясняют, в определенной степени, значительную (в том числе промышленную) платиноносность отдельных регионов и разновозрастных месторождений золото-сульфидной рудной формации.

#### Основные выводы.

1. Впервые на Украине обнаружены высокие содержания платины в самородном золоте разновозрастных золоторудных месторождений: в золото-сульфидных месторождениях архейских гранит-зеленокаменных областей - Балка Золотая (до 16,37 кг/т), Балка Широкая (до 13,55 кг/т) и золото-сульфидного Бобриковского месторождения, локализованного в черносланцевых нижнекаменноугольных толщах (до 14,10кг/т).

2. Наличие и степень концентрации примеси платины в самородном золоте и электруме отражает геохимическую и металлогеническую специализацию Средне-Приднепровского блока Ущ (Сурская, Чертомлыкская



ги другие зеленокаменные структуры) и Центрального Донбасса (Главная антиклиналь, Нагольный рудный район). По-видимому, платинометалльное оруденение коматитового типа, ассоциирующее с вулканогенными сериями зеленокаменных структур Среднего Приднепровья (собственно золоторудные и сульфидно-никелевые проявления более глубокого уровня) следует рассматривать в качестве новых перспективных типов месторождений, обладающих высоким промышленным потенциалом. Для зоны Главной антиклинали Центрального Донбасса (в первую очередь Нагольный рудный район) практический интерес может представлять попутная платина в известных комплексных золото-сульфидных рудах и связанных с ними метасоматитах - зонах кислотного выщелачивания (листвениты-березиты); а также самостоятельный новый тип стратиформного золото-палладий-платинового оруденения в синклиналиях более низких порядков, сопряженных с Главной антиклиналью.

3. Прогнозирование и поиски новых типов платинометалльного оруденения должны выполняться не только традиционно-последовательно: от регионального масштаба к локальному (с поиском аналогов, определением потенциально перспективных типов и уровней разреза, обнаружение платиноносного горизонта по поисковым признакам эталона), но и от обратного - от детальных данных по платине в золоте к платиноносности руды, зон метасоматитов и месторождения в целом, к лабораторным технологическим испытаниям.

Оценку перспектив платиноносности рассматриваемых регионов необходимо выполнить на основе критериев прогноза и региональных геолого-генетических моделей рудных формаций (по Рундквисту, 1983). Ведущими критериями прогнозирования новых типов комплексных месторождений золота и платиноидов являются: в региональном плане - магматические, литолого-стратиграфические (формационные), структурные, металлогенические; в локальном плане - структурные, минерально-петрологические и геохимические особенности рудовмещающих комплексов.

#### Литература.

Бадалов С.Т., Бадалова Р.П., Калинин С.К. и др. К геохимии элементов платиновой группы в эндогенных месторождениях Средней Азии. // ДАН СССР. - 1969. - Т. 184, № 2. - С. 437-440.

Бакенов М.М. Платина и палладий в Майкаинском золото-баритоплатинметаллическом месторождении. // Вестник АН Каз.ССР. - 1962. - № 9. - С. 48-51.

Коробейников А.Ф. Новый тип золото-платиноидных месторождений в черносланцевых толщах офиолитового пояса Северо-Восточного Казахстана. // М., 1991. - 90с. Деп. в ВИНТИ 19.03.91 № 1187-В-91.

Кренделев Ф.П., Генкин А.Д., Лагутина И.П., Туговик Г.И. Платинистое золото в россыпях, связанных с породами архейского

гранулитового комплекса.//ДАН СССР.-Т.291, №4.-1986.-С.960-963.  
Маракушев А.А. Петрогенезис и рудообразование (геохимические аспекты).-М.:Наука,1983.-285с.

Минералы Украины.Краткий справочник/Шербак Н.П.,Павлишин В.И., Литвин А.Л. и др.; отв.ред.Шербак Н.П. АН УССР.Ин-т геохимии и физики минералов.-Киев:Наукова думка,1990.-408с.

Моисеенко В.Г. Геохимия и минералогия золота рудных районов Дальнего Востока.-М.:Наука,1977.-303с.

Наслузов И.Г. Форма, размеры и состав золотых частиц в продуктах обработки золотых руд.-Советская золотопромышленность,1936.- № 12.

Новгородова И.И. Самородные металлы в гидротермальных рудах.- М.:Наука,1983.-285с.

Петровская Н.В. Самородное золото (общая характеристика, типоморфизм, вопросы генезиса).-М.:Наука,1973.-330с.

Рундквист Д.В. Общие принципы построения геолого-генетических моделей рудных формаций.// Генетические модели эндогенных рудных формаций СО АН СССР.-М.:Наука,1983.-Т.1.

Тимофеева Т.С. К геохимии платины и палладия в зоне окисления некоторых золотосодержащих месторождений.//Зап.Узб.отд.Всесоюз.минерал.об-ва.-1970.-вып.22.-С.147-152.

Уклонский А.С., Протождяконова Т.С., Тимофеева Т.С. Находка поликсена и перлецита в Средней Азии.//ДАН Узб.ССР.-1965.- №11.-С.40-45.

Хансен М., Андерко К. Структура двойных сплавов.-М.:Металлургиздат,1962.-Т.2.

Черник Г.П. К минералогии острова Борнео.//Труды Геологического музея,1913.-Т.У1.

Шаламов В.И., Попова М.В., Савицкая Л.В. О содержании элементов платиновой группы в углеродистых породах.//Геохимия.-1993.- №6.-С.869-872.

Шко-Захарова О.Е. Платиноносность рудных месторождений.-М.:Недра,1975.- 248с.

УДК 551.24.551.71

## РЕЛИКТЫ ЗОЛОТОНОСНОЙ ОСТРОВНОЙ ДУГИ В АРХЕЙСКОМ ФУНДАМЕНТЕ УКРАИНСКОГО ЩИТА

Каляев Г.И.

**РЕКОНСТРУКЦИЯ АРХЕЙСКОЙ ОСТРОВНОЙ ДУГИ.** Гранит-зеленокаменные области древних щитов - уникальные структурные элементы земной коры, присущие архейскому этапу ее становления. Они привлекают к себе особое внимание из-за своей самобытности и присущих им крупнейших месторождений золота, железа и других металлов.

На Украинском щите в его Приднепровском мегаблоке находится типичная гранит-зеленокаменная область с характерными гранито-гнейсовыми куполами, зеленокаменными поясами между ними и приуроченными к ним месторождениями железа и золота.

Ныне достаточно определенно выяснено, что докембрийские платформы состоят из мегаблоков, ограниченных разломами, уходящими в верхнюю мантию. Внутренние структурные "узоры" и наборы формационных типов различны в мегаблоках, дисгармонируют в зонах их стыкования, а положение поверхности Мохо и других сейсмических горизонтов тоже различно в них. По сути они представляют собой элементы структуры литосферы, а в целом это мозаично-блоковое строение можно именовать коллажем - пестрой смесью структурно-исторических элементов ранней континентальной коры. Среди них различимы типичные элементы тектоники литосферных плит: океаническая и древнейшая континентальная земная кора; зоны поглощения и коллизии; рифтогенные и островодужные мегаблоки с типоморфными для них вулканистами.

Приведенное вступление совершенно необходимо, поскольку этими особенностями ранней земной коры определяются размещение рудных месторождений, поисковые критерии и прогноз оруденения.

В фундаменте Восточно-Европейской платформы уцелели реликты архейской островной дуги, выявленной на протяжении около тысячи км в структуре Украинского щита и Воронежского выступа /рис. /. Соответственно она состоит из двух гранит-зеленокаменных областей - Приднепровской и Воронежской, разделенных субширотным рифтогенным грабеном Днепровско-Донецкой впадины.



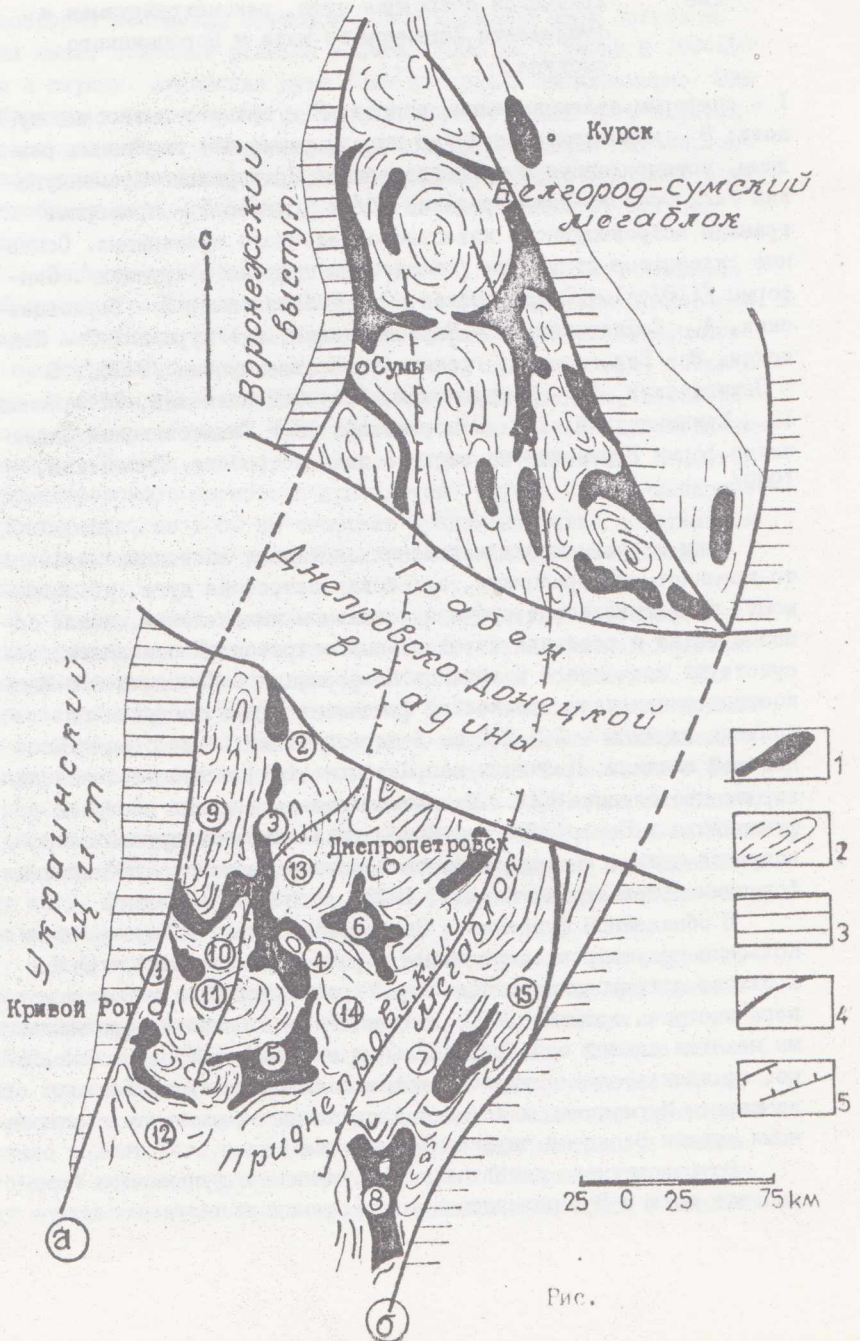


Рис.

Рис. Архейская островная дуга, реконструируемая в фундаменте Украинского щита и Воронежского выступа.

1 - синформы зеленокаменных поясов; 2 - гранито-гнейсовые купола; 3 - нижнепротерозойские породы рамы; 4 - глубинные разломы, установленные и предполагаемые: Криворожско-Кременчугский /а/, Орехово-Павлоградский /б/ и другие; 5 - примерные границы островодужного известково-щелочного вулканизма. Основные складчатые структуры /обозначены цифрами в кружках/. Синформы /I-8/: I - Саксаганская, 2 - Кобелякская, 3 - Верховцевская, 4 - Софиевская, 5 - Чертомлыкская, 6 - Сурская, 7 - Конкская, 8 - Белозерская; гранито-гнейсовые купола /9-15/: 9 - Пятихатский, 10 - Демурицкий, 11 - Саксаганский, 12 - Джный, 13 - Криничанский, 14 - Запорожский, 15 - Камышевахский. Складчатые формы Воронежского выступа даны по работе /Щипанский, 1989/.

Суля по размещению магнитных аномалий, вызванных железисто-кремнистыми формациями, архейская островная дуга, по-видимому, протягивалась в субмеридиональном направлении, имела боковые ветви и состояла из отдельных островов. К сожалению, отсутствуют сведения о наличии этих формаций в Пачелмчковой и Московской синеклизах, поскольку фундамент в них погружен на большие глубины - 1,5-2,0 км в первой из них и до 5 км в Московской впадине. Именно в направлении этих впадин теряется северное продолжение КМА. Магнитные аномалии среди выступов фундамента в Белоруссии и в Прибалтике отвечают другой островодужной ветви, имеющей иные тектонотипы железисто-кремнистой формации /Глевасский, Калев, 1988/.

В обнаженном фундаменте Балтийского щита, в Карелии и на Кольском полуострове железистые породы тоже залегают в целом в створе островодужного поднятия Украинского щита и Воронежского выступа, возможно, в совокупности они являются фрагментами некогда единой субмеридиональной гирлянды островов. Возможно, архейская цепь островов протягивалась от широты Херсона до широты Мурманска, и тогда она сравнима по размерам с островными дугами Западной окраины Тихого океана.

Островодужное поднятие, обнаруженное в фундаменте Украинского щита и Воронежского выступа, можно сопоставить с ду-

гообразно изогнутым островом Хонсю Японской цепи островов. Она имеет подобные размеры – около 1000 км в длину и 180-200 км в ширину. Архейская дуга тоже построена антиклинорно. Она обращена внешним краем на восток. Однако фронт дуги деформирован разломами. Направление изгиба дуги отлично подтверждается простиранием ее внутренних структурно-формационных зон, подобному в современных дугах, например, того же острова Хонсю.

Если эти соображения справедливы, то находит, наконец, объяснение различия в простирании структурных зон Приднепровского мегаблока и территории КМА. Переход северо-восточного простирания основных структурных зон Приднепровья, оборванных широтным грабеном Днепровско-Донецкой впадины, в северо-западные простирания КМА, просто объясняется их дугообразным изгибом. Кстати, на широте Павлограда оси магнитных аномалий Приднепровского мегаблока приобретают четкие северо-западные простирания, но в 50 км севернее фундамент резко погружается на север и теряется в глубинах грабена Днепровско-Донецкой синеклизы.

Таковы чисто внешние данные, разумеется, недостаточные для однозначного истолкования их в качестве признаков островодужной природы рассматриваемой архейской обстановки. Для доказательства ее наличия имеются более основательные данные о составе и размещении структурно-вещественных комплексов и внутреннем строении фундамента. В пределах Воронежского выступа он слабо изучен, из-за относительно глубокого залегания кристаллического основания на глубинах до 500 м и более /Щипанский, 1989/. Поэтому далее освещаются данные по Украинскому щиту, фундамент которого сравнительно обнажен и значительно полнее изучен.

В Приднепровском мегаблоке распространены две серии пород – конкская и белоозерская. Характеристика их приведена в многочисленной литературе /Ганоцкий, 1988; Есипчук и др., 1992; Каляев, 1996; Колий и др., 1991/. Здесь отметим только, что первая серия сложена в основном из вулканогенных пород, при этом в ее нижней свите преобладают базальтоиды преимущественно толеитового типа, затем следуют ультрамафиты и базальтоидная железисто-кремнистая формация. В верхней свите наряду с базальтоидами важная роль принадлежит средним и кислым



эффузивам в виде порфиroidных формаций. Белозерская серия состоит из трех свит осадочных пород: нижней терригенной, средней порфиroidной железисто-кремнистой и верхней - угледисто-терригенной. Все породы интенсивно дислоцированы и представлены в фациях низкого метаморфизма, но с приближением к гранитоидам куполов возрастающего до амфиболитовой фации, что свидетельствует о реакционном воздействии гранитов на породы конкской серии.

Подчеркнем, что ультрамафито-базальтоидные формации нижней свиты конкской серии присутствуют во всех зеленокаменных поясах, а порфиroidные формации верхней свиты - только в Сурском и Чертомлыкском поясах. В нижнеконкской свите потенциально золотоносной является базальтоидная железисто-кремнистая формация, особенно на тех участках, где она представлена сульфидной фацией.

Белозерская серия участвует в строении одноименного пояса, Верховцевского, Кобелякского и Конкского зеленокаменных поясов, где она несогласно залегает на конкской серии.

Среди интрузивных пород главное значение имеют днепровский и сурский комплексы. Первый представлен в основном плагиогранито-гнейсами и гранодиоритами, а второй - плагиогранитами, которые окаймляют зеленокаменные пояса или тяготеют к ним. Возраст сурского комплекса оценивается в 3000 млн. лет /Щербак, 1989/. По-видимому порфиroidные формации являются комагматами гранитов сурского комплекса. К последнему относятся также вулканоплутоны, малые близповерхностные интрузии гранит-порфиров, залегающие иногда внутри зеленокаменных синформ или же на их крыльях. С ними же связаны также гидротермально-метасоматические явления.

Главные гранито-гнейсовые купола и зеленокаменные пояса Приднепровского мегаблока показаны на рис. , а размещение в них возрастных комплексов и формационных типов сведено в таблице .

Внутренняя структура гранит-зеленокаменной области в целом антиклинорная. Осевая зона соответствует положению Сурского пояса, к северу от чего находится Петриковская магнитная аномалия, а к югу - Томаковская гравитационная аномалия, возможно, отвечающие реликтам вулканогенных пород. Осевая зона соответствует реликтам вулканогенных пород. Осевая зона со-

Таблица

возраст	серия	Свита	Геологические формации	Зеленокаменные пояса
нижнепротерозойский	белозерская / криворожская /	глеватская	верхняя грубо-терригенная	Белозерский Верховцевский
		гданцевская	/молассовая/ и углеродисто-терригенная	
		верхнебелозерская	углеродисто-терригенная	
		саксаганская железорудная и среднебелозерская железорудная	железисто-кремнистая осадочная /Криворожско-кремнечугский тектонотип/ железисто-кремнистая порфиroidная /Белозерский тектонотип/	Кобелякский ? Саксаганский  Кобелякский Верховцевский Белозерский Конкский
		скеватская и нижнебелозерская	нижняя терригенная	Саксаганский Кобелякский Конкский и Белозерский
		архейский	конкская	верхнеконская
верхняя ультрамафито-базальтоидная	Верховцевский Чертомлыкский Сурский			
нижняя порфиroidная	Чертомлыкский Сурский			
средняя ультрамафито-базальтоидная				
нижнеконкская	железисто-кремнистая базальтоидная /верховцево-Чертомлыкский тектонотип/ нижняя ультрамафито-базальтоидная	во всех внутренних зеленокаменных поясах и отчасти в Саксаганском поясе		



ответствует минимальным мощностям земной коры на Украинском щите - около 28 км, надо думать, частично унаследованной от рифтогенной стадии. По обе стороны от срединной зоны мощности коры возрастают. Дивергентная симметрия выражена слабо, поскольку она искажена куполовидными поднятиями гранитоидов. Но в целом можно выделить быпары структур - гранитоидные антиклинальные зоны и синклинальные цепи зеленокаменных поясов: на западе Верховцево-Софиевско-Чертомлыкскую, а на востоке - Белозерско-Конкскую. Антиклинорное строение выражено: соответствующим изгибом поверхности Мохо, азимутами преобладающего падения пород на западном и восточном крыльях антиклинория; направлением падения сбрасывателей в надвигах Криворожско-Кременчугского и Орехово-Павлоградского глубинных разломов, ограничивающих островодужное поднятие; наконец, тем, что в самых внешних поясах преобладают более мощные породы криворожской и белозерской серий. Отметим, что для нынешних островных дуг также характерно антиклинорное строение.

Состав, возраст и последовательность возникновения формационных типов отражают характер архейских геодинамических обстановок и в значительной мере их металлогению. Геологические формации нижнеконкской свиты - ультрамафито-базальтоидная и железисто-кремнистая базальтоидная - несомненно возникли в рифтогенной обстановке. Наличие в осевой зоне поднятия верхней мантии - определяет именно спрединговую зону, если опираться на аналогию с осевыми зонами современных рифтов. Этому отвечает наличие рассматриваемых формаций в основании разреза всех зеленокаменных поясов.

Порфиroidные формации залегают выше. Они реконструируются в основном в качестве средних и кислых лав, венчают разрез вулканогенной серии и однозначно указывают на островодужную обстановку, сменившую рифтогенную около 3000 млн. лет назад. Нахождение известково-щелочных вулканитов только в срединной зоне Приднепровского мегаблока еще более усиливает аналогию с современными островными дугами. В последних зона вулканов часто расположена на расстоянии 80-100 км от внешнего края дуги, в соответствии с наклоном поглощаемой океанической плиты и нарастанием теплового потока по мере ее погружения и частичного плавления. Так формируется дугообразная в плане зона расположений вулканов /так называемая "вулканическая дуга"/. В Приднепровском мегаблоке выражено ее южное окончание



Северное продолжение, по-видимому, находится в Воронежском выступе. Группирование архейских зеленокаменных поясов в виде протяженных зон унаследовано от бывших внутренних линейных зон. Последние были деформированы воздействием гранито-гнейсовых куполов и расчленены на отдельные пояса, окаймляющие гранитоидные ядра куполов.

По тем же причинам в островных дугах отмечается петрохимическая зональность: возрастание содержания калия в вулканических лавах в направлении поглощения океанической плиты. Это же явление характерно для архейской дуги, поскольку в ее срединной части находятся известково-щелочные эффузивы, а на криворожской стороне дуги в амфиболитах новокриворожской свиты содержание оксида калия в два раза выше, чем в нормативном толеите. Однако петрохимия с учетом архейских вулканитов нуждается в специальном изучении с учетом глубокого метаморфизма, изменившего первоначальный минеральный состав вулканических лав.

Архейское островодужное поднятие развивалось на подводной возвышенности. Толеитовые базальты излились в подводных условиях в виде пиллоу-лав, судя по сохранившимся отдельностям в некоторых обнажениях. Вулканическая дуга выступала над поверхностью воды. Порфиroidные формации разделены верхней базальтоидной формацией. Следовательно дуга испытывала погружение, перед тем как окончательно на ней возникла тектоническая суша. Мощность земной коры архейской дуги такая же, как например, в северо-восточном Хонсю - около 30 км /Уеда, 1980/.

В литературе геологическое прошлое гранит-зеленокаменных областей и даже отдельных зеленокаменных поясов трактуется по-разному: в качестве рифта, либо в виде островной дуги /Уиндли, 1980/. В архейской истории гранит-зеленокаменной области просматривается наличие обеих геодинамических обстановок. На древних щитах других континентов в зеленокаменных поясах отмечается такая же последовательность вулканогенных комплексов /Конди, 1983/. Однако суждение о наличии обеих отмеченных обстановок должно опираться на данные о строении земной коры и ее мощностях. В гранит-зеленокаменной области Украинского щита отмечается полный набор геосинклинальных формаций, вплоть до лагунной и молассовой в Саксаганской полосе. На стадии островодужного поднятия рифтовая зона находилась восточнее его - между дугой и континентальным массивом, фрагменты кото-

рого уцелели в Воронежском выступе и Приазовском мегаблоке. В последнем реконструируются элементы архейской коры и нижепротерозойская структурно-металлогеническая зональность, свойственная активной континентальной окраине андийского типа /Глевасский, 1989/.

**НАПРАВЛЕНИЯ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ.** Закономерности размещения месторождений золота в гранит-зеленокаменных областях в общих чертах выяснены. Суммируя данные по золоторудным проявлениям и опуская некоторые усложняющие детали, можно выделить две супергруппы месторождений: стратиформных преимущественно в железисто-кремнистой формации и кварц-жильных среди различных вулканогенных формаций.

Первичные повышенные концентрации золота возникли еще на стадии деятельности гидротермальных глубоководных источников в рифтовых зонах. Обогащенными золотом являются сульфидные и карбонатно-сульфидные фации железисто-кремнистой базальтоидной и ультрамафито-базальтоидной формаций нижней свиты конкской серии.

Главные промышленные концентрации золота в гранит-зеленокаменных областях возникли позднее - на стадии формирования плагиогранитоидов и комагматичных с ними порфиroidных формаций в островодужной геодинамической обстановке. При этом происходило обогащение первичных сульфидных фаций в железисто-кремнистой формации. Весьма существенное обогащение золотом происходило в благоприятных для циркуляции гидротермальных растворов в эндо- и экзоконтактных зонах гипабиссальных интрузий. Под их воздействием формировался главный тип промышленных золоторудных месторождений - кварц-жильный. В свою очередь выделяются типичные ситуации возникновения таких месторождений: гидротермальная деятельность, связанная с вулканоплутонами, представляющими собой корни вулканических построек, и сопряженных с ними порфиroidных формаций; гидротермальная деятельность, связанная с формированием малых близповерхностных интрузий типа штоков и даек. В обоих случаях возникли гидротермально-метасоматические изменения, характерные для золоторудных месторождений - образование пропилитов, лиственинов и других метасоматитов. Характер этих околорудных ореолов и их минеральный состав в значительной мере определяется составом вмещающих пород. Такие метасоматиты служат важным

поисковым критерием.

Наиболее яркими представителями таких месторождений является группа крупнейших месторождений в бассейне реки Поркьюпайн на Канадском щите. Они приурочены к порфироидам, окружающим гранитные ядра. В целом они рассматриваются в качестве эродированных вулканических аппаратов. Подобные месторождения и рудопроявления известны на Щите Зимбабве и на других щитах. Они выявлены также в зеленокаменных поясах Украинского щита /Бобров, 1992/.

Далее речь идет о направлении поисков именно этого выдающегося типа золоторудных месторождений, в соответствии с задачей данной статьи. Здесь не затрагивается группа выявленных месторождений в гранит-зеленокаменной области Украинского щита, поскольку они уже прошли этап поисковой оценки и ныне находятся в стадии разведки.

Необходимо выявить и опросовать в первую очередь вулкано-плутоны и малые интрузии, близповерхностные интрузивно-эффузивные комплексы. Примером их может служить давно известный Чкаловский массив в Чертомлыкском синклинии. Значительный интерес представляют: контактные зоны Чкаловского интрузивно-эффузивного комплекса и штоки гранит-порфиров, расположенные западнее и севернее вблизи от него; гранитоиды Западно-Грановского и Кудашевского участков в Верховцевском зеленокаменном поясе; штоки гранитоидов в центральной части Софиевского пояса. В Белозерском поясе отсутствуют порфиroidные формации, однако поисковый интерес привлекают к себе контакты небольших гранитоидных тел в центральной части синклинии среди базальтоидов нижнеконкской свиты. В Сурском синклинии перспективной представляется протяженная зона контактов гранитоидов и порфиroidов с ультрамафитами в юго-западном крыле пояса. Здесь уже открыты месторождения и рудопроявления золота, но следует продолжить крупномасштабные поиски на флангах месторождений и на промежуточных участках.

При поисках представляется важным выявить околорудные мегасоматиты среди порфиroidных и базальтоидных формаций и в ультрамафитах. Поисками должна быть охвачена срединная зона гранит-зеленокаменной области, отвечающая проявлениям известково-щелочного вулканизма, образующего в островных дугах, так называемую, вулканическую дугу.



Тела интрузивно-эффузивных комплексов следует пересечь профилями поисковых наклонных скважин для получения непрерывного разреза. Кроме того, необходимо выполнить поиски вдоль контактов близповерхностных интрузий с окружающими породами.

Проведение таких работ требует немало затрат. Выбор наиболее рационального объема бурения и размещение скважин должны опираться на геофизические исследования. Им необходимо придать первоочередное значение. Накопился довольно большой объем геофизических материалов по зеленокаменным поясам Среднего Приднепровья, в частности, крупномасштабные магнитные карты. Разумеется, их необходимо использовать в первую очередь. Но они выполнялись в основном при поисках железных и никелевых руд и лишь в последнее время для поисков золота.

Поскольку между намагниченностью и плотностью пород нет прямой зависимости /за исключением железистых пород/ требуется выполнение комплексных исследований, включающих высокоточную гравиметровую съемку. Но не следует считать обязательной площадную съемку. Необходимы оптимальные пересечения, выбранные с учетом особенностей физических полей. Наиболее часты контакты пород гранитоидного ряда с амфиболитами, основными ортосланцами, ультраосновными породами, которые повсеместно встречаются в виде силлов и даек в Чертомлыкском и Сурском зеленокаменных поясах. Желательно пересечение гранит-порфиров и их приконтактных зон специальными интерпретационными профилями с определением направления падения пород. Итоги геофизических исследований позволят прогнозировать результаты бурения и увеличить его эффективность.

В заключение необходимо заметить, что вся территория гранит-зеленокаменной области Украинского щита весьма перспективна для поисков месторождений золота других типов, в частности, стратиформных месторождений в железисто-кремнистой формации, присутствующей во всех зеленокаменных поясах. Можно не сомневаться в том, что на Украинском щите будут открыты новые месторождения золота, и будет их не меньше, чем на других древних кратонах.

## ЛИТЕРАТУРА

- Бобров О.Б. Новый тип золотого зруденіння в зеленокам'яних поясах Українського щита. - Львів: Світ, 1992. - С.88-96.
- Ганоцкий В.И., Струева О.М. Конкско-верховцевская серия. // Железисто-кремнистые формации. Стратиграфия. - Киев, 1988. - С. 15-31.
- Глевасский Е.Б., Каляев Г.И. Палеотектонические условия образования железисто-кремнистых формаций докембрия. // Процессы и закономерности метаморфогенного рудообразования. - Киев: Наук.думка, 1988. - С. 119-125.
- Глевасский Е.Б. Реконструкция активной континентальной окраины в восточной части Украинского щита в протерозой. // Геологическая история территории СССР и тектоника плит. - М.: Наука, 1989. - С. 32-42.
- Есипчук К.Е., Монахов В.С. Золоторудные проявления в зеленокаменных структурах Украины и Финляндии. // Геолог.журнал. - № 1992, № 4. - С. 55-66.
- Каляев Г.И. Палеотектонические реконструкции и металлогения золотоносной гранит-зеленокаменной области Украинского щита. // Минералогический журнал. - 1995. - 17, № 6. - С. 67-78.
- Колий В.Д., Сиворонов А.А., Бобров А.Б., Некрич А.И. Стратиграфия нижнего докембрия Среднеприднепровского геоблока Украинского щита. // Геолог.журнал. - 1991. - Вып. 4. - С. 28-39.
- Конди К. Архейские зеленокаменные пояса. - М.: Мир, 1983. - 388 с.
- Соллогуб В.Б., Чекунов А.В., Трипольский А.А. Тектоническое районирование Украинского щита в свете данных глубинных сейсмических исследований. // Геолог.журнал. - 1972. - 32, вып. 4. - С. 3-11.
- Уеда С. Новый взгляд на Землю. - М.: Мир, 1980. - 214 с.
- Уиндли Б.Ф. Новые тектонические модели эволюции архейских континентов и океанов. // Ранняя история Земли. - М.: Мир, 1980. - С. 116-122.
- Щербак Н.П., Артеменко Г.В., Бартницкий Е.Н. и др. Геохронологическая шкала докембрия Украинского щита. - Киев: Наук.думка, 1989. - 141 с.

УДК 553.411:551.71/72 (477)

## ОЦЕНКА ЗОЛОТОНОСНОСТИ ДОКЕМБРИЙСКИХ КОМПЛЕКСОВ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ УКРАИНСКОГО ЩИТА

Вербицкий В.Н., Комаров А.Н.

В западной части Украинского щита к настоящему времени золото известно в трех десятках рудопроявлений, более сотни точек повышенной минерализации и около тысячи площадных и точечных геохимических аномалий, в разное время выявленных геолого-производственными организациями. Дополненные материалами авторов эти данные систематизированы в виде каталога золотоносности докембрийских комплексов западной части Украинского щита.

Проведенный нами анализ геологических материалов позволяет выделить в докембрийских комплексах западной части Украинского щита ряд золотоносных и золоторудных\* районов, различающихся геологическим строением, тектоническим положением в геоструктуре щита, набором породных ассоциаций, уровнем золотоносности, генетическими типами золотопроявлений (Вербицкий, Комаров, 1992) и, следовательно, различными перспективами выявления в их пределах промышленного оруденения золота. Из них наиболее важными являются следующие (рис.).

Городницко-Шепетовский ( 1 ) и Новоград-Волынский ( 2 ) районы расположены в западной, близкой к присклоновой, части Украинского щита и занимают соответственно площадь 7500 км<sup>2</sup> и 6000 км<sup>2</sup>. Здесь зафиксировано более 200 площадных и точечных геохимических аномалий золота с содержаниями 0,006-0,07 г/т, три десятка точек повышенной минерализации (0,01-0,9 г/т) и одно Барашовское рудопроявление (3,0 г/т).

Большая часть Городницко-Шепетовского района занята гранитами и мигматитам: кировоградско-житомирского комплекса, содержащими разновеликие купола преимущественно порфиридных кировоградских гранитов и останцы пород тетеревской серии, существенный массив которых тяготеет к юго-восточному углу рай-

---

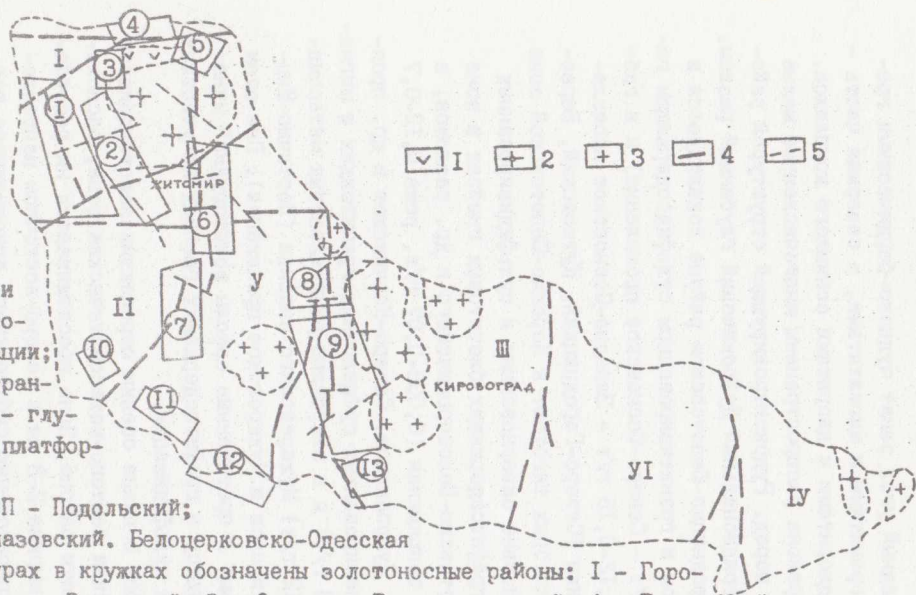
\*Золоторудные районы (Кировоградский и Побужский) нами здесь не рассматриваются.



Рис. Схема золотоносных районов в пределах западной части Украинского щита.

Породы: I - овручской и пугачевской серий; 2 - анортзит-рапакивигранитовой формации; 3 - формации микроклиновых гранитов амфиболитовой фации. 4 - глубинные разломы; 5 - разломы платформенного периода.

Блоки: I - Волынский; II - Подольский; III - Кировоградский; IV - Приазовский. Белоцерковско-Одесская зона (У). Цифрами на контурах в кружках обозначены золотоносные районы: I - Городницко-Шепетовский; 2 - Новоград-Волынский; 3 - Овручско-Белокоровичский; 4 - Пержанский; 5 - Вильчанский; 6 - Кочеровский; 7 - Ружинский; 8 - Богуславский; 9 - Тальновско-Михайловский; 10 - Новоушицкий; II - Ямпольский; 12 - Рыбницкий; 13 - Вознесенский.



она. Его юго-западный угол занят чудново-бердическими гранат-биотитовыми гранитами и мигматитами, а северная часть - гранитами, гранодиоритами и диоритами осницкого комплекса. Ча всей площади района распространены многочисленные малые массивы основных пород. Рудоконтролирующей структурой района является субмеридиональный Дубровичский глубинный разлом.

Золото в Городницко-Шепетовском районе локализуется в амфиболизированном и гранитизированном сульфидсодержащем габбро (0,01-0,1 г/т - Северо-Сосновское проявление) и в габбро-долеритах (0,12-0,15 г/т - Западно-Сосновское проявление), малые массивы (Северо-Городницкий, Кутковский, Берестовский и др.) которых тяготеют к Корецко-Шепетовской зоне разломов; в интенсивно окварцованных и сульфидизированных преимущественно графитсодержащих биотитовых гнейсах в зоне Буртынского, Шепетовско-Белокоровичского и др. разломов, а также в узлах их сопряжения (0,008-0,07 г/т, реже 0,12-0,7 г/т - Буртынское, Дубровицкое, Северо-Корчицкое и др. проявления); в катаклазированных субщелочных гранитоидах и мигматитах (0,006-0,18 г/т) и в микроклин-олигоклазовых метасоматитах (до 0,1-0,12 г/т) Мухаревского массива (Восточно-Миртутинское, Правутинское и Мухаревское проявления). При этом наиболее устойчивые и протяженные ореолы золоторудной минерализации наблюдаются в графитсодержащих гнейсах на участках их окварцевания и сульфидизации.

Особый интерес в плане оценки перспектив золотоносности имеет Красноставская тектоно-метасоматическая зона, расположенная в южной части района. Зона прослеживается на расстояние до 25 км при ширине 2-3 км в северо-восточном направлении и тяготеет к пересечению субширотного одноименного разлома с меридиональным Корецко-Шепетовским. В ее пределах породы катаклазированы, окварцованы, сульфидизированы и метасоматически изменены до микроклиновых и плагиоклазовых метасоматитов. Своим северо-восточным окончанием зона входит в Токаревский гранитоидный купол, на контакте с которым в ней развиваются диафориты зеленосланцевой фации и щелочные метасоматиты. Содержание золота достигает 0,4 г/т. Золото тяготеет к участкам окварцевания и метасоматической проработки пород в зоне контакта малых тел габбро-диоритов с гнейсово-мигматитовой толщей. В ассоциации с золотом находятся серебро, реже мышьяк, висмут, а также цинк (до 15 %), свинец (до 0,1

%), медь (до 0,08 %) (Металиды и др., 1992).

Основными складчатыми структурами Новоград-Волынского района являются Новоград-Волынский и Красногорско-Житомирский гранитизационные валы (Комаров, Прытков, 1980), протягивающиеся вдоль западного контакта Коростенского плутона параллельно друг другу в субмеридиональном направлении на расстояние до 100 км при ширине до 15-20 км. На севере валы ограничены зоной Городницкого разлома, а на юго-востоке замыкаются по мере приближения к Подольскому геоблоку. Внутренняя структура валов определяется сочетанием многочисленных куполов и брахиантиклиналей, большинство из которых отражается в гравитационном поле локальными минимумами силы тяжести небольшой амплитуды. Эти минимумы фиксируют массивы автохтонных палингенных равномернозернистых (житомирских) и порфиридных, иногда трахитоидных (кировоградских) гранитов, расположенных в ядерных частях структур. Крылья куполов, брахиантиклиналей и межкупольных синклиналей сложены плагиомигматитами, мигматизированными диоритами и породами нижнепротерозойской тетеревской серии, которые являлись "субстратом" складчатого основания района. Все эти породы образуют облекающее залегание вокруг гранитных куполов.

Золото в Новоград-Волынском районе тяготеет к участкам преимущественно гидротермально-метасоматической проработки пород кристаллического фундамента в пределах куполов Новоград-Волынского и Красногорско-Житомирского гранитизационных валов, нередко ассоциируясь с аномально высокими содержаниями урана, бериллия, ниобия, серебра, циркония, олова, меди, свинца, цинка и ванадия. При этом содержания золота характеризуются широким диапазоном значений - от 0,006 г/т и 0,01-0,15 г/т в гранитоидах и мигматитах кировоградско-житомирского комплекса - на северо-западе района в зоне между Емильчинско-Житомирским и Новоград-Волынским разломами (Южно-Радичевское проявление) до 0,6-0,9 г/т - в щелочных метасоматитах зон Емильчинско-Житомирского и Сарненско-Варваровского разломов (Восточно-Емильчинское, Северо-Карпиловское и др. проявления), достигая максимальных значений в сиенитах и метасоматитах Барашовского купола (3,0 г/т).

В Букинском массиве, расположенном в юго-западной части района и являющимся, по существу, южным окончанием Новоград-Волынского гранитизационного вала, содержания золота при не-



равномерном распределении составляют в монзонитах Южно-Вьюнковского проявления 0,005 г/т, в пироксенитах и габбро-норитах Южно-Букинского проявления 0,007-0,02 г/т, в габбро-долеритах Южно-Довбышского проявления 0,1-0,5 г/т. Генетический тип золотопроявлений в основных породах Букинского массива - плутоногенный. Однако доминирующим генетическим типом проявлений золота в рассмотренных районах является постультраметаморфический (гидротермально-метасоматический).

Овручско-Белокоровичский ( 2 ) район расположен на западном фланге Овручского палеорифта, в пределах Белокоровичской грабен-синклинали. Площадь его около 500 км<sup>2</sup>.

Вулканогенно-осадочные образования верхнепротерозойской пугачевской серии, выполняющей эту структуру, характеризуются в целом повсеместной, хотя и крайне неравномерной и рассеянной минерализацией золота, находящейся преимущественно на близком к кларковому (0,003-0,005 г/т) уровне. Относительно повышенные концентрации золота свойственны конгломератам нижнебелокоровичской подсвиты, что является их металлогенической особенностью. Так, при значениях в 0,005-0,07 г/т содержания 0,1-0,8 г/т с небольшой частотой встречаемости зафиксированы в конгломератах почти на всех известных участках их развития в пределах Белокоровичской структуры. Повышенная минерализация золота аналогичного уровня характерна для прослоев песчаников, залегающих в конгломератах (0,02-1,0 г/т, максимально - 1,2 г/т). Близкие значения установлены также в диабазах нижнебелокоровичской подсвиты (Новоозеряньское рудопроявление). В вышележащих кварцито-видных и гравелистых песчаниках верхнебелокоровичской подсвиты золотоносность не превышает уровня 0,02 г/т. Низка она и в песчаниках и сланцах озерянской свиты (0,003-0,03 г/т, крайне редко - до 0,1 г/т). Однако в восточном (Новоозеряньское и Дибровское рудопроявления) и юго-западном (Зап.дно-Белокоровичское и Белокоровичское рудопроявления) бортах южного замыкания Белокоровичской структуры, где внутриформационные конгломераты образуют выдержанный горизонт, содержания золота достигают 1,2-2,0 г/т. Золото в конгломератах тонкодисперсное, преимущественно не окатанное, чешуеобразное, в зернах неправильной формы в сростках с кварцем. Размер частиц - 0,005-0,01 мм, иногда 0,1 мм. В этой части грабен-синклинали известно более сотни точек повышенной минерализации золота с содержаниями 0,1-0,9 г/т. Структурный контроль этих золотопроявлений осадочно-метаморфо-

генного типа пока не выявлен; наиболее четким является литолого-петрографический контроль горизонтами конгломератов.

Вероятным источником минерализации золота в конгломератах является коренное золото в кристаллическом основании Белокоровичской впадины. Качественно, на уровне чувствительности золотоспектрометрического анализа, золото фиксируется во всех породах складчатого основания: в гранитоидах кировоградско-житомирского и осницкого комплексов, в гнейсах и кристаллосланцах нижнепротерозойской тетереvской серии и т.д. При этом максимальные значения устанавливаются в гнейсах и кристаллосланцах, претерпевших контактово-метасоматические изменения. Так, в западном борту южной части Белокоровичской структуры располагается одноименное рудопроявление в кварцсерицит-хлоритовых кристаллосланцах тетереvской серии, сохранившихся в виде останца в гранодиоритах кировоградско-житомирского комплекса. Рудопроявление приурочено к узлу сопряжения двух разнонаправленных разломов, к участку хлоритизированных и окварцованных пород. Содержание золота достигает 2,0 г/т. В этом же борту Белокоровичской структуры в гнейсах и кристаллосланцах зафиксировано содержание золота 0,1-0,4 г/т. Вмещающие золото породы интенсивно хлоритизированы и эпидотизированы, пронизаны сетью разнонаправленных жил и прожилков кварца с обильной вкрапленностью пирита (до 5-15%). Золото тяготеет к пириту. Золотопроявление приурочено к узлу пересечения субмеридионального Шепетовско-Белокоровичского и северо-западного Центрального разломов.

В восточном борту грабен-синклинали золотоносность в целом спорадическая, не превышающей уровня обогащенной минерализации: в гнейсах тетереvской серии содержания золота составляют 0,1 г/т, в диабазах - 0,2 г/т. Иногда золото сопровождается сульфидной минерализацией мышьяка, никеля, кобальта, цинка и меди в содержаниях, отвечающих уровню рудопроявления. В частности, в геохимическую ассоциацию элементов гнейсов входит постоянный спутник золота - медь, а в кристаллосланцах - цинк. Последнее свидетельствует в пользу возможного выявления в кристаллическом основании Белокоровичской впадины оруденения золота постультраметаморфического типа (Вербицкий, Комаров, 1993).

Пержанский район ( 4 ) расположен в северной части Украинского щита, в пределах субширотной Суцано-Пержанской текто-

нической зоны, являющейся рудоконтролирующей структурой для известных здесь рудопоявлений благородных и редких металлов. Площадь района около 500 км<sup>2</sup>.

Золоторудная минерализация локализуется в сиенитах Ястребецкого штока и его эндоконтактах (0,003-0,1 г/т, реже до 1,0 г/т, иногда до 10,0 г/т), в пержанских гранитах (0,01-0,3 г/т, реже 1,2 г/т) и сопровождающих их полевошпатовых метасоматитах, в грейзенах и зонах окварцевания (0,02-0,2 г/т, реже 2,9-3,34 г/т) в всячем крыле Сущанского надвига (Северо- и Южно-Кованское, Болотницкое и др. проявления), а также в краевой зоне Устиновского массива (Вербское рудопоявление), сложенной грейзенизированными лейкократовыми субщелочными гранитами и диоритоподобными породами (0,07-0,18 г/т). Проявления золота Пержанского района в своей основной массе генетически являются постультраметаморфическими (гидротермально-метасоматическими). Пространственно и структурно они совмещены с минерализацией молибдена, олова, висмута, свинца, цинка, урана, тория, циркония, серебра (Вербское рудопоявление) (Металиди и др., 1986), а в зоне Сущано-Пержанского разлома также лития, бериллия, тантала, ниобия, вольфрама, циркония, редких земель, урана и тория (Нечаев, 1992).

Вильчанский район ( 5 ). Рудоконтролирующей структурой района является одноименная вулкано-тектоническая впадина, расположенная на восточном замыкании Овручского палеорифта. Впадина имеет сложную, приближающуюся к округлой, изометричную конфигурацию, обусловленную положением ограничивающих ее со всех сторон зон разломов (Литвиновский, Дубровский, Полесский и Кировский). Глубина структуры достигает 1000 метров, диаметр - около 20,0 км при площади до 350 км<sup>2</sup>. Выполнена она рифейскими вулканогенно-осадочными образованиями преимущественно збраньковской свиты пугачевской серии. Площадь района около 500 км<sup>2</sup>.

Золото в незначительных содержаниях (0,006-0,01 г/т, реже 0,05-0,12 г/т, иногда 0,6 г/т) крайне неравномерно рассеяно в терригенной (конгломераты, гравелиты, песчаники, сланцы) и вулканогенной (базальты, диабазы, микродиабазы, порфириты, кварцевые порфиры) толщах, представляя соответственно метаморфогенно-осадочный и вулканогенно-плутоногенный генетические типы проявлений. Пространственно они сопровождаются пре-



имущественно урановыми проявлениями, зафиксированными в южной и юго-западной частях Вильчанской палеокальдеры и приуроченных к кислым эффузивам збраньковской свиты (Ковшиловское рудопроявление).

Кочеровский ( 6 ) район располагается южнее Коростенского плутона на площади около 1900 км<sup>2</sup>, в пределах которой доминируют метатерригенные и реже развиты метакarbonатно-терригенные породы нижнепротерозойской тетеревской серии. Они представлены здесь в основном графитсодержащими гнейсами и кристаллосланцами, в разной степени подвергшимися (главным образом в зонах основных рудоконтролирующих структур района - Сквирско-Кочеровского и Звиздаль-Залесского разломов) катаклазу, диафорезу (эпидотизация и хлоритизация), калишпатизации, окварцеванию, скарнированию и сульфидизации (пирит, халькопирит, сфалерит, галенит).

Содержание золота варьирует от 0,01-0,07 г/т в диафорированных, окварцованных и слабосульфидизированных гнейсах и кристаллосланцах (Берездовское проявление) до 0,3-0,4 г/т в существенно окварцованных, микроклинизированных и сульфидизированных графит-биотитовых гнейсах и биотит-роговообманковых кристаллосланцах (Чудиновское и Кочеровское проявления), составляя в среднем 0,15 г/т (Металиди и др., 1992). Максимальные содержания (более 0,3 г/т) фиксируются в эпидотизированных, окварцованных и сульфидизированных (пирит, халькопирит) роговообманковых гнейсах, амфиболитах, габбро и диоритах (Равское рудопроявление) западной части района в зоне Сквирско-Кочеровского разлома, а также в замещенных пегматитах (1,25 г/т) этой зоны. Повышенные концентрации золота сопровождаются первичными ореолами серебра, висмута, молибдена, олова, никеля, меди и свинца. В южной части района золоторудная минерализация зафиксирована также в силикатно-карбонатных кристаллосланцах кочеровской свиты тетеревской серии (Вербицкий, Вербицкая, 1979). Содержание золота изменяется от 0,003 г/т до 0,012-0,032 г/т. Золото представлено единичными тонкими бледно-желтыми полупрозрачными чешуйками до 0,1 мм в поперечнике с неровными "размазанными" ограничениями. Ведущий генетический тип золотопроявлений района - постультраметаморфический.

Ружинский район ( 7 ) располагается южнее Кочеровского и занимает площадь около 1900 км<sup>2</sup>. Основной петрокомпонент района - чудново-бердичевские гранат-биотитовые граниты и мигмати-

ты, содержащие разновеликие тела чарнокитов и останцы различных по составу, но нередко графитсодержащих гнейсов и кристаллосланцев, реже силикатных безрудных и силикатно-магнетитовых кварцитов, скарнов и др. пород днестровско-бугской серии. В экзо- и эндоконтактах гранитоидов, но главным образом в зонах Немировского и Яготинского разломов (основных рудоконтролирующих структурах), пересекающих район в близком к меридиональному направлении, породы гнейсовой толщи гранитизированы, скарнированы, но главным образом окварцованы и сульфидизированы (пирит, халькопирит, пирротин).

Повышенная золоторудная минерализация фиксируется в окварцованных и микроклинизированных графитсодержащих пироксенбиотитовых гнейсах с сульфидами в зоне Яготинского разлома (0,05-0,7 г/т - Северо-Ружинское и Ружинское проявления), в участках перехода пироксеновых кристаллосланцев в гиперстенмагнетитовые кварциты (до 0,3 г/т - Липовецкое проявление), в кварцевых прожилках и жилах, рассекающих граниты и гнейсы (0,1-0,5 г/т). Максимальные содержания золота (более 1,0 г/т) приурочены к габброидам, образующим изометричное тело среди гранитоидов бердичевского комплекса и пространственно тяготеющего к периферии зон Немировского и Яготинского разломов. Габброиды брекчированы, окварцованы и сульфидизированы (Белиловское рудопроявление) (Нечаев, 1992). Золото находится в ассоциации с пиритом, халькопиритом, самородным висмутом, серебром и теллуридами и, по всей вероятности, связано с сульфидами и теллуридами. Генетический тип золотопроявлений района - постультраметаморфический.

Богуславский район ( 8 ) располагается на северо-востоке западной части Украинского щита, тяготея к юго-западному борту Доно-Днепровского авлакогена. Площадь района составляет 2500 км<sup>2</sup>. Большую часть ее занимает Богуславский термальный купол, сложенный преимущественно кировоградскими порфировидными гранитами. На юге развиты породы Корсунь-Новомиргородского плутона. Рудоконтролирующими структурами являются Богуславско-Мироновский и Лысянский разломы, в зонах которых породы катаклазированы, брекчированы, милонитизированы, а также окварцованы и неравномерно сульфидизированы. Окварцевание и сульфидизация проявлены также в породах экзо- и эндоконтактов Богуславского купола, к которому в основном тяготеет золоторудная минерализация района, равно как и к зонам упомянутых

выше разломов. Золотоносность в целом неравномерна, варьирует в широком интервале: от 0,005 до 0,2 г/т максимально в мигматитах, гранитах, плагиогранитах и пегматитах кировоградско-житомирского комплекса, а также в амфиболитах (0,1-0,2 г/т - Стебновское проявление). В ассоциации с золотом обычны серебро, молибден, олово, цинк и свинец.

Тальновско-Михайловский район (9) пространственно тяготеет к западному борту Кировоградского блока, прослеживаясь в субмеридиональном направлении с севера на юг вдоль экзоконтактов Корсунь-Новомиргородского плутона гранитов рапакиви и Новоукраинского гранитного массива. Площадь района около 7000 км<sup>2</sup>. Приблизительно по осевой линии района с севера на юг располагаются разновеликие, но преимущественно изометричные по форме, очагово-купольные структуры, сложенные кировоградским порфировидным гранитом. Они "погружены" в гнейсовый субстрат нижнепротерозойской ингуло-ингулецкой серии и окаймлены мигматитами кировоградско-житомирского комплекса. Складчатое основание западной части района сложено эндебритами, плагиогранитами и плагиомигматитами немировского комплекса, а также розовыми бердичевскими гранитами и мигматитами. Северо-восточный угол района занимают рапакивидные граниты Корсунь-Новомиргородского плутона, юго-восточный - новоукраинские порфировидные граниты с телами монцониатов. Архей-нижнепротерозойский фундамент разбит разломами, среди которых наиболее значимым является субмеридиональный Звенигородско-Анновский (основная рудоконтролирующая структура района). С ним сопряжены Тальновско-Мироновский, Ядловско-Трактемировский, Тальновский, Михайловский и др. разломы. В зонах этих разломов и в узлах их пересечения породы брекчированы, катаклазированы и милонитизированы, а также в разной степени хлоритизированы, окварцованы, калишпатизированы и сульфидизированы. Более масштабно эти процессы, наравне с гранитизацией, мигматизацией, березитизацией, скарнированием, реже графитизацией, иногда турмалинизацией, проявлены в экзо- и эндоконтактах Корсунь-Новомиргородского плутона и Новоукраинского гранитного массива, но главным образом в термальных куполах осевой части района.

Золото фиксируется всотне площадных и точечных геохимических аномалий, нескольких десятках точек повышенной минерализации и в 2I рудопроявлении, на которых его содержание обы-



чно превышает 1,0 г/т. На рудопроявлениях золото локализуется в окварцованных и сульфидизированных биотитовых гнейсах (графит - и гранат, реже - силлиманит - и кюйдеритсодержащих) от 1,0-2,0 г/т (обычные концентрации на большинстве рудопроявлений, где вмещающими являются данные породы) до 3,0-5,0 г/т (в узлах пересечения широтного Уманско-Новомиргородского разлома с Новопапавловским и Андреевско-Лозоватским северо-западного и субмеридионального направлений, а также в зоне Весело-Лукского разлома - Мостовое рудопроявление) и 6,7 г/т максимально (в зоне Липняжско-Михайловского субмеридионального разлома - Южно-Михайловское рудопроявление); в амфиболитах, амфиболовых гнейсах и кристаллосланцах, скарнах, силикатных кварцитах - от 1,0-1,5 г/т до 2,0-4,0 г/т (в зоне Тальновского, Ядловско-Трактемировского, Михайловского, Липняжско-Михайловского, Весело-Лукского разломов, а также в экзо- и эндоконтактах Корсунь-Новоморгородского шлутона гранитов рапакиви, Новоукраинского гранитного массива, Березовского, Липняжского, Весело-Лукского и др. термальных куполов (Тальновское, Коротинское, Новопапавловское, Липняжское, Западно-Липняжское, Северо- и Южно-Михайловское и др. рудопроявления). В кварцевых жилах, секущих рудовмещающую гнейсовую толщу, содержания золота изменчивы, достигая иногда 1,0-6,0 г/т и более (узел пересечения северо-восточного Романовского разлома с локальным нарушением северо-западного простирания - Жовтневое рудопроявление). В участках сульфидизации золотовмещающих пород содержание сульфидов нередко достигает 6 %, иногда 10 %. Сульфиды представлены пиритом, пирротинном, халькопиритом и арсенопиритом и сопровождаются сфалеритом, галенитом, молибденитом, самородной медью, реже флюоритом. Непременным спутником золота, независимо от состава вмещающих пород, а особенно в биотит- и амфиболсодержащих гнейсах, кристаллосланцах и амфиболитах являются серебро (от 1,0-2,0 г/т до 10,0 г/т), висмут, мышьяк, медь (иногда самородная). К ним присоединяются кобальт, никель, молибден, цинк, свинец и теллур. Доминирующий генетический тип золота в районе - постультраметаморфический.

В юго-западной присклоновой части западной половины Украинского щита нами выделяется три золотоносных района - Новоушицкий, Ямпольский и Рыбницкий, которые прослеживаются в субширотном направлении с северо-запада на юго-восток. Эти районы характеризуются общностью геологического строения

(кристаллическое основание сложено в основном метаморфитами днестровско-бугской серии и ультраметаморфитами бердичевского комплекса) и геоструктурного положения - тяготением к Днестровской тектонической зоне. Кристаллическое основание перекрыто чехлом слабометаморфизованных рифей-вендских осадков, в которых фиксируются маломощные преимущественно пластовые тела эффузивов. Генетический тип золотопроявлений в породах складчатого фундамента обычно постультраметаморфический, в образованиях перекрывающего чехла - осадочно-метаморфогенный.

Новоушицкий район ( I0 ) является крайним северо-западным среди перечисленных выше. Его площадь составляет около 600 км<sup>2</sup>. Как в породах фундамента, так и в отложениях чехла золоторудная минерализация распределена крайне неравномерно. При этом в породах складчатого основания, обычно неравномерно деформированных, окварцованных и слабо сульфидизированных (пирит и халькопирит) в зоне основной рудоконтролирующей структуры - субширотного Южно-Подольского разлома - содержание золота составляет: в гнейсах и кристаллосланцах 0,007-0,02 г/т, в чудного-бердичевских гранитах и мигматитах 0,007-0,03 г/т, в скарнах 0,003-0,06 г/т, в кварцевых жилах 0,02-0,03 г/т. В рифей-вендских отложениях концентрации золота практически не отличимы от содержаний в породах фундамента: в кварц-полевешпатовых песчаниках 0,01-0,015 г/т, в туфопесчаниках, алевролитах и гравелитах - 0,015-0,02 г/т, в конгломератах - 0,008-0,02 г/т.

Докембрийское складчатое основание Ямпольского района ( II ) сложено ультраметаморфитами бердичевского комплекса, вмещающими останцы пород днестровско-бугской серии. Именно в породах последней (графитсодержащих пироксен-биотитовых гнейсах и кристаллосланцах) отмечается спорадическая золоторудная минерализация (0,05-0,15 г/т). Золотовмещающими известное Ямпольское рудопроявление (содержание золота до 3,8 г/т) являются рифей-вендские гравелиты и песчаники. Площадь района - около 750 км<sup>2</sup>.

Рыбницкий район ( I2 ) занимает крайнее юго-восточное положение в ряду рассматриваемых и располагается на площади до 3000 км<sup>2</sup>. В его сложении принимают участие те же кристаллические комплексы и серии, что в упомянутых выше. Складчатое основание осложнено широтно и субмеридионально ориенти-

рованными разломами (Слободский, Мардаровский, Новоселецкий, Пасатский и др.), входящие в Днестровскую тектоническую зону, в пределах которых породы катаклазированы, милонитизированы, брекчированы, а также неравномерно окварцованы, участками калишпатизированы и сульфидизированы (пирит и халькопирит).

Золото отмечается в чудново-бердичевских гранитах (0,008-0,03 г/т, реже 0,1 г/т); в гнейсах амфибол-гранат-биотитовых с графитом (0,03 г/т), в кристаллосланцах пироксен-магнетитовых (0,02-0,07 г/т), кальцифирах и пироксен-магнетитовых скарнах (0,01-0,06 г/т, реже 0,1 г/т). В отложениях рифей-вендского чехла золото распределено неравномерно и отличается в целом незначительными содержаниями: аргиллиты - 0,008-0,02 г/т, алевролиты - 0,012-0,04 г/т, реже 0,2 г/т, песчаники - 0,008-0,02 г/т, гравелиты - 0,009-0,06 г/т, конгломераты - 0,008-0,07 г/т, реже 0,2 г/т.

Вознесенский район (I3) расположен на юге западной части Украинского щита, вблизи южного окончания Тальновско-Михайловского района. Площадь - около 700 км<sup>2</sup>.

Большую часть района занимает Вознесенский термальный купол, сложенный кировоградскими порфиридовидными гранитами. В ядре купола отмечаются лейкократовые аляскитовые граниты. Купол обрамляется гнейсовой толщей ингуло-ингулецкой серии и нерасчлененными мигматитами кировоградско-житомирского комплекса. Рудоконтролирующей структурой являются субмеридиональные Вознесенский и Николаевский разломы, параллельно друг другу пересекающие район с северо-запада на юго-восток. В зоне разломов породы неравномерно катаклазированы, милонитизированы, окварцованы и сульфидизированы.

Золоторудная минерализация в значениях, не превышающих 0,003-0,02 г/т, неравномерно рассеяна в породах кристаллического основания (графитсодержащих гранат-биотитовых, пироксен-биотитовых и др. разновидностях гнейсов, плагиогранитах, нерасчлененных гранитах и мигматитах, пегматитах и т.д.) Однако основные содержания золота (1,0-3,0 г/т) тяготеют к окварцованным тектоно-метасоматическим зонам в гранитах Вознесенского термального купола (Ахтовское рудопроявление) (Кузнецов и др., 1977; Нечаев, 1992), а также к полого залегающей дайке аляскитовых гранитов этого купола, пронизанных сетью маломощных кварцевых жил. Золото тяготеет к сульфидной минерализации (пирит, халькопирит, арсенипирит, пир-



ротин) и сопровождается повышенными содержаниями серебра (до 1,6 г/т), киновари, галенита и молибденита. Генетический тип золотопроявлений района - постультраметаморфический.

Таким образом, докембрийские комплексы, слагающие рассмотренные выше районы, в целом потенциально золотоносны, в пользу чего свидетельствуют не только все вышеприведенные данные, но и прямые и косвенные поисковые признаки золоторудной минерализации.

Под прямыми признаками нами понимается наличие в докембрийских комплексах данного района золота в концентрациях, отвечающих рудопроявлению (в сочетании с точками повышенной минерализации и геохимическими аномалиями..).

Косвенные поисковые признаки золотоносности состоят из нескольких слагаемых. К ним относятся:

а) наличие в районе (как обязательных) высокоуглеродистых терригенно-осадочных метаморфитов докембрия (графитовых и графитсодержащих гнейсов и кристаллосланцев, меньше мраморов и кальцифиров), а также железисто-кремнистых образований;

б) проявление дислокационного метаморфизма (динамометаморфизма в зонах разломов) с образованием автономных разрывных нарушений (тектоно-метасоматических зон), выраженных разновозрастными тектонитами различных фаций метаморфизма (микрочлещатые и очково-сланцеватые породы, бластомилониты и бластокатаклазиты амфиболитовой фации, ультрамилониты, милониты и катаклазиты зеленосланцевой фации, брекчии);

в) развитие регрессивного метаморфизма (зеленосланцевое изменение пород) в зонах динамометаморфизма, по периферии или в апикальных частях термальных куполов (хлоритизация с образованием пеннина, эпидотизация, десиликация или "сиенитизация", деанортизация плагиоклазов с образованием альбита I-ой генерации, окварцевание вблизи бластомилонитовых швов и т.д.);

г) формирование метасоматических изменений пород в зонах тектогенеза: высокотемпературная микроклинизация, щелочной метасоматоз - альбитизация (альбит I-ой и II-ой генераций), хлоритизация, эпидотизация, карбонатизация, скарнирование, грейзенизация, сопровождающиеся сульфидной минерализацией (пирит, халькопирит, арсенопирит и т.д.);

д) присутствие базитов и ультрабазитов (и продуктов их гранитизации - дюритов, тоналитов, гранодиоритов, меланократовых гранитов) как носителей первичного мантийного золота;

е) наличие параавтохтонных и аллохтонных тел аляскиитовидных гранитов, свидетельствующих о превращении термального купола в очагово-купольную структуру;

ж) умеренный или значительный фиксированный уровень эрозионного среза (пенеплена) в целом для кристаллического основания, а также для термального купола (или очагово-купольной структуры);

Разумеется, набор всех перечисленных косвенных поисковых признаков в одном золотоносном районе - редкое, хотя и желаемое событие. На основе совокупности прямых и косвенных поисковых признаков рассмотренные выше золотоносные районы по очередности опосредования объединены нами в две группы.

К районам первой очереди отнесены такие, в которых присутствуют прямые и косвенные поисковые признаки золотоносности: Тальновско-Михайловский, Вознесенский, Пержанский, Овручско-Белокоровичский, Городницко-Шепетовский, Новоград-Волинский и Ружинский. Эти районы рекомендуются нами для детальных поисковых и геологоразведочных работ на золото. К районам второй очереди отнесены те, где золото зафиксировано преимущественно на уровне геохимических аномалий и редко точек повышенной минерализации, а также подтверждается рядом косвенных поисковых признаков. К ним отнесены Кочеровский, Богуславский, Вильчанский, Новоушицкий, Ямпольский и Рыбницкий золотоносные районы. Эти районы могут быть рекомендованы для геолого-поисковых работ на золото.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Вербицкий В.Н., Вербицкая Э.И. Проявление золотой минерализации в докембрии Северо-запада Украинского щита // Геол. журн. - 1979. - № 5. - С. 148-149.
- Вербицкий В.Н., Комаров А.Н. Генетические типы проявлений золота в докембрии Украинского щита // Геол. журн. - 1992. - № 4. - С. 45-48.
- Вербицкий В.Н., Комаров А.Н. К вопросу о золотоносности Овручского палеорифта (северо-западная часть Украинского щита) // Геол. журн. - 1993. - № 5. - С. 48-52.
- Комаров А.Н., Прытков Ф.Я. Диафториты и натриевые метасоматиты Волинского блока. - Киев: Наук. думка, 1960. - 140 с.
- Кузнецов Ю.А., Сиденко О.Г., Ольховский А.И. Минералогические особенности Нижнего Побужья // Минералогические критерии поис-

ков редких и цветных металлов в пределах Украинского щита.  
- Киев: Наук. думка, 1977. - С. 35-39.

Металиди В.С., Букович И.П., Высоцкий Б.Л. О новом комплексном молибденовом рудпроявлении на Украинском щите // Геол. журн. - 1986. - № 5. - С. 135-137.

Металиди С.В., Гурский Д.С., Бабунин А.Н. и др. Перспективы поисков золота в северо-западной и центральной частях Украинского щита // Геол. журн.. - 1992. - № 4. - С. 73-78.

Нечаев С.В. Некоторые особенности проявления золота и серебра в западной части Украинского щита // Геол. журн. - 1992. - № 4. - С. 79-88.



УЛК: 553.411/477/

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИСТОЧНИКА ЗОЛОТА ПО  
ЭЛЕМЕНТАМ-СПУТНИКАМ В РУДОПРОИЗВЕДЕННЫХ И МЕСТОРОЖДЕННЫХ  
УКРАИНСКОГО ЦИТА

Зинченко В.А., Великанов Ю.Ф.

Как известно, поведение химических элементов в геохимических процессах в наиболее общих чертах определяется их фундаментальными и термодинамическими свойствами - потенциалами ионизации и сродством к электрону. Если посмотреть на положение золота на диаграмме, составленной по значениям первых потенциалов ионизации химических элементов, их сродства к электрону и общего электросродства /рис. I/, то можно констатировать следующие факты: золото относится к первой группе химических элементов /Маракушев, 1978/, включающие сильнейшие окислители - хлор, серу и родственные им элементы /Br, I, Se, Te/, а также металлы, окисление которых сильно затруднено - платина, серебро, медь и др. На диаграмме выделяется поле обближенных элементов, в котором находятся Au, Pt, Te, Se, S и которое располагается в правой части приведенной диаграммы, резко удаляясь как от низких значений потенциалов ионизации, так и сродства к электрону. Указанная позиция золота не позволяет ему проявлять высокую геохимическую подвижность в виде ионных соединений при окислении глубинных флюидов, которые первоначально имеют сильно восстановленный характер и последовательно окисляются при подъеме в верхние горизонты земной коры /Маракушев, Перчук 1974/. По мере окисления флюидов их эффективность как переносчиков металлов возрастает, но для золота, в связи с высоким его сродством к электрону, она падает, что приводит к вытеснению его из мигрирующих соединений металлами второй группы /прежде всего щелочными/, а следовательно, и к накоплению в породах, где идет резкое повышение окисления флюидов. Таким образом, дальнейшая миграция золота в виде ионных соединений сильно затрудняется. Здесь возникает своеобразный геохимический барьер накопления золота в разрезе земной коры, прежде всего в породах раннего докембрия, так как в их среде в первую очередь могло происходить последовательное возрастание окисленности глубинных флюидов. При этом на участках, где мигрировали золотоносные флюиды и происходило их окисление, будет проявляться обеднение пород, прежде всего, такими химическими элементами как Cs, Rb, K, Na, обладающими наиболее выраженными возможностями образовывать ио-



ные соединения с компонентами золотоносных флюидов, что приведет к некоторому геохимическому отличию этих пород от аналогичных литолого-петрографических разностей в пределах участков, не испытавших воздействия указанных флюидов и не ставших средой для накопления золота. Вместе с тем указанный элемент вследствие высокого сродства к электрону в соединениях с другими металлами может проявлять неметаллические свойства, переходя в форму отрицательно заряженного иона, и образовывать соединения со щелочными элементами, например, в виде  $Cs^+Au^-$  и продолжать миграции. Это, вероятно, будет происходить тогда, когда на участок поступает недостаточный объем золотоносных флюидов, чтобы их окисленность позволила антропогенным компонентам разрушающихся флюидов израсходовать весь потенциал щелочных элементов вмещающих пород. В этих условиях наиболее подвижные из них и превращают золото в отрицательно заряженный ион. Поэтому небольшие объемы поступающих золотоносных флюидов не могут создать высоких рудных концентраций на участках, где меняется характер их окисленности.

Выявление природы золота в рудопроявлениях и месторождениях докембрия приобретает особый интерес, поскольку решает главную проблему этих месторождений, способствует их прогнозированию и выработке поисковых критериев, зависящих и от того, какими являются концентрации металла в породах: 1/ привнесенными из подкоровых глубин; 2/ золото заимствовано из обогащенных пород, где испытало интенсивную геохимическую и механическую дифференциацию в связи с экзогенными процессами еще до метаморфизма и ультраметаморфизма вмещающих пород и потеряло свои спутники; 3/ золото мобилизовано из обогащенных или необогащенных пород, в которых оно претерпело перераспределение при метаморфизме, ультраметаморфизме и последующих наложенных процессах.

Решить вопрос об источнике золота представляется возможным, если учесть то обстоятельство, что накопление золота в породах при привносе его глубинными /подкоровыми/ флюидами должно сопровождалось сопоставимым ростом концентраций таких химических элементов, как Se, Te, Pt, Ir, S, составляющих геохимически единую парагенетическую ассоциацию в этом золоторудном процессе, а также Os, Ag, As, Cu, Pb как химических элементов, тяготеющих к этой ассоциации и выступающих в качестве спутников его. Здесь мы вправе рассчитывать на проявление прямопропорциональной зависимости в накоплении золота и указанных химических



элементов в рудопроявлениях и месторождениях, поскольку близость этих химических элементов на приведенной выше диаграмме обуславливает сходное проявление их кислотно-щелочных свойств, что дает основание утверждать о возможном совместном участии в одном и том же геохимическом процессе, например, при мобилизации из подкоровых глубин, миграции в форме сложных комплексных ионов или концентрации при одинаковых физико-химических условиях. Если же указанные химические элементы не сопровождают накопление золота в породах или увеличение их содержания при этом резко не сопоставимо с накоплением золота, то в таком случае приходится говорить о формировании рудопроявлений за счет геохимически обособленных концентраций золота в породах путем экзогенной дифференциации, например, за счет налороссыпей архейского или раннепротерозойского возраста с последующим наложением на обогащенные породы процессов метаморфизма и ультраметаморфизма. В случае, когда золото заимствовано из пород, в различной степени обогащенных им и другими химическими элементами, то мы можем рассчитывать на слабо проявленную зависимость в накоплении его и указанных элементов.

Наш подход в решении поставленного вопроса требует того, чтобы качественный и количественный анализ давали ответ на содержание в породах, наряду с золотом, прежде всего таких элементов, как  $Te$ ,  $Pt$ ,  $Jr$ ,  $Se$ ,  $S$ , а также  $Os$ ,  $Ag$ ,  $As$ ,  $Cu$ ,  $Pb$ . Выявленные в последнее время промышленно значимые рудопроявления золота в архейских и нижнепротерозойских образованиях Ущ не имеют достаточного количества геохимических данных, чтобы однозначно решить поставленный вопрос. Однако полученные нами материалы позволяют высказать определенную точку зрения по этому вопросу.

При геохимическом изучении рудопроявлений золота Клиновского, Юрьевского и Терновского в Кировоградском районе, где рудная минерализация связана с измененными окварцованными гнейсами, несущими вкрапленность сульфидов, мы сделали попытку выявить зависимость в накоплении золота и таких его спутников, как  $As$ ,  $Ag$ ,  $Cu$ ,  $Pb$ . Для этого выполнен количественный спектральный анализ проб, имеющих повышенное содержание золота. Результаты анализов нанесены на диаграмму /рис.2/ в порядке возрастания содержания  $Au$  и вынесены соответствующие им содержания указанных элементов. Это позволило наглядно увидеть слабо проявляющуюся тенденцию в накоплении химических элементов-спутников с увели-

чением содержания  $Au$ , что, возможно лишь в случае формирования этих рудопроявлений за счет корового источника, обогащенных пород, подвергнутых позже гранитизации и воздействию последующих постгранитизационных изменений. Как довод в пользу такого вывода можно привести и данные изучения на MAP-I зерна из кварцевой жилы Восточно-Юрьевского рудопроявления /скв. 2911, глуб. 740 м/, в котором выявлены лишь  $Ag$ ,  $Cu$ ,  $As$ , при этом установлены следующие содержания  $Au$  - 83,2%,  $Ag$  - 11,5%,  $Cu$  - 0,2%,  $As$  - 0,01%, другие элементы / $Bi, Fe, Sc, Te, W, Sb, Hg$  / - не обнаружены. Разумеется, что вблизи такой подвижной структуры, как Кировоградская зона разломов, многократно подновляющейся, могли создаваться условия, благоприятные для развития наложенных постгранитизационных процессов, мобилизации золота с последующим связыванием его с производными этими процессами.

В подтверждение наших представлений о формировании названных рудопроявлений золота Кировоградского района за счет обогащенных им пород следует указать на тот факт, что измененные хлоритизированные и интенсивно окварцованные биотитовые гнейсы с неравномерной вкрапленностью сульфидов по скв. 2433 / инт. 504,5 - 505,5 м / Восточно-Юрьевского рудопроявления и по скв. 2417 / инт. 226,7 - 229,7 м / Клиновского рудопроявления, где содержания золота являются наиболее высокими, характеризуются, по данным наших спектральных анализов, и наиболее высокими содержаниями висмута / соответственно 0,02% и 0,0035%/, что характерно, как показали исследования В.А.Злобина /Злобин и др., 1976/, для золотоносных черных углеродистых сланцев с послойной вкрапленностью сульфидных минералов заангарской части докембрия Енисейского края, где во многих месторождениях наблюдается ассоциация самородного золота с висмутом и висмутином, причем по спектральным анализам висмут определяется лишь в черных углеродистых сланцах с повышенной радиоактивностью и послойно-вкрапленной сульфидной минерализацией.

Нам представляется, что исходными эквивалентами измененных золотоносных гнейсов Кировоградского района могли послужить породы с маломощными пропластками или линзами углистого вещества, поскольку в них, наряду с наиболее высокими содержаниями висмута, отмечаются и повышенные концентрации меди, свинца, цинка, молибдена, что характерно для черных углеродистых

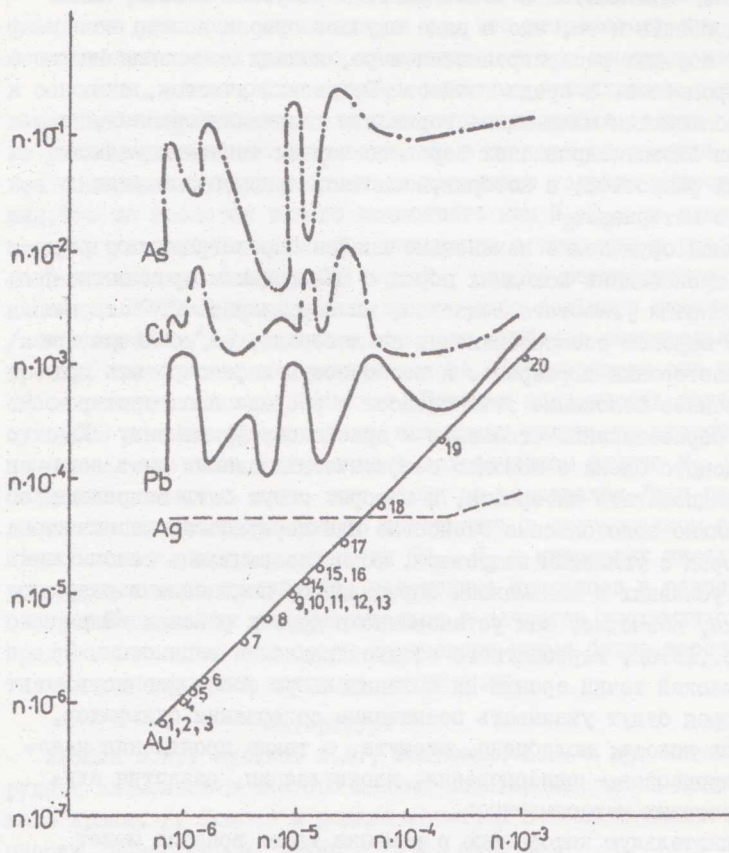


Рис. 2. Зависимость содержания свинца, мышьяка, меди и серебра от роста концентрации золота в хлоритизированных и интенсивно окварцованных гнейсах Кировоградского района.  
 По горизонтали - Au в г/т;  
 по вертикали - Ag, Pb, Cu, As в %.



сланцев различных стратиграфических подразделений указанного района Енисейского края, где они неоднократно /по крайней мере 6 раз/ появляются в докембрийском разрезе. К этому следует и добавить и то, что в ряде случаев ореолы золота во вмещающих породах распространяются шире, нежели изменения наложенных процессов, а среди гнейсов /Юрьевский участок, скв. 2271/ наблюдаются маломощные горизонты хлоритизированных, участками биотитизированных серовато-черных тонко- и мелкозернистых разностей, в которых, возможно, присутствие углеродистого материала.

Принимая оруденелые измененные гнейсы Кировоградского района за производные исходных пород с маломощными пропластками или линзами углеродистого вещества, мы вправе рассчитывать на их более широкое распространение по латерали, не исключая при этом и повторения в разрезе. А возможность зафиксировать пространственное положение этих гнейсов в разрезе нижнепротерозойских образований по отношению к архейскому фундаменту Кировоградского блока с помощью геофизических данных дает основание предполагать интервалы, в которых могут быть встречены потенциально золотоносные гнейсовые или переработанные эквиваленты пород с углеродистым веществом, формировавшихся в геосинклинальных условиях и занимавших определенное положение в разрезе при смене, возможно, как установлено в других районах /Злофин и др., 1976/, карбонатного осадконакопления глинистых. С геохимической точки зрения на потенциальную золотоносность таких пород будут указывать повышенные содержания сульфидов, спутников золота, молибдена, висмута, а также проявления наложенных процессов - окварцевания, хлоритизации, развития адуляр-хлоритовых метасоматитов.

Дополнительную информацию в решении этого вопроса может дать газовый состав флюидного раствора кварцевых жил в породах, претерпевших изменения вследствие наложенных процессов и развития окварцевания. Проведенное нами методом газовой хроматографии по Клиновскому и Аджамскому рудопроявлениям золота изучение газового состава флюидного раствора / $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2 + \text{O}_2$ / 33 проб кварца золотоносных и безрудных кварцевых жил из керна скважин, показало, что для кварцевых жил, где выявлено наиболее высокое содержание Au / 1-3 г/т / характерны наиболее низкие содержания  $\text{CO}_2$  / 6,1 мг/л /, тогда как в безрудных кварцевых жилах содержание этой газовой составляющей

в 2-3 раза, а то и на порядок, выше. Подобным образом ведет себя и состав  $N_2 + O_2$ .

Такая зависимость между содержанием  $Am$  и указанных газов флюидного раствора указывает на то, что углекислота при разрушении золотоносных флюидов связывалась с его компонентами и, в основном, удаляясь за пределы участков локализации рудного вещества, что способствовало процессу накопления золота. Если же распад флюида не происходил, то в породах оставалось высокое содержание углекислоты и не наступали условия рудоотложения. Что же касается такого компонента как  $N_2 + O_2$ , то здесь следует указать на известное положение о том, что в разбавленных кислотах / азотной, серной / золото растворяется /Неницеску, 1971/ в присутствии какого-либо сильного окислителя /например  $MnO_2$ /, содержания которого наиболее значительные в пробах, где низкие содержания золота. Растворяется оно и в смеси соляной и азотной кислот. Поэтому если учесть факт присутствия хлора в золотоносных кварцевых жилах, то становится понятным, чем выше содержание в золотоносном флюиде  $N_2$ , тем больше вероятность того, что флюид не распадался /или распадался лишь частично/ и золото оставалось в растворенном состоянии. Поэтому низкие содержания  $CO_2$ ,  $N_2$  в кварцевых жилах пород, испытавших воздействие наложенных процессов и развитие окварцевания, могут рассматриваться в качестве геохимической предпосылки выявления среди измененных пород более перспективных для развития золотого оруденения.

#### Литература

Злобин В.А., Куликов А.А., Зозуленко Л.Б. и др. Источники рудных элементов в месторождениях заангарской части Энисейского кряжа. // Золото и редкие элементы в геохимических процессах. Новосибирск, "Наука", 1976, с.71-82.

Маракушев А.А. Термодинамический расчет показателей основности химических элементов простых окислов // Очерки физико-химической петрологии. М. "Наука", вып.УП, с.41-83.

Маракушев А.А., Лерчук Л.Л. Термодинамическая модель флюидного режима Земли. // Очерки физико-химической петрологии. М. "Наука", 1974, вып. IV, с.102-130.

Неницеску К. Общая химия. М. - Мир, 1974, с.845.

УДК 550.42:553.22

## ЭВОЛЮЦИЯ ЗОЛОТООБРАЗОВАНИЯ В ЗЕЛЕНОКАМЕННЫХ СТРУКТУРАХ УКРАИНСКОГО ЩИТА

Коваль В.Б., Лапуста В.Ф.

При исследовании золотого оруденения Чертомлыкской и Сурской зеленокаменных структур Среднего Приднепровья Украины авторами использован комплекс, состоящий из методов: изотопно-геохронологического, изотопно-геохимического, термобарометрического, микрозондового (лазерного), геохимического, электронно-микроскопического, ЭПР и компьютерного (Коваль, Лапуста, 1990, 1994).

К Чертомлыкской и Сурской зеленокаменным структурам наряду с Верховцевской, Белозерской, Софиевской и Кобелянской приурочены практически все известные проявления золоторудной минерализации в Среднем Приднепровье.

Все рудопроявления золота, выявленные в Среднем Приднепровье, в соответствии с известными классификациями, могут быть отнесены к геолого-формационным типам: 1 - приуроченные к кислым вулканитам соленовской свиты и субвулканическим интрузиям сурского комплекса; 2 - ассоциирующие с железисто-кремнистой формацией; 3 - связанные с дацит-базальтовыми формациями с минерализацией, тяготеющей к породам кислого состава; 4 - локализованные в породах ультрабазит-метакоматейт-толеитовой формации интенсивно измененных гидротермально-метасоматическими процессами.

Золотое оруденение Чертомлыкской структуры (участок Балка Широкая) относится, в основном, ко второму типу, а Сурской (участок Балка Золотая и участок Сергеевский) - являют совмещение первого и третьего типов. В целом формирование золотого оруденения на исследуемых участках нам представляется сходным, хотя в ряде конкретных случаев проявляются специфические отличия.

Вопрос о возрасте и стадийности золотонакопления в зеленокаменных структурах является дискуссионным. Опираясь на литературные и собственные данные, авторы пришли к выводу, что золотонакопление происходило минимум в четыре этапа: 2900-2700 млн. лет - воздействие на зеленокаменные толщи серых плагиогранитов сурского комплекса; 2700-2300 млн. лет - влияние на зеленокаменные породы розовых микроклин-плагиоклазовых грани-



тов токовско-мокро-московского комплекса; 2300-2000 млн. лет - листвениито-березитизация, синхронная щелочному уран-продуцирующему этапу; 1750-1300 млн. лет - щелочной метасоматоз, синхронный с фазой промышленного уранообразования центральной части УЩ; 700-400 млн. лет - низкотемпературный кварц-карбонат-сульфидный метасоматоз.

Интерпретация свинцово-изотопных данных (изотопно-спектральный метод) позволила зафиксировать в породах, метасоматитах и рудах четыре типа уран-свинцовых систем: 1 - ранних аномальных, 2 - обыкновенных, 3 - аномальных, 4 - омоложенных. Распределение золота дискретно по отношению к выделяемым типам уран-свинцовых систем. Первый максимум включает вмещающие породы с ранним аномальным и обыкновенным свинцами, что соответствует стадии метаморфизма и ранних высокотемпературных гидротермально-метасоматических преобразований. Породы первично обогащенные ураном, содержат, в среднем, на порядок больше золота, чем породы с исходно низкими кларками урана. Второй максимум накопления золота, связанный с аномальными свинцами, соответствует стадии уран-продуцирующего щелочного метасоматоза (1750 млн. лет). Третий и четвертый максимумы синхронны омоложенному свинцу, характерному для завершающих стадий низкотемпературного кварц-карбонат-сульфидного метасоматоза и гипергенеза. Проявление дискретности золотонакопления по мере смены типов уран-свинцовых систем совпадает со стадиями, выделяемыми по геохронологическим данным.

Привнос урана в породы, метасоматиты и руды приводит к общему выносу золота и, наоборот, что может быть объяснено геохимическим антагонизмом золота и урана при смене РТ условий на последовательно сменявшихся стадиях метасоматоза от высокотемпературных до низкотемпературных.

Исследования изотопного состава серы сульфидов, которые представлены в преобладающей массе пиритом, а также пирротинном, халькопиритом, арсенипиритом, ковелином, молибденитом различных генераций и морфологических типов, проводились с целью изучения источников рудного вещества и рудогенерирующих флюидов. В изученных сульфидах присутствуют три генетических типа серы: осадочная ("тяжёлая" осадочных сульфатов)  $\delta^{34}S$  от +1,5 до +12,0 %; глубинная (коровая),  $\delta^{34}S$  от +1,5 до -1,5 %; метасоматическая ("лёгкая"),  $\delta^{34}S$  до -30,0 %.

Промышленное золотонакопление коррелируется с осадочной

серой и, частично, с глубинной и метасоматической. Привнос осадочной серы генетически связан с сульфидным золотонакоплением и является определяющим. Глубинная сера характеризует стадию формирования вулканогенно-осадочных толщ при активном воздействии высокотемпературного флюида магматической природы. Метасоматическая и осадочная сера поступали в зоны тектоно-метасоматической переработки на стадии протерозойской активизации и в последующем. Этот процесс сопровождался изотопным разделением серы на фоне преобразования пород под воздействием щелочного и кварц-карбонат-сульфидного метасоматоза, а в последствии - гипергенеза, приведших к активному перераспределению золота, урана и редких элементов. Доказательством смены источника серы во времени является генетическая корреляция изотопного состава серы и свинца: глубинная сера связана, в основном, с ранним аномальным и обыкновенным свинцами, а осадочная и метасоматическая - с аномальным и омоложенным свинцами. Полученные данные подтверждают полигенную и полихронную природу серы золотосодержащих сульфидов, а золотонакопление геохимически и генетически связано с ураном и сопутствующими ему элементами.

Для установления источников флюида, физико-химических условий формирования промышленного золотого оруденения был изучен изотопный состав газовой-жидких включений (ГЖВ) в кварцах разных генераций и определены  $\delta^{18}\text{O}$  и  $\delta\text{D}$  воды и  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{18}\text{O}$  углекислого газа, содержания  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CO}_2$  в ГЖВ. Изотопный состав водорода и кислорода воды имеет пределы вариаций от -40 до -82 ‰ и от +8,0 до -3,5 ‰, соответственно. Изотопы элементов углекислоты в ГЖВ изменяют параметры:  $\delta^{13}\text{C}$  от -10,0 до +2,5 ‰, а  $\delta^{18}\text{O}$  от +13,4 до +31,4 ‰. Имеющиеся данные позволяют характеризовать флюид, преобразовывающий породы зеленокаменных структур Приднепровья как полигенный с участием магматогенных, метаморфогенных, гидротермальных и метеорных компонентов.

Изучение ГЖВ в кварцах термобарометрическим методом показало наличие следующих их типов: газовой-жидкие (водные и газовые); существенно углекислотные разной плотности; водно-углекислотные ( $\text{CO}_2\text{г} + \text{CO}_2\text{ж} + \text{p-p}$ ) с различным соотношением фаз воды и углекислоты; с твердыми фазами ( $\text{KCl}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}$ , карбонат), сложные с твердыми фазами и углекислотой (крайне редкие). Температуры гомогенизации изменяются от более 500 до 500°C при



давлениях от 250 до 50 и менее мПа.

Распределение элементов-спутников в связи с накоплением золота в рудах, зонах околорудных изменений и вмещающих породах изучено спектральным методом, а в золотоносных сульфидах с помощью локального лазерного спектрального анализа.

Для продуктивных зон характерно накопление иттрия, иттербия, скандия, радиогенного свинца, ванадия, меди, цинка, серебра, лития, мышьяка, кобальта, молибдена, вольфрама, галлия, бария и фосфора, при этом соотношение  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  в преобладающем количестве случаев меньше 0,75, что свидетельствует о связи с более молодыми стадиями гидротермально-метасоматических преобразований. Вмещающие породы концентрируют цирконий, титан, марганец, хром, никель, стронций, германий, свинец. Нейтральными или транзитными элементами для золоторудного процесса являются бериллий, висмут, лантан,

Микроразовое изучение распределения элементов в золотоносных пиритах указывает, что накопление элементов-примесей в них происходило за счет селективной мобилизации элементов из золотопродуктивных пород. С повышением концентраций золота в пиритах от 0,005 до 500 г/т происходит увеличение содержания иттрия, скандия, серебра, кобальта и меди, в то же время содержания цинка, мышьяка, марганца, никеля и свинца понижается на несколько порядков. Выявленная закономерность, хоть и косвенно, но подтверждает мнение о перераспределении золота и сопутствующих ему элементов из зон первичной золоторудной минерализации в золотоконцентрирующие минералы руд.

С помощью электронно-микроскопических исследований определялись минералы-примеси в золотоносных пиритах и формы вхождения золота в указанные пириты и примесные минералы. В золотоносных пиритах отмечены: висмут, куприт, самородная медь, киноварь, аргентит, акантит, висмутин, аурипигмент, бравоит +  $\Delta$ , рутил, магнетит, крукезит, галенит, сфалерит,  $\Delta$ -халькозин, пирротин, антимонит, клинопирротин, марказит, арсенопирит, халькозин,  $\Delta$ -селен, серебро, кварц с микрорельефом природного травления на гранях; урановые минералы: в самостоятельных формах - нингбоит (склодовскит, болтвудит,  $\Delta$ -уранофан), а также в виде радиоактивных центров непосредственно в минералах или межзерновых пространствах.

Золото представлено следующими условными (для электронной микроскопии) морфогенетическими типами: кристаллическим,



капельно-кристаллоподобным, пленочным, пленочно-капельным, капельным-электрум (ассоциирует с акантитом), дендритовидным и бактериальным (колонии бактерий) - дендритовидное "цепочки", пленочно-капельное - золото.

Исследование кварца из вмещающих пород, метасоматитов и рудных зон методом электронного парамагнитного резонанса показало, что в них слабо фиксируются или отсутствуют центры  $E_{3}^{I}$ , характерные для редкоземельных руд. Концентрация этих центров уменьшается по мере приближения к рудным зонам, а в рудных образцах  $E_{3}^{I}(Mn)$  и  $E_{3}^{I}(Li)$  центры практически отсутствуют. В кварцах из рудных зон наблюдается возрастание количества центров  $Mn^{2+}$  на фоне повышения содержаний марганца.

Для выяснения пространственного взаимоотношения выявленных комплексных параметров (модели) золотонакопления рассмотрена вертикальная зональность.

Наиболее молодые возраста зафиксированы в минералах из центральных частей рудных зон. Аномальные и омоложенные уран-свинцовые системы, соответствующие наиболее поздним этапам гидротермально-метасоматических преобразований пород, распределены на глубинах от 100 до 400 м. Выделяемые три генетических типа серы сульфидов выявлены по всей глубине вскрытия изучаемых месторождений, но осадочная "тяжелая" и метасоматическая "легкая" сера концентрируются на глубинах с наиболее продуктивными рудными пересечениями. Изотопные данные по флюиду ГЖВ коррелируются с содержаниями золота и, прежде всего, четко отражают активность процесса, смену источника флюида. Максимальное количество выделяемых типов ГЖВ (четыре) сосредоточено на глубинах 100-350 м, при этом нарастание количества ГЖВ и уменьшение их размеров идет от вмещающих пород к продуктивной пачке и от нижних уровней продуктивной пачки к верхним. Распределение элементов-спутников подчиняется больше метасоматической зональности, чем общей вертикальной зональности и не имеет четкой дифференциации по глубине. Ассоциирующие с золотом минералы в приповерхностных частях рудных зон представлены висмутином, аурипигментом, купритом, рутилом, магнетитом, крукезитом, нингьбитом, складовскитом; наиболее продуктивные части зон представляют: антимонит, клинопирротин, марказит, акантит, пирит, арсенопирит, халькозин, самородное серебро,  $\beta$ -селен, по всей глубине вскрытия распределены: галенит, сфалерит, бравоит,  $\beta$ -халькозин.

Полученные комплексные характеристики отражают сходство и, в то же время, различия золотого оруденения Чертомлыкской и Сурской зеленокаменных структур:

- золотая минерализация является продуктом длительного, последовательного воздействия стадиальных тектоно-метасоматических процессов на исходные породы;

- согласно интерпретации уран-свинцовых систем накопление золота, в соответствии с проявлением этапов гидротермально-метасоматических преобразований пород, происходило дискретно. Золото и уран, в зависимости от смены физико-химических условий, вели себя как родственные или антагонистические элементы;

- промышленное золотонакопление для Сурской структуры сопряжено с глубиной серой, а также фрагментарно - с осадочной и метасоматической; для Чертомлыкской - с преобладающей осадочной;

- данные по изучению изотопного состава флюида ГЖВ позволяют говорить, что для оруденения Чертомлыкской структуры флюид имел метеорно-гидротермальную природу, а для Сурской - метаморфогенно-магматогенную;

изменения температур гомогенизации в ГЖВ лежат в пределах от более 500 до 50<sup>0</sup>С при давлениях от 250 до 50 мПа - Сурская структура; от 500 и ниже 175<sup>0</sup>С при давлениях менее 100 мПа - Чертомлыкская структура;

- закономерное изменение микроморфологии золота, сульфидов, набора минералов и элементов-примесей в связи с золотосодержащей указывает на направленную смену условий минералообразования, что нашло отражение в вертикальной и латеральной зональности;

- возрастание в спектрах ЭПР сигналов центров  $Mn^{2+}$  кварцев при переходе от вмещающих пород к рудам, как для золоторудных, так и для урановорудных зон, дополняет доказательства о генетической и геохимической связи золота и урана.

#### Литература

- Коваль В.Б., Лапуста В.Ф. Геохимические модели метаморфогенного рудообразования в докембрии //Геол.журн.,1990. -№2. -С.29-34.  
Коваль В.Б., Лапуста В.Ф., Терещенко С.И. и др.Геохимические и металлогенические особенности формирования золотого оруденения Приднепровья Украины //Геол.журн.,1994. -№3. -С.55-64.

УДК 551.24:553.41

СОРОКИНСКИЙ ЗЕЛЕНОКАМЕННЫЙ ПОЯС:  
СТРУКТУРА, СТРАТИФИКАЦИЯ ПОРОД, ЗОЛОТОНОСНОСТЬ

Глевасский Е.Б., Еремеев Г.П.

Сорокинская зона или одноименный зеленокаменный пояс (Глевасский, 1996) изучается уже более полувека. Немаловажную роль в неиссякаемом интересе к исследованию этой сравнительно небольшой структуры сыграли многочисленные проявления полезных ископаемых, среди которых наиболее известны редкометальные пегматиты, а позднее и, обнаруженных здесь же, перспективные рудопоявления золота (Бухарев и др., 1992; Глевасский, 1981; Кравченко, 1992; Кравченко и др., 1985, 1988; Усенко и др., 1973). По-видимому, последнее обстоятельство и квалификация Сорокинской зоны как зеленокаменного пояса взаимосвязаны. Это позволяет оптимистически оценивать перспективы поисков здесь промышленного золотого оруденения. Не останавливаясь специально на обзоре литературы, посвященной разным аспектам изучения Сорокинской зоны, насчитывающей многие десятки работ, следует констатировать, что имеющиеся данные позволяют выделять в Приазовье оригинальный для Украинского щита тип зеленокаменных поясов. От широко известных зеленокаменных поясов Приднепровского геоблока они отличаются наличием метаобломочных пород в низах разреза и широком их развитии в верхней его части, а также совмещением архейских и нижнепротерозойских образований в одних и тех же структурах. Кроме того, оригинальность зеленокаменных разрезов Приазовья обосновывается и более древним (по отношению к конкской свите) возрастом косивцевской свиты (вероятного аналога нижнеосипенковской свиты) - более 3.3 млрд. лет (Щербак, 1991).

На данном этапе изученности зеленокаменных поясов Приазовья к последним, кроме Сорокинского, несомненно следует относить и Риздвянско-Успеновскую дугу вместе с примыкающей к ней Косивцевской зеленокаменной структурой (Бобров и др., 1991) и другими подобными фрагментами, реконструированными в целом как Гайчурский зеленокаменный пояс (Глевасский, 1996). Как и подобные структуры Приднепровья, рассматриваемые пояса конформны очертаниям гранитоидных куполов, близки по протяженности (первые десятки



километров), однако ширина их редко превышает первые километры. Наконец, в Приазовском геоблоке в отличие от Приднепровского эти структуры ассоциируют с гранулит-гнейсовыми, также окаймляющими гранитные купола.

Перечисленные особенности зеленокаменных поясов Приазовья удовлетворительно объясняются на основе палеогеодинамического подхода (Глевасский, 1989, 1991, 1996). Так, реконструируемая в нижнем протерозое для Приазовского геоблока геодинамическая обстановка активной континентальной окраины андийского типа определила интенсивную переработку архейских зеленокаменных поясов, включая и унаследованное развитие этих структурно-формационных зон в протерозое. Кроме того, коллизийная геодинамическая обстановка, сменившая в конце раннего протерозоя обстановку активной континентальной окраины и приведшая к объединению Приазовского и Приднепровского фрагментов микроконтинентов, обусловила, в результате надвигания Приазовского геоблока на Приднепровский, значительный эрозийный срез последнего. Поэтому в Приазовье, в отличие от Приднепровья, сохранились только корневые части зеленокаменных поясов.

Предложенный подход к оценке геологической позиции перечисленных и других зеленокаменных структур (Глевасский, 1996) расширяет перспективы Приазовского геоблока в отношении поисков месторождений золота.

### Особенности структуры

Сорокинский пояс окаймляет с востока Салтычанский купол, сложенный полимиктититами и гранитоидами как архейского, так и нижнепротерозойского возраста. Последние представлены субколыцевыми массивами гранодиоритов обиточненского комплекса и малыми интрузиями ортитовых гранитов. Собственно Сорокинская структура окаймляет в основном Андреевский полимиктитовый купол второго порядка и уверенно фиксируется в геофизических полях на крупномасштабных планах.

Узкая (около 1 км) полоса супракrustальных пород нижнеосипенковской и верхнеосипенковской свит, соответствующая рассматриваемому поясу, субпараллельно ограничена от вмещающих гранитоидов разломами и простирается в целом в северо-западном направлении по азимутам 300-330°, плавно изгибаясь до субширотных простираций на северо-западе в области своего выклинивания - у

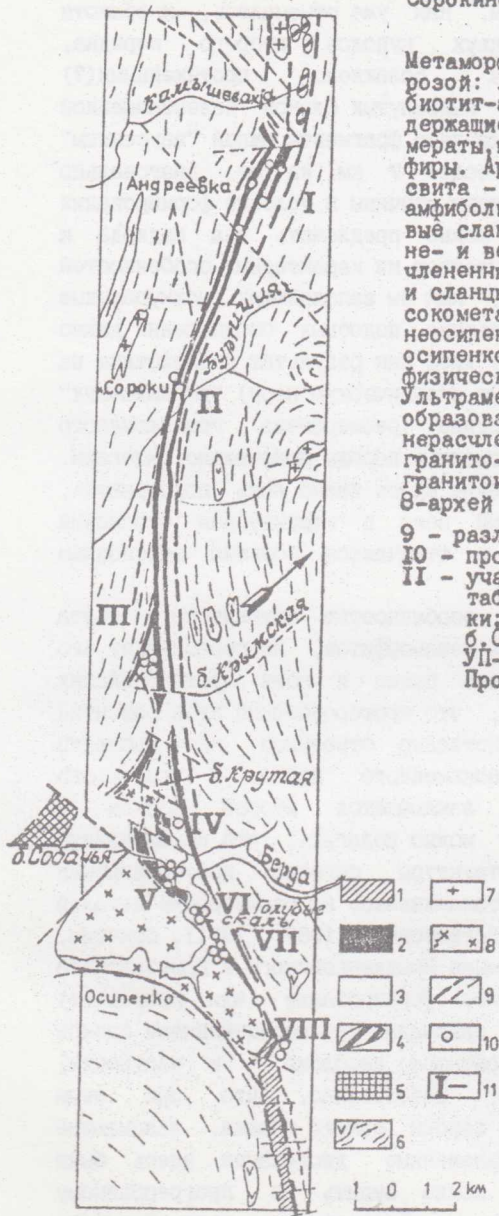
северного обрамления Андреевского купола и на юге - также в северном обрамлении проблематичного Осипенковского купола. В области сочленения перечисленных куполов ширина полосы максимальна - до 2 - 2.5 км. Здесь она как бы вдвинута структурным мысом в межкупольное пространство (рис. ), что характерно для типичных везувиоидных структур Приднепровья.

В местах изгибания полосы простота субпараллельных разломных ограничений пояса нарушается. Для таких участков характерны системы расходящихся кулисообразно расположенных разрывов. Отмечаются и касательные к выпуклым участкам пояса разломы. В целом простая структура пояса в этих местах нарушается, отмечаются вдвинутые, или, напротив, выдвинутые блоки. Последние как бы формируют своеобразные заусеницы пород пояса, вдающиеся в гранитоиды рамы.

Пликативные структуры пояса также сравнительно просты и в общих чертах хорошо проявляются в аномальном магнитном поле благодаря магнитоактивным горизонтам нижней части разреза структуры. По этим данным и материалам многочисленных скважин на большей части пояса картируется ундулирующая сжатая (килевидная) линейная синклинальная складка, опрокунутая на северо-восток. Падения пород крутые ( $65-90^\circ$ ) и только юго-западные и южные. В северной части пояса - в районе Андреевского железорудного месторождения - по данным геологической съемки конца 70-х годов (Русаков и др.) на участке протяженностью около 1.5 км фиксируются две параллельные синклинальные складки (см. рис. ). Они сочленяются, вероятно, вдоль продольного разлома. Причем, севернее прослеживается только восточная синклиналь. В отличие от южной части, она сохранилась лишь в виде останцов пород нижнеосипенковской(?) свиты среди гранитоидов и отделена от последней серией нарушений. Таким образом, северный блок области выклинивания Сорокинского пояса смещен по отношению к основной его части на величину мощности этой части полосы - около 0.5 км и сдвинут на юго-восток вдоль простирания структуры на расстояние, по крайней мере, около 1.5 км, соответствующее протяженности двоякого ее участка. Этот блок, вероятно, значительно приподнят. Об этом свидетельствует отсутствие здесь пород верхней части разреза и широкое проявление процессов ультраметаморфизма, в целом не типичных для Сорокинской полосы.

Сравнительно сложно построено также юго-западное обрамление центральной части зоны между балками Крымская и Крутая на

Рис. Схема геологического строения Сорокинского зеленокаменного пояса.



Метаморфические породы. Нижний протерозой: I-садовая свита - биотитовые и биотит-амфиболовые сланцы, карбонатсодержащие, графитсодержащие; метаконгломераты, метапесчаники, мраморы, кальцифиры. Архей: 2-5; 2-нижнеосипенковская свита - зеленокаменная часть разреза - амфиболиты, метаультрабазиты, амфиболовые сланцы, железистые кварциты; 2-нижне- и верхнеосипенковская свиты нерасчлененные - высокоглиноземистые гнейсы и сланцы, метатерригенные породы; 4-высокометаморфизованные аналоги(?) нижнеосипенковской свиты; 5-блоки нижнеосипенковской свиты, выделенные по геофизическим данным.

Ультраметаморфические и магматические образования. Архей и нижний протерозой нерасчлененные: 6 - полимigmatиты и гранито-гнейсы; 7-нижний протерозой - гранитоиды обиточенского комплекса; 8-архей - осипенковские гранодиориты.

9 - разломы разных порядков;

10 - проявления золота;

II - участки золотопроявлений (см. табл. I): I-Андреевский; II-х. Сороки; III-б. Крымская; IV-б. Крутая; V-б. Собачья; VI-ур. Голубые скалы; VII-обн. ЮЗ-Двуглавый залив; УШ-Промежуточный блок - Садовый.



правобережье Верды в области максимального расширения структуры. На этом участке, приуроченном, как уже отмечалось, к области предполагаемого сочленения двух куполов второго порядка, опрокинутое крыло пояса осложнено протяженными(?) субмеридиональными "заусеницами" выдвинутых блоков зеленокаменной толщи(?). Предполагается, что крупные фрагменты южной "заусеницы" прослеживаются на расстояние более 7 км на юг диагонально простиранию основной полосы. Каковы причины и условия формирования таких структурных осложнений? Можно предложить два подхода к решению этой проблемы. Первый вытекает из характерных особенностей архейских зеленокаменных поясов, как бы заполняющих межкупольные пространства. Причины происхождения подобных соотношений давно дискутируются. Их рассматривают либо как результат воздействия на зеленокаменную толщу (архейскую океаническую кору) "всплывающих" гранитоидов, либо как следствие реоморфизма гранитоидного основания на котором зеленокаменные породы изначально залежали. Независимо от принятой точки зрения здесь важно лишь подчеркнуть, что Сорокинский зеленокаменный пояс в структурном отношении подобен приднепровским поясам и отличается большим эрозионным срезом.

В то же время характерной особенностью Сорокинского пояса является наличие протерозойских метаморфитов, надстраивающих его разрез. Известны в ряде участков пояса и поля протерозойских пегматитов. Из этого следует, что протерозойский этап развития Приазовского геоблока непосредственно отразился на эволюции структуры Сорокинского зеленокаменного пояса. В учете его протерозойских преобразований заключается второй подход в объяснении его строения. Так, можно полагать, что немаловажную роль в становлении его структуры сыграла протерозойская коллизийная обстановка. Не останавливаясь на расшифровке деталей геодинамических реконструкций (Глевасский, 1989, 1991), отметим, что одним из следствий столкновения Приднепровского и Приазовского фрагментов микроконтинентов явилось формирование (или развитие?) сдвигов вдоль границ пояса, связанных с перемещениями блоков второго порядка внутри Приазовского геоблока - в частности, Гайчурского и Салтычанского. Естественно, что при этом преобразовывались и архейские породы самого пояса, занимающие межблоковое пространство. Наложенные дислокации здесь были достаточно интенсивны о чем можно судить по прогрессивному динамотермальному метаморфизму протерозойских толщ Садового

участка (эпидот-амфиболитовая, а местами и амфиболитовая (?) фации), т.е. по интенсивности они достигали уровней архейского метаморфизма. Однако проявляются эти преобразования неравномерно и фиксируются отчетливо наложенными неравновесными минеральными парагенезисами, в том числе и низкотемпературными. Конечно, отличить протерозойские парагенезисы от архейских вне заведомо протерозойских толщ без целенаправленного изотопного датирования невозможно, тем более, что и архейский метаморфизм не был одноактным. Поэтому к протерозойским условно отнесены позднейшие из явно наложенных парагенезисов - например, отчетливо секущие полосчатость гнейсов или сланцев субпараллельные прерывистые серии кристаллов мусковита или куммингтонита (ориентировка вдоль трещин кливажа(?)), часто наблюдаемые на Садовом участке в архейских породах нижнеосипенковской свиты, подстилающих протерозойские образования.

Таким образом, с признанием протерозойских преобразований следует допустить, что их неравномерность и интенсивность зависели от исходной (архейской) структуры пояса - конфигурации перемещавшейся "рамы", ширины пояса и других особенностей его строения, а также реологических свойств слагающих его пород. Поэтому в краевых участках преобладали дизъюнктивные дислокации, а в центральных частях - пликативные, вплоть до тектонического "течения - нагнетания" метаморфитов - вероятно, происходившего с северо-запада на юго-восток - в район расширения структуры.

В связи с этим в северной части пояса (район Андреевского участка) сформировался протяженный сдвиг, трассируемый севернее телами протерозойских гранодиоритов, а в его центральной части образовались или "усилились" структурные выступы зеленокаменных блоков. В результате протерозойских преобразований в расширенной части пояса формировались полости, использованные расплавами пегматитов. Можно предполагать, что в этой части структуры большое значение для протерозойских преобразований играли реологические свойства архейских пород. По-видимому, не случайно мощные тела пегматитов редкометального месторождения Крутая балка приурочены к гипербазитам, а перспективные золоторудные аномалии локализируются в железистых кварцитах (например, в приустьевой части балки Собачья).

Наконец, небезынтересно отметить, что предполагаемый процесс течения пород пояса затухает на уровне сочленения Андреевского и Осипенковского куполов второго порядка. Южнее участка расширения



пояса - восточнее устья балки Собачья, тектонический транспорт возможно осуществлялся субширотным перемещением "клина" осипенковских гранодиоритов из северного обрамления одноименного купола (см. рис. ). В результате этого сформировался взбросо-сдвиг по северному контакту массива гранодиоритов. Благодаря этому, широтный отрезок пояса смещен к северу на первые сотни метров, а Промежуточный блок, отделяющий Садовый участок от остальной части пояса, повернут по часовой стрелке в субмеридиональное положение (угол поворота около  $40^\circ$ ).

Судя по величине эрозионного среза, сохранности разреза и степени метаморфизма, при вращениях блоков помимо горизонтальной присутствовала и вертикальная составляющая перемещения. Северные части Андреевского и Осипенковского куполов приподняты, правда, с разной амплитудой. В районе Андреевского блока, при вышестотенных взбросо-сдвиговых движениях, подъем блока составляет, вероятно, первые километры. Здесь супракрустальные образования зоны, представленные нижней частью разреза, практически выклиниваются; широко проявлен ультраметаморфизм, а степень метаморфизма, судя по клинопироксеносодержащим парагенезисам амфиболитов Андреевского железорудного месторождения, соответствует амфиболитовой фации (по данным Г.Л.Кравченко - даже гранулитовой). В южных частях структуры степень регионального метаморфизма колеблется в пределах субфаций эпидот-амфиболитовой фации, достигая минимума на крайнем юге - в протерозойских образованиях Садового участка, которые сохранились только здесь. Сейчас трудно оценить, были ли они ранее в северной части зоны. Возможно, что характерная для Садового участка черносланцево-карбонатная толща нижнего протерозоя, благодаря своей пластичности, в северной, более напряженной части зоны, не сохранилась (выжата?), а высокоглиноземистые и другие сланцы разных стратиграфических подразделений трудно отличимы друг от друга.

На юге структуры интенсивность перемещения, судя по вышеприведенным амплитудам, была значительно меньше. Поэтому здесь в меньшей степени проявлены процессы "выжимания" пород пояса. Возможно, это и явилось причиной сохранности на Садовом участке нижнепротерозойских образований.

#### Стратификация и возраст.

Стратификация супракрустальных образований пояса достаточно



детально разработана. Наиболее полные разрезы структуры составлены в ее обнаженной части по берегам Вердянского водохранилища и дополнены материалами бурения (Глевасский, 1985). Разрезы северной части структуры изучены в процессе геологического картирования (главным образом по материалам бурения) Н.Ф.Русаковым и др. Анализ данных показывает, что мощность и состав метаморфитов колеблется в зависимости от структурного положения разрезов, однако главные закономерности их строения и состава на протяжении всего пояса сохраняются. Максимальные мощности существенно зеленокаменной нижнеосипенковской свиты установлены в центральной части пояса на правобережье Верды. Они колеблются от 1.2 км в опрокинутом крыле до 0.9 км в нормальном. На севере пояса (Андреевское железорудное месторождение), по данным Н.Ф.Русакова и др., мощности значительно меньше - примерно от 400 до 500 м, соответственно в восточной и западной синклиналиях. Общая закономерность разреза - наличие двух толщ - нижней - существенно зеленокаменной и верхней - высокоглиноземисто-метаобломочной. Максимальная мощность нижней толщи около 0.7 км установлена в южном изгибе пояса в опрокинутом крыле. Здесь она представлена в основном амфиболитами с подчиненными пачками интенсивно перемятых метасульфидов (серпентинитов, актинолититов и др.). Здесь же, в балке Собачья, известны обнажения метаморфизованных кварцевых порфиров (дайки?). В отдельных случаях (на правобережье Верды, ниже устья балки Собачья) в метасульфидовых породах встречаются достаточно хорошо сохранившиеся оливины. А.В.Фомин (Фомин, 1984, с.35) такие ассоциации пород Сорокинской зоны трактовал как чередование потоков коматитов и толеитовых базальтов. Верхняя часть рассматриваемого разреза представлена чередованием зеленых (кварц-амфиболовых) сланцев и сланцев ультраосновного состава с маломощным пластом железистых кварцитов. В последнем, вблизи контакта с вышележащей обломочной толщей, Г.Л.Кравченко было установлено рудопроявление золота в приустьевой части балки Собачья, в дальнейшем получившее название Сурожское.

Разрез этой же части нижнеосипенковской свиты в нормальном крыле значительно отличается от приведенного. Мощность его 0.3 км; причем, собственно амфиболиты, амфиболовые сланцы и железистые кварциты составляют менее трети разреза, а основную его часть представляют двуслюдяные гранатсодержащие гнейсы и сланцы с реликтами проблематичных метаобломочных структур (в том числе и в низах свиты), ставролит- и кордиеритсодержащие биотитовые и

гранат-биотитовые гнейсы. Примерно такие же мощности для нижней части разреза пояса приводит Н.Ф.Русаков для Андреевского участка: 236 м для нижней пачки (кварциты и кристаллические сланцы мусковитовые, силлиманит-биотитовые) и 135 м для выпележающей по разрезу пачки, представленной амфиболитами, иногда гранатосодержащими, сланцами, амфиболитами и железистыми кварцитами. В западной синклинали Андреевского месторождения мощность нижней пачки еще меньше - 165 м, а амфиболит-зеленосланцевой - только 85м.

Верхнеосипенковская свита наиболее полно обнажается на правом берегу Берды. Мощность ее около 400 м. Эта свита обнаруживает ритмичное строение - до трех ритмов. В основании их залегают проблематичные метаобломочные породы (вплоть до метагравелитовых) мощностью от 30 до 50 м, между которыми развиты высокоглиноземистые (ставролит-, андалузит-, кордиерит- и силлиманитсодержащие двуслюдяные и биотитовые, гранат- и графитсодержащие) гнейсы и сланцы. В пределах северного блока мощность верхнеосипенковской свиты (пачка "С" по Н.Ф.Русакову) значительно меньше и составляет на Андреевском железорудном месторождении 120 м, а в районе бывшего хутора Сороки - 92 м. Состав свиты подобен вышеприведенному. Это чередование силлиманит- и ставролит-силлиманит-биотитовых сланцев, гранат-биотитовых и двуслюдяных сланцев. Метаобломочные породы Н.Ф.Русаковым не отмечались.

Приведенный анализ мощностей и состава супракrustальных образований вдоль простираения структуры не противоречит вышеизложенной концепции "нагнетания", поскольку отчетливо фиксирует увеличение мощностей свит с севера на юг. Интересно подчеркнуть, что ритмичность, а следовательно сохранность пород верхнеосипенковской свиты, устанавливается лишь в наименее преобразованном широтном блоке южной части пояса. В то же время, здесь же, в опрокинутом крыле структуры, являющимся одновременно лежащим крылом взбросо-сдвига, породы нижнеосипенковской свиты интенсивно тектонизированы. Именно здесь установлен тектонический меланж по ультрабазитам (ур. Голубые скалы), а в составе свиты отсутствуют высокоглиноземистые сланцы и гнейсы, характерные для нормального крыла пояса. Не исключено, что они тектонически выжаты или срезаны и перекрыты взброшенными гранодиоритами.

Архейский возраст нижнеосипенковской свиты был установлен после получения соответствующих датировок (Артеменко, Жуков та ін.,



1985, Артеменко та ін., 1985, 1986) по осипенковским гранодиоритам, имеющим отчетливые активные контакты с зеленокаменной частью разреза, и метаморфизованным кварцевым порфирам, также известным в зеленокаменной толще, - соответственно 2.79 и 2.66 (+/- 0.01) млрд. лет по цирконам. Только архейский возраст установлен в обломочных цирконах по тем же данным из метагравелитов (?) основания верхнеосипенковской свиты. Поэтому возникают естественные сомнения в правильности отнесения к нижнему протерозою верхнеосипенковской свиты. Исключение составляет южный блок Сорокинского пояса - Садовый участок. Здесь характер разреза резко отличен от такой северной части зоны. Именно здесь в графитовых сланцах А.М.Снежеко по пробам, отобраным Р.М.Полуновским, был определен комплекс микрофитофоссилий, подобный изученным в верхней подсвите гуляйпольской свиты, а также в гданцевской свите Кривого Рога. Мощность этой толщи около 300 м. В основании (?) ее залегают метаобломочные породы (иногда несомненные конгломераты) и графитсодержащие биотитовые сланцы, а в верхней части - флогопит-тремолитовые мраморы, на отдельных участках превращенные в тремолит-диопсид-микроклиновые скарны. Эта толща, для которой предлагается название садовая свита, требует геохронологической идентификации.

#### Золотоносность и перспективы поисков промышленного оруденения.

Основные данные о золотоносности пояса отражены в таблице. Выделение перспективных участков на рис. , зачастую неравноценных по данным опробования (см. табл. ), обосновано их геологической позицией. При этом, условия локализации золотого оруденения удовлетворительно согласуются с известными моделями развития архейских зеленокаменных поясов (например, Приднепровья) и с предложенной концепцией их протерозойской "активизации", реактивацией и обогащением архейских золотопроявлений. Ранее (Кравченко и др., 1985, 1988, 1992; Усенко и др., 1973) уже отмечалось, что значительное разнообразие размеров, морфологии и состава золотин (см. табл. ) - результат неоднократного перераспределения золота в связи с метаморфизмом и магматизмом. Сейчас эта идея получила тектоническое и геодинамическое обоснование. Вероятно, одним из источников эпигенетических руд золота являются метабазиты и метальтрабазиты, для которых в южной



Табл. Сравнительная характеристика участков золотопоявлений  
Сорокинского зеленокаменного пояса

N	Номер участка на рис. 2.1	Название участка	Геологическая позиция		
			структурное положение	характеристика вмещающих пород	
				стратиграфическое положение	вещественный состав
1	2	3	4	5	6
1	1	Андреевский (Камышевахский)	Тектоническое выклинивание пояса: сдвоенная синклиналь в зоне продольного сдвига	Нижнеосипенковская свита архей	Железистые кварциты, сланцы
2	11	Хутор Сороки	Прирааломная часть пояса, опрокинутое крыло	- " -	Железистые кварциты, амфиболиты, жильный кварц
3	111	Балка Крымская	Зеленокаменные выступы в раме вдоль оперяющих нарушений	- " -	Метаультрабазиты
4	IV	Балка Крутая	Область рорегионального изгиба и расширения пояса. Характерны субсогласные и секущие разрывы	Протерозой	Пегматиты, слюдиты, сланцы и др.
5	V	Приустьевая часть б. Собачья		Нижнеосипенковская свита, архей	Железистые кварциты, метаультрабазиты, жильный кварц
6	V1-V11	Ур. Голубые скалы обн. 103, бер. Двуглазового залива (Бухарев и др., 1992)	Прирааломная часть пояса: опрокинутое крыло синклинали вблизи сбросо-сдвига, экзоконтакт гранодиоритов	- " -	Метаультрабазиты, амфиболиты, жильный кварц
7	V111	Промежуточный блок и Садовый участок	Повернутый блок. Наименее эродированный фланг пояса	Нижнеосипенковская (архей) и садовая (нижний протерозой) свиты	Турмалинсодержащие амфиболовые сланцы, графитовые сланцы

Продолжение табл.

N	Геологическая позиция		Характеристика оруденения	
	характеристика вмещающих пород		максимальное содержание золота, г/т	размер частиц золота, мм (Кравченко и др., 1985-1992; Усенко, 1973)
	фашиа метаморфизма	характерные метасоматические преобразования		
1	7	8	9	10
1	Амфиболитовая; гранулитовая	Диафторез, окварцевание, сульфидизация	1-3	0.005 0.1-0.25
2	Эпидот-амфиболитовая	Окварцевание, сульфидизация, карбонатизация и др	1-3 (Кравченко и др., 1992)	0.005 0.03-0.3
3	- " -	Сульфидизация	0.1-0.3	-
4	- " -	- " -	3 (Усенко и др., 1973)	-
5	- " -	Сульфидизация, окварцевание, амфиболизация	>10	0.005 0.05-0.2 0.3-0.7 0.8-1.4
6	- " -	Сульфидизация, амфиболизация, эпидотизация и др.	10	-
7	- " -	Турмалинизация, пиритизация, амфиболизация	0.1-1.0	-

Продолжение табл.

N	Характеристика оруденения		
	морфология зерен золота (Кравченко и др., 1985-1992;	пробность и химический состав золота, %	минеральный состав тяжелой фракции; геохимические особенности (Усенко и др., 1973)
1	11	12	13
1	Комковидные, уплощенные, геммоидальные и др.	968 Au-95.7 Ag-2.6 Cu-0.5 Fe-0.1	Пирротин, вирит, арсенопирит, халькопирит, барит, киноварь; Zn - 0.03
2	Комковидные, уплощенные, цементационные и др.	878-879 Ag -12.1- -12.2	Пирротин, пирит, арсенопирит, шеелит, барит; в жильном кварце Ag- 0.0002
3	-	-	-
4	-	-	Ag > 0.0003
5	Уплощенные, проволочковидные, комковидные, геммоидальные и др.	922-983 Ag-1.71- -7.70 Cu-0.18	Пирит, пирротин, халькопирит, молибденит, арсенопирит, галенит, сфалерит, шеелит
6	-	-	Cu - до 1.0 Pb, Zn- 0.5-1.0
7	-	-	-



части пояса установлен его повышенный фон.

В заключение можно резюмировать, что перспективность Сорокинской структуры на поиски промышленного золотого оруденения определяется следующим.

1. Идентификацией Сорокинской зоны как зеленокаменного пояса. Потенциальная перспективность таких структур для поисков золотого оруденения велика, поскольку к ним приурочены месторождения золота одного из ведущих геолого-промышленных типов (Сіворонов та ін., 1992; Кулиш, 1994; Бобров, 1994 и др.).

2. Прямыми данными опробования (см. табл. ), а также принадлежностью рудных ассоциаций главным образом к продуктивной золото-сульфидно-кварцевой формации.

3. Характерной геологической позицией - типичной по ряду параметров для золоторудных проявлений Украинского щита и месторождений раннедокембрийских зеленокаменных поясов вообще. Среди таких параметров можно выделить: приуроченность к протяженному зеленокаменному поясу, локализацию главным образом в зеленокаменной толще, включающей железистые кварциты и кислые метаэффузивы (дайки?), пространственную, а, возможно, и генетическую связь с архейскими гранодиоритами; региональное проявление наложенных метасоматических преобразований - окварцевания, карбонатизации (анкеритизации), серцитизации, эпидотизации, амфиболитизации, турмалинизации и сульфидизации, развитие кварцевых, реже карбонатных прожилков.

4. Наличием потенциально рудоносной черносланцевой формации.

5. Длительным (архей-протерозой) периодом эволюции рудоносной структуры, определивший неоднократное формирование и перераспределение рудных концентраций - важный фактор формирования крупных месторождений.

На данном этапе исследований, помимо уже известных и перспективных участков, наиболее интересными представляются район балок Крутая - Собачья - область максимального расширения пояса, экзоконтакт массива осипенковских гранодиоритов и слабо изученный юго-восточный фланг пояса. Требуют специального изучения обломочные породы верхнеосипенковской и садовой свит.

В заключение следует специально остановиться на геолого-тектонической позиции наиболее перспективного, на данном этапе исследований, Сурожского рудопроявления (приустьевая часть балки Собачья). В ее оценке важное значение придается таким фактам:

а) приуроченности рудопроявления к тектонически напряженному участку пояса - его региональному изгибу;

б) локализации в тектонической чешуе, ограниченной продольными субогласными разломами: с юга - левым взбросо-сдвигом, ограничивающим пояс вдоль контакта с осипенковскими гранодиоритами, а с севера - внутривоссовым разломом аналогичного характера, трассируемым вблизи контакта ниже- и верхнеосипенковской свит в опрокинутом крыле структуры. Не исключено, что эти разломы сливаются на глубине.

Предполагается, что зоны изгибов зеленокаменного пояса, соответствующие глубоким частям килевидных складок, сопряженных с разломами, играли важную рудоконтролирующую роль как на архейском, так и на протерозойском этапах развития. Обусловлено это тем, что при смещениях вдоль пояса из-за кривизны разломов происходило несовмещение их крыльев и образовались зоны повышенной проницаемости - концентраторы гидротерм, в сжимаемой и в целом, по-видимому, слабо проницаемой (судя по слабому проявлению ультраметаморфических преобразований) структуре пояса. Процессы гидротермального преобразования метаморфитов вне таких зон зависели от характера их тектонической проработки - развития оперяющих нарушений, кливажа и др. Именно поэтому особенно интересны пласты и пачки высококомпетентных пород, "предрасположенных" к катаклазу (железистые кварциты, порфириды) и тектонически перекрытые пластинами малопроницаемых (пластичных) образований.

С этих позиций можно прогнозировать продолжение оруденелой зоны Сурожского рудопоявления на юго-восток (левый берег Бердянского водохранилища). Вероятно, что здесь она перекрыта выброшенной пачкой зеленокаменных образований. В пользу этого косвенно свидетельствует срезание внутривоссовым взбросо-сдвигом верхов разреза зеленокаменной толщи и базальных горизонтов верхнеосипенковской свиты. Кроме того, на левом берегу водохранилища (ур. Голубые Скалы и южнее - обн. 103 и др.) в зеленокаменных образованиях выброшенных пластин (метаультрабазитах, амфиболитах) установлен ряд точек с аномальными содержаниями золота до 10 г/т (Бухарев и др., 1992).

## Л и т е р а т у р а

Артеменко Г.В., Бартницький .М., Жуков Г.В., Запечельнюк С.А., Комаристий А.А., Міцкевич Н.Ю. Вік осипенківської світи (Приазовський масив) //Доп. АН УРСР. Сер. В.- 1985. - С.3-6.

Артеменко Г.В., Жуков Г.В., Кльоц В.А. Нижня вікова межа осипенківської світи (Приазовський блок) //Доп. АН УРСР. Сер.В. - 1986. - С.3-5.

Бобров А.Б., Малюк В.И., Шпильчак В.А. Метаморфизованные коматииты Приазовского геоблока Украинского щита //Геол. журн.- 1991.- N 1. - С.92-100.

Бобров О.Б. Новый тип золотого зруденіння зеленокам'яних поясах Українського щита (за даними глибинного геологічного картування) //Золото в надрах України Вісник Львівськ. ун-ту.- Сер. геол. - Вип.11, 1992. - С.88-96.

Бухарев В.П., Глевасский Е.Б., Еремеев Г.П., Полянский В.Д. Новые данные о золотоносности Сорокинской приразломной моноклинали //Геол. журн. - 1992. - N4. - С. 132-134.

Глевасский Е.Б. Вопросы геологии и металлогении Приазовского блока //Литологические реконструкции метаморфизованных комплексов Украинского щита и их использование при стратиграфических и металлогенических корреляциях. - Препринт/Ин-т геохимии и физики минералов АН УССР. - Киев: 1981. - С.28-44.

Глевасский Е.Б., Босая Н.И., Полуновский Р.М. Гуляйпольская и осипенковская свиты // Стратиграфические разрезы докембрия Украинского щита. - Киев: Наук. думка, 1985. - С. 136-150.

Глевасский Е.Б. Реконструкция активной континентальной окраины восточной части Украинского щита в протерозое //Геологическая история территории СССР и тектоника плит. - М.: Наука, 1989. - С.32-42.

Глевасский Е.Б. Перспективы металлогенического анализа докембрия Воронежского кристаллического массива с позиций тектоники литосферных плит //Изв. вузов. Геология и разведка. - 1991. -N12. - С. 23-28.

Глевасский Е.Б. Зеленокаменные пояса и перспективы поисков золотого оруденения в Приазовье // Минерал. журн.- 1996.-N4. - С. 72-88.

Кравченко Г.Л., Сахацкий И.И., Русаков Н.Ф. Новые данные о проявлении золота в Сорокинской тектонической зоне (Приазовье) //Геол. журн. - 1985. - N5. - С.127-131.



Кравченко Г.Л., Сахацький І.І. Золоторудная мінералізація в залізисто-кремністих породах юга України //Докл. АН УРСР. Сер. Б. - 1988. - №4. - С. 21-25.

Кравченко Г.Л. Новые данные о рудопроявлении золота в бассейне р. Буртички и вещественном составе вмещающих его пород (Западное Приазовье) //Геол. журн. - 1992. - №4. - С. 110-120.

Кулиш Е.А. Главные типы месторождений золота и аспекты его добычи //Геол.журн.- 1994.- з. - С.3-13.

Сіворонов А.О., Малюк В.І., Бобров О.В. Промислові типи та пошукові критерії золоторудних родовищ нижньодокембрійських зеленокам'яних поясах //Золото в надрах України./ Вісник Львівськ. ун-ту.- Сер. геол. - Вип. 11, 1992. - С. 65-81.

Усенко І.С., Кравченко Г.Л., Сахацький І.І., Довгань Р.М. Про золотоносність Сорокінської тектонічної зони (Приазов'я) //Доп. АН УРСР. Сер. Б. - 1973. - №4. - С. 322-327.

Томина А.В. Геохимия гипербазитов Украинского щита //Киев: Наук. думка. - 1984. - 232 с.

Щербак Н.П. Стратиграфическая схема докембрия Украинского щита и ее корреляция с общесоюзной и международной шкалой докембрия //Геол. журн. - 1991. - №4.- С. 3-9.

УДК 553.078.2:553.411

## ЧЕРТОМЛЫКСКАЯ ЗЕЛЕНОКАМЕННАЯ СТРУКТУРА И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ ЗОЛОТОНОСНОСТИ

Каляев Г.И., Крамар О.А.

Чертомлыкский синклиниорий находится восточнее одноименной железнодорожной станции в Никопольском районе Днепропетровской области /рис. /. Чертомлыкский зеленокаменный пояс в геолого-структурном отношении представляет собой довольно сложную складчатую форму - один из важнейших тектонических элементов дорифейского фундамента архейской гранит - зеленокаменной области Украинского щита. Севернее Чертомлыкской структуры расположены Софиевский и Верховцевский синклинории. Эти структуры взаимосвязаны, облекая Саксаганский гранито-гнейсовый купол, поскольку их иногда объединяют в единый Верховцево-Софиевско-Чертомлыкский зеленокаменный пояс. Чертомлыкский синклиниорий в целом вытянут в северо-восточном направлении. Длина его более 30 км при ширине около 15 км. В плане он имеет изогнутую серповидную форму, обращенную выпуклостью на восток. Юго-западное крыло синклинория, сложенное в основном амфиболитами нижнеконкской свиты, облекает токовский массив биотито-микрелиновых гранитов. Везде метаморфические породы, слагающие синклиниорий, имеют активные реакционные контакты с окружающими гранитоидами, которые во многих местах нарушают целостность складки, замещая метаморфические породы на крыльях, вдаваясь заливообразно в пределы складчатой формы.

Чертомлыкский синклиниорий сложен метаморфическими породами конкской серии. Синклинорное строение подтверждается тем, что борта складки сложены древнейшей нижнеконкской свитой, кое-где прерывающейся вследствие ее гранитизации. В ядре складки находятся породы верхней свиты конкской серии. Нижнеконкская свита, играющая важнейшую роль в строении синклинория, представляет собой типичную офиолитовую ассоциацию архейских базальтоидов и ультрамафитов, выраженных в зеленосланцевой и реже амфиболитовой фациях метаморфизма. В разрезе преобладают амфиболиты - метаморфизованные толеитовые базальты и различные сланцы: хлоритовые, амфиболовые, тальковые и другие. Ультрамафиты не занимают строго определенного стратиграфического положения. Силлы различных ультраосновных пород залегают также в верхней конкской свите, преимущественно в ее нижней части. В Чертомлыкском

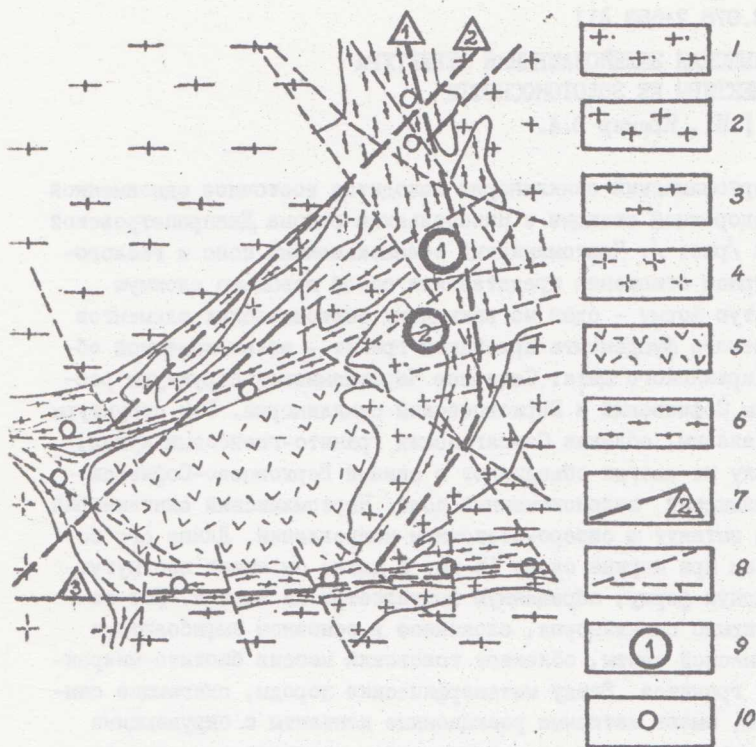


Рис. Схема геологического строения  
Чертомлыкской зеленокаменной структуры

1 - гранитоиды сурского комплекса вне Чкаловского массива; 2 - породы, слагающие Чкаловский массив /тоналиты и другие плагиогранитоиды, кварцевые кератофиры и альбитофиры/; 3 - гранитоиды днепровского комплекса /плагиограниты и мигматиты, гранодиориты/; 4 - гранитоиды токовского комплекса существенно микроклиновые; 5 - породы верхней свиты конкской серии /сланцы хлоритовые, амфиболовые, биотитовые, цоизитовые и др. с подчиненными телами ультрабазитов/; 6 - породы нижней свиты конкской серии /амфиболиты, сланцы амфиболовые, хлоритовые, биотит-хлоритовые и др./ кварциты магнетитовые и сидерит-магнетитовые, кварциты безрунные, серпентинизированные ультрамафитовые коматииты/; 7 - крупные зоны разломов /1-Восточно-Чертомлыкская, 2 - Соленовская, 3 - Южно-Чертомлыкская/; 8 - прочие разрывные нарушения; 9 - месторождения золота /1 - Балка Широкая, 2 - Чкаловское/; 10 - рудопроявления золота.



синклиории весьма существенную роль играют силикатно-магнетитовые и сидерито-магнетитовые кварциты, залегающие в нижнеконкской свите. Железисто-кремнистая формация достигает здесь 200 м и более мощности. Во всех бортах синклиория с этими породами ассоциируют силлы ультрабазитов, представляющих собой излившиеся породы типа серпентинизированных перидотитовых коматитов. Они залегают согласно с вмещающими породами, участвуя наряду с ними в складчатости. Мощности ультрабазитовых тел измеряются десятками метров.

В верхней свите конкской серии доминируют различные сланцы - кварц-хлоритовые, кварц-биотитовые, цоизитовые и другие. Судя по реликтовым порфиристым структурам и петрохимическим данным, сланцы представляют собой метаморфизованные эффузивы, чаще кислого состава. Они слагают ядро синклиория, где достигают мощности более тысячи метров. Порфиroidы образуют две толщи, разделенные вулканитами основного состава.

Возрастные подразделения и их состав сведены в таблице. В разрезе Чертомлыкского зеленокаменного пояса достаточно четко выделяются формационные типы. В нижнеконкской свите выделяются нижняя ультрамафито-базальтоидная и железисто-кремнистая базальтоидная формации, а в верхнеконкской свите - ряд формаций: средняя ультрамафито-базальтоидная, нижняя порфиroidная, верхняя базальтоидная и верхняя порфиroidная. Соответственно этим свитам и их формационным типам отвечают геодинамические обстановки: рифтогенная и островодужная.

В районе Шолохово имеется синклиналь второго порядка, сложенная нижнеконкской свитой. Она словно зажата между токовскими гранитами и плагиогранитами днепровского комплекса. Падение пород в более изученном юго-восточном крыле складки довольно крутое - 65-70° на северо-восток. Своеобразной особенностью Чертомлыкского синклиория является Чкаловский гранитный массив, находящийся в восточной части синклиория. Чкаловский массив, вероятно, имеет антиклинорное строение, поскольку его внутренние текстурные элементы отличает согласное залегание с полосчатостью в облекающих породах. Этот массив состоит из тоналитов и других плагиогранитоидов, с которыми ассоциируют кварцевые кератофиры и альбитофиры. Граниты относятся к сурскому комплексу, изотопный возраст которого оценивается в 3000-3100 млн. лет /Щербак Н.П. и др., 1988/. Заметим, что сурский комплекс гранитоидов характерен и для всех других зеленокаменных структур

Таблица

Интрузивные и ультраметаморфические комплексы

комплексы	характерные породы
сурский	тоналиты, гранит-порфиры, субвулканические породы: кварцевые порфиры, эффузивы - риолиты, дациты и другие
днепровский	плаггиограниты, плаггиогранито-гнейсы, гранодиориты
токовский	граниты биотитовые существенно микроклиновые

Метаморфизованные осадочные и вулканогенные породы конкской серии

свита	характерные породы
верхняя	сланцы кварц-хлоритовые, кварц-биотитовые, амфиболовые и другие, отвечающие по реликтовым структурам и химическому составу средним и кислым эффузивам
нижняя	амфиболиты, сланцы амфиболовые, кварц-хлоритовые и другие, кварциты силикатно-магнетитовые и сидерит-магнетитовые, ультрамафитовые коматиты серпентинизированные

Приднепровского мегаблока. В строении Чкаловского массива значительную роль играют субвулканические породы - кварцевые и полевошпатовые порфиры. Можно предположить, что формирование сурского комплекса гранитоидов стимулировало перераспределение золота и обогащение им пород зеленокаменных поясов, на которые гранитоиды активно воздействовали. Наличие гранитов внутри Чертомлыкского синклинория - необычное явление, поскольку гранитоидные ядра свойственны антиклинорным формам, в частности купольным структурам Среднего Приднепровья и вообще всем гранит-

-зеленокаменным областям. Можно предположить, что в глубинной части синклинория при формировании его складчатой структуры возникли трещинные деформации, приводившие к образованию ослабленных зон и расколов, в которые устремились сквозьмагматические растворы. Так могли формироваться экзотические гранитные тела в ядрах синклиналиных складок. Подобные Чкаловскому массиву близповерхностные интрузии следует отнести к так называемым вулканоплутонам, поскольку в их строении участвует ассоциация интрузивных и эффузивных пород. Первые обычно образуют ядра таких массивов, а вторые облекают их. Иногда их рассматривают в качестве глубоко эродированных вулканических построек. В некоторых встречаются типичные эруптивные образования. Необходимо подчеркнуть, что именно в гидротермально-метасоматических зонах, связанных с такими гипабиссальными интрузиями, встречаются золоторудные проявления и месторождения. Примером их может служить группа выдающихся золоторудных месторождений Поркьюпайн на Канадском щите.

Чертомлыкский синклинорий окружен различными гранитами. Юго-западное крыло синклинория соседствует с равномернозернистыми биотитовыми гранитами токовского массива, содержащими также тела аплито-пегматоидных гранитов, а в срединной части массива - пироксен-роговообманковые граниты. Токовские граниты несомненно активно участвовали в формировании структуры Чертомлыкского синклинория, поскольку амфиболиты нижнеконкской свиты, слагающие юго-западное крыло синклинория, опоясывают массив, и граниты местами магматически замещают амфиболиты. Последние в пределах восточного и северо-западного бортов синклинория тоже подвергались воздействию тоналитов сурского комплекса.

В пределах Чертомлыкской структуры проявлены неоднократные складчатые и особенно разрывные дислокации. С ними генетически связаны установленные точки повышенной минерализации и рудопроявления золота. Следует выделить наиболее перспективную гетерогенно-сливистую толщу пород, облекающих с востока Чкаловский массив. В ней сконцентрированы тектонические трещинные структуры и гидротермально-метасоматические явления. Подобные структуры широко проявлены в Кировоградском мегаблоке Украинского щита. Они получили своеобразное наименование - тектоно-метасоматические зоны. Однако там они имеют нижнепротерозойский возраст и вмещают урановую минерализацию. Архейские золоторудные концентрации в зеленокаменных поясах Приднепровского мегаблока тоже связаны с тектоническими гидротермально-метасоматическими



проявлениями. Их можно именовать тектоно-метасоматическими зонами. Восточно-Чертомлыкская тектоно-метасоматическая зона, простирающаяся субмеридионально, включает ряд рудопроявлений золота: Кировское, Кировское-2, Чкаловское, Н.Алексеевское и месторождение Балка Широкая. По данным работ, выполненных в предшествующие годы Новомосковской экспедицией "Укрюжгеологии" и ПГО "Кировгеология", в юго-западной части тектоно-метасоматической зоны в верхнеконкской свите выявлен ряд крупных аномалий и точек повышенной минерализации с содержанием золота от 0,1 до 2-5 г/т. К востоку от Н.Алексеевского рудопроявления выделяется субширотный блок мощностью от 75 до 150 м и протяженностью в несколько км. Он тоже сложен породами нижнеконкской свиты: различными ортосланцами, амфиболитами и, по нашему мнению, вероятно, является тектоническим отторженцем восточного крыла синклиниория, перемещенным на восток по Южно-Чертомлыкской разломной зоне. Отторженный блок имеет м-чоклинальное строение. Наряду с широтными субсогласными разрывными нарушениями в его пределах широко развиты и секущие разрывы, обусловившие образование блоков более высокого порядка. В нарушенных породах в местах пересечения субширотных и субмеридиональных разрывов обнаружено несколько крупных аномалий с содержанием золота до 2 г/т. Таким образом в южной части Чертомлыкского синклиниория рудопроявления золота, точки его аномальных содержаний и повышенной минерализации как бы контролируются зоной сочленения Восточно-Чертомлыкского и Южно-Чертомлыкского разломов, осложненных многочисленными секущими разрывными нарушениями, вызвавшими расчленение всего рудоносного района на блоки различной величины, испытавшие перемещение. Амплитуды смещений по латерали варьируют в пределах десятков метров при протяженности разрывов-сместителей от 300 до 500 м.

В слабо нарушенном ядре Чертомлыкского синклиниория, сложенном породами верхнеконкской свиты, обнаружено несколько аномалий с небольшим содержанием золота. По-видимому, более высокая концентрация золота в пределах восточной части Чертомлыкского синклиниория, в частности в его восточной тектоно-метасоматической зоне, определяется наличием здесь Чкаловского вулканоплутона. Восточное крыло деформировалось в условиях растяжения. Оно насыщено трещинами отрыва и секущими широтными и диагональными разрывами, обрамленными синрудными ореолами повышенной по-

ристости и проницаемости. Наряду с разрывными деформациями в этом крыле породы подвергались парагенетически связанным с разрывообразованием складчатым деформациям. Так, на месторождении Балка Широкая слоистая толща пород отличается флексурными изгибами, раздувами и пережимами отдельных пластов, а также деформацией самой рудоносной тектоно-метасоматической зоны. В пережимах в северной и южной частях она имеет мощность до 150 м, а в раздутой центральной части - до 500 м, где насчитывается до восьми пластов и линз железистых кварцитов. В северном и южном направлениях через 500-700 м эти маломощные /от 10 до 25 м в раздувах/ тела железистых кварцитов сближаются и некоторые из них выклиниваются. Вследствии этого на юге месторождения в разрезе установлено четыре маломощных пласта этих пород, а на северном фланге лишь три слоя. В пользу представления об активном влиянии Чкаловского вулканоплутона на складчатую форму синклинали свидетельствует, по-видимому, и восточное падение пород в обеих его крыльях. При этом к востоку от массива оно более крутое - под углом около 80°. Следовательно, здесь Чертомлыкская структура несколько опрокинута на запад.

В пределах месторождения Балка Широкая Восточно-Чертомлыкская тектоно-метасоматическая зона развивалась в анизотропной среде, состоящей из чередующихся в разрезе различных по компетентности пород: пластичных сланцев, массивных metabазитов, хрупких рудных и безрудных кварцитов. Она представлена неконтрастными зонами тектонического рассланцевания, субсогласно развитыми в гетерогенной толще пород, а также секущими их разноориентированными трещинами отрыва, преимущественно залеченными кварцем или кварц-карбонатным материалом с сульфидами. Наряду с кварц-карбонат-сульфидной минерализацией широко проявлены процессы диафореза: хлоритизация, серицитизация, деанортизация плагиоклазов, а также локальные проявления бертиллизации. Они не образуют сколько-нибудь выдержанных и протяженных зон. В безрудных кварцитах, сланцах и metabазитах проявляются неравномерно рассеянные вкрапления мелкокристаллического магнетита. Мощность таких зон "ожелезнения" часто достигает несколько метров. Мощность кварцевых и кварц-карбонатных жил и прожилков не превышает нескольких мм, первых см, как исключение, - нескольких десятков см.

Золоторудные проявления и месторождения Приднепровской гранит-зеленокаменной области относятся в основном к двум

сульфидными и кварц-сульфидными прожилками. Содержание золота не находится в прямой зависимости от содержания арсенопирита. Значительно проявлена пирит-пирротиновая сульфидная минерализация, с которой и связаны основные концентрации золота.

Во многих пересечениях наряду с золотом установлены повышенные концентрации серебра, содержащиеся в основном в сульфосолях. Так, в скв.3238 в интервале - 238,3-239,5 м содержание золота 3,0 г/т, а серебра 434 г/т; в интервале 256,4-257,0 м, соответственно, 5,0 и 47,0 г/т. В связи с тем, что сульфосоли в качестве примесей содержатся в галените, наряду с повышенными концентрациями серебра отмечаются аномально высокие содержания свинца /до нескольких %/.

В Чертомлыкском поясе зеленокаменные породы, в частности, содержащиеся в них железистые породы, отличаются повышенными содержаниями природно легирующих элементов - Fe, Mn, Y, Cu, Zn /Крамар О.А. и др., 1995/. На таком же уровне /до пятикратного превышения фоновых содержаний/ в центральной части месторождения Балка Широкая содержатся Sc, P, Ge, La, Ag. В экзоконтакте Чкаловского массива, где на одноименном рудопроявлении золота, приуроченного к самим гранитам, возрастает коэффициент аномальности Bi, Y, Nb и кремнекислоты.

Установлено, что рудоконтролирующие структуры прошли многоэтапный путь развития. Фиксируются многофазовые тектониты. Тектонически рассланцованные породы преобразованы в брекчиевидные породы. Наблюдается более поздняя трещиноватость, возникшая в два-три этапа. Структурные взаимоотношения золотосодержащих жил и прожилков и их минеральный состав также свидетельствуют о продолжительной многостадийной истории развития рудоконтролирующих элементов и самого оруденения.

В Чертомлыкском зеленокаменном поясе имеется широкий фронт для поставки поискового бурения. Это прежде всего экзо- и эндоконтактные зоны Чкаловского массива и облекающие его зоны, в частности, облекающая его с востока тектоно-метасоматическая зона. Однако бурению должны предшествовать геофизические исследования. Выбор места положения геофизических профилей должен опираться на имеющиеся крупномасштабные гравиметровые и магнитные карты. В итоге интерпретации полученных геофизических данных возможно наиболее оптимальное размещение профилей поискового бурения.



генетическим типам, доминирующим также в гранит-зеленокаменных областях других древних щитов: кварц-жильно-сульфидный тип, приуроченный к гипабиссальным субвулканическим интрузиям гранит-порфиров, кварцевых порфиров и ассоциирующими с ними кислыми эффузивами; стратиформный тип ассоциирующий с железисто-кремнистыми породами, тоже обычно выраженный кварц-жильно-сульфидной минерализацией. К первому типу следует отнести месторождение Чкаловское, локализованное в восточном контакте Чкаловского массива. Оруденение представлено золото-сульфидно-кварцевой формацией. В участках перенасыщенных густой сетью кварцевых прожилков и кварцевого цемента в трещиноватых и катклазированных породах кварц-сульфидная минерализация составляет 35-40 % от объема породы. На удалении от субвулканических тел золотое оруденение приурочено к кварцевым жилам, залечивающим трещины отрыва в гранитоидах. Частично золотоносными здесь являются мозаично проявленные маломощные участки лиственитов и березитов, а также различные метасоматиты - кварц-карбонат-альбитовые и другие с пиритом, пирротинном и арсенопиритом.

Согласно наблюдениям некоторых исследователей /Есипчук К.Е. и др., 1992/ по мере приближения к плагиогранитоидным интрузиям происходит смена существенно золотой минерализации молибден-халькопирит-пиритовой и существенно молибденовой.

К рудопроявлениям второго типа, ассоциирующим с железисто-кремнистой формацией, относится месторождение Балка Широкая. Золотоносные железистые /преимущественно магнетитовые/ кварциты образуют здесь тела мощностью от 1-2 до 25 м, чередующиеся в разрезе со сланцами, метабазами, безрудными кварцитами и иногда с ультрабазами. Оруденение прослежено на глубину до 500 м. Рудные тела в плане имеют лентообразную и линзовидную формы. По простиранию и падению они с перерывами продолжают друг друга, образуя, возможно кулисообразное расположение. Не исключено, что в пределах различных блоков, возникших в результате широтных разрывов, глубина эрозийных срезов неодинакова. Вертикальный размах оруденения и глубина его выклинивания пока не установлены.

Наряду с приуроченностью золота к железистым кварцитам, промышленно значимые концентрации золота устанавливаются и в боковых породах, при этом чаще золото связано с кварц-анкерит-

Суммируя приведенные данные, приходим к ряду выводов.

Чертомлыкская зеленокаменная структура является весьма перспективной для поисков золота среди зеленокаменных поясов Приднепровской гранит-зеленокаменной области Украинского щита. Первоочередным объектом поисков является Восточная тектоно-метасоматическая зона, облекающая Чкаловский массив. Перспективными представляются также эндо- и экзоконтактные зоны этого массива.

В качестве перспективной для поисков золота является южная часть синклиория, где Чертомлыкская тектоно-метасоматическая зона сочленяется с субширотным Южно-Чертомлыкским разломом.

В связи с блоковым строением южной части и восточного крыла Чертомлыкского синклиория не исключен различный уровень эрозионного среза блоков и обнаружение золотого оруденения на различных глубинах.

В виду сложной геометрии восточного крыла синклиория /наличия флексурных складок, блокового строения, глубоко эшелонированных зон трещинных структур и прерывистого характера золоторудного поля/ строение последнего должно корректироваться в ходе поисков и разведочных работ.

Авторы выражают глубокую благодарность за представленную возможность пользоваться фондовыми и kernовыми материалами ПГО "Кировгеология" и Новомосковской экспедиции "Укржгеологии".

#### ЛИТЕРАТУРА

- Крамар О.О., Маринович В.А. Структурні та геохімічні особливості локалізації золотого зруденіння рудопрояву Балка Широка // Мінералогічний збірник. - 1995. - № 8. - Вип. I. - С. 105-107.
- Есипчук К.Е., Монахов В.С. Золоторудные проявления в зеленокаменных структурах Украины и Финляндии // Геол.журн. - 1992. - № 4. - С. 55-66.
- Щербак Н.П., Артеменко Г.В., Бартицкий Е.Н. и др. Геохронологическая шкала докембрия Украинского щита. - Киев: Наук. думка, 1988. - 141 с.

УДК 553.411:550.42(477.63/64)

## ЗОЛОТОЕ ОРУДЕНЕНИЕ БАЛКИ ШИРОКОЙ: СОСТАВ, ЗОНАЛЬНОСТЬ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ (ПО МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИМ И ИЗОТОПНЫМ ДАНЫМ)

Фомин Ю.А., Демихов Ю.Н., Шибецкий Ю.А.

Месторождение приурочено к восточной части Чертомлыкской зеленокаменной структуры с локализацией оруденения в пределах сланцево-метабазит-кварцитово́й пачки конкской серии позднеархейского возраста. Последняя обрамляет с востока группу разрозненных тел субвулканических плагiogранит-порфиров Чкаловского массива. Рудоконтролирующим является Восточно-Чертомлыкский разлом, который представлен субсогласными с вмещающими породами зонами рассланцевания, катаклаза, милонитизации и брекчирования и который местами осложняется серией нарушений северо-восточного плана. Золотое оруденение связано с участками многократной активизации трещинной сети и интенсивного метасоматического изменения пород, относящегося к листовит-берзитовой формации.

**Состав руд.** На месторождении выделяется три минеральных типа руд: 1 - золото-сульфидно-железистый, 2 - золото-полиметаллический и 3 - золото-кварцево-малосульфидный (Пстько и др., 1994).

1. Золото-сульфидно-железистый тип руд наиболее распространен и приурочен к контактам горизонтов тектонически нарушенных железистых кварцитов (Фомин и др., 1994б). Руды представляют собой сульфидизированные катаклазиты либо брекчии железистых кварцитов на кварц-карбонат-сульфидном цементе, количество сульфидов 3-30%, иногда до 50%. Минералогически в рудах установлены кварц, карбонаты (преобладают сидероплезит и железистый доломит), магнетит, пирротин, халькопирит, пирит-марказит, золото-содержащий пирит, арсенопирит-леллингит, в небольших количествах: - сфалерит, галенит, ферротетраэдрит, а также самородное золото с пробностью 926-971. Последнее образует включения размером 5-200 мкм в кварце, карбонатах, пирите, пирротине, магнетите. Основным минералом-концентратором тонкодисперсного золота является пирит (от 4 до 2100 г/т), в повышенных количествах такое золото может



присутствовать в других сульфидов, сульфосолях, магнетите. Интересно отметить наличие в рудах торий-редкоземельной минерализации, представленной монацитом и редкоземельным фтор-апатитом в ассоциации с альбитом и рипидолитом (Фомин, Иванов, 1995).

2. Золото-полиметаллический тип руд установлен в северной части месторождения в пределах ореола апобазитовых и апосланцевых березитов (Фомин и др., 1996). Золотоносными являются узкие крутопадающие линейные зоны катаклаза и брекчирования, более интенсивного на фоне общего тектоно-метасоматического изменения пород, которые залечены кварц-карбонат-сульфидным материалом. Количество рудных минералов варьирует в широких пределах: 1-30%. В составе минералов установлены кварц, карбонаты ряда сидероплезит - железистый доломит - магнезиальный анкерит, турмалин, пирит, нескольких модификаций, арсенопирит, пирротин, халькопирит, сфалерит, галенит, сульфосоли меди, свинца, серебра, самородное серебро, электрум (Au 45,69 - 63,81 % вес., Ag 27,04 - 46,64 % вес.), самородное золото, как низко- (825 - 830), так и высокопробное (926 - 931). Включения электрума и самородного золота размером от первых мкм до 80 мкм обнаружены практически во всех минералах руд, чаще всего в галените, пирите, кварце. Главными концентраторами серебра, кроме электрума, являются сульфосоли ряда тетраэдрит-фрейбергит. Тонкодисперсное золото концентрируется в магнетите, сульфидах и сульфосолях, но устойчиво золотоносен только пирит (1-7 г/т).

3. Золото-кварцевый тип руд имеет подчиненное значение и представлен зонами кварцевых жил и прожилков, как правило небольшой мощности. Сульфиды концентрируются чаще всего в альбановых частях. Количество их не превышает первых %. Самородное золото образует редкие включения размером до 100 мкм.

Последовательность минералообразования для всех типов руд примерно одинакова и может быть выражена следующим рядом минеральных парагенетических ассоциаций (или групп ассоциаций): 1 - кварц-магнетит; 2 - кварц-золотосодержащий пирит-арсенопирит; 3 - пирротин-халькопирит-сфалерит; 4 - карбонаты-сфалерит-халькопирит-галенит-сульфосоли (Sb, Pb, Ag) - электрум - самородное золото.

Продуктивными из этих ассоциаций являются две: вторая, где золото в тонкодисперсной фазе содержится в пирите, главным образом в крупноблоковом, и последняя, где золото присутствует в самородной форме в виде включений во всех минералах, причем пробность его зачастую определяется составом минерала-хозяина. Отмеченная для

золото-железистых руд торий-редкоземельная с альбитом и рипидолитом ассоциация, по-видимому, несколько предшествовала во времени золотоносным.

**Зональность.** Характер зональности (вертикальный и горизонтальный) определяется тенденциями изменения состава минералов и изотопных отношений в системе: вмещающие породы - околорудные метасоматиты - жильные зоны (рудные и безрудные). С этих позиций рассмотрена крутопадающая зона тектонических брекчий, содержащих Au-железистое оруденение нулевого профиля, подсеченная скважинами на 5 уровнях (от 120 до 580 м по вертикали).

Отчетливо зональность проявлена по пириту второй ассоциации. В наиболее богатой золотом части зоны (250-270 м) минералу присущи самая тяжелая сера ( $\delta^{34}\text{S} = +3,3...+6,1 \text{ ‰}$ ), существенное нарушение стехиометрического соотношения Fe и S ( $\text{S/Fe} = 1,81...2,22$ ), максимально высокие концентрации Au, Ag, Bi, Sb, Pb, переменное количество Co и Ni (инверсия отношения Co/Ni), а также наличие включений редкоземельного монацита. Пирит верхней части зоны (125-145 м) характеризуется близкой к метеоритному стандарту серой ( $0...+1,7 \text{ ‰}$ ), сужением диапазона вариаций S/Fe (до 1,90...2,05), высоким содержанием As ( $0,50...4,95 \text{ ‰}$ ) и наличием включений арсенопирита, повышенным содержанием Ag, Bi, Au, а также преобладанием Co над Ni.

Пирит наиболее глубокой части зоны (270-580 м) отличается пониженными значениями  $\delta^{34}\text{S}$  вплоть до отрицательных ( $-4,1...+2,7 \text{ ‰}$ ), повышенным содержанием Ni ( $\text{Ni} > \text{Co}$ ) и низким (за пределами чувствительности метода) количеством Au, Ag, Bi, Sb, Pb и As. Нарушение соотношения железа и серы в отдельных кристаллах носит зональный характер. Статистическая оценка этого явления, в том числе и методом сканирования, показала большую степень насыщенности серой минерала в краевых частях по сравнению с центральными. Примесь золота при общем неравномерном распределении также имеет тенденцию накапливаться в краевых зонах кристаллов.

Элементы изотопной и термобарогеохимической зональности обнаруживаются при сравнении сульфидов, магнетита, карбонатов и кварца, а также при анализе химического и изотопного состава ГЖВ в минералах. Для обоих типов руд по отношению к вмещающим оруденение породам отмечаются следующие характерные тенденции: I -

$\delta^{34}\text{S}$  пирита последовательно увеличивается от значений, близких к метеоритному стандарту до +3,3... +8,5 ‰ (Фомин, Савченко, 1993, Коваль и др., 1993); 2 -  $\delta^{18}\text{O}$  карбонатов и магнетита уменьшается на 7...9 и 4...5 ‰, соответственно; 3 -  $\delta^{13}\text{C}$  карбонатного углерода увеличивается от -10,3 ... -9,7 до -5,6... -1,2 ‰ (Фомин и др., 1994б); 4 -  $\delta\text{D}$  воды включений возрастает как минимум на 20...40‰ (Фомин и др., 1994а); 5 - в составе газов включений установлены:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$  и другие углеводороды,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$  и  $\text{H}_2\text{S}$ . Количество восстановленных форм углерода в составе ГЖВ возрастает в наиболее рудных участках кварцевых жил (Фомин и др., 1994б); 6 - снижение температуры гомогенизации ГЖВ от 300 до 200°C и давления от 200...150 до 80...45 МПа (Коваль и др., 1994).

**Условия образования. Температура минералообразования.** Температуры, рассчитанные по изотопным геотермометрам согласуются с температурами гомогенизации и в общем подтверждают изложенную схему минералообразования (табл.1).

По изотопным соотношениям кислорода магнетита и кварца минимальная температура составляет 385°C. Она отражает реальные условия формирования первой, наиболее высокотемпературной, ассоциации, если учесть, что магнетит и кварц железистых кварцитов были равновесны при температуре 350...550°C (зеленосланцевая фация метаморфизма).

Распределение изотопов кислорода в кварце и карбонатах рудных брекчий, жил и жильных зон свидетельствует о неравновесности системы, т.е. подтверждает принадлежность этих минералов к разным парагенезисам. Температуры их формирования, рассчитанные по  $\Delta^{18}\text{O}$  кварц-вода ГЖВ и карбонат-вода ГЖВ с учетом состава карбонатов, составляет соответственно 200...300°C (ассоциация 2) и 180...270°C (ассоциация 4). По изотопной температуре кварц золото-железистых и золото-полиметаллических руд одинаков (200...220 °C). В обоих случаях кварц рудных брекчий характеризуется более низкими значениями t°C. В качестве сульфидных геотермометров использованы пары пирит-пирротин (230°C), пирит-халькопирит (225...340°C), сфалерит-галенит (180 °C) из рудных зон. Эти данные полностью согласуются с результатами термобарогеохимических исследований золото-железистых руд, проведенных Е.Е.Лазаренко и Н.М.Гостяевой по тем же скважинам. Систематическая обработка замеров температур



гомогенизации многофазных ГЖВ в кварце позволила выделить два температурных интервала: 380...320°C и 280...200°C, характерных для кварцевых жил и зон. Гомогенизация низкотемпературных ГЖВ протекает в интервале  $t = 180...100^\circ\text{C}$ , полная гомогенизация углекислотных включений при  $t = 345...120^\circ\text{C}$  (сходимость идеальная, данные в статье Фомина и др., 1994б).

Табл. 1. Температура минералообразования

Минеральная ассоциация	$T = f(\delta^{18}\text{O}_{\text{мин}} - \text{H}_2\text{O}), ^\circ\text{C}$	$T = f(\delta^{34}\text{S}_{\text{мин}} - \text{мин}), ^\circ\text{C}$
Кв - мgt	385 (мgt - H <sub>2</sub> O)	-
Кв - пир(+ Au) - арс	200 ... 300 (кв - H <sub>2</sub> O)	230 (пир - пирр)
Пирр - хп - сфл ± крб	-	225 ... 340 (пир - хал)
Крб - сфл - хп - гл - сульфасоли ± пирр Элк - Au	180 ... 270 (крб - H <sub>2</sub> O)	180 (сфл - гал)

Примечание: кв - кварц, мgt - магнетит, пир - пирит, арс - арсенопирит, пирр - пирротин, хп - халькопирит, сфл - сфалерит, крб - карбонат, гл - галенит, элк - электрум

Таким образом, при всей дискуссионности вопроса о корректности расчетов температур (изотопно-кислородный обмен между H<sub>2</sub>O и CO<sub>2</sub> ГЖВ, между минералом и H<sub>2</sub>O, мольная доля CO<sub>2</sub> в составе ГЖВ, полигенность включений, равновесность минералов) приведенные данные отвечают реальным условиям рудогенеза.

**Окислительно-восстановительные и кислотно-щелочные условия золоторудного процесса.** Значения pH и lg f<sub>O<sub>2</sub></sub> среды рудообразования можно получить при анализе диаграмм устойчивости минералов системы Fe-S-O, а также графита и кальцита, на которые вынесены изолинии изотопного состава окисленных и восстановленных соединений серы и углерода (Рай, Омото, 1977). По положению тройной точки пирит-пирротин-магнетит (такая ассоциация минералов является типичной для обоих типов руд) и характерным значениям

$\delta^{34}\text{S}$  рудных сульфидов область рудообразования отвечает значениям рН от 6 до 8 и  $\lg f_{\text{O}_2}$  от -40 до -38. Для Au-Fe и Au-полиметаллических руд отмечается близость и корреляция значений  $\delta^{13}\text{C}_{\text{крб}}$  и  $\delta^{13}\text{C}$  углекислого газа ГЖВ, что позволяет ограничить область рудообразования значениями рН меньше 7 и логарифма фугитивности кислорода больше -39. Таким образом, руды Балки Широкой образовались при рН = 6...7 и  $\lg f_{\text{O}_2} = -39...-38$  (Шибецкий и др., 1996).

Окислительно-восстановительные свойства рудных растворов характеризуется степенью окисления ведущих элементов. В нашем случае такими элементами являются железо, сера и углерод. Характер изменения рН и  $\lg f_{\text{O}_2}$  можно установить по смене минеральных парагенезисов и тенденциям изменения величин  $\delta^{34}\text{S}_{\text{сульф}}$ ,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{крб}}$  и  $\delta\text{D H}_2\text{O}$  ГЖВ в процессе золотонакопления. На основании вышесказанных данных можно предположить, что в процессе рудообразования фугитивность кислорода уменьшалась, о чем свидетельствуют, во-первых, смена магнетита сульфидами железа, то-есть  $\text{Fe}^{3+}$  переходит в  $\text{Fe}^{2+}$ ; во-вторых, увеличение количества восстановленных форм углерода и связанный с этим рост  $\delta^{13}\text{C}_{\text{нал}}$  и  $\delta^{13}\text{C}_{\text{крб}}$ , так как легкий изотоп  $^{12}\text{C}$  аккумулируется восстановленными формами; в-третьих, рост  $\delta\text{D}$  воды ГЖВ. Следовательно, мы имеем дело с восстановительными обстановками рудообразования. При развитии оруденения рН возрастает, так как к моменту образования карбонат-содержащих ассоциаций растворы теряют углекислоту.

Полученные значения основных параметров (Т, рН и  $\lg f_{\text{O}_2}$ ) рудных растворов на момент формирования продуктивных парагенезисов позволяют оценить транспортирующую роль различных комплексных соединений золота. Согласно данным (Romberg, 1991), при температуре ниже  $350^\circ\text{C}$ , рН выше 5 и в восстановительных условиях (отношение  $\text{H}_2\text{S}/\text{SO}_2$  больше  $10^5$ ) содержание гидросульфидных комплексов Au (типа  $\text{Au}(\text{HS})_2^-$ ) в 10...1000 раз превышает содержание хлоридных соединений (типа  $\text{AuCl}_2^-$ ).

**Активность серы.** Основой для вычисления активности серы ( $a_{\text{S}_2}$ ) послужили данные о количестве железа в составе сфалерита, отобранного по разрезу Au-полиметаллических руд. Вычисления производились согласно П.Б.Бартону и Б.Д.Скиннеру (1982). Результаты приведены в табл. 2 (Шибецкий и др., 1996).

Активность серы в растворах пропорциональна ее концентрации. Изменения последней фиксируются колебаниями количества сульфида железа в сфалерите ( $X_{\text{шпр}}$ ).  $\lg a_{\text{S}_2}$ , в меньшей степени зависит от  $X_{\text{шпр}}$  (степенная функция), чем от температуры (показательная функция). Поэтому характер связи концентраций золота и серы в рудных растворах можно установить по зависимости между содержанием Au и  $\lg a_{\text{S}_2}$  при постоянной температуре. Из табл.2 видно, что осаждение золота при формировании золото-полиметаллических руд протекало в условиях роста концентрации серы. Такая же тенденция характерна, и для золото-железистых руд (см. разд."Зональность"). Отметим также, что изолинии, ограничивающие диапазон изменения  $\lg a_{\text{S}_2}$  (-13,3...-12,1 при температуре 250°C, для которой построена диаграмма Fe-S-O), пересекают область значений pH и  $\lg f_{\text{O}_2}$ , характеризующую рудный процесс.

Табл. 2. Результаты изучения сфалерита.

Проба	Количество, вес. %			Au*, г/т	T**, °C	Логарифм активности серы	
	Zn	S	Fe			при вычислен. температуре	при t=250°C
3238/291	64.12	32,32	2.60	10 <sup>0</sup>	200	-15.7...-15.0	-12.5...-12.1
3264/183	58.60	33.06	4.22	10 <sup>-1</sup>	220	-14.8...-14.2	-13.0...-12.5
3238/254	54.06	31.66	5.83	10 <sup>-2</sup>	240	-13.9...-13.4	-13.3...-12.9

Примечания:\* - содержание золота определялось по породе; \*\* - температура вычислена по фракционированию изотопов кислорода в системе кварц - вода ГВЖ.

**Природа вещества и флюидов.** Сера ранних дорудных сульфидов близка к метеоритной ( $\delta^{34}\text{S} = -2,3...+2,9 \text{ ‰}$ ) первичная природа ее мантийная. Очень небольшая часть (2,8 % от общего количества) сульфидов содержат тяжелую серу (+8,5...+12,3 ‰) и связывается генетически с восстановлением древнейших седиментогенных сульфатов.

Изотопно-легкий углерод ( $\delta^{13}\text{C} = -10,3...-9,7 \text{ ‰}$ ) и утяжеленный кислород ( $\delta^{18}\text{O} = +14...+19 \text{ ‰}$ ) карбонатов, а также кислород магнетита ( $\delta^{18}\text{O} = +4,3...+8,3 \text{ ‰}$ ) вмещающих железистых кварцитов и сланцев соответствуют компонентам типично хемогенно-осадочных, метаморфизованных пород. В составе рудной пачки обнаружен также карбонат-



ный материал с  $\delta^{13}\text{C} = -2...-3\text{‰}$  и  $\delta^{18}\text{O} > 20\text{‰}$  + ничтожная ( $n \times 0,01\%$ ) примесь  $\text{C}_{\text{орг}}$  безусловно осадочной природы ( $\delta^{13}\text{C} = -21,5\text{‰}$ ).

В тектоно-метасоматической зоне наблюдается унаследование поздними сульфидами и карбонатами серы и углерода метапород с дальнейшей их эволюцией: сера последовательно утяжеляется до  $+3,3...+6,1\text{‰}$ ; устанавливается положительная корреляция между значениями  $\delta^{34}\text{S}$  и концентрацией золота; углерод гомогенизируется с учетом различий исходного вещества, причем вариации  $\delta^{13}\text{C}$  карбонатов ( $-5,6...-2,2\text{‰}$ ) в рудных зонах определяется главным образом особенностями фракционирования углерода в условиях гидротермальных систем с разным содержанием железа (установлена зависимость - количество изотопа  $^{12}\text{C}$  в карбонате увеличивается пропорционально содержанию в нем железа).

Итак, основным источником S и C в рудных зонах были вмещающие метапороды, которые концентрируют достаточное количество золота ( $10...20\text{ мг/т}$  в метавулканитах и джеспилитах). Вместе с тем, имеются признаки ( $\delta^{34}\text{S}$  стремится к 0, а  $\delta^{13}\text{C}$  карбонатов к  $-4...-7\text{‰}$ ) привноса мантийного вещества в зоны предрудных хрупких деформаций и диафтореза, то-есть явлений, которые D.I.Groves et all (1988) связывали с дегазацией мантии. Такой зоной является здесь Восточно-Чертомлыкская тектоническая зона. Содержание золота в безрудных деформированных породах здесь составит  $10...100\text{ мг/т}$ .

Карбонаты, магнетит и кварц в рудных зонах, судя по значительному облегчению кислорода по сравнению с вмещающими породами, находились в этих зонах в изотопно-кислородном обмене с более легкой относительно метаморфогенных растворов водой. Измерение изотопного состава кислорода  $\text{H}_2\text{O}$  ГЖВ в кварце подтверждает этот вывод. При этом обнаруживается удивительная однородность величин  $\delta^{18}\text{O}$  кварца ( $+8,8...+10,7\text{‰}$ ), карбонатов ( $+10,8...+12,1\text{‰}$ ) и воды включений ( $-2,7...+2,6\text{‰}$ ) во всей совокупности образцов. Вариации  $\delta\text{D}$ , наоборот, весьма широки ( $-82...+42\text{‰}$ ) с увеличением содержания дейтерия в воде флюида в рудных частях зон вплоть до аномальных значений в богатых рудах. Наиболее вероятной причиной этого явления вероятно были обменные реакции с выделением водорода при взаимодействии воды с железистыми породами в процессе рудогенеза (Фомин и др., 1994а).

Присутствие  $H_2$  в составе самородного золота, сульфидов, жильного кварца и околожильных березито-лиственитов установлено на многих золоторудных месторождениях. Наличие высоких концентраций водорода в кварце жильных зон зеленокаменных структур Приднепровья рассматривается Н.П.Семененко и др. (1985). как локальный признак золоторудной минерализации.

Изложенный материал, в общем, удовлетворяет модели единого гомогенного флюидного резервуара, питавшего рудные гидротермальные системы. Эти флюиды не были чисто метаморфическими, магматогенными или метеорными. Природа их была сложной. Область гомогенизации флюидов пространственно не совпадала с участками рудоотложения - она была намного шире. Изотопный же состав С, Н и S в значительной степени обусловлен процессами, происходившими непосредственно в рудных системах, то-есть определяется локальными условиями образования рудных зон, а именно: составом (железистостью) вмещающих пород, слабощелочными или близким к нейтральному характером флюидов, увеличением активности серы и снижением фугтивности кислорода, восстановительной обстановкой, Р-Т условиями. В общем же установленные изотопные тенденции вместе с вещественным составом руд, их геолого-структурным положением, наличием околорудных березитов, предполагающих химическую неравновесность гидротермальных флюидов и вмещающих пород, а также температурный режим минералообразования указывают на эпигенетический гидротермальный характер рудообразующей системы.

В заключение отметим, что представленные материалы являются по существу основой для построения генетической модели месторождения Балка Широкая.

#### Литература

Бартон П.Б., Скиннер Б.Д. Устойчивость сульфидных минералов / Геохимия гидротермальных рудных месторождений.— М.: Мир, 1982.—с.238—327.

Коваль В.Б., Лапуста В.Ф., Терещенко С.И. и др. Геохимические и металлогенические особенности формирования золотого оруденения Приднепровья Украины // Геол. журн.—1994.—№3.—с.55—64.

Коваль В.В., Лапуста В.Ф., Шибирский Ю.А. Генетические аспекты изотопного состава серы сульфидов золоторудных проявлений Чертомлыкской зеленокаменной структуры // Докл. АН Украины.— 1993.— №10.—с.136-140.

Петько В.Н., Корниченко А.И., Кирьянов Н.И. и др. Новые данные о геологическом строении и рудоносности Чертомлыкской зеленокаменной структуры Среднего Приднепровья // Геол. журн.—1994.— №3.— с.76-83.

Рай. Р., Омото Х. Обзор исследований изотопов серы и углерода применительно к проблеме генезиса руд / Стабильные изотопы и проблемы рудообразования.— М.: Мир, 1977—с.175—212.

Семененко Н.П., Великанов Ю.Ф., Джелкач Н.И. и др. Восстановительная газовая составляющая подземной атмосферы на примере центральной части Украинского щита / Киев : Изд.ИГФМ АН УССР, 1985.— 61с.

Фомин Ю.А., Демихов Ю.Н., Шибецкий Ю.А. Природа кварца и карбонатов золоторудных проявлений зеленокаменных структур Среднего Приднепровья (по изотопным данным) // Докл. АН Украины.— 1994.— № 9.— с.128—134. (а)

Фомин Ю.А., Демихов Ю.Н., Шибецкий Ю.А. и др. Золото-полиметаллическое рудопроявление Балка Широкая (Среднее Приднепровье) // Мин. журн.—1996.—18.—№1.— с.74-87.

Фомин Ю.А., Иванов А.С. Торий-редкоземельная минерализация в архейских золото-железистых рудах Балки Широкой (Среднеприднепровская гранит-зеленокаменная область) // Доп. НАН України.— 1995.— №10.— с.101-105.

Фомин Ю.А., Савченко Л.Т. Природа исходной серы золотоносных зеленокаменных структур архея Украинского щита // Докл. АН Украины.—1993.— № 9.— с.118—122.

Фомин Ю.А., Савченко Л.Т., Демихов Ю.Н. и др. Золото-жеспилитовое оруденение балки Широкая (Среднее Приднепровье) // Геол. журн.—1994.— №3.— с. 84—95. (б)

Шибецкий Ю.А., Фомин Ю.А., Демихов Ю.Н. Условия формирования золоторудной минерализации Балки Широкой // Доп. НАН України.—1996.— №1.— с. -75-78.

Groves D.I., Golding S.D., Rock N.M. et all. Archean carbon reservoirs and their relevance to the fluid source for gold deposits // Nature, 1988.—331, 6153.—p. 254-257.

Romberger S.B. Transport and deposition of gold in hydrothermal systems // Greenstone gold and crustal evolution : Nuna Conf. - Val d'Or, may 1990. - Geol.A. of Can. - 1991. - p.61-66.



УДК 553.411.07(477.63)

**СТРОЕНИЕ И СОСТАВ РУДОВМЕЩАЮЩЕЙ ТОЛЩИ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ  
БАЛКА ШИРОКАЯ И НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ  
ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ**

**Колгюк Ю.М.,** Кулибаба В.М., Кучер В.Н., Мельниченко Б.Ф.,  
Романюк П.М.

Рудопроявление балка Широкая приурочено к восточной части верхнеархейской Чертомлыкской зеленокаменной структуры. Оно является типичным представителем золоторудных месторождений, локализованных в архейских железисто-кремнистых формациях докембрийских щитов и отнесено к золото-джеспилитовой рудной формации (Ручкин, и др.1988). Примечательной особенностью таких месторождений является повсеместное развитие согласных рудных тел пластовой формы, сложенных прожилково-вкрапленными и вкрапленными рудами, значительная рассредоточенность их по латерали в одном или нескольких пластах железистых кварцитов, приуроченность оруденения к тектонически деформированным участкам пластов.

Особенности золоторудных месторождений и рудных тел, и в первую очередь, их пластовая форма, согласное и субсогласное залегание, способствовало тому, что у ряда геологов сложились представления о сингенетичности и одновозрастности руд и вмещающих их горизонтов железисто-кремнистой формации. Однако, в последние годы на ряде зарубежных месторождений золото-джеспилитовой формации получены достоверные данные о более позднем формировании золотых руд по отношению к метаморфизованным железисто-кремнистым и чередующихся с ними вулканогенно-осадочным породам. Поэтому детальное изучение строения и состава рудовмещающих толщ в различных рудных объектах подобного типа и выяснения соотношения с ними золотого

оруденения является основным аргументом для суждения о геологических условиях рудообразования.

Рудовмещающая толща рудопроявления Балка Широкая, состоит из трех основных пачек: нижней вулканогенной, средней вулканогенно-осадочной и верхней вулканогенной. Эти пачки относятся к трем формациям - нижней метадацит-андезит-толеитовой, сланцево-дзеспилит-толеитовой и верхней метадацит-андезит-толеитовой, которые слагают среднюю часть разреза конкской свиты (Колпий и др. 1990). Породы рудовмещающей толщи изменены в условиях зеленосланцевой фации метаморфизма и подвергнуты интенсивным гидротермально-метасоматическим преобразованиям. Вулканогенные, осадочно-вулканогенные и субвулканические породы, входящие в состав рудовмещающей толщи превращены в разнообразные зеленые сланцы, реставрация первичной природы которых удастся лишь в редких случаях по отдельным сохранившимся реликтам первичного строения и структуры. Осадочные образования преобразованы в магнетитсодержащие железистые кварциты карбонатно-силикатного и карбонатного составов.

Строение и состав рудовмещающей толщи изучены по разрезам двух опорных скважин 4106 и 4115, расположенных в центральной и юго-восточной частях рудопроявления. Так как они, в основном, пересекают среднюю пачку, для характеристики нижней и верхней пачек использованы данные по другим скважинам, из различных участков Балки Широкой.

Нижняя вулканогенная пачка сложена, в основном, кварц-карбонат-биотит-хлоритовыми и кварц-хлорит-карбонатными сланцами с прослоями сланцев биотит-хлорит-карбонат-полевошпат-кварцевого состава (предположительно субщелочные метаэффузивы), в верхней части разреза фиксируются маломощные горизонты карбонатных кварцитов. Вся пачка интенсивно насыщена

многочисленными субпластовыми телами ультраосновных пород, которые превращены в карбонат-актинолитовые, карбонат-тремолитовые, карбонат-тальковые сланцы и серпентиниты.

Средняя вулканогенно-осадочная пачка состоит из чередующихся между собой сланцев хлорит-кварц-карбонатного, хлорит-карбонат-серицит-кварцевого, магнетит-карбонат-хлорит-кварцевого, серицит-кварцевого, магнетит-карбонат-хлорит-полевошпат-кварцевого состава, которые перемежаются с горизонтами, прослоями и линзами железистых кварцитов. Внутри этой пачки отмечаются сланцеватые зеленокаменно измененные линзы и прослой метабазитов и метаандезитов с хорошо сохранившимися реликтами первичных лав. Кроме вулканогенно-осадочных пород здесь широко развиты субсогласные силлы и дайки интенсивно измененных метадолеритов, метагаббро и метадиоритов. Отмечаются также не метаморфизованные более молодые дайки долеритов, секущие метаморфическую вмещающую пачку. Распределение железистых кварцитов и различных разновидностей сланцев в пачке крайне неравномерное как по латерали, так и по вертикали. Количество горизонтов и пластов железистых кварцитов колеблется в разных частях рудопоявления от 2 до 7. Их мощность не выдержана как по простиранию, так и по падению, отмечается расщепление одного горизонта на ряд пластов, часть из которых выклинивается. Отличаются горизонты железистых кварцитов и по своему внутреннему строению (от тонко до грубополосчатых). Состав их колеблется в широких пределах от магнетитсодержащих кремнистых, до кремнисто-карбонатных или кремнисто-карбонат-силикатных разновидностей.

Верхняя вулканогенная пачка представлена рассланцованными metabазальтами, метаандезитами и метадиитами, участками интенсивно хлоритизированными, карбонатизированными, эпидотизированными и мусковитизированными. Породы



рудомещающей толщи имеют почти вертикальное падение и рассечены серией субсогласных зон расщепления, дробления и милошигизации север-северо-западного направления и разбиты на ряд блоков поперечными дизъюнктивными нарушениями, с которыми сопряжены участки развития флексуорообразных перегибов и мелких изоклиальных складок волочения.

Породы, входящие в состав трех охарактеризованных пачек, подвергнуты в той или иной степени метасоматическим преобразованиям, которые выражаются в окварцевании, карбонатизации (анкеритизации), хлоритизации, серицитизации (мусковитизации), пиритизации, в меньшей мере биотитизации, отальковании, калишпатизации, эпидотизации, тремолитизации. Интенсивность метасоматических преобразований и их характер зависит от состава исходных пород и степени их проницаемости. Наиболее интенсивный метасоматоз проявлен в средней пачке, которая характеризуется ярко выраженной фациальной неоднородностью и наличием значительного количества тектонических нарушений. К этой пачке приурочены также и основные золотоносные зоны рудопроявления. Породы нижней и верхней пачек метасоматически преобразованы лишь в отдельных локальных участках.

Гидротермально-метасоматические породы, по мнению В.С.Монахова, В.А.Синицына, В.Н.Петько и других (Несина и др. 1995) относятся к листовито-березитовой метасоматической формации. Нашими исследованиями в пределах рудопроявления установлены также пропилиты и эпидот-тремолитовые породы. Соотношение их с березитами-лиственитами пока не ясно. Возможно это единая метасоматическая формация со своей зональностью (вертикальной и горизонтальной), так как пропилиты, в основном,

развиты во внешнем обрамлении березит-лиственитовых зон, а эпидот-тремололитовые породы вскрыты скважинами на значительных глубинах.

Анализ размещения гидротермально-измененных пород показывает, что среди них, предварительно, можно выделить два типа - прожилковые и прожилково-вкрапленные метасоматические зоны небольшой мощности в участках низкой проницаемости и довольно значительные по мощности (до 20 м), выдержанные по простиранию и падению метасоматические тела в комбинации с прожилками в зонах рассланцевания, смятия, дробления и катаклаза. Первый тип метасоматитов развит, в основном, в нижней, верхней и частично в средней пачках. Второй тип метасоматитов приурочен, главным образом, к средней пачке, где в пределах зон нарушений широко проявлены объемные окварцевание, карбонатизация, хлоритизация, серицитизация, пиритизация в комбинации с кварцевыми, кварц-карбонатными, кварц-карбонат-хлоритовыми, серицит-кварц-карбонатными и карбонат-биотитовыми жилами и прожилками. Такие зоны березит-лиственитовых пород широко развиты в пределах рудопроявления и встречаются как в железистых кварцитах, так и в перемежающихся с ними зеленых сланцах и метабазах. Строение таких зон сложное и недостаточно изученное. Некоторые исследователи считают, что внутренняя их часть является серицитовой, средняя - карбонатной, а внешняя - хлоритовой. Однако такие закономерности встречаются крайне редко и в большинстве изученных нами метасоматических зонах наблюдается различное количественное сочетание этих минералов совместно с кварцем. Часто к ним во внутренней зоне добавляется калишпат и биотит, а в средней и внешней - тальк. Золоторудная минерализация, по имеющимся данным, концентрируется в восьми субпараллельных зонах северо-западного простирания, представляющих тела березит-лиственитов, приуроченных к рассланцованным, брекчированным и

катаклазированным породам рудовмещающей толщи. В основном эти зоны залегают субсогласно с напластованием пород, но в отдельных разрезах они под острым углом отчетливо пересекают рудолокализирующие породы как по латерали, так и по падению.

Большинство золоторудных зон размещается в породах средней пачки, насыщенной железистыми кварцитами и субвулканическими интрузиями долеритов, габбро и диоритов. Обычно повышенные концентрации золота приурочены к железистым кварцитам, особенно к их контактам с рассланцованными и лиственитизированными метавулканитами, а также к зонам брекчирования и катаклаза, пересекающих тела железистых кварцитов. Устойчивые содержания золота иногда фиксируются также среди лиственит-березитовых зон, развитых в участках смятия и кливажа среди зеленых сланцев и в отдельных зонах рассланцевания метавулканигов основного и среднего состава и их субвулканических интрузивных аналогов.

Морфология и размеры рудных тел, локализованных внутри золоторудных зон, практически пока не определены. Можно лишь сделать предположение о их линзообразной или пластообразной форме и возможном этажном расположении по вертикали, при котором могли формироваться обогащенные локальные рудные столбы в пределах отдельных частей рудопроявления (участок шахтного ствола, район скв. 4106 и др.).

Главными рудными минералами являются пирит, магнетит, пирротин, халькопирит и в ряде случаев арсенопирит; второстепенные - самородное золото, сфалерит, галенит, гематит, фрайбергит, буланжерит, марказит, аргентит. Редко встречаются - самородное серебро, самородный теллур, шеелит, кубанит, апатит, монацит, ксенотим. Основными нерудными минералами являются кварц, карбонат, хлорит; второстепенными - серицит, турмалин. Золото в рудах тесно ассоциирует с сульфидами, кварцем и анкеритом.



Предварительно можно выделить три золотосодержащих ассоциации - золото-пирит-пирротин-халькопиритовую, золото-пирит-арсенопиритовую и золото-пирит-галенитсфалеритовую. Количество сульфидов варьирует от 2 до 25% и в целом по минеральному составу руды относятся к кварц-малосульфидному типу. Наиболее широко на рудопроявлении распространена первая золотосодержащая минеральная ассоциация, вторая отмечается в центральной и северо-западной, а третья - только в северо-восточной частях рудопроявления.

Исследование пространственной позиции основных сульфидов (пирита и пирротина), которые встречаются во всех выделенных золотоносных минеральных ассоциациях, показывает, что в их распространении намечаются некоторые закономерности. В юго-восточной части рудопроявления преобладает пирит над пирротинном. В центральной части в одних пересечениях резко преобладает пирит, в других - пирротин, а в северо-западной части в целом более широко развит пирротин. В некоторых случаях в размещении пирита и пирротина устанавливается вертикальная зональность. В разрезе скважин 2845 и 3261 на глубинах 125-134 м в рудном теле преобладает пирит, а с глубины 260 м - пирротин. В скв. 3277 в верхней части преобладает пирит, причем наблюдается три его генерации, а с глубины 450 м начинает резко преобладать пирротин, где его количество иногда достигает 95% от суммы всех сульфидов.

Распределение золота в золотосодержащих минеральных парагенезисах подвержено широким колебаниям, поэтому до настоящего времени существуют противоречивые точки зрения по поводу основных его минералов - концентраторов. Ранее свободное золото было установлено в кварце, анкерите, пирите и других сульфидах и сложились представления, что большая часть самородного золота концентрируется в кварце. Для установления минералов-концентраторов золота нами проведены исследования

мономинеральных фракций из золотосодержащих руд, приуроченных к железистым кварцитам и зеленым сланцам. Валовое содержание золота в пробах из руд в железистых кварцитах колебалось от 1 до 6,5 г/т. В выделенных фракциях концентрация золота определялась атомно-абсорбционным анализом и распределяется следующим образом (в г/т): в шламе от 0,1 до 2,2, в кварце от 0,02 до 0,15, в магнетите от 0,08 до 1,2, в пирите (в тех пробах где он присутствует) от 1,3 до 31, в пирротине от 1,5 до 820, в карбонате от 0,04 до 2,4. Максимальная концентрация золота в пирротине фиксируется там, где пирротин составляет 95% от количества всех сульфидов. Высокие содержания золота в пирите также обычно характерны для руд, где пирит резко преобладает над другими сульфидами. В пробах, отобранных из сланцевых горизонтов, где общее содержание золота значительно ниже и колеблется в пределах от 0,01 до 0,7 г/т, его концентрация в шламе составляет от 0,005 до 0,2 г/т, в кварце - от 0,001 до 0,03 г/т, в карбонате - до 0,03 г/т, а в сульфидном концентрате от 8 до 150,2 г/т. Из приведенных данных вытекают следующие предположения: 1) кроме видимого самородного золота в кварце основное его количество в форме пылеватого и тонкодисперсного золота заключено в сульфидах; 2) высокие концентрации золота в сульфидах характерны не только для руд, приуроченных к железистым кварцитам, но и для бедных руд, локализованных в сланцевых горизонтах; 3) золото концентрируется во всех сульфидах, причем в количественном отношении пока не удастся выделить характерные сульфидные минералы, наиболее часто содержащие золото.

Изложенные материалы свидетельствуют о том, что золотое оруденение рудопроявления Балка Широкая сформировалось после гаморфизма и гидротермально-метасоматических преобразований пород рудовмещающей толщи. Приуроченность основных золоторудных зон к гетерогенной средней пачке рудовмещающего

разреза обусловлена его структурно-литологическими особенностями, которые заключаются в широком развитии среди пластичных сланцев горизонтов и пластов железистых кварцитов и субвулканических интрузивных тел, представляющих своеобразные аккумуляторы тектонических напряжений, что обуславливает проявление в них хрупких деформаций и возникновение зон дробления, катаклаза и трещиноватости. Эти высокопроницаемые зоны являлись в дальнейшем путями проникновения рудоносных растворов и участками локализации прожилкового, прожилково-вкрапленного и вкрапленного золотого оруденения. Для руд характерен, главным образом, кварц-сульфидный состав, что вероятно связано с преимущественным образованием сульфидов метасоматическим путем за счет замещения оксидов и карбонатов железа, сингенетичных основной силикатной массе породы.

Золото в рудах распределено крайне неравномерно и его основное количество концентрируется в сульфидах, частично в жильном кварце и карбонатах.

В заключение авторы выражают признательность геологам экспедиции № 37 Н.Н.Кириянову, В.Н.Петько и Н.Л.Осадченко за предоставление каменного материала.

## ЛИТЕРАТУРА

Колій В.Д., А.А.Сиворонов, А.Б.Бобров, А.Г.Смогалюк. Типы метаморфизованных формаций зеленокаменных комплексов. - Железисто-кремнистые формации докембрия Европейской части СССР. Зеленокаменные пояса и роль вулканизма в формировании месторождений. - Киев, Наук. думка, 1990. - с.14-32.

Несина Н.И., Сицицын В.О., Монахов В.С., Петько В.М. Геохимические особенности пород метасоматических ореолов и их



поисковое значение на золото Сурская и Чертомлыкская  
зеленокаменные структуры, среднее Приднепровье). -  
Минералогический сборник № 48, выпуск 1, Львов, издательство  
"Мир", 1995. - с. 118-120.

Ручкин Г.В., Дерюгин Ю.Н. Золотоносность  
раннедокембрийских железистых кварцитов. - Геология, методы  
поисков и разведки месторождений металлических полезных  
ископаемых. - М., 1988. - с. 1-55.

УДК 550.42:553.22

## ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ ВТОРИЧНЫХ ИОНОВ (МСВИ) КВАРЦЕВ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ БАЛКА ШИРОКАЯ

Диденко П.И., Коваль В.Б., Лапуста В.Ф.

Примеры применения метода МСВИ для изучения различных процессов структурирования в пленках окиси кремния, металлах и других синтезированных соединениях описаны в предыдущих работах [Черепин, 1981; Диденко и др., 1982; Диденко, 1993]. Изучению естественных силикатных соединений еще не уделялось достаточно внимания. Геологические проблемы показали необходимость изучения природного кварца. Он имеет различную геологическую историю и генетические особенности. Кварцы отбирались как в золоторудных зонах, так и из вмещающих пород с глубин 150-650 метров месторождения Балка Широкая. Целью изучения этих кварцев было выяснение корреляции параметров кварца с концентрациями золота и элементов-спутников, изменений их связей с глубиной (вертикальная зональность). В комплексе с методом МСВИ использовались результаты геологической классификации кварцев, изотопного состава дейтерия в газовой-жидких включениях (ГЖВ), термобарометрического метода, электрошного парамагнитного резонанса ( $Mn^{2+}$ ) [Коваль и др.].

### Методика. Образцы.

Эксперимент производился на приборе IMS-4f фирмы "КАМЕКА". Бомбардировку кварца проводили ионами  $O_2^+$  с энергией 10,5 кэВ. Ток первичных ионов при этом изменялся в пределах 1-100 нА. Для нейтрализации заряда, возникающего в процессе распыления, на образец наносился проводящий слой, после чего он дополнительно бомбардировался потоком электронов. Для сравнения полученных данных привлекали результаты изучения монокристаллического кремния, пленок  $SiO_x$  ( $1 < x < 2$ ) и  $SiO_2$  (термических, хлорных, пиролитических и др.) в аналогичных условиях,

а также при бомбардировке их ионами  $Ag^+$ . Породы, из которых отбирались кварцы, имеют различные концентрации золота - от фоновых до промышленных. Они представлены: метабазами, железистыми кварцитами и сланцами как первичными, так и по выше указанным породам. Кварцы представлены низко- и высокотемпературными типами.

С увеличением глубины отбора облик жильных кварцев изменяется следующим образом: 159 м - сливной, серый с примесью хлорита, 217 м - сливной, белый с примесью хлорита, 322 м - сливной, белый полупрозрачный, 368 м - общая масса зеленовато-серого цвета с отдельными участками более прозрачного и темного кварца, 470 м - сахаровидный, мелкозернистый с хлорит-карбонатными включениями, 557 м - друзовидный мелкозернистый, 641 м - сливной, прозрачный по краям жилы, друзовидный с хлорит-амфиболовыми прожилками.

#### Результаты и обсуждение.

Традиционный подход к изучению синтезированных соединений кремния оказался эффективным для изучения сложных геологических образований - жильных кварцев. Характеристики этих кварцев изменяются как в соотношениях с концентрациями золота в них, так и с глубиной (рис.1). Выделяется, в первом рассмотрении, три типа кварцев: надрудный, синрудный и подрудный. Они отличаются в порядке выхода ионов кремния, что интерпретируется как повышение гомогенности кварца с возрастанием давления или температуры. Наблюдается устойчивая корреляция характеристик кварца и содержания золота в них (рис.1). Нами исследован характер распределения в этих же образцах элементов-примесей - с увеличением глубины отбора содержание бора, фтора, натрия, алюминия, калия, титана и др. повышается, а хлора - уменьшается. Поведение водородосодержащих комплексов (в особенности  $SiOH^+$ ) свидетельствует о сложности истории образования кварцев в гидротермальных условиях. Наблюдается прямая геохимическая связь выхода ионов  $H^+$  в структуре кварца и  $\delta D$  и  $^{18}O(CO_2)$  в ГЖВ. Полученные изотопные характеристики указывают на полигенность растворов, сформировавших изучаемые кварцы, и полистадийность их поступления - на разных стадиях (определяющим был магматический, затем формационный или метеорный флюиды).



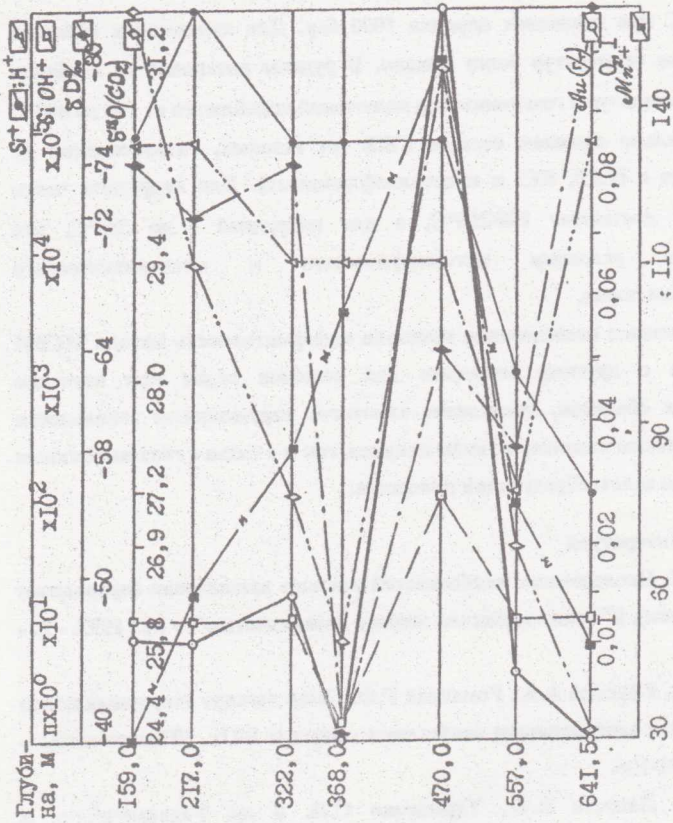


Рис. Корреляция характеристик кварцев, полученных методом МСВИ, и комплексирующих методов на разных глубинах

Распределение ионов марганца синхронно распределению золота в породах и кварцах. Изучение термобарометрических условий по разрезу месторождения показало, что от поверхности на глубину температуры возрастают от 175°C до 400-500°C при давлениях порядка 1000 бар. Для конкретных образцов распределение температур более сложно. В рудном интервале на глубинах 200-350 м температуры гомогенизации выключений колеблются от 100 до 400°C при максимально сложном составе ГЖВ (от газовых, газовой-жидких до твердофазных с NaCl, KCl и кристаллофлюидных). Для надрудной части температуры достигают 100-250°C, а для подрудной - до 350°C, что соответствует условиям метаморфического и метасоматического преобразования пород.

Проведенные исследования показали информативность метода МСВИ в комплексе с другими методами для решения задач при изучении геологических объектов, проявление элементов вертикальной зональности как по физическим характеристикам кварцев, так и в связи с геохимическими особенностями золотообразующих процессов.

#### Литература

- Диденко П.И. Исследование особенностей ионного распыления (природного кварца и пленок). // "Взаимодействие ионов с поверхностью": - М.: 1993. - 2. - С.54-56.
- Диденко П.И., Ефремов А.А., Романова Г.Ф. Связь выхода вторичных ионов со структурой и электронными свойствами матрицы SiO<sub>2</sub>. // Поверхность. - 1982, N4- С.102-106.
- Коваль В.Б., Лапуста В.Ф., Терещенко С.И. и др. Геохимические и металлогенические особенности формирования золотого оруденения Приднепровья Украины. // Геол. журнал, - 1994, N3, С.55- 64.
- Черепин В.Т. Ионный зонд. Киев: Наук.думка, 1981. - 328 с.

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТОРУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ РАХОВСКОГО РУДНОГО РАЙОНА УКРАИНСКИХ КАРПАТ

Лебедь Н.И., Мацькив Б.В.

На территории Украины, в соответствии с условиями ее геологического строения, преобладающим развитием пользуется эндогенное оруденение золота, локализованное в метаморфических породах различных фаций. Кроме Украинского щита — основной золотоносной провинции страны, золоторудная минерализация известна в метаморфических толщах Мармарошского массива Восточных Карпат, а также в фундаменте Добруджинского сектора Скифской плиты. Вполне возможно выявление такой же минерализации в фундаменте Воыно-Подольской плиты, юго-западного склона Воронежского массива и Крымско-Азовского сектора Скифской плиты. Первостепенный интерес здесь будут иметь площади с неглубоким и относительно неглубоким залеганием пород фундамента: Припятский вал, Симферопольское поднятие и др. В фундаменте Симферопольского поднятия уже известны признаки минерализации с содержанием золота до 0,05 г/т (серцит-хлоритовые сланцы, рассеченные тонкими кварц-карбонатными прожилками).

Принципиальные различия в тектонической позиции указанных регионов определяют различия в истории их геологического развития, возрасте и составе первичных пород, фациях метаморфизма и других важных особенностях, влияющих на металлогению золота, как и других металлов. Естественно, что максимальные различия по этим признакам имеют образования фундамента трех наиболее крупных самостоятельных тектонических структур: древней Восточно-Европейской платформы, более молодой Скифской платформы и киммерийско-альпийского складчатого сооружения Восточных Карпат (Тектоника, 1988). В то же время опыт украинских геологов и литературные данные свидетельствуют, что месторождения и рудопроявления золота, залегающие в метаморфических образованиях любого возраста и геотектонического положения, имеют определенные черты сходства: преимущественная приуроченность к породам невысоких ступеней метаморфизма и зонам диафтореза; согласный или субсогласный характер основных рудовмещающих тектонических зон и незначительные амплитуды дорудных перемещений по ним; подобие минерального состава, структур и текстур руд; важная роль литологически и геохимически благоприятных пачек частого переслаивания пород



определенного состава... В последнем случае наиболее важные и четко выраженные петрографические пачки пород, а также субсогласные контакты малых гипабиссальных или субвулканических интрузий могут оказаться определяющим критерием локализации оруденения на конкретных стратиграфических уровнях (Кулиш, 1992; Бобров, 1992; Сиворонов, 1992; Луговая, 1989; Матковский, 1992; Нечаев, 1989 и др.).

Мармарошский массив кристаллических пород прослеживается вдоль юго-западных склонов главного водораздела Восточных Карпат примерно на 220 км. Его северо-западное окончание расположено северо-западнее г. Рахов Закарпатской области, а юго-восточное окончание — в верховьях р. Тротуш, 10 — 15 км к северо-востоку от г. Меркура-Чук в Румынии. Румынские геологи используют и другое название массива — «зона кристаллических и мезозойских пород Восточных Карпат» (Онческу, 1960). Площадь массива составляет 4,5 тыс. кв. км. и он почти полностью расположен на территории Румынии. Только два небольших участка (7 — 8% его площади) расположены в Украине: Чивчинские горы в верховьях Черного Черемоша и Раховский массив — в одноименном районе Закарпатья. Последний и является Раховским рудным районом, в котором расположено небольшое месторождение золота Сауляк, серия рудопоявлений и пунктов минерализации золота, полиметаллов и меди, а также месторождения и проявления неметаллических полезных ископаемых.

С целью обеспечения выполнявшихся в районе поисково-разведочных работ геологической и прогнозной основой в первой половине 80-х гг. здесь выполнено специальное крупномасштабное геологическое картирование. Относительно хорошая оснащенность, полное использование накопленной информации по району и частичное использование румынских данных позволили составить достаточно надежную геологическую карту и определить первоочередные площади для поисковых работ.

Месторождение Сауляк, перспективные объекты и площади Раховского рудного района неоднократно и на высоком научном уровне описаны в специальных публикациях. Но практически во всех случаях детально анализируются сами золоторудные объекты на богатых материалах Закарпатской экспедиции и ученых Львовского ГУ, ИГМР НАН Украины, УкрГИМР'а и других организаций. Связи

оруденения с геологическим строением района раскрываются недостаточно полно и на основе устаревшей геологической карты района, отрицавшей покровное строение Мармарошского массива. Даже в наиболее обстоятельных и современных работах (Матковский, 1992) покровное строение массива только признается, а анализ его геологического строения и более подробное металлогеническое расчленение выполняются на основе устаревшей геологической карты района. Поэтому авторы настоящей статьи предприняли попытку восполнения указанного пробела.

Со времени составления первой геологической карты района масштаба 1:100000 (Zapalovicz H., 1886) известно, что массив представляет собой древнее ядро Восточных Карпат, надвинутое на флиш в северо-восточном направлении (Геология, 1996). Со временем изменялись только представления о роли и амплитуде горизонтальных перемещений. В период с 1903 — 1907 гг. по 1930 — 1940 гг. усилиями австрийских, польских, румынских, чехословацких и венгерских геологов было доказано покровно-шарьяжное строение Карпат с надвиганием внутренних структур на внешние, аналогично ранее установленным закономерностям геологического строения Альп. В украинской части Карпат в 1949 — 1958 гг. господствовала распространяемая на все Карпаты гипотеза простого мегантиклинорного строения (без значительных надвигов), обоснованная московскими геологами (Богданов А.А., Муратов М.В., Славин В.И.). Более глубокие исследования и дискуссии 1958 — 1964 гг. привели к отказу от антиклинорной гипотезы и полному признанию покровной структуры Карпат, с крупными региональными надвигами, разделяющими их на отдельные покровы (скыбы или чешуи) (Путеводитель, 1977). Реликты антиклинорной гипотезы в специальных публикациях сохранялись до конца 70-х годов, а в металлогенических построениях по Мармарошскому массиву дожили, к сожалению, до наших дней.

По современным представлениям «общая структура Украинских Карпат может быть обозначена как моновергентное асимметричное складчато-покровное горное сооружение ... разделенное в своей внутренней части крупной шовной зоной, трассирующейся по утесовым зонам Закарпатья и Мармарошскому массиву»... (Тектоника, 1988). «В отличие от всех других тектонических элементов Украинских Карпат Мармарошский кристаллический массив представляет собой систему покровов основания, в которых на дневную поверхность, помимо осадочной

оболочки, выходит и метаморфизованный фундамент»... (Тектоника, 1988). Авторы цитируемой работы определяют возраст основных горизонтальных перемещений массива и отдельных его покровов как предаптский-позднеальбский, считая толщи осадочного чехла массива послепокровными образованиями.

С таким утверждением трудно согласиться. Массив, как и подстилающий его Радомирский покров, сложенный дофлишевыми вулканогенно-осадочными образованиями верхней юры, перекрывает по системе пологих надвигов интенсивно дислоцированные флишевые образования Раховского покрова. Чешуйчато-складчатая структура последнего сформирована в послесреднеэоценовое время или, даже, в миоцене — времени завершающего тектогенеза Восточных Карпат. Осадочные толщи чехла Мармарошского массива (соймульская свита верхнего альба-сеномана, великобанская среднего-верхнего эоцена и лужская свита раннего олигоцена) перекрывают западный край массива и образуют останцы в пределах Деловецкого покрова, но таких останцов нет на флишевых толщах и в пределах Радомирского покрова. Более того, в Мармарошской зоне утесов к западу от массива отложения указанных свит интенсивно дислоцированы совместно с флишевыми толщами. В пределах Деловецкого покрова массива они дислоцированы значительно слабее. По интенсивности, характеру форм складчатых и разрывных нарушений здесь их структура подобна постнадвиговым блоково-складчатым дислокациям метаморфического фундамента. В западной части Деловецкого покрова и в зоне Мармарошских утесов на отложения великобанской и лужской свит надвинуты образования шопурской свиты эоценового возраста. Поэтому, не отрицая проявления горизонтальных перемещений массива в конце раннего мела, считаем, что основные надвиговые дислокации состоялись значительно позже: в послелужское время, т.е. в среднем-позднем олигоцене или миоцене.

В любом случае ясно, что в позднем мезозое — раннем кайнозое (поздний геосинклинальный и ранний орогенный этапы развития Карпат) в Раховском районе проявилась интенсивная тектоническая активизация. В соседних районах она имела характер тектоно-магматической активизации (ТМА). В Радомирской зоне в поздней юре накопилась мощная толща вулканитов основного состава (базальтовые порфириды, спилиты, туфы). Завершающие дайки диабазов прорывают и вышележащие терригенно-карбонатные отложения с фауной верхней юры



и низов нижнего мела. Древние метаморфические образования Мармарошского массива в районе Бая-Борша и у подножий гор Родна, т.е. в 25 — 30 км к юго-востоку от Раховского района, прорваны миоценовыми вулканитами среднего и кислого состава. Эти вулканиты большинством исследова<sup>телей</sup> сопоставляются с рудоносными вулканитами районов Бая-Маре и Циблеш в Румынии и Береговского рудного района в Украинском Закарпатье (Онческу, 1960; Лазаренко, 1968). Непосредственно в Раховском рудном районе магматизм времени тектонической активизации проявлен слабо. Немногочисленные дайки диабазов, главным образом в юго-восточной части района, прорывают метаморфические породы фундамента. По сходству вещественного состава и строения они сопоставляются с упомянутыми дайками Радомирского покрова. Их изотопный возраст (калий-аргоновым методом) колеблется в пределах от  $68 \pm 5$  млн. лет до  $86 \pm 10$  млн. лет, что соответствует позднему мелу. Таким образом, история геологического развития района и смежных с ним территорий свидетельствует о возможности проявления в Раховском рудном районе молодого эндогенного оруденения, в том числе — золотого, генетически связанного с процессами тектоно-магматической активизации позднего мезозоя-кайнозоя. Такое оруденение здесь выделяют некоторые исследователи (Аверин, 1990; 1992; Волошин, 1971; Галецкий, 1989; Просняков, 1987).

В румынской части Мармарошского массива (Лазаренко, 1968) имеются проявления молодых колчеданно-полиметаллических руд, пространственно сопряженных с миоценовыми вулканитами Бая-Борша и Родна. Но большинство проявлений цветных металлов с сопутствующим золотом и, что особенно важно, промышленные медно-колчедановые и колчеданно-полиметаллические месторождения с достаточно высоким уровнем содержания попутного золота имеют отчетливо стратиформный характер (Лешул-Урсулуй; Фундул-Молдовой и др.) и сосредоточены в продуктивной части разреза эпизональной (т.е.зеленосланцевой) серии Тульгеш. По мнению большинства геологов они имеют древний, заведомо домезозойский возраст. Поэтому картирование потенциально рудоносной толщи — аналога продуктивной части разреза серии Тульгеш — было основной геологической задачей вышеупомянутого специального геологического картирования Раховского рудного района.

В результате выполнения этой работы подтверждено и закартировано в крупном масштабе покровное строение района, принципиально установленное ранее Хаиным

В.Е., Глушко В.В., Кругловым С.С. и др. (Тектоника, 1988). На закартированной территории выделено пять крупных покровов или структурных единиц, являющихся одновременно и структурно-формационными зонами.

Белопотокский — нижний, условно автохтонный, покров Мармарошского массива — сложен наиболее древними породами белопотокской свиты верхнего протерозоя, метаморфизованными в условиях фации эпидотовых амфиболитов с отдельными зонами диафтореза. Метаморфические породы в пределах этой структуры перекрыты неметаморфизованными отложениями верхнего карбона, верхней перми (терригенные, изредка — вулканогенные образования), триаса и юры (терригенно-карбонатные толщи). Образования Белопотокского покрова выходят на дневную поверхность (из-под Деловецкого покрова) вдоль северо-восточного края массива и в отдельных эрозионных окнах на остальной его территории. Несмотря на некоторую противоречивость накопленных изотопных определений; протерозойский возраст осадконакопления белопотокской свиты и позднерифейский возраст ее метаморфизма принимается достаточно обоснованно по положению этих отложений в основании изученного геологического разреза и по изотопному возрасту метаморфизма. Семененко Н.П. (Геология, 1966) калий-аргоновым методом определил его в 585 — 530 млн лет. В процессе картирования по пробе гранито-гнейсов яворникового типа Степанюк Л.М. (ИГМР НАНУ) свинцово-изотопным методом определил, что возраст метаморфизма не моложе 709 млн лет.

Большую часть массива занимают вышележащие структуры Деловецкого покрова: зелено-сланцевые толщи рифея (деловецкая свита), венда-нижнего кембрия (берлебашская и мегурская свиты) и среднего палеозоя (кузинская свита), перекрытые неметаморфизованными терригенными толщами осадочного чехла массива (соймульская, великобанская и лужская свиты).

Из-под северо-восточного края массива на дневную поверхность выходят: Радомирский покров, сложенный неметаморфизованными складчатыми толщами верхней юры (вулканогенно-осадочная) и берриасского яруса нижнего мела (терригенная); Раховский покров — интенсивно складчатая флишевая толща раховской свиты нижнего мела.

В западной части закартированной площади расположена часть зоны Мармарошских утесов. Она представлена покровом флишевой шопурской свиты эоцена,

надвинутым на эоценовые и олигоценые образования Деловецкого покрова и местами на нижнемеловые образования Радомирского покрова.

Широко развитое в районе эндогенное оруденение цветных и благородных металлов практически полностью сосредоточено в образованиях массива (в Деловецком и несколько меньше в Белопотоцком покровах). В Раховском покрове и в зоне Мармарошских утесов отсутствуют любые признаки оруденения или гидротермального метасоматоза. В Радомирском покрове обнаружена единственная точка минерализации меди с никелем: прожилково-вкрапленная сульфидная минерализация в туфах чивчинской свиты с содержанием обоих металлов на штуф по 0,1 %.

В пределах массива эндогенная минерализация отчетливо тяготеет к определенным уровням стратиграфического разреза метаморфических толщ. Ведущее значение имеют два таких уровня: нижнеделовецкая подсвета, вмещающая продуктивную толщу месторождения Сауляк и среднеберлебашская подсвета — аналог продуктивной части разреза серии Тульгеш. К сожалению, взаимоотношения этих двух важнейших толщ остались неизученными. Контакты свит специально вскрывались канавами, но во всех изученных участках они оказались тектоническими. Учитывая более частую приуроченность деловецкой свиты к основанию одноименного покрова и различия в первичных разрезах свит, предполагается, что берлебашская свита наращивает разрез деловецкой свиты. При этом позднерифейский возраст отложений деловецкой свиты и ее аналога серии Ребра-Бернар подтверждается изотопными датировками: модельный возраст галенитов нижнеделовецкой подсветы по данным Ширибекова Н.К. составляет 840 — 930 млн лет; по данным Степанюка Л.М. возраст метаморфизма тех же пород свинцово-изотопным методом составляет 535 + 10 млн лет; для серии Ребра-Бернар свинцовым методом Г.Крейтнер установил возраст 700 — 800 млн лет.

Венд-раннекембрийский возраст берлебашской свиты установлен по сборам микрофоссилий на северной окраине с. Костылевка (Тимофеев Б.В., 1973 г.) и в образованиях серии Тульгеш в Румынии. Этим данным не противоречат определения возраста, выполненные Степанюком Л.М. по пробам, отобраным при геокарттировании: изотопно-свинцовым методом 914 — 1500 млн лет и 1030 млн лет; методом прямой возгонки свинца 520 и 530 млн лет. В одном случае свинцово-изохронным методом получен возраст 2200 млн лет. Установление истинной



природы взаимоотношения деловецкой и берлебашской свит требует дальнейших специальных исследований. В тех случаях, когда в основании Деловецкого покрова залегает среднеберлебашская подсвита, разрез ее нижней части приобретает черты сходства с нижеделовецкой подсвитой (район г. Берлебашка и др). Следовательно, сегодня нельзя исключить и одновозрастность двух основных продуктивных толщ массива.

Остался нерешенным также вопрос о возрасте двух своеобразных толщ Белопотокского покрова: филлитовой и существенно карбонатной, метаморфизованных в условиях зеленосланцевой фации. По формальным причинам в процессе картирования для них вынуждены сохранить ранее принятый позднеюрский возраст. В начале советского периода изучения Карпат эти образования относили к рифею (Кривин А.Л., Ткачук Л.Г.) или к среднему палеозою (Чулочников В.И., Досин Г.Д.) Хани В.Е., Бызова С. Л. продолжают считать филлитовую толщу верхнепалеозойской. В послевоенные годы первым отнес эти образования к оксфорд-киммериджу в 1960 г. Славин В.И. при описании разреза по потоку Довгоруня. При этом он ссылался на собранные здесь в 1870 — 1874 гг. венгерским геологом Гезеллом А. «аммониты, которые значительно позднее были определены Л.Лоци как *Perisphinctes brevis*.; *P. stenocycloides* Siem. или *Perisphinctes cf. stenocycloides* Sow.; *P. breviceps* Quenst. (Геология, 1996). Там же сказано, что Л.Лоци опубликовал свою работу в 1943 г. или в 1912 г. Существует также версия, что аммониты, собранные Гезеллом А. впервые обработал в 1916 г. Папп К. В любом случае известно, что аммониты, были определены спустя много десятилетий после их сбора.

В 1972 — 1974 гг. карбонатные породы потока Довгоруня разведаны в качестве месторождения мрамора для облицовки. При этом однозначно установлено, что в мраморах имеются прослои кварц-серицит-хлоритовых и слюдисто-карбонатных сланцев. Подобный разрез имеют некоторые другие участки «юрских» пород Белопотокского покрова (Лихая Трава, Великий Розис...). На всех других участках развития фаунистически охарактеризованных юрских отложений (как на массиве, так и на остальной территории Украинских Карпат) карбонатные породы представлены известняками с прослоями неметаморфизованных терригенных пород, в том числе — аргиллитов и глин. И ни в одном из этих участков не

обнаружены аммониты из рода *Perisphinctes* (Геологическая, 1981; Геология, 1966). В Румынии такие аммониты установлены на юго-восточной окраине Мармарошского массива и в Добрудже (Онческу, 1960).

Поскольку при неоднократном геологическом картировании массива не были установлены случаи совместного залегания или постепенной смены метаморфизованных и неметаморфизованных пород и поскольку эндогенная минерализация установлена только в немых метаморфизованных толщах, мы в данной работе принимаем для них условно среднепалеозойский возраст. Мы допускаем, что эти толщи могут быть возрастными аналогами кузинской свиты Деловецкого покрова (девон-нижний карбон). В этом случае верхняя возрастная граница метаморфизма в районе занимает вполне определенное положение внутри каменноугольного периода, что хорошо коррелируется с положением той же границы в других районах Карпат. (Глушко, 1978; Геологическая, 1981; Вадас, 1964; Геология, 1966; Онческу, 1960; Тектоника, 1986; Тектоника, 1988).

Среди твердых полезных ископаемых в Раховском рудном районе (без учета строительных материалов) резко преобладает золото и цветные металлы (табл. 1). В этой таблице (и далее по тексту) к проявлениям отнесены такие пункты повышенной минерализации, в которых хотя бы в одной пробе установлены практически значимые содержания: золото рудное не менее 1 г/т, золото россыпное — не менее 300 мг/м<sup>2</sup>; медь, свинец, цинк, никель — не менее 1%, бокситы — не менее 30% глинозема, фосфориты — не менее 10% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

В районе известно 12 проявлений железных и железо-марганцевых руд в ассоциации с углистыми кварцитами и карбонатами железа и марганца. Некоторые из них обрабатывались до первой мировой войны. В то же время в них систематически наблюдаются прожилки кварца и вкрапленность сульфидов. Несмотря на эпизодическое опробование, здесь уже установлены значимые содержания цинка (до 2 — 3,5%), признаки золота (0,5 — 0,6 г/т) и серебра (3 — 6 г/т). Учитывая, что определение благородных металлов в таких сложных породах возможно только по специальной методике, а фактически анализировались пробы традиционными методами, полученные результаты следует считать весьма обнадеживающими. Поэтому все такие объекты учтены нами как полиметаллические и золото-полиметаллические.

## ПЕРЕЧЕНЬ ВИДОВ И ОБЪЕКТОВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ РАХОВСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

Виды полезных ископаемых	Объекты (штук)								
	эндогенные			экзогенные			всего		
	месторождения	проявления	точки минерализации	месторождения	проявления	точки минерализации	месторождения	проявления	точки минерализации
1. Золото	1	15	—	—	4	—	1	19	—
2. Полиметаллы (в том числе — медьсодержащие) с установленными признаками попутного золота	—	12	4	—	—	—	—	12	4
3. То же, с предполагаемой попутной минерализацией золота	—	10	30	—	—	—	—	10	30
4. Медь с установленными признаками попутной минерализации золота	—	5	2	—	—	—	—	5	2
5. То же, с предполагаемой попутной минерализацией золота	—	—	5	—	—	—	—	—	5
6. Медистые песчаники без существенной примеси золота	—	—	—	—	1	3	—	1	3
7. Другие цветные металлы (Ni, As) с признаками попутной минерализации золота	—	—	1	—	—	—	—	—	1
8. То же, с предполагаемой попутной минерализацией золота	—	2	6	—	—	—	—	2	6
9. Бокситы	—	—	—	—	1	—	—	1	—
10. Фосфориты	—	—	—	—	2	—	—	2	—
Всего:	1	44	48	—	8	3	1	52	51



В таблицу 1 не включены многочисленные находки знаков шпихового золота в четвертичных аллювиальных и делювиальных отложениях. Из таблицы видно, что основу металлогении Раховского рудного района составляют два вещественных типа:

- комплексные золотосодержащие руды цветных металлов (содержания золота в ряде случаев не установлены из-за отсутствия анализов);
- собственно золотые руды.

Для объективной оценки значимости отдельных видов полезных ископаемых района и для анализа закономерностей их распределения возникает необходимость приведения всей суммы информации к единому показателю, отражающему интенсивность оруденения. Воспользуемся для этого традиционным методом бальной оценки значимости объектов, основанной на "принципе четырехкратности": точка минерализации принимается за 1 балл; проявление полезного ископаемого — 4 балла; небольшое и среднее месторождение —  $4 \times 4 = 16$  баллов. Баллы суммируются по району и затем для каждой анализируемой позиции вычисляется ее доля в процентах от общей суммы баллов по району.

С использованием этого способа в табл. 2 показано распределение объектов по генетическим классам и покровам (структурно-формационным зонам). Из таблицы хорошо видно преобладание в районе эндогенного оруденения (87,3% общего металлогенического потенциала) и что все эндогенное оруденение так или иначе связано с золотом. При этом 72,3% эндогенного оруденения сосредоточено в пределах Деловецкого покрова; 27,3% — в образованиях Белопотокского покрова и 0,4% — в Радомирском покрове. В Раховском покрове и в зоне Мармарошских утесов, т.е. во флишевых толщах, признаков оруденения нет. Уже это позволяет предполагать весьма незначительную роль процессов ТМА в формировании эндогенной минерализации района. О том же говорят и морфологические особенности минерализации (таблица.3). Несмотря на недостаточную изученность большинства объектов, среди них явно преобладают стратиформные (согласные и субсогласные) образования. Отчетливо секущие прожилки встречаются редко и являются исключением из правила.

Еще более убедительно выглядит распределение эндогенного оруденения района по стратиграфическим уровням и степени метаморфизма вмещающих пород

Таблица 2

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ И ВЕЩЕСТВЕННЫЕ ТИПЫ ОБЪЕКТОВ ПОЛЕЗНЫХ  
ИСКОПАЕМЫХ РАХОВСКОГО РУДНОГО РАЙОНА И ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ  
ПО ПОКРОВАМ (СТРУКТУРНО-ФОРМАЦИОННЫМ ЗОНАМ)

№	Виды полезных ископаемых	Всего объектов		
		штук	доля в %% от класса	доля в %% всего
Эндогенные полезные ископаемые				
1	Золото	16	31,67	27,63
2	Полиметаллы (и полиметаллы с медью) с установленными признаками попутного Au	16	21,67	18,91
3	То же, с предполагаемой попутной минерализацией золота	40	29,17	25,45
4	Медь с установленными признаками попутной минерализации золота	7	9,16	8,0
5	То же, с предполагаемой попутной минерализацией золота	5	2,08	1,82
6	Другие цветные металлы (никель, мышьяк) с установленными признаками попутного золота	1	0,42	0,36
7	То же, с предполагаемой попутной минерализацией золота	8	5,83	5,10
8	Итого, эндогенные	93	100,0	87,27
Экзогенные полезные ископаемые				
9	Золото россыпное	4	45,71	5,82
10	Медистые песчаники без существенной примеси золота	4	20,0	2,55
11	Бокситы	1	11,43	1,45
12	Фосфориты	2	22,86	2,91
13	Итого, экзогенные	11	100,0	12,73
	Всего	104	200	100

№№	Зона мрамарошских утесов	Мрамарошский массив						Покров основания Радомирский	Флишевый Гавховский покров
		Деловецкий покров			Белопотокский покров				
	проявлений	месторождений	проявлений	точек минерализации	месторождений	проявлений	точек минерализации	точек минерализации	
Эндогенные полезные ископаемые									
I	-	I	14	-	-	I	-	-	-
2	-	-	6	2	-	6	2	-	-
3	-	-	5	24,5*	-	5	5,5*	-	-
4	-	-	4,75*	2	-	0,25*	-	-	-
5	-	-	-	3	-	-	I	I	-
6	-	-	-	1	-	-	-	-	-
7	-	-	-	6	-	2	-	-	-
8	-	I	29,75	38,5	-	14,25	8,5	I	-
Экзогенные полезные ископаемые									
9	0,5**	-	2,5	-	-	I	-	-	-
10	-	-	-	-	-	I	3	-	-
11	-	-	-	-	-	I	-	-	-
12	-	-	2	-	-	-	-	-	-
13	0,5	-	4,5	-	-	3	3	-	-
	0,5	I	32,25	38,5	-	17,25	11,5	I	-

## Примечания.

\* Объекты в зонах пограничных надвигов отнесены к тому покрову, в котором они залегают. Из 9 объектов два поделены деловецким и Белопотокским покровами: №78 - обломок богатой руды /Р - 30,61% / в деловии в зоне надвига /1:1/; №23 - оруденение в пакетах деловецкого покрова, но встречается в Белопотокском /3:1/.

\*\* Нижняя часть аллювиальной россыпи в долине Тисы выходит за пределы деловецкого покрова на территорию зоны Мрамарошских утесов.



Таблица 3

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ ЭНДОГЕННЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ РАХОВСКОГО РАЙОНА ПО  
СОТНОШЕНИЮ УСЛОВИЙ ЗАЛЕГАНИЯ МИНЕРАЛИЗАЦИИ И СЛОИСТОСТИ (СЛАНЦЕВАТОСТИ) ВМЕ-  
ЩАЮЩИХ ПОРОД (ШТУК)

Объекты	Согласные с отдельными случаями субсогласных		Секущие		Соотношения не известны	Всего объектов
	установлены уверенно	установленные недостаточно уверенно	установленные уверенно	установленные недостаточно уверенно		
Месторождения	1	—	—	—	—	1
Рудопроявления	25	10	—	—	9	44
Точки минерализации	15	12	—	—	21	48
Всего	41	22	—	—	30	93

(рис. 1,2). В неметаморфизованных толщах залегают практически только экзогенные полезные ископаемые. В разрезе метаморфических пород оруденение распределено крайне неравномерно: из общей доли эндогенного оруденения 87,27% на два основных продуктивных горизонта (которые в принципе могут оказаться одним) приходится 56,01% т.е. 64,2% от суммы эндогенной минерализации, что подтверждает данные румынских геологов. Значительно меньше оруденение развито в филлитовой толще бывшей юры (7,27%); в нижнебелопотокской и нижнекузинской подсвитах (4,55 — 4,36%); в белопотокской свите и сопряженных с ней амфиболитах и гранито-гнейсах (по 2—3%). Оруденение полностью отсутствует в образованиях верхнеберлебашской и верхнекузинской подсвит и в габбро-диоритах среднего палеозоя.

Считаем, что такие особенности распределения оруденения в геологическом разрезе района нельзя объяснить с помощью представлений о литологическом контроле или геохимических барьерах. Под поверхностями пологих надвигов залегают неметаморфизованные породы различного состава и с различными физико-механическими свойствами: терригенные (от аргиллитов и алевролитов до гравелитов и конгломератов), известняки, лавы и туфы основного состава. Безусловно здесь существуют литологически и геохимически благоприятные «ловушки» для эндогенной минерализации, но последней там нет, т. к. основные процессы эндогенного рудообразования закончились в донадвиговое время.

Единственным реальным следом ТМА в Раховском районе является сульфидная вкрапленность в метаморфических породах белопотокской свиты в экзоконтактах даек диабазов мелового возраста. Интересно, что и в этом случае сульфиды развиваются не по всей массе пород экзоконтакта, а только по их определенным слоям. Не исключено, что здесь имеет место собирательная перекристаллизация сульфидов, изначально содержащихся в тех же слоях в тонкорассеянном виде.

Подобные идеи применительно к Раховскому району в условиях дефицита фактического материала высказывал С.В. Нечаев (1969). Позже, на конкретном материале по месторождению Сауляк, он показал, что завершение образования золотых руд и формирование зон околорудных метасоматитов происходило в условиях прогрессивного метаморфизма, а зоны диафтореза наложены на уже сформированные рудные тела и ореолы околорудных изменений (Нечаев, 1989).

## Диаграмма распределения полезных ископаемых в геологическом разрезе вмещающих пород.

Сплошная линия - эндогенная минерализация, штрих-пунктир и точки - экзогенная.

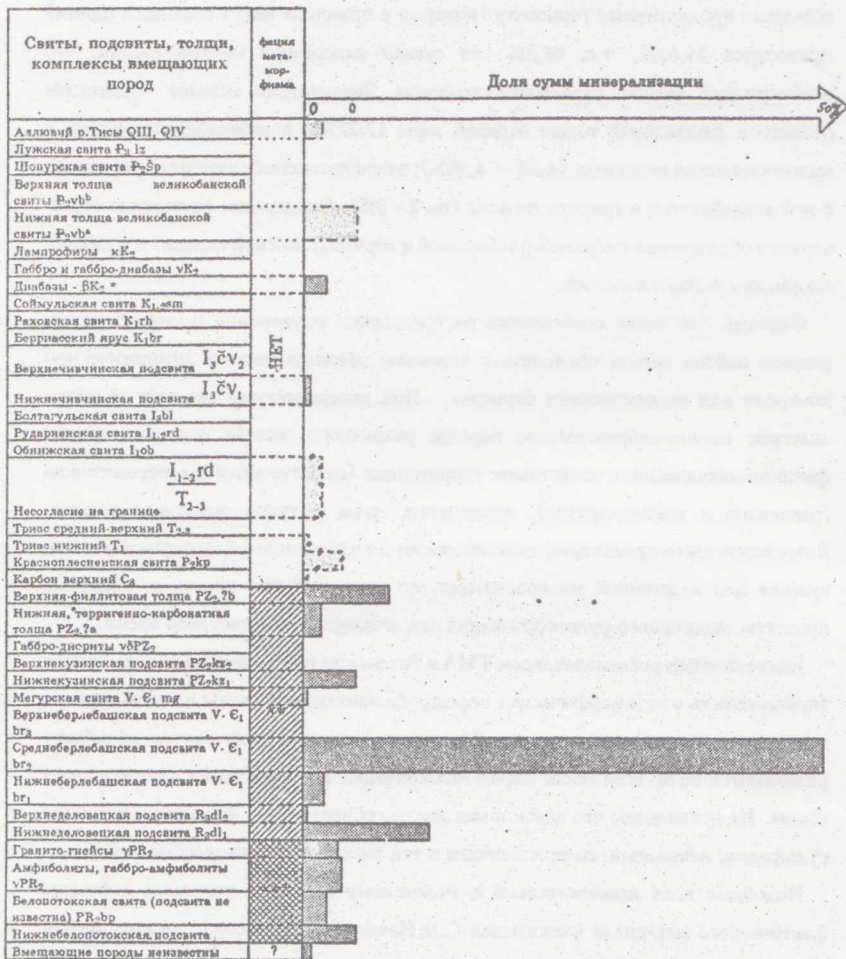


Рис. I.

\*) Диабазы K<sub>2</sub> не содержат полезных ископаемых, но местами их экзоконтактах развивается золото-полиметаллическая минерализация по породам нижнебелопотокской подсвиты; полиметаллическая - по породам белопотокской свиты. В таких случаях каждое проявление (точка минерализации) условно разделяю между диабазами и вмещающими метаморфическими породами поровну: всего 2 проявления и 2 точки минерализации.

\*\*) Зелено-сланцевая

\*\*\*) Эпидот-амфиболитовая



### Диаграмма распределения золотых руд в геологическом разрезе вмещающих пород.

Сплошная линия - эндогенная минерализация, штрих-пунктир - экзогенная.

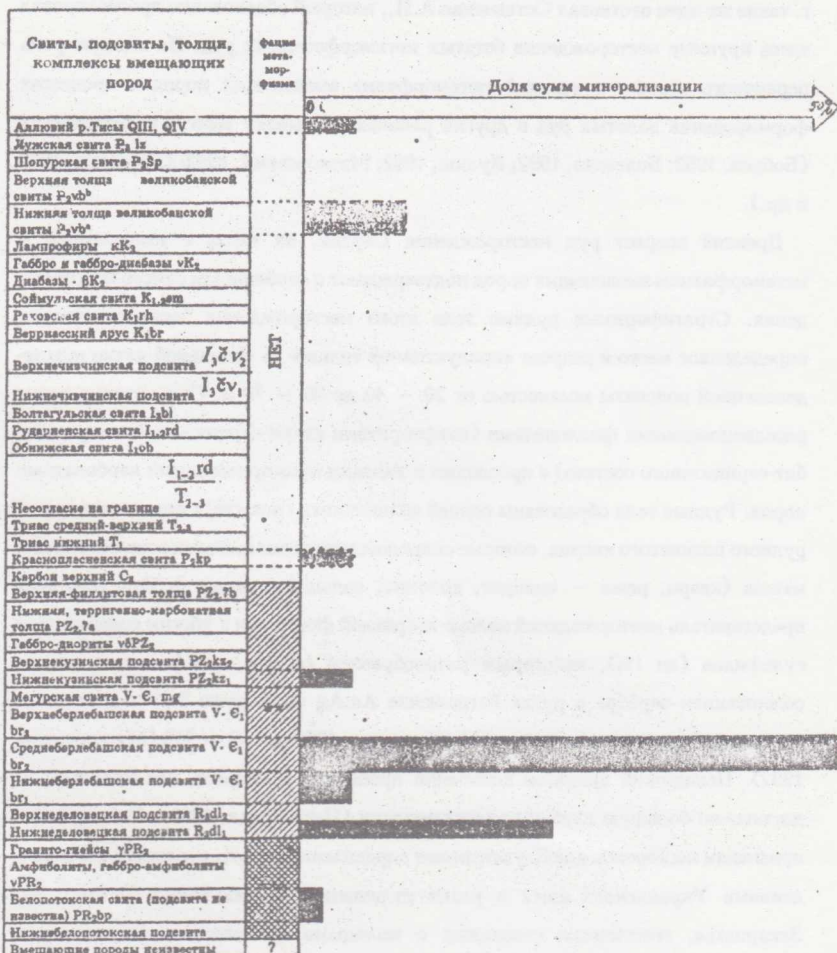


Рис. 2.

\*\*) Зелено-сланцевая

\*\*\*) Эпидот-амфиболитовая

Близкие результаты по месторождению Сауляк примерно в то же время получили и другие ученые этого института (Луговая, 1989). В неопубликованной работе 1977 г. такие же идеи отстаивал Остапенко А.И., который обоснованно прогнозировал здесь крупные месторождения богатых метаморфогенных руд. На важную роль первичного состава и условий метаморфизма вмещающих пород в процессах формирования золотых руд в других районах указывают многие исследователи (Бобров, 1992; Белевцев, 1992; Кулиш, 1992; Матковский, 1992; Сиворонов, 1992 и др.).

Древний возраст руд месторождения Сауляк, их связь с накоплением и метаморфизмом вмещающих пород подтверждают и особенности самого месторождения. Стратиформные рудные тела этого месторождения занимают вполне определенное место в разрезе «продуктивной толщи» — базальной пачки нижнеделовецкой подсвиты мощностью от 20 — 40 до 60 — 70 м. Она сложена тонко рассланцованными филлонитами (диафторитами кварц-серицитового, кварц-альбит-серицитового состава) с прослоями и линзами мраморизованных карбонатных пород. Рудные тела образованы серией сближенных согласных прожилков и жил рудного пятнистого кварца, которые сопровождаются согласными зонками метасоматоза (кварц, реже — анкерит, доломит, кальцит и фуксит). Это типичный представитель месторождений золото-кварцевой формации с убогим содержанием сульфидов (до 1%), некоторым разнообразием состава сульфидов, с низким содержанием серебра в рудах (отношение Au:Ag чаще всего 3:1) и достаточно высокопробным золотом: 870 — 950 (Квасница, 1996) и 830 — 910 (Матковский, 1992). Неширокий диапазон колебаний пробности указывает, как известно, на достаточно большую глубину рудоотложения (Петровская, 1989). По всем этим признакам месторождение Сауляк имеет определенные черты сходства с месторождениями Украинского щита и резко отличается от собственно золотых руд Закарпатья, генетически связанных с молодыми вулканитами (Мужневское, рудопоявления Береговского и Вышковского районов; месторождения Румынии). Последние относятся к золото-адуляр-халцедон-кварцевой формации малых глубин, имеют повышенное содержание серебра в рудах (Au:Ag — 1:3), низкую пробность самородного золота и большой диапазон ее колебания (600 — 800 и даже 500 — 900), обусловленный малыми глубинами рудоотложения (Петровская, 1989);

1960; Тимофеевский, 1971).

Еще одним доказательством древнего возраста золотого оруденения района является наличие россыпей золота в породах осадочного чехла массива. Два проявления установлены в базальных конгломератах великобанской свиты олигоцена: на северных склонах г. Желтой и в долине потока Вел. Банский. В Чивчинях россыпное золото содержится в конгломератах соймкульской свиты мелового возраста; в Раховском районе оно пока не известно только в силу слабой изученности. Принципиально важное значение имеет находка россыпного золота в красноцветных конгломератах красноплесневенской свиты верхней перми, требующая дополнительного изучения.

Для золотосодержащих полиметаллических и медноколчеданных руд убедительным доказательством донадвигового возраста является геологическое строение проявлений и точек минерализации, расположенных непосредственно в зоне основного надвига. Несмотря на весьма различную степень изученности, для них всех характерна отчетливая приуроченность сульфидной минерализации к строго определенным слоям в обломках (или линзах — будинах) метаморфических пород зоны надвига и притом только в породах тех толщ, которые в нормальном залегании содержат оруденение: среднеберлебашская подсвита, белопотоцкая свита и биотитовые гранито-гнейсы. Характерна также слишком большая разница в содержании полезных компонентов в соседних обломках: от безрудных до рядовых и очень богатых руд. Максимальные содержания в отдельных пробах достигают: медь — 32,0%, свинец — 30,61%, цинк — 34,36%, золото — 5,8 г/т, серебро — 3893 г/т.

В первые послевоенные годы были детально изучены два полиметаллические рудопрооявления этого типа: Полянское и Раховское, отработывавшиеся до первой мировой войны и во время венгерской оккупации 1939 — 1944 гг. штольнями, а Полянское — и карьерами. Закарпатская экспедиция и Львовский университет выполнили их оценку всесторонне с детальным картированием поверхности, проходкой значительных объемов канав, штолен, шурфов с рассечками и нескольких скважин. Во всех случаях выработки вскрывали интенсивно перемятые хлоритсерцитовые сланцы, редко — гнейсы, с многочисленными плоскостями скольжения и отдельными обломками сплошных сульфидных и вкрапленных руд различного минерального состава. Практически все выработки задавались для прослежи-



вания ранее вскрытого рудного тела и не выполняли поставленную задачу, т.к. оказывались безрудными или вскрывали руду в совсем ином месте.

Под два карьера, из которых ранее добывали руду, пробурено 7 скважин. Все они вскрыли зону надвига с чередующимися пакетами метаморфических сланцев и известковистых песчаников мелового возраста без признаков рудной минерализации. В отчете об этих работах приведены сведения о том, что в 1914 г. и в 1939 — 1944 гг. на участках добывали сульфидные и сульфидно-кварцевые руды не сплошным забоем, а только в виде отдельных обломков и глыб, извлекаемых из массы безрудных сланцев.

Открытые в последнее время рудопроявления (медноколчеданное с серебром — Гаврищук и золото-полиметаллическое — Высокий) изучены несколько меньше, но результат получен близкий. В их разрезе многократно чередуются надвиговые чешуи, сложенные метатерригенными и метавулканическими сланцами берлебашской свиты; гнейсами и сланцами белопотоцкой свиты; песчаниками, аргиллитами и конгломератами верхнего карбона; известняками среднего-верхнего триаса, песчаниками нижнего мела (берриас). Сульфидное оруденение (вкрапленное и сплошное) во всех случаях локализовано в определенных слоях среднеберлебашской подсвиты или белопотоцкой свиты. Другие породы метаморфического комплекса не содержат оруденения, а осадочные породы лишены даже малейших признаков околорудного метасоматоза.

Таким образом, имеющийся фактический материал убедительно свидетельствует о пострудной природе основного надвига, разделяющего Деловецкий и Белопотоцкий покровы. «Рудные тела» проявлений, расположенных в зоне этого надвига, на самом деле являются тектоническими отторженцами. Несмотря на наличие очень богатых руд, каждое такое проявление не имеет потенциальной промышленной ценности. Их дополнительное изучение имеет смысл только в случае, если планируется с целью поиска того месторождения, от которого были отторгнуты изученные обломки руды.

Основным средством поиска золоторудных и комплексных золотосодержащих руд в Раховском районе должно быть геологическое изучение и детальное стратиграфическое расчленение разреза продуктивных толщ в относительно слабо нарушенных блоках. Геологам давно известны и частично описаны в публикациях

признаки, указывающие на четкий стратиграфический контроль золотого оруденения в разрезе продуктивных толщ. Все известные на массиве объекты золотых руд подразделяются на три минеральных типа (убогосульфидный саулякский, мапосульфидный белопотоцкий и золото-кварц-сульфидный ясенивский) и каждому из них отвечает свой стратиграфический уровень вмещающих пород внутри разреза продуктивных толщ. Кроме того, часто значимое золотое оруденение локализуется в елоях, разделяющих пачки с различной долей метавулканических и метаосадочных пород. Если такой «пограничный» слой отличается тонким переслаиванием указанных пород, содержит незначительную примесь органического углерода (меньше 0,50) и согласные прожилки пятнистого рудного кварца, то он и является рудным телом.

Дегальная стратиграфия продуктивных толщ метаморфического комплекса Раховского района является единственным надежным средством для поиска и разведки новых месторождений, богатых золотом, и комплексных золотосодержащих руд.

Примечание. По большинству положений авторы имеют близкие или идентичные представления, но в полной мере за изменение возраста «юрских» отложений, пострудный характер надвигов и рекомендацию по методике дальнейших поисков отвечает только первый автор.

Аверин Ю.А., Шехоткин В.В., Полюхович И.В., Аракелянц М.М. О соотношениях золоторудной минерализации с процессами метаморфизма в Карпатах. — ДАН СССР, 1990. — Том 315, №6. — С. 1430—1434.

Аверин Ю.А., Шехоткин В.В., Полюхович И.В. Некоторые особенности формирования метаморфогенно-гидротермального благородно-металльного оруденения северо-западной части Мармарошского массива. // Геологический журнал, 1992. — № 4. — С.120 — 126.

Бобров О.Б. Новий тип золотого зруденіння в зеленокам'яних поясах Українського щита. // Вісник Львівського університету «Золото в надрах України». — Серія геологічна, випуск 11, 1992. — С.88 — 95.

Вадас Э. Гелогия Венгрии. — М., «Мир», 1964. — 531 с.

Волошин А.А. Вопросы эволюции геологической структуры и некоторые закономерности размещения полезных ископаемых на территории северо-западного Мармароша. // Региональная тектоника Украины и закономерности размещения полезных ископаемых. — К., Наукова думка, 1071. — С. 247 — 249.

Галецкий Л.С., Добровольская Т.И., Кирикилица С.И.6 Рогаченко В.В., Скатынский Ю.П. Геология и металлогения Советских Карпат и Крыма. //

Геология Советских Карпат — К., Наукова думка, 1989. — С.30 — 41.

Геологическая карта СССР М-6 1:1000000 (новая серия). Лист М-/34, 35/ — Львов. Объяснительная записка. Ленинград. ВСЕГЕИ, 1981. — 91 с.

Геология СССР. Том 48. Карпаты. — М. «Недра», 1966. 538 с.

Глушко В.В., Досин Г.Д. Об угленосном карбоне в фундаменте Восточных Карпат и его значении для оценки перспектив нефтегазоносности. // Геологический журнал, 1978. — Т. 38, № 5. — С.12 — 19.

Квасница В.М., Латиш І.К. Самородное золото Украины. — К. «АртЕК», 1996. — 151 с.

Кулиш Е.А. Факторы и геохимия метаморфизма золота. // Геологический журнал, 1992. — № 4. — С.3 — 12.

Луговая И.П., Ширинбеков Н.К., Загнитко В.Н. Генезис оруденений в фундаменте Восточных Карпат по данным изотопного состава кислорода и углерода. // Геология Советских Карпат . К. Наукова думка, 1989. — С.98 — 109.

Матковський О.І. Родовища та рудопрояви золота Українських Карпат. // Вісник Львівського університету «Золото в надрах України». Серія геологічна, вип. 11, 1992. — С.96 — 120.

Матковський О.І., Степанов В.Б. Критерії золотоносності доверхньопалеозойських метаморфічних порід Рахівського рудного району Закарпаття. // Вісник Львівського університету «Золото в надрах України». Серія геологічна, вип. 11, 1992. — С.121 — 128.

Нечаев С.В. О рудных комплексах в позднедокембрийско-нижнепалеозойских формациях Советских Карпат, Чешского массива и Вольно-Подолли. // Acta Geologica Academiae Scientiarum Hungaricae. — Tomus 13. 1969. — P.267 — 275.

Нечаев С.В. Околорудные изменения в породах кристаллического основания



Советских Карпат. // Геология Советских Карпат . К. Наукова думка 1989. — С.142 - 149.

Онческу Н. Гология Румынской Народной Республики. — М. Изд-во иностр. литературы, 1960. — 520 с.

Петровская Н.В. Золото самородное. // Типоморфизм минералов Справочник. — М. «Недра», 1989. — С.156 — 167.

Путеводитель тектонической, стратиграфической и седиментологической экскурсии XI конгресса Карпато-Балканской геологической ассоциации. К., Наукова думка, 1977. — 116 с.

Сіворонов А.О., Малюк Б.І., Бобров О.Б. Промислові типи та пошукові критерії золоторудних родовищ у нижньодокембрійських зеленокам'яних поясах. // Вісник Львівського університету «Золото в надрах України». Серія геологічна, вип. 11, 1992. — С.65 — 81.

Тектоника Украинских Карпат. УкрНИГРИ. вып. 36. — М. «Недра», 1988. — 254 с.

Тимофеевский Д.А. О формационной классификации, минеральных типах и золотоносных минеральных ассоциациях золоторудных месторождений СССР. // Труды ЦНИГРИ. Вып. 96. ч.1, 1971. — С.5.—31.

ПЕРСПЕКТИВЫ ЗОЛОТОНОСНОСТИ ВНЕШНИХ ЗОН  
НЕОГЕНОВОГО ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПОЯСА ЗАКАРПАТЬЯ

Гончарук А.Ф., Шемякина Т.И.

Украинский сектор Карпат является частью Карпато-Паннонско-Динарской золотоносной провинции, сформировавшейся в альпийский цикл развития. При этом, наиболее золотопродуктивными в провинции являются районы проявления кайнозойского вулканизма в связи с тектоно-магматической активизацией.

Широко известны месторождения золота Северной Венгрии (Матра-Берженский и Токайский районы), Словакии (Словацкое Среднегорье и Сланские горы) и Румынии (Оашский, Бая-Марский, Апусенский, Банатский районы), Сербии и Македонии, образующие Внутрикarpатский рудный пояс, пространственно тесно связанный с одноименным вулканическим поясом. В поясе добываются золото-серебро-полиметаллические (свинец, цинк, медь, реже сурьма), золото-серебряные, золото- и золото-медно-теллуридные руды, реже золото-молибден-медные, ртутно-сурьмяно-золото-полиметаллические и золото-сурьмяные. Золото- и серебросодержащие ртутные и сурьмяные руды встречаются на верхних горизонтах золото-полиметаллических месторождений или на периферии рудных районов (Банска-Штьявницкий и Златобанский районы Словакии). Многокомпонентные золото-серебро-полисульфидные руды, содержащие ртуть и сурьму, слагают верхние горизонты жильных систем месторождения Бая-Сприе (Бая-Марский район), нижние части которых представлены свинцово-цинковыми, сменяющимися с глубиной сульфидно-вольфрамовыми рудами. Собственно ртутные и мышьяковые моно- и диметальные проявления располагаются, как правило, на флангах золоторудных структур.

В некоторых рудных районах имеется полный набор месторождений, выстраивающихся в ряд золотоносных рудных формаций: от скарных медно-висмут-молибденовых с вольфрамом через молибден-медноколчеданные с вольфрамом к медно-порфировым и далее - медно-свинцово-цинковым - золото-серебряным - ртутным (район Апусени в Румынии). Генетическое родство членов этого ряда подчеркивается тождественностью спектра основных элементов руд, как правило, образующих минеральные формы:  $Au$ ,  $Ag$ ,  $Pb$ ,  $Zn$ ,  $Cu$ ,  $As$ ,  $Sb$ ,  $Bi$ ,  $Te$ , реже  $Mo$ ,  $W$ .

Важные особенности кайнозойской металлогении Внутрикarpатского пояса:

- практически все типы промышленного оруднения являются золотоносными;

- пространственно-временные связи различных формационных типов золотого оруднения зачастую определяются рудной зональностью.

Таким образом, прогнозирование новых поисковых объектов может базироваться на принципе выявления недостающих звеньев в рядах вертикальной или латеральной зональности.

Закарпатский неогеновый внутренний прогиб и прилегающие к нему структурные зоны альпийской эпимиогеосинклинальной складчатой области Карпат в свете излагаемых представлений являются звеном названного золотоносного пояса. В этой части пояса установленное неогеновое оруднение принадлежит к четырем главным рудно-минеральным и гидротермальным ассоциациям (формациям): золото-полиметаллической, ртутно-редкометальной (висмут-молибденовой), ртутной и ртутно-сурьмяно-мышьяковой. Распределение оруднения по латерали подчиняется отчетливо проявленной региональной зональности. Внутренняя металлогеническая зона прогиба (Береговский и Вышковский районы), приуроченная к зоне Припаннонского глубинного разлома, характеризуется, главным образом, золото-полиметаллическим оруднением в связи с синскладчатым известково-щелочным вулканизмом коровомантийного типа (контрастная риолит-андезитобазальтовая ассоциация) ранней, миоцен-плиоценовой стадии активизации Паннонского массива. В промежуточной и внешней металлогенических зонах развито оруднение поздней, плиоценовой стадии активизации в связи с постскладчатым мантийным известково-щелочным вулканизмом (непрерывная базальт-андезит-риолитовая серия). При этом, в промежуточной зоне, отвечающей вулканической Выгорлат-Гутинской гряде, известны проявления ртутного и золотосодержащего ртутно-висмут-молибденового оруднения, приуроченные к цепи вулканоструктур, трассирующих Закарпатский и Оашский глубинные разломы.

Во внешней, перивулканической зоне установлено несколько проявлений телетермального ртутно-сурьмяно-мышьякового оруднения в мел-палеогеновых карбонатно-терригенной и битуминозной песчано-черносланцевой формациях складчато-надвиговых и сводовых структур флишевой области Карпат (Черноголово, Соимы) и, частично, среди офиолитового комплекса Пенинской зоны тектонического меланжа (Углянский район).

Таким образом, в Закарпатском звене пояса, как фрагменте ре-



гиональной рудно-магматической системы, каковой представляется провинция в целом, хорошо выражена центробежная зональность в ряду золотоносных и потенциально золотоносных рудных ассоциаций: медь, цинк, свинец, золото - молибден, висмут, (золото) - ртуть, (золото) - ртуть, мышьяк, сурьма.

Не останавливаясь на подробном анализе перспектив зоны золото-полиметаллической формации, отметим, что далеко не исчерпаны потенциальные возможности Береговского района. Структур, перспективных для поисков в районе, по нашим данным, имеется не менее пяти. Некоторые из них уже известны, как золоторудные объекты, в других - в последние два-три года вскрыты достаточно мощные зоны прожилковой золотоносной свинцово-цинковой и медной минерализации.

Безусловно, значительными перспективами в этой же зоне обладает Вышковское рудное поле, где зональностью тесно связано золотое, золото-полиметаллическое, ртутно-золото-полиметаллическое и ртутное оруденение.

В Выгорлат-Гутинской вулканической зоне известно около десятка участков проявлений ртутной, висмутовой (теллур-висмутовой), висмут-молибденовой и золотой минерализации, как правило, располагающихся в центральных частях полигенных вулканических центров в надвентуризованных частях мелких плутонов, отмеченных гравитационными аномалиями. В довольно протяженных по вертикали (более 1500 м), зонально построенных колоннах метасоматитов (кварцит-аргиллизит-березит-пропилитовый ряд фаций), как правило, фтор- и борсодержащих (топаз, турмалин, флюорит, джмортьерит, зуниит), установлена ртутная и висмутовая, иногда с золотом, (в верхней части), ниже - свинцово-цинковая и молибденовая с золотом минерализация. Детальные поиски на двух участках установили золото-редкометалльный характер геохимических аномалий (Au, Ag, Mo, Bi, Sn, As, F, B, реже W, Be) и позволили классифицировать их как надрудную часть месторождения.

В периферической части вулканоструктур Выгорлат-Гутинской гряды, наложенных на осадочный комплекс флишевых Карпат, в зоне Закарпатского глубинного разлома располагается ряд мелких монометалльных кинварных месторождений ртути карбонатно-полиаргиллитового типа, как правило, пространственно связанных с роями субвулканических штоков кислого и основного составов (Дубриничи, Турица, Оленево, Павлово, Керецки). Участки этих проявлений отмечены ин-

тенсивными первичными и шлиховыми ореолами рассеяния золота. Серьезных работ по оценке золотоносности этой зоны не проводилось.

В последние годы нами значительно детализирована петрологическая характеристика магматических и метасоматических пород некоторых участков золото-висмут-молибденового оруденения в Выгорлат-Гутинской гряде с целью уточнения формационной принадлежности и возможности использования их в качестве критерия оценки потенциальной рудоносности зоны плиоценового вулканизма. Были изучены разрезы метасоматических колонок и вмещающие их субвулканические интрузивные тела в различных скважинах. Полученные материалы позволяют составить представление о характере интрузивно-гидротермальной системы в целом до глубин 700, а в отдельных скважинах до 1500 м (уч. Синяк).

По комплексу геологических, петрологических и минералогических признаков изученные системы могут быть отнесены к типу вулканоплутонических.

Метасоматические образования относятся к многостадийным низко-среднетемпературным до высокотемпературных близповерхностным фациям. Последовательность преобразований и, в общем случае, смена их по вертикали отражены в ряду фаций (от ранних к поздним и снизу вверх): пропилитовая (эпидот- и актинолит-хлоритовая) - калишпат-биотитовая - березитовая - аргилизит-кварцитовая. Высокотемпературные фации калиевых метасоматитов, возможно метаматического происхождения, обнаружены нами в глубоких врезках долины ручья на участке Смереков Камень. Они представлены так называемыми "смерекитами": диопсид-калишпатовыми и диопсид-калишпат-биотитовыми породами, образовавшимися в экзоконтакте интрузива мегакристаллических монцодиорит-порфиритов с габбро-диорит-порфиритами. Последние вблизи контакта неравномерно ороговикованы. Более поздние преобразования выражены потрещинным метасоматозом (клинопироксен-плагиоклаз-калишпатовый, иногда со шпинелью парагенезис) и последовавшей затем прожилковой минерализацией скарнового типа (сфен-клинопироксен-карбонат-калишпатовые и хлорит-гранат-карбонатные).

Зональность измененных пород имеет сложный полиасцендентный характер. Характерна телескопированность метасоматических зон: полное перекрытие ранних фаций более поздними почти по всей вертикальной мощности колонки, но особенно в верхней части. Вертикальная моноасцендентная зональность отчетливо проявлена в кварцит-аргилизитовых и березитовых субфациях (сверху вниз): кварциты - гидро-



слюдисто-кварцевые аргиллизиты - карбонат-гидрослюдисто-кварцевые березитоиды - карбонат-гидросерицит (серицит)-кварцевые березиты. Почти для всех фаций характерно присутствие различных количеств топаза, турмалина, реже флюорита в виде рассеянной микровкрапленности и в прожилках. На глубоких уровнях (500-600 - 1400 м) установлены зонки мелкозернистых турмалиновых березит-грейзенов (кварц, турмалин, карбонат, мусковит). Обычно в верхней части этого интервала обогащение турмалином, топазом, флюоритом в виде вкрапленности и прожилков. Наиболее интенсивная видимая прожилковая минерализация пирротина, магнетита, сфалерита, галенита, молибденита в ассоциации с карбонатами и кварцем устанавливается среди березитоидов и березитов с глубин, примерно, 400 м.

Спектральный анализ показал, что в карбонатных с пиритом прожилках в кварц-аргиллизитовых фациях обычны аномальные содержания  $Bi, As, Pb$ , реже  $Be, Sz, Y$ , а в карбонатных и кварцевых из березитовых фаций -  $Bi$  в ассоциации с  $Mo, Pb$ , реже  $W, Cu, Zn, As$ , и  $Y$  (в карбонатных).

Впервые рентгеноструктурным анализом в прожилках установлен станнин, висмутовый галенит, кутнагорит. Качественный микросондовый анализ единичных образцов показал примеси меди в сфалерите, теллура и мышьяка - в некоторых зернах пирита.

Станнин, как известно, обычен в золотоносных минеральных ассоциациях, сложенных сурьмяными, мышьяковыми и висмутовыми сульфосолями меди, свинца, серебра в парагенезисе с редкими медно-оловянными сульфидами, как правило, с сульфидами и теллуридами висмута на месторождениях Внутренних Карпат, Динарид, Балкан, Ср. Азии (Коваленкер и др., 1986; Минеральные..., 1984; Burlan., 1985).

Массовое определение золота в точечных пробах метасоматитов в одной из скважин показало, что в различных интервалах от 8 до 70% проб содержат его в количестве менее 0,003 г/т, в остальных - распределение имеет слабоконтрастный характер: как правило, концентрации находятся в интервале 0,01-0,03 г/т, значительно реже они достигают 0,1-0,3, в единичных случаях - 1 г/т. Последние наиболее часты в пробах из березитизированных маломощных жил эксплозивных брекчий, приуроченных к интервалу ступенчатости кварцевых и кварц-карбонатных прожилков с  $Bi, Mo, Pb, As, W$  в кварцевых диорит-порфиритах, подверженных пропилитизации, биотитизации и карбонат-кварц-гидрослюдистым изменениям. Весьма интересна ассоциация  $Auc Bi, Mo$ ,



W. сопровождающая кварц-штокверковую зону и типичная для надрудных и верхорудных уровней золото-молибденовых месторождений. Сравнивая изученную метасоматическую колонку с фациями рудовмещающих метасоматитов скарн-пропилитовой и оксеталитовой формаций известных молибденовых, медно-молибденовых и золото-медных месторождений США, Средней Азии, Казахстана и Внутренних Карпат, находим их почти полную тождественность, которая, кроме того, подчеркивается набором таких типоморфных минералов как биотит, турмалин, топаз, гипс (Методика..., 1981; Минеральные..., 1984; Русинов, 1984).

Ряд субвулканических интрузивных пород, непосредственно ассоциирующийся с оруденением в рассматриваемой зоне (габбродиориты, диориты, кварцевые диорит-порфиры - монцодиорит-порфиры - субщелочные кварцевые диорит-порфиры - гренодиорит-порфиры) характеризуются высокой калиевой щелочностью - признаками, типичными для продуктивных ассоциаций медно-молибденпорфировых месторождений эллиптогесинклинальных районов (Кривцов, 1983). В этом контексте подчеркнем еще раз и факт проявления метамагматического замещения. Таким образом, весь комплекс характеристик говорит о перспективности рассматриваемых рудно-магматических систем на обнаружение оруденения медно-молибденового профиля. Золотоносность месторождений медно-молибден-порфирового ряда широко известна: неогеновые и палеогеновые месторождения Румынии и Югославии, Болгарии и многие другие. Но особенно близко, по нашему мнению, рудопроявления Закарпатья стоят к золото-молибденовому оруденению Забайкалья, характеризующемуся проявлением турмалинизации и геохимическими полями концентрирования  $As, Au, Ag, Bi, B, Sn, W$ . (Петровская и др., 1985). Обратим внимание на золото-теллур-висмутовый тип оруденения, развитый, как и в Карпатах, во внешней части Охотско-Чукотского пояса, а на Малом Кавказе, связанный с плиоценовыми позднеорогенными интрузивами в ассоциации с сурьмяно-ртутным оруденением, завершающим молибден-меднопорфировый ряд формаций.

Перспективы золотоносности перивулканической зоны Закарпатья, видимо, должны связываться с возможностью обнаружения здесь месторождений золото-ртутной и золото-сульфидно-углеродистой формаций. Очень показательным примером в этом отношении может служить золото-сульфидный ряд рудных формаций перивулканической зоны Охотско-Чукотского пояса, а также золото-ртутные и золото-мышьяковисто-сульфидные (тип Карлин) месторождения внешних рудных поясов, обрамляющих золото-медно-порфировые месторождения ядерной части мега-

концентрической системы плато Колорадо (Серебро..., 1989).

Большинство из приводимых основных рудоконтролирующих факторов для золото-углеродистого типа оруденения (сводовые и купольные интрузивные и безинтрузивные структуры, рудовмещающие углеродистые терриганные толщи, зоны смития, будинажа и клизажа, приразломной складчатости и гофрирования пород) установлены в Карпатах. Характерно, что проявлению главной золотоносной пирит-арсенопиритовой формации, предшествует штокверковое, в частности, кварц-молибденитовое оруденение, а завершает формационный ряд киноварь-антимонитовая ассоциация известных рудных районов (Серебро..., 1989).

Таким образом, перспективы обнаружения золоторудных месторождений во внешних зонах вулканического пояса Закарпатья, по нашему мнению, следует связывать с оруденением золото-молибден-порфировой, золото-ртутной и золото-сульфидно-углеродистой формаций.

#### Литература

- Коваленкер В.А., Цонев Д., Бресковска В.В. и др. Новые данные по минералогии медноколчеданных месторождений Центрального Среднегорья Болгарии // *Метасоматизм, минералогия и вопросы генезиса золотых и серебряных месторождений*. - М.: Наука, 1986. - С. 91-110.
- Кривцов А.И. Геологические основы прогнозирования и поисков медно-порфирировых месторождений. - М.: Недра, 1983. - 256 с.
- Методика изучения гидротермально-метасоматических образований // Е.В.Плюшев, О.П.Ушаков, В.В.Шатов, Г.М.Беляев. - Л.: Недра, 1981. - 262 с.
- Минеральные месторождения Европы. - М.: Мир, 1984. - 2. - 406 с.
- Петровская С.Г., Спиридонов А.М., Гнилуша В.А. Геохимические поля концентрирования и их зональность в пределах одного из золоторудных узлов Забайкалья // *Геохимические методы поисков и оценки рудных месторождений*. - Новосибирск: Наука, 1985. - С. 43-50.
- Русинов В.Л. Вертикальная зональность рудоносных метасоматитов // *Вертикальная зональность магматогенных рудных месторождений*. - М.: Наука, 1984. - С. 24-43.
- Серебро (геология, минералогия, генезис, закономерности размещения месторождений). - М.: Наука, 1989. - 240 с.
- Burian J., Slavikay M., Stohl J., Tüzer I. Metalogeneza neovolkanitov Slovenska. - Bratislava: Alfa, 1985. - Str.271.



УДК 550.42:553.067/477.87/

## ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВУЛКАНОГЕННЫХ НЕОГЕНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И РУДОПРОЯВЛЕНИЙ ЗАКАРПАТЬЯ (ПО ИЗОТОПАМ СВИНЦА)

Коптюх Ю.М., Степанов В.А., Щербак Д.Н., Гончарук А.Ф.

Для неогеновых месторождений и рудопроявлений Закарпатья существуют лишь весьма немногочисленные данные по изотопному составу свинца минералов и пород (Коптюх, 1992; Науменко, 1974; Науменко и др., 1978). Изотопный состав свинца в подавляющем большинстве случаев определялся спектральным методом, который дает существенную ошибку для изотопа  $^{204}\text{Pb}$ , что не позволяет в полной мере использовать эти данные для модельных и генетических построений.

Нами были выполнены дополнительные масс-спектрометрические измерения изотопного состава свинца в галените из ряда неогеновых месторождений и рудопроявлений Закарпатского прогиба.

Рудные объекты представляют основные минеральные типы наиболее широко развитых в регионе золото-полиметаллической и ртутной рудных формаций (Науменко и др., 1986). Изотопный состав свинца определен в золото-полиметаллических (Береговское, Келчей), свинцово-цинковых (Дедово, Калимен), ртутно-полиметаллическом (Грендеш) и ртутном (Воркут) месторождениях и рудопроявлениях.

Золото-полиметаллические, свинцово-цинковые месторождения и рудопроявления размещены в пределах Береговского рудного района. Они приурочены к отдельным отрицательным и положительным разноразмерным вулканоструктурам и представляют собой системы рудных жил, прожилково-вкрапленных зон и ориентированных рудных штокерков, локализованных в вулканических, осадочно-вулканогенных и экструживно-интрузивных образованиях миоцена. Пространственно и парагенетически рудные объекты связаны с экструживно-интрузивным комплексом, завершающим формирование миоценовой риолит-андезитовой формации (Коптюх, 1992).

Ртутные и ртутно-полиметаллические месторождения и рудопроявления приурочены к Вишковскому рудному полю. Они локализуются в интрузивно-купольных структурах, приконтактных частях субвулканических интрузий, прорывающих вулканогенно-осадочные отложения сармата и паннона (Геология ртутных..., 1975). Рудовмещающие породы представлены осадочными и пирокластическими образованиями сармата, диорит-порфиридами и



кварцевыми диорит-порфиритами паннона. Рудные тела во вмещающих вулканогенно-осадочных отложениях имеют линейную и прожилково-вкрапленную формы, а в интрузивных образованиях представлены жилами. Ртутное оруденение по возрасту считается моложе золото-полиметаллического и свинцово-цинкового и предположительно связывается с плиоценовой андезитобазальтовой формацией (Гончарук, 1982).

В отличие от приводимых ранее результатов, свидетельствующих о крайне широких вариациях изотопных отношений свинца, выявлены достаточно узкие пределы их изменения (таблица, рисунок). Так, изотопные отношения  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  и  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  в галените Береговского месторождения (по данным 4 измерений) колеблются от 18,800 до 18,807 (первое отношение) и от 15,604 до 15,645 (второе отношение). Отношение  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  изменяется в несколько более широких пределах от 38,615 до 38,802. С учетом данных по изотопии свинца галенитов, расположенных в северо-западной и юго-восточной частях Береговского рудного района, колебания изотопного состава свинца в целом несколько шире:  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  изменяется от 18,604 до 18,895 и  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  от 15,594 до 15,691.

Изотопный состав свинца ртутного месторождения Боркут (Вьшковское рудное поле) весьма близок к среднему значению для Береговского рудного района, в то время как на ртутно-полиметаллическом месторождении Грендеш он наиболее сдвинут в область более высоких значений по отношению  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ , одновременно имея самое низкое в исследованной серии галенитов значение отношения  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ .

Полученные данные значительно лучше согласуются с результатами изотопных исследований, проведенных ранее А.Ковачем (Kovach, 1966) на аналогичных рудных объектах Венгрии, Румынии и Словакии, расположенных вместе с украинскими месторождениями и рудопоявлениями в пределах Внутрикarpатского вулканического пояса. Сходство изотопного состава свинца в вулканогенных неогеновых месторождениях пояса свидетельствует таким образом об одинаковом генезисе свинца во всех рудных объектах. Причем свинец с таким изотопным составом не мог быть сформирован только за счет регенерации древних месторождений, что допускалось ранее.

Рассмотрим возможные варианты интерпретации приведенных данных в рамках существующих теоретических моделей.

В двухстадийной модели изотопной эволюции свинца Стейси-Крампера (Stacey, Kramers, 1975) наблюдаемые изотопные

Изотопный состав свинца галенитов неогеновых рудных месторождений и проявлений Закарпатья

Номер пробы	Объект, привязка	$^{204}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$
					6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1/1991	Береговское м-е, штольня 1, горизонт 130-160 м	1,351	25,399	21,081	52,169	18,800	15,604	38,615
3/28a	То же	1,347	25,323	21,062	52,266	18,800	15,635	38,802
3/23a	То же	1,348	25,352	21,090	52,211	18,807	15,645	38,732
3/23a	То же	1,347	25,323	21,062	52,266	18,800	15,636	38,802
5/1991	М-е Грендеш	1,349	25,529	21,107	52,016	18,924	15,648	38,548
10/1991	Р-е Келчей, скв. 311, гл. 365,6 м.	1,350	25,467	21,068	52,122	18,604	15,604	38,609
33/315	Р-е Келчей, скв. 315	1,349	25,490	21,095	52,066	18,895	15,638	38,596
13/1991	Р-е Дедово, скв. 406, гл. 514,5 м.	1,348	25,306	21,095	52,240	18,773	15,641	38,754
14/1991	То же, гл. 846,9 м.	1,345	25,311	21,105	52,239	18,819	15,691	38,839
134/320	Р-е Калимен, скв. 320, гл. 511,6 м.	1,349	25,403	21,036	52,196	18,831	15,594	38,692
137/320	То же, гл. 516,8 м.	1,348	25,395	21,049	52,217	18,839	15,608	38,737
21/Бр	М-е Боркут, горизонт 93, штрек 2	1,348	25,380	21,079	52,186	18,828	15,637	38,714

Примечание. 1/1991 - мелкокристаллический галенит из массивных полиметаллических руд; 3/23a - галенит из оруденелой брекчи мощной полиметаллической жилы; 5/1991 - галенит из галенит-сфалеритовых прожилков в кварците; 10/1991, 33/315 - галенит из галенит-сфалеритового прожилка; 13/1991, 14/1991 - галенит из гнезд среди тонкой сети полиметаллических прожилков; 134/320 - галенит из кварц-галенит-сфалеритовых тонких прожилков в диорит-порфирите; 137/320 - галенит из галенит-сфалеритовых гнезд в гидроксидной брекчи; 21-Бр - галенит из галенитового прожилка в измененном диорит-порфирите. М-е - месторождение, р-е - рудопроявление.

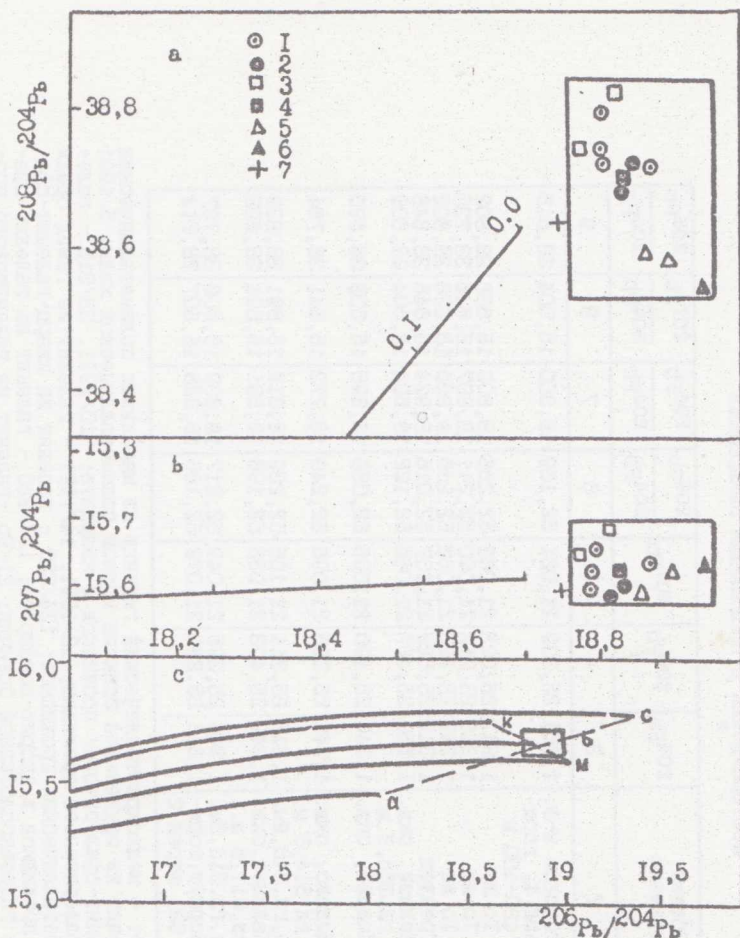


Рис.

Интерпретация изотопных отношений свинца в галенитах Закарпатья

а, б - модель Стейси-Крамера. Месторождения и рудопроявления: 1 - Береговское, 2 - Калимен, 3 - Дедово, 4 - Боркут, 5 - Келчей, 6 - Грендеш, 7 - Уайт-Айленд (Новая Зеландия).

с - модели Б.Доу, Р.Зартмана, Дж.Стейси (1979) и В.Степачова (1995) (с упрощениями). а, б, с - кривые изотопной эволюции свинца, описываемые моделью плюмботектоники (а - мантия, б - орогенная зона, с - верхняя кора); м, к - то же, описываемые эволюционной двухстадийной моделью (м - мантия, к - кора). Прямоугольником ограничено то же поле, что и на рис. б.



составы свинца на графике в координатах  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (рисунок, b) располагаются несколько правее его современного состава, что предполагает присутствие сравнительно большой доли свинца корового происхождения или же эволюцию части свинца в мантии с более высоким ( $^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb}$ ), чем принято в данной модели.

Если рассматривать данные факты в рамках модели плюмботектоники (Доу и др., 1979), которая предусматривает периодическое смещение в орогенной зоне части материала двухслойной коры и мантии, то они соответствуют составу молодых (вплоть до современного) свинцов орогена. Возможно эти составы интерпретировать также как результат обогащения материала мантии веществом верхней земной коры, содержащей более радиогенный свинец (рисунок, c). Это могло произойти, например, в глубинных очагах зоны Заварицкого-Веньоффа, существование которой обосновано ранее (Науменко и др., 1969).

Третья модель, в рамках которой возможна интерпретация данных по изотопному составу свинца (Степанов, 1991, 1995), предусматривает поступление в течение всей истории Земли урана, тория и свинца с постоянными во времени коэффициентами переноса из мантии в земную кору. Относительно кривых изотопной эволюции свинца (мантийной и коровой) в координатах  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  рассматриваемые изотопные составы лежат на и вблизи середины прямой, соединяющей окончания кривых изотопной эволюции свинца мантии и земной коры возрастом 3000 млрд. лет. Отсюда изотопные составы свинца исследованных объектов можно представить возникшими из мантийного источника, примерно наполовину контаминированного материалом земной коры. Механизм такого смещения представляется аналогичным иаложенному в модели плюмботектоники, когда в глубинных очагах зоны Заварицкого-Веньоффа произошла гомогенизация материала мантии и земной коры. Показательно, что сходство результатов интерпретации в двух последних моделях наблюдается несмотря на существенное различие модельных изотопных составов мантии и земной коры.

Согласующимися получаются также средние значения исходных резервуаров двух последних моделей: 10,58 в модели плюмботектоники (среднее значение между мантии (8,92) и верхней земной коры (12,24)) и 10,65 по последней модели (среднее значение между 10,23 (мантия) и 11,56 (земная кора)).

Наиболее близкими аналогами по изотопному составу свинца закарпатским волото-полиметаллическим и другим месторождениям

являются месторождения Новой Зеландии (полиметаллическое проявление Уайт-Айленд современного возраста и др.) (Дюу и др., 1979). Отсутствие среди множества известных рудных объектов близких аналогов изученным месторождениям позволяет говорить о существовании достаточно специфического (по изотопному составу свинца) типа объектов, что свидетельствует о некоторых различиях эволюции вещества в каждом регионе.

В заключение необходимо отметить, что проведенные исследования не охватили всего многообразия типов руд региона и являются лишь первой попыткой привлечь изотопию свинца для решения вопросов генезиса руд золото-полиметаллических и иных месторождений Закарпатья.

#### Литература

- Геология ртутных месторождений и рудопоявлений Украины.- Киев: Наук. думка, 1975. - 285с.
- Гончарук А.Ф. Эндеогенное оруденение андезито-базальтовой формации Закарпатья.- Киев: Наук. думка, 1982.- 166с.
- Дюу Б.Р., Зартман Р.Е., Стейси Дж.С. Общая теория плюмботектоники. М.: Наука, 1979. - 48с.
- Коптюх Ю.М. Золото-полиметаллическое оруденение Внутривосточного вулканического пояса. Киев: Наук. думка, 1992. - 146с.
- Науменко В.В. Закономерности размещения и формирования эндогенного оруденения Соротских Карпат. Киев: Наук. думка, 1974. - 190с.
- Науменко В.В., Гончарук А.Ф. К вопросу о положении генеральной плоскости скальвания в структуре Восточных Карпат //Сов. геол., 1969. № 5. - С.26-34.
- Науменко В.В., Коптюх Ю.М., Гончарук А.Ф. та ін. Деякі генетичні особливості вулканічних порід і ендеогенних руд Закарпаття за даними ізотопів //Доп. АН УРСР. Сер.В., 1978.№.10.-С.875-878.
- Науменко В.В., Гончарук А.Ф., Коптюх Ю.М. Вулканогенное рудообразование в Паннонском срединном массиве. Киев: Наук. думка, 1986. - 132с.
- Степанов В.А. Модель эволюции K-Ar, U-Pb систем и содержания нерадиогенных изотопов некоторых инертных газов в мантиях, корах и атмосферах Земли и Венеры //Тез. докл. 14-ой советско-американской рабочей встречи по планетологии. 26-30 августа 1991г./ М.: ГЕОХИ АН СССР, 1991. - С.87-88.
- Stepanov V.A. Some applications for the Precambrian of the quantitative model of U-Th-Pb isotopic system evolution in silicate shell of the Earth //Precambrian of Europe: Stratigraphy, Structure, Evolution and Mineralization/ Abstracts: 9th Meeting of the Association of European Geological Societies.- 4-15 Sept. 1995.- St.Petersburg.:Inst. of Precambrian Geology & Geochronology, 1995. - P.113.
- Kovach A. //Acta Geol. Hung., 1966. T.X. - P. 126-193.
- Stacey J.S., Kramers J.D. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model //Earth Planet. Sci. Lett., 1975. Vol.26. - P.207-221.

УДК 553.411.061.12/17(477.87)

К ПРОБЛЕМЕ ГЕНЕЗИСА ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ  
БЕРЕГОВСКОГО РУДНОГО РАЙОНА ЗАКАРПАТЬЯ

Коптлук Ю.М., Кулибаба В.М.

Береговский рудный район является основным золоторудным регионом Украинских Карпат. На его территории расположены Мужиевское, Береговское и Беганское месторождения, ряд золоторудных проявлений и точек минерализации. Рудный район занимает северную и центральную части сложно построенного Береговского сводового поднятия, являющегося одним из структурных элементов Чоп-Берегово-Вышковской вулканической зоны, которая отделяет Закарпатский внутренний прогиб от Венгерской межгорной впадины и рассматривается как зона Припаннонского глубинного разлома (Мерлич, 1973, 1974).

Современные представления о строении Береговского поднятия основаны на комплексе геофизических данных и глубинном геологическом картировании, Закарпатской геолого-разведочной экспедиции. В строении района участвуют образования двух структурных этажей - донеогенового фундамента и осадочно-вулканогенной толщи неогена. Донеогеновый фундамент на глубинах от 600 до 1800 м сложен известняками с прослоями диабазовых порфиров, спилитов, яшм и глинистыми сланцами. Верхний структурный этаж, в основном, представлен вулканическими и осадочно-вулканогенными породами миоцена, которые слагают вулканические постройки и выполняют отрицательные вулканотектонические структуры. Среди вулканических образований преобладают риолитовые и риодацитовые широкластические породы с подчиненным развитием андезитов и их туфов. Миоценовый



вулканизм завершается формированием экструзивно-интрузивного комплекса, состоящего из экструзий и даек плагиориолитов, дацитов, андезитобазальтов и субвулканических интрузий диорит-гранитного состава, возраст которого колеблется от верхов раннего сармата до раннего паннона (Лазаренко и др., 1968; Мерлич, 1974). Вышеотмеченные образования в отдельных частях Береговского поднятия перекрываются более молодыми паннонскими, левантинскими и четвертичными отложениями.

Генезис золотого оруденения Береговского рудного района является предметом острых дискуссии. Высказано мнение, что полиметаллическое оруденение связано с андезитовым, а золотое оруденение с риолитовым вулканизмом, разновозрастности и многоэтапности формирования оруденения различных минеральных типов (Лазаренко и др., 1968). Б.М.Мерлич и С.М.Спитковская (1974) обосновали связь этого оруденения с бескварцевыми плагиориолитами, которые они считают наиболее поздними дифференциатами интрузивного субвулканического комплекса. Пространственная и парагенетическая связи золото-полиметаллического оруденения Береговского рудного района с субвулканическими интрузиями подтверждена нами (Коптюх, 1992).

В настоящее время возможно обосновать геолого-генетическую модель формирования золотого и сопутствующего ему оруденения на территории Береговского сводового поднятия.

В пределах трех рудных узлов (полей) - Беганского, Береговского и Квасовского распространены месторождения и рудопроявления полиметаллических золотосодержащих, золото-полиметаллических, золото-серебрянных, золото-медных и других руд, которые сформировались в сходных геолого-структурных условиях и относятся нами к единой золото-полиметаллической рудной формации, представляя ее различные минеральные типы. Сходными

геолого-структурными условиями являются: 1) широкое развитие в рудных полях субвулканических интрузий диорит-гранитного состава, экстрюзий и даек плагиориолитов, дацитов, андезит-базальтов, которые совместно образуют субвулканический экстрюзивно-интрузивный комплекс, завершающий активный миоценовый андезит-ориолитовый вулканизм; 2) близкий возраст оруденения и экстрюзивно-интрузивного комплекса, который по данным K-Ar датирования соответственно колеблется от 13,4 до 12,5 млн лет (среднее  $13,1 \pm 1,9$  млн лет) для первого и от 15,5 до 12,5 млн лет (среднее  $13,9 \pm 3,1$  млн лет) для второго (Фишкин и др., 1967); 3) структурная приуроченность всех рудных объектов к тектоно-вулканическим структурным формам - кальдерам, вулкан-тектоническим горстам, экстрюзивно и интрузивно-купольным структурам миоценового возраста; 4) присутствие в пределах всех рудных полей эксплозивных брекчиевых тел, в большинстве случаев рудоносных; 5) сходный состав околорудных метасоматитов, которые на самых глубоких горизонтах, в образованиях донеогенового фундамента, представлены скарнами и пропилитами, а в неогеновых породах различными фациями калишпат-аргиллизитовой метасоматической формации, в размещении которых устанавливается определенная вертикальная зональность со сменой (сверху вниз) опалолитов, кварц-алунитовыми, кварц-каолин-диккитовыми, кварц-адуляр-гидрослюдистыми и кварц-карбонат-хлорит-альбитовыми образованиями.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что все золоторудные объекты Береговского рудного района пространственно тяготеют к участкам распространения экстрюзивно-интрузивного комплекса и близки с ним по возрасту. Породы экстрюзивно-интрузивного комплекса представлены штоками, мелкими массивами, силами, дайками, куполами. В экстрюзивной фации они сложены

непрерывным рядом дифференциатов от андезитов-базальтов до риолитов, а в интрузивной - от габбро до гранит-порфиров. Наибольшим распространением пользуются кварцевые диорит-порфириты, гранодиорит-порфиры, риодациты. Для всех пород комплекса характерна порфировая структура и сходный минералогический состав. Основные минералы представлены плагиоклазом, гиперстеном, роговой обманкой, кварцем. Роговая обманка содержится не только в кислых, но в средних и основных разностях. Вкрапленники плагиоклаза отличаются высокой известковистостью (50-80) и близким составом для всех дериватов.

По петрохимическим признакам породы экструзивно-интрузивного комплекса комагматичны вулканитам миоценовой андезит-риолитовой формации. Средние и основные породы комплекса близки к андезитовой породной группе андезит-риолитовой формации, а кислые образования комплекса сходны с риолитовой породной группой той же формации. Вместе с тем для них характерен значительный дефицит элементов по сравнению с кларком кислых пород и они лучше всего сопоставляются с, так называемыми, гранитоидами андезитового ряда. От последних они отличаются повышенным содержанием свинца, цинка, меди, молибдена, то-есть рудогенными элементами, входящими в основную часть золоторудных месторождений. Породы экструзивно-интрузивного комплекса принадлежат к крайнему известково-щелочному типу. Петрохимические коэффициенты свидетельствуют о ведущей роли при их формировании кристаллизационной дифференциации единого магматического расплава. Такой расплав, как свидетельствуют петрографические, петрохимические и геохимические данные, несомненно обладал признаками гибридности и возник, вероятно, в пределах "гранитного" слоя земной коры в процессе смешения андезитов-базальтовой мантийной магмы с кислыми коровыми



расплавами. Гибридный характер расплава, из которого формировались породы экструзивно-интрузивного комплекса, подтверждается также изотопными соотношениями стронция ( $Sr^{87}/Sr^{86}$ ), составляющему для этих образований от 0,7046 до 0,708 (Данилович, 1977). Рудообразующие гидротермальные системы, продуцирующие золото-полиметаллическое оруденение Береговского рудного района, начали функционировать после становления экструзивно-интрузивного комплекса. Значительные объемы измененных пород в пределах рудных полей и месторождений, многообразие рудных тел и высокий палеотермический градиент свидетельствуют о высокой тепловой мощности рудообразующих потоков. Источником энергии для таких потоков вряд ли могли служить флюиды субвулканического экструзивно-интрузивного комплекса. Во-первых, расчеты показывают, что при небольших размерах субвулканических тел при их кристаллизации стока индуктивного и кондуктивного тепла явно недостаточно для нормального и длительного функционирования рудообразующих систем. Во-вторых, кристаллизация таких тел происходила сравнительно быстро, что способствовало не медленному стоку флюидов, а его периодическим выбросам за пределы кристаллизующихся магматических тел. Естественно, следует предполагать, что экструзивно-интрузивный комплекс и золотое оруденение связаны с более глубинным магматическим бассейном, производные которого (субвулканические экструзивные и интрузивные тела) были только близповерхностными проводниками для рудоносных флюидов, отделявшихся с промежуточных гибридных магматических очагов. Такие очаги, как показывают расчеты, располагались на глубинах 10-14 км. Эволюция расплава в этих условиях приводила к медленному отделению от него газовой-жидкой флюидной фазы. Расплав был перегретый, содержал мало воды (0,5-1%) и значительное

количество газов  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , поэтому он мог сбрасывать рудообразующий флюид лишь в том случае, если сквозь него постепенно происходила фильтрация мантийного вещества. Из вышеизложенного можно сделать заключение только о парагенетической связи экстрuzивно-интрузивного комплекса и золотого оруденения.

Петрологические, петрохимические и геохимические данные, свидетельствующие о парагенетической связи золотого оруденения с миоценовым экстрuzивно-интрузивным комплексом, не дают окончательного ответа на происхождение рудогенных элементов и рудообразующих растворов, участвующих в формировании золоторудных объектов Береговского рудного района. Для выяснения природы рудообразующих растворов и рудных компонентов нами проведено изучение составов различных минералов рудных месторождений и законсервированных в них газовой-жидких включений.

Изотопный состав свинца исследован в галенитах основных золоторудных месторождений и рудопроявлений характеризуемого рудного района. Так как определение изотопного состава свинца проводилось спектральным методом, при котором получаются значительные погрешности для  $\text{Pb}^{204}$ , природные вариации его наиболее целесообразно рассматривать в системе координат  $\text{Pb}^{207}/\text{Pb}^{206}$  и  $\text{Pb}^{208}/\text{Pb}^{207} + \text{Pb}^{208}$ , которая позволяет оценить величину радиогенных добавок и степень комтаминации первичного свинца, то есть сделать заключение о возможных источниках свинца, вовлекающихся в область рудоотложения. Большинство свинцов из разных объектов в системе предложенных координат имеют близкий изотопный состав и по изотопным характеристикам являются нормальными свинцами, имеющими, вероятно, глубинную (мантийную) природу. В ряде рудных объектов (Береговское, Келчей, Квасовское) отмечаются свинцы,

поступающие из источников с повышенным или пониженным торий-урановым отношением. Приведенные данные показывают, что при формировании золото-полиметаллических руд основным источником свинца являются глубинные (мантийные) магматические очаги с примесью свинца из различных внутрикоровых источников, которыми могли являться протерозойские и палеозойские породы донеогенового фундамента.

Изотопный состав серы сульфидов Береговского рудного района достаточно близок к метеоритному стандарту. Наиболее значительный разброс значений  $\delta^{34}\text{S}$  характерен для сульфидов Береговского месторождения, где он составляет 9,2‰. Все это указывает на единый источник сульфидной серы, участвующей в процессе рудообразования. Отмечается тенденция незначительного облегчения изотопного состава сульфидной серы от начальных к конечным стадиям рудообразующего процесса. Сера сульфатов колеблется в очень широких пределах. Для золотоносных баритов Мужиевского месторождения  $\delta^{34}\text{S}$  составляет от -0,2 до +9,6‰, для незолотоносных баритов она составляет от +12,7 до +22,8‰. В других рудных объектах  $\delta^{34}\text{S}$  в баритах колеблется от +15,6 до +29,0‰. Появление тяжелой серы связывается с неоднократными окислительно-восстановительными реакциями глубинной сульфидной серы, поступающей в сферу рудоотложения. Близость изотопного состава сульфидной серы к метеоритному стандарту и наблюдаемая тенденция ее облегчения по мере развития рудообразующего процесса, а также значительная вариация значений  $\delta^{34}\text{S}$  серы сульфатов хорошо согласуется с моделью единого глубинного (вероятно мантийного) источника серы, принимающего участие в образовании золото-полиметаллического оруденения.

Изотопный состав кислорода изучался в кварцах и карбонатах различных стадий рудообразования. Значение  $\delta^{18}\text{O}$  в кварцах



колеблется от -5,2 до +13,7‰, а в карбонатах от +15,5 до +17,9‰. Наиболее обогащен тяжелым изотопом кислорода кварц ранних генераций. В поздних кварцах фиксируется наиболее легкий изотоп кислорода от -2,4 до -5‰. Расчет изотопного состава кислорода рудообразующего раствора в диапазоне температур от 390 до 80°C показывает, что в нем  $\delta^{18}\text{O}$  колебалось от +6,2 до -15‰. То-есть наряду с изотопом кислорода, характерным для метеорных и ювенильных магматических вод в рудообразующем растворе принимали участие и другие воды различного происхождения. Это подтверждается также изотопными характеристиками кислорода карбонатов, который близок к осадочным карбонатным породам донеогенового фундамента. Смешение глубинной магматической воды с метеорными и другими водами глубинной циркуляции установлено при изучении изотопного состава кислорода и водорода газовой-жидких включений из кварца и сфалерита различных рудных тел Мужиевского и Береговского месторождений (Демихов и др., 1989). Приведенные данные свидетельствуют о том, что в рудообразующих растворах, формировавших золоторудные месторождения и рудопроявления Береговского рудного района, наряду с магматической глубинной водой участвовали метеорные, седиментогенные и, вероятно, метаморфогенные воды. Доля тех или иных вод в объеме рудообразующего гидротермального раствора, вероятно, различна для разных золоторудных объектов и определяется конкретными геологическими и гидродинамическими условиями эволюции каждой локальной рудообразующей системы. Так как воды разного происхождения характеризуются своим солевым и газовым составом, то их количество в пределах каждого месторождения и рудопроявления, вероятно, подчеркивает индивидуальные особенности формирующихся минеральных ассоциаций руд и их некоторые

различия между собой при общей направленности рудообразующего процесса на всех рудных объектах.

Изотопный состав углерода исследован в карбонатах различных стадий процесса рудообразования. Значения  $\delta^{13}\text{C}$  колеблются от +1,5 до -9,8‰. Большинство значений  $\delta^{13}\text{C}$  близки к таковым карбонатов, имеющих глубинную магматическую природу. Часть углерода с более тяжелым изотопом, возможно, заимствована из подстилающих осадочных пород.

Из изложенного выше можно сделать ряд выводов. Золоторудные месторождения и рудопоявления Береговского рудного района начали формироваться после становления экстрезивно-интрузивного комплекса, завершающего андезит-риолитовый вулканизм и связаны с ним пространственно и парагенетически. Рудообразующие гидротермальные растворы являются полигенными и образовались в результате смешения глубинного металлоносного флюида с различными типами подземных вод. Металлоносный глубинный флюид отделялся из гибридного магматического расплава в процессе его кристаллизации, при которой сформировались все дериваты экстрезивно-интрузивного комплекса. Он мигрировал в верхние зоны земной коры в надкритическом состоянии. Основу флюидного потока составляли пары воды, насыщенные натрием, калием, метаном, хлором, углеродом и серой. Основными миграционными формами золота, серебра, свинца, цинка и меди, вероятно, были их сложные летучие соединения с хлором, азотом, углеродом. По пути движения глубинный флюид, реагируя с окружающей средой, обогащался некоторыми рудогенными и петрогенными компонентами, смешивался с различными типами вод глубинной циркуляции (метеорными, погребенными, седиментогенными, метаморфогенными) и поступал в виде

гидротермального раствора в область рудоотложения. Дальнейшая эволюция этого раствора в сфере рудообразования определялась строением структурно-гидродинамических систем и физико-химическими условиями рудоотложения, что выражается в различных минеральных типах рудных объектов, вещественном составе рудных тел и околорудных метасоматитов.

#### ЛИТЕРАТУРА

Данилович Л.Г. Петрогенезис магматических образований Карпат по данным изотопного состава стронция. -Геол.журнал -1977, 37, вып. 4. - с. 67-80.

Демихов Ю.Н., Коптюх Ю.М., Витык М.О. и др. Генезис минералообразующих флюидов близповерхностного золото-полиметаллического месторождения по данным изотопно-геохимических исследований. -XII Всесоюз. симпозиум по стабильным изотопам в геохимии. -М., 1989. -с. 89-90.

Коптюх Ю.М. Золото-полиметаллическое оруденение Внутрикарпатского вулканического пояса. -Киев: Наук. думка, 1992. -146с.

Лазаренко Э.А., Гнилко М.К., Зайцева В.Н. Металлогения Закарпатья. -Львов: Изд-во Львов. ун-та, 1968. -163с.

Мерлич Б.В. О природе "горстового кольца", обрамляющего Паннонский массив. -Геол.сб. Львов. геол. о-ва. -1973, № 14. -с. 14-23.

Мерлич Б.В., Спитковская С.М. Глубинные разломы, неогеновый магматизм и оруденение Закарпатья. -Львов: Выща школа, 1974. -175 с.

Фишкин М.Ю., Чеджемов Г.Х., Цьонь О.В. и др. О возрастном соотношении экструзивно-эффузивных образований и полиметаллического оруденения Береговского холмогорья в Закарпатье. - Вопросы датировки древнейших (катархейских) геологических образований и основных пород. -М.: Наука, 1967. -с. -195-201.



УДК 551.24: 553.078

**Выделение и ранжирование металлогенически значимых структурных элементов Донбасса в связи с проблемой золотоносности.**  
*Земсков Г.А, Александров А.Л.*

На территории Донбасса известно более десятка эндогенных проявлений золота, масштаб которых в ряде случаев достигает крупных рудопроявлений (рис. ). Изучение золоторудных концентраций показывает, что условия их образования включают в себя ряд факторов, среди которых структурный компонент является весьма значимым. Поэтому какая либо дополнительная его расшифровка остается актуальной для решения проблемы золотоносности рассматриваемого региона. По данным многих исследователей /Металлогения...,1974; Гавриш и др.1982; Панов, 1994; Шумлянский и др., 1990, 1994; Александров и др., 1996; и др./ эндогенная минерализация Донбасса (в т.ч. золоторудная) контролируется с одной стороны, складчатыми структурами положительного типа (антиклинали, купола и т.п.), в сочетании с сопровождающими их разрывами, и с другой - зонами разломов широтно-меридиональной ориентировки сквозного характера. Однако оценка металлогенической значимости выявленных здесь разномасштабных тектонических элементов этого типа может быть корректна лишь в том случае, если эти структуры рассматриваются в их упорядоченном единстве. Представления авторов об иерархии структурных элементов Донецкой складчатой области, изложенные в настоящей статье, основываются на комплексной интерпретации структурно-геологических, геолого-геофизических, космогеологических материалов, при которой возможна прорисовка структуры региона в наибольшей полноте. Общей теоретической базой, в данном случае, является системный подход, когда рудоконтролирующие структуры земной коры рассматриваются как упорядоченная совокупность соподчиненных систем, а эволюция их образования - с позиций синергетики как процесса самоорганизации систем или частей системы /Летников, 1992; Панов, 1994; Садовский, 1974; Садовский, 1984/.

Анализ материалов показывает, что вся совокупность структурных элементов Донбасса по масштабности (и соответственно глубинности) может быть подразделена на три уровня: *трансрегиональный* (I ранг), где Донбасс является составной частью охватываемых ими ряда различных геологических регионов; *региональный* (II ранг), непосредственно определяющий геолого-структурный каркас Донецкой складчатой области в целом, и *локальный* (III, IV, V ранги), формирующий структурную индивидуальность относительно небольших площадей и участков.

*Трансрегиональный ранг* включает в себя наиболее крупные структуры, которые проявлены также на значительном пространстве за

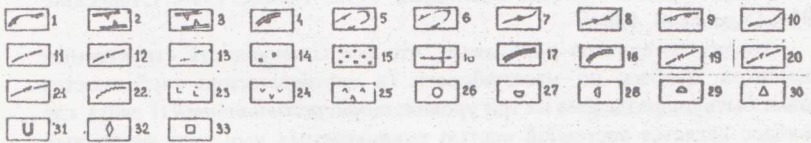
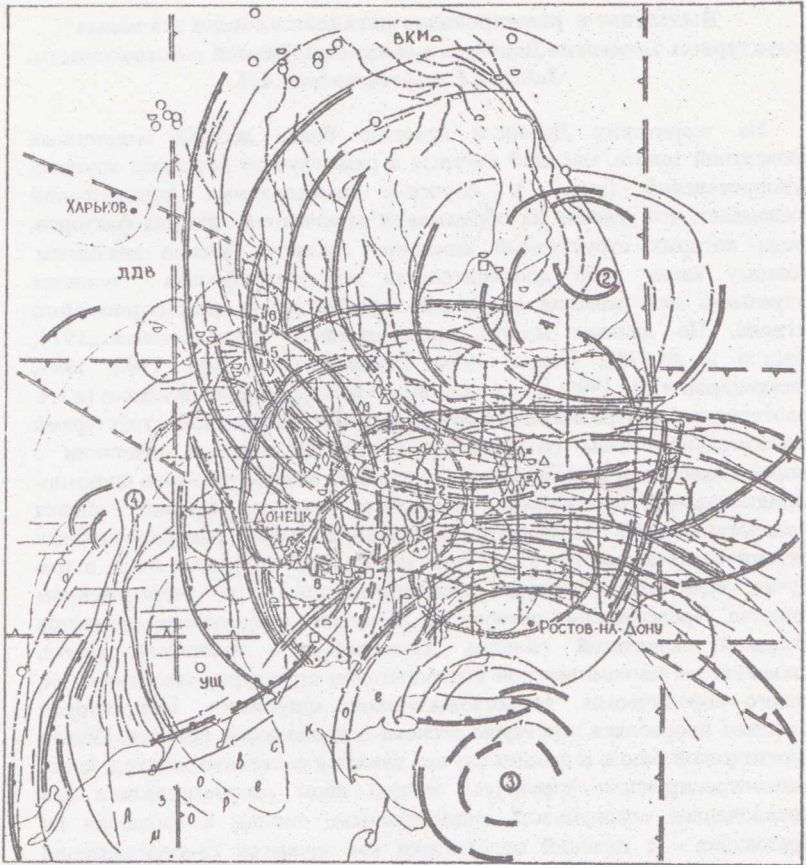


Рис. Геолого-структурная схема района Донбасса с элементами минерагении.

Условные обозначения к рис. : 1 - границы Донецкого бассейна. Структурные элементы: Трансрегиональный уровень: 2 - положение Сарматско-Туранского линеамента (диагональная система); 3 - зоны ортогональной системы линеаментов; 4 - наиболее крупные КС ( $d=400+500$  км) по данным дешифрирования космических снимков (цифры в кружках: 1 - Донецкая, 2 - Миллеровская, 3 - Приазовская, 4 - Конкско-Ялынская). Структура поверхности Мох: 5 - области (зоны) относительного понижения рельефа поверхности, 6 - области (зоны) относительного повышения рельефа поверхности. Региональный уровень: 7 - антиклинальные зоны; 8 - синклинальные зоны; 9 - зоны мелкой и купольной складчатости, 10 - разломы. Структурно-формационные комплексы пород фундамента, подчеркивающие овално-кольцевой характер региональных структур: 11 - прогибы межкупольного типа в составе эндербит-гранулитовых областей (центрально-приазовская и щучинская серии AR), 12 - зеленокаменные трогии в составе гранит-зеленокаменных поясов (конкско-верховцевская и михайловская серий AR), 13 - зоны ультраметаморфизма с массивами субщелочных и аплитов-пегматоидных гранитов (кировоградско-житомирский и атаманский комплексы  $PR_1$ ), 14 - Приазовский щелочной массив центрального типа ( $PR_1$ ), 15 - наложенные впадины зон активизации и рифтогенеза ( $PR_2$ ). Линейные и кольцевые структуры по данным дешифрирования космических снимков: 16 - осевые части линеаментных зон ортогональной системы; 17 - концентры трансрегиональных КС; 18 - дуговые элементы КС ( $d=120$  км). Дуговые элементы каркаса КС по данным интерпретации геофизических материалов: 19 - по магнитометрическим данным, 20 - по гравиметрическим данным, 21 - по комплексу гравимагнитных данных. Локальный уровень: 22 - дуговые ограничения КС ( $d=50+70$  км). Участки проявления фанерозойского магматизма: 23 - щелочно-ультраосновная - щелочная базальтоидная формация; 24 - габбро-монзонит-сиенитовая и андезит-трахиандезитовая формации; 25 - щелочно-базальтоидная формация (миусский комплекс лампрофиров). Эндогенная минерализация: 26 - золото (наиболее значительные рудопроявления Донбасса: 1 - Вобриковское, 2 - Остробугорское, 3 - Михайловское); 27 - свинец и цинк; 28 - серебро; 29 - молибден; 30 - медь; 31 - уран (месторождения: 5 - Адамовское, 6 - Краснооскольское, 8 - Николаевское); 32 - ртуть (месторождения: 4 - Никитовское, 5 - Славянское); 33 - фтор (месторождение: 7 - Покрово-Киреевское).



пределами рассматриваемого района. Среди них выделены две системы линейных структур: диагональная и ортогональная. Стержневым тектоническим элементом диагональной системы выступает Сарматско-Туранский линеамент, составной частью которого, помимо Донецкого складчатого сооружения, являются такие известные геологические структуры как Подляско-Брестский прогиб, Припятская и Днепровско-Донецкая впадины, "Вал Карпинского", Мангышлакско-Устьюртская складчатая зона, Бухаро-Хивинская зона дислокаций, Южный Тянь-Шань /Айзберг и др., 1971; Панов, 1994 и др./ . Именно эта гигантская структура, протягивающаяся более чем на 10 тыс. км и отражающая планетарную систему трещиноватости северо-западного простирания, в значительной степени ответственна за осадконакопление, магматизм и формирование складчатых структур в перечисленных геологических регионах. Ее ширина составляет в среднем около 200 км. По мнению ряда авторов /Гавриш, 1974 и др./ эта структура носит рифтогенный характер и, заложившись в позднем протерозое, активно развивалась на всем протяжении фанерозоя. Являясь высокоранговым тектоническим элементом земной коры, Сарматско-Туранский линеамент по типу рудных площадей в наибольшей степени отвечает сложившимся представлениям о металлогеническом поясе ( по Е.Т. Шаталову и др.). Северо-восточная составляющая рассматриваемой диагональной системы линеаментов, хотя и проявлена в регионе, однако пока не увязана в единую зону такого уровня.

Другой линейной структурой трансрегионального уровня, элементы которой хорошо просматриваются в регионе Донбасса, является широтно ориентированная Центрально-Украинская (Дунайско-Черновицко-Девладовская, Жмеринско-Старобельская) зона /Быстревская и др., 1985; Галецкий и др., 1988 и др./ . Принадлежащая к ортогональной системе линеаментов, она трассируется на тысячи километров через Карпаты, Украинский щит, Донбасс и другие регионы. Ее ширина составляет 100-200 км.

Разрывы субмеридионального простирания выделяются в Донбассе неоднозначно. На существующих геологических картах они показаны фрагментарно, не увязываясь в какую-либо крупную зону. Наиболее ранняя попытка как-либо объединить их и проследить за пределами рассматриваемого региона выполнена С.А. Ковалевским /1960/. По различным признакам он выделил зону глобального масштаба, так называемый "линеамент 38-го меридиана". Можно согласиться с таким подходом. Вместе с тем, опираясь на результаты дешифрирования космических снимков, резонно предположить, что выделенная этим автором линия разломов является лишь западной границей более мощной зоны трансрегионального уровня. Ее восточная граница проходит по меридиану 40° или даже еще восточнее, выходя севернее на известную структуру Восточно-Европейской платформы - Окско-Цинский вал. В

таком случае, при простирании в смежные структуры на тысячи километров ширина выделяемой зоны меридиональной ориентировки будет составлять не менее 200 км.

Рассматриваемые зоны ортогональной системы наиболее четко проявлены в материалах дистанционного зондирования в виде сгущений линеаментов, отражающих линейные полосы повышенной трещиноватости. По геолого-геофизическим данным в их пределах фиксируются разноглубинные разломы. Главные особенности таких зон, которые в наибольшей степени изучены в широтной составляющей этой системы, - прямолинейный сквозной характер и автономность относительно пересекаемых ими разнотипных (и разновозрастных) структурно-фациальных зон и, что особенно важно, их рудоконтролирующая роль. В этом контексте особенно примечательна металлогеническая специализация Центрально-Украинской зоны: золото, уран, флюорит, ртуть, что в полной мере проявлено в Донецкой складчатой области (рис. ). Отмеченные признаки позволяют квалифицировать эту систему линеаментов в качестве сквозных рудоконцентрирующих структур многоэтапной активизации /Томсон и др., 1984; Фаворская и др., 1985/.

Среди наиболее крупных тектонических элементов в районе Донбасса выделяются также кольцевые структуры (КС). Здесь известно несколько таких КС (рис. ): Донбасская, Приазовская, Конкско-Ялынская, Миллеровская /Карта..., 1987; Шумлянский и др., 1994 и др./ Их размер в поперечнике составляет 400-600 км, в связи с чем они охватывают (полностью или частично) такие геологически разнородные регионы как Донецкое складчатое сооружение, Днепровско-Донецкую впадину, Украинский щит, Воронежский кристаллический массив, Скифскую плиту. Характерный концентрический рисунок этих гигантских структур наиболее полно проявлен на космических снимках высокого уровня генерализации и реставрируется также по гравимагнитным картам в виде дуговых аномальных элементов полей. Рассматриваемые КС имеют геологическую природу. Так, широко известные в Донбассе складчатые и разрывные структуры (Главная антиклиналь, Северная и Южная синклинали, Северная зона мелкой складчатости и основные разрывные нарушения) непосредственно совпадают или конформны концентрическим элементам этих КС. Важно подчеркнуть, что рассматриваемые КС отражают не только герцинские структуры, но с различной степенью адекватности наследуют также архей-протерозойские овалы образования восточной части Украинского щита и южного склона Воронежского массива, элементы концентрического строения которых усматриваются в выделяемых здесь структурно-формационных комплексах пород докембрия и протяженных дуговидных разломах /Комплект карт..., 1992/. В определенной степени они подчеркиваются



также характером площадного развития в регионе мезокайнозойских образований. Все эти данные свидетельствуют о значительном временном диапазоне геологического становления и активизации КС трансрегионального уровня. Вместе с тем среди них намечается определенное различие, что фиксируется в размерах диаметров и характере проявленности в образованиях фанерозоя, докембрия и на поверхности мантии (см. рис. ). Так эти данные не позволяют считать их одновозрастными структурами. По-видимому Донбасская и Конско-Яльнская КС образовались не ранее верхнепротерозойского этапа становления ВЕП. При этом Донбасская КС, судя по всему, контролировала осадконакопление Большого Донбасса в качестве одного из наиболее глубоководных бассейнов Днепровско-Донецкого авлакогена. Приазовская и Миллеровская КС, хотя и были заложены в архее, тем не менее активно влияли на формирование структурных элементов и рудообразование Донбасса, особенно на инверсионной и постинверсионной стадиях его развития /Александров и др., 1996; Шумлянский и др., 1994/.

Предполагается, что главная причина возникновения выделяемого кольцевого комплекса кроется в физико-химических процессах глубинных оболочек Земли. Ряд исследователей, изучавших подобные кольцевые образования, пришли к выводу, что они являются отражением мантийного диапиризма /Ежов и др., 1984; Науменко и др., 1980/. Иницирующий очаг в виде астенолита, разогретых столбов и струй формирует цилиндрические и конические разломы, по которым осуществляется вещественно-энергетическая транспортировка в приповерхностные уровни. Так возникают "геодинамические системы центрального типа", контролирующие не только разломно-складчатые структуры, но и очаги магматической деятельности, гидротермально-метасоматических процессов и рудообразования. В нашем случае это более сложная система, состоящая из четырех предполагаемых энергогенерирующих очагов астеносферного уровня и области обширного разуплотнения земной коры как результата пересечения трансрегиональных систем глубинных разломов. Авторы полагают, что этот сложно построенный элемент земной коры более всего отвечает понятию "узел длительной эндогенной активности" /Фаворская и др., 1985/, который определяет как характер структуры Донбасса, так и его металлогеническую специализацию (золото, руть, флюорит, полиметаллы, уран). Вместе с тем следует отметить, что Донецкое складчатое сооружение представляет собой только часть этого структурно-металлогенического узла, который в целом, охватывая также другие крупные сопредельные структуры с разнотипным и разновозрастным оруденением, может быть квалифицирован в качестве металлогенической провинции, где собственно Донбасс, как соподчиненная рудоносная площадь, занимает позицию



металлогенической области. Все эти генерализованные структурно-металлогенические особенности рассматриваемой территории транслируются, все более конкретизируясь, в структурно-вещественные комплексы низших ранговых подразделений.

*Региональный уровень* структурообразования представлен тектоническими элементами, входящими в состав выше охарактеризованных трансрегиональных структур. Сюда, прежде всего, отнесены разломно-складчатые зоны, выделенные по космогеологическим и геолого-геофизическим данным, которые объединяют почти все известные здесь складчатые структуры положительного знака (антиклинали, купола, мелкоскладчатые зоны и складчато-блоковые структуры), а также сопровождающие их разломы. Характерная особенность этих зон - тесная сопряженность с сопровождающими их продольными разломами и отчетливая дуговидность общей конфигурации в плане. Это связано с тем обстоятельством, что они являются составной частью концентров выше охарактеризованных КС трансрегионального уровня, являясь здесь их характерным структурно-вещественным выражением. За пределами Донбасса они проявлены в основном дуговидными зонами разломов и трещиноватости. Важно отметить, что эти дуговидные разломно-пликативные зоны, взаимно пересекаясь и сопрягаясь, формируют своеобразный рисунок структурного каркаса Донецкой складчатой области, реализуя, таким образом, композиционный закон взаимодействия высокорангового кольцевого комплекса. Всего выявлено 14 таких разломно-складчатых зон. Их протяженность составляет от десятков до первых сотен километров, ширина - 5-15 км. В общей схеме иерархии структурных элементов Донбасса охарактеризованные зоны относятся к рангу II. Их металлогеническая роль весьма значительна. На это, в частности указывает тот факт, что все эндогенные месторождения и известные рудопроявления Донбасса (включая золоторудные) пространственно связаны с выделяемыми разломно-складчатыми структурами. К одной из таких зон, являющейся фрагментом центра Миллеровской КС, приурочены Остробугорское и Ольховатское рудопроявления золота, Никитовское месторождение ртути, Адамовское и Краснооскольское месторождения урана, а также рудопроявления свинца, цинка, сурьмы. С другой зоной этой КС пространственно увязываются многочисленные проявления полиметаллической, ртутной, флюоритовой минерализации. К подобным зонам Приазовской КС приурочены Бобриковское, Керчикское, Барило-Крепинское рудопроявления золота, Покрово-Киреевское месторождение флюорита, а также полиметаллическая и ртутная минерализация. По типу металлогенических площадей рассматриваемые структуры соответствуют «рудной зоне» (по Е.Т. Шаталову) или «металлогенической подзоне» /Металлогения..., 1974/.

Аналогичную ранговую позицию занимают линейные зоны ортогональной системы второго порядка. Осевые части этих зон, образующие подобие регматической решетки, показаны на геолого-структурной схеме. Они выделяются преимущественно по космогеологическим материалам и имеют сквозной характер. Их мощность составляет 4-12 км. На изученных участках они проявлены сбросами, надвигами, зонами трещиноватости и брекчирования. Металлогеническое значение этого типа структур вероятно сводится к рудоконцентрирующей роли в конкретных рудовмещающих структурах регионального уровня.

Выявленная ранее в Донбассе рудоконтролирующая роль некоторых значительно менее крупных кольцевых образований /Александров и др., 1996; Кириллов, 1984/ делает необходимым включить в ранжирование и этот тип структур. Исследования показали, что совокупность обнаруженных в регионе КС ниже трансрегионального уровня образует три группы по размеру диаметра ( $\cong 120$  км, 40-60 км и  $< 25$  км), что отражает по-видимому ранговые закономерности /Садовский, 1984; Земсков, 1987/. Наиболее крупные из них (КС  $d \sim 120$  км), как предположительно связанные с мантийными «иницирующими очагами» /Ежов, Худяков, 1984/, отнесены к региональному уровню. Пока выявлено несколько таких структур. В металлогеническом отношении наиболее показательна Шахтерская КС, расположенная в центральной части Донбасса, где с ней проявляется связь месторождений и рудопроявлений золота, ртути, флюорита, полиметаллов и др., что позволяет соотносить этот тип структур с «рудными районами».

**Локальный уровень** структурообразования региона охватывает относительно небольшие по размерам структурные элементы, которые подразделены на три ранга. К наиболее высокому рангу (III) отнесены единичные крупные антиклиналы, купола и разрывные нарушения, которые являются составными элементами разломно-складчатых и сквозных разломных зон регионального уровня. Сюда также включена отмеченная выше одна из ранговых групп КС ( $d \sim 40-60$  км). Представляется, что эти кольцевые образования отражают специфическую блоковую делимость территории Донбасса, связанную со становлением и эволюцией КС трансрегионального уровня. На это в частности указывает их приуроченность к центрам (или межконцентральному пространству) этих мегакольцевых структур, образуя закономерные ряды соподчиненных КС. При этом некоторые известные здесь структурные элементы (Бахмутская и Кальмиус-Торецкая котловины, Ровенское поднятие) напрямую связаны с такими КС, другие подчеркиваются кольцевыми (дугowymi) разломами. Вероятно к этому рангу следует отнести также структуры-блоки (20x40, 40x40 км), образованные взаимным



пересечением региональных линейных структур ортогональной системы. Однако металлогеническая значимость этих структур не вполне ясна.

Помимо охарактеризованных структур, объединенных в ранге III, в рамках локального уровня выделены структурные элементы, которые в наибольшей степени приближены к выявленным здесь рудным концентрациям различных металлов (включая золото). Сюда относятся все мелкие структуры (<25 км), образующиеся обычно в пространстве разломно-пликативных зон: ветви разломов, локальные антиклинальные складки, брахиформные структуры, мелкоразмерные блоки и т.п. Фактический материал показывает, что в большинстве случаев такие структуры возникают в областях пересечения и сочленения выше рассмотренных региональных структур, в особенности разломно-складчатых зон и сквозных разломов ортогональной системы, образующих здесь различные структурные осложнения. Именно на таких участках локализуется магматизм, ореолы гидротермально измененных пород и эндогенное оруденение золота, ртути, флюорита, урана, полиметаллов и др. Обычно такие структуры выявляются в процессе детальных геолого-разведочных работ, хотя и могут фиксироваться геофизическими и дистанционными методами. В этом смысле наибольший интерес представляют локальные изометричные структуры, выделяемые по результатам обработки гравимагнитных материалов. Они интерпретируются как глубинные очаги интрузивного магматизма, области гидротермальной проработки пород и локализации золотого оруденения /Александров и др., 1996/. Характерно, что подавляющее большинство из них контролируется вышеупомянутой Шахтерской КС регионального ранга, а часть - отбивается локальными кольцевыми образованиями.

Среди характеризуемых структур выделены два ранга. Один из них (ранг IV) охватывает структуры размером 12-20 км в поперечнике, что по типу металлогенических площадей соответствует рудным полям, другой (ранг V) представлен структурами размером 1-5 км и, по всей видимости, связан с ореолами максимальной проработки пород и оруденением в границах месторождений.

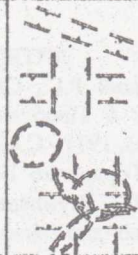

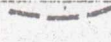
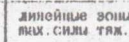

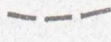
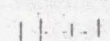




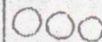
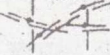

Таким образом, в результате проведенных исследований в районе Донбасса, выявлено три вида иерархически организованного металлогенически значимого геологического пространства. Два из них связаны соответственно с прямолинейным и криволинейно-кольцевым характером делимости земной коры в регионе. Однако металлогенически продуктивным является третий, формирующийся в результате взаимодействия первых двух видов. Совокупность выделенных здесь металлогенически значимых структурных элементов по масштабности и глубинности подразделена на три уровня, в рамках которых выделено пять ранговых подразделений, объединяющих 15 типов структур (табл. ). За



СХЕМА

Таблица

Соподчиненности металлогенически значимых структурных элементов Донбасса

Уровень структурной сложности (масштабность, габаритность)	Ранг структуры	Тип структуры	Проявленность структуры в различных митрициях (см. рис. 1)				Характер металлогенической значимости структуры (по Е.Т. Металову с дополнениями по Томсон и др., 1984; Фаррская и др., 1985; Металогения..., 1974)	
			Геологические	Космогеологические	Геофизические	Комплексные		
Трансконтинентальный (магнитный-астеносферный)	I	1. Протяженные линейменты (тысячи км.), отражающие зоны глобальной системы многоэтапного разломообразования и трещиноватости: - диагональная система - ортогональная система (сквозной тип)					Металлогенический пояс Рудокоцентрирующий пояс Рудокоцентрирующие области	
		2. Крупные кольцевые образования (d=400-600 км), отражающие многоэтапное воздействие магнитных энергогенерирующих очагов (геодинамические системы центрального типа)						
		3. Структурный узел, как отражение области пересечения и взаимодействия проложенных линейментов (1) и крупных кольцевых структур (2)						
Региональный (магнитный-астеносферный, литосферный)	II	4. Равномерно складчатые зоны дуговидной формы, являющиеся составной частью концентров крупных КС (2).			линейные зоны мех. силы тяж.		Металлогеническая зона (подзоны)	
		5. Равномерные зоны дуговидной формы, являющиеся составной частью концентров крупных КС (2)						
		6. Прямолинейные зоны разрывных нарушений, являющиеся составной частью трансрегиональных линейментов (1) ортогональной системы (сквозной тип)						Рудокоцентрирующие зоны (подзоны)
		7. Кольцевые образования (d=120 км), отражающие крупноблоковую делимость региона						Рудный район
Локальный (коровый)	III	8. Крупные (>20-25 км) единичные разломы и складчатые структуры положительного знака (антиклинали, купола и т.п.) в составе равномерно-складчатых зон (4)					Рудная зона	
		9. Крупные единичные разломы в составе дуговидных равнинных зон (5)						
		10. Крупные единичные разломы в составе равнинных зон сквозного типа (6)						
Локальный (коровый)	IV	11. Кольцевые образования (d=40-60 км), отражающие блоковую делимость межконцентрального пространства трансрегиональных КС (2)					Рудный узел	
		12. Области взаимопересечения (сочленения) структур II и III рангов					Рудный узел - рудное поле	
		13. Кольцевые образования (d=25-12 км) в областях взаимопересечения структур II и III рангов						
		14. Мелкие (25-12 км) складчатые структуры и разноориентированные оперяющие разрывы в областях взаимопересечения структур II и III рангов						
		15. Локальные структурные осложнения (5-1 км) в областях взаимопересечения структур II, III и IV рангов (брахиформные складки, мелкие блоки, области бронирования и т.п.)						Рудное поле - местоорождение

исключением специфических аномалий вариаций виртуальной плотности /по А.П. Иванову- Александров и др., 1996/ здесь пока не обнаружено характерных типов структур, которые можно было бы квалифицировать как только золоторудные. Вместе с тем выявленные закономерности могут быть использованы не только для оценки металлогенической значимости конкретных структур, но и с целью более эффективной реализации принципа последовательных приближений (стадийности) при проведении специализированных на золото прогнозно-геологических и поисковых работ различных масштабов.

#### ЛИТЕРАТУРА.

Айзберг Р.Е., Гарецкий Р.Г., Синичка А.М. Сарматско-Туранский линеамент Земной коры // Проблемы теоретической и региональной тектоники.- Москва: Наука, 1971.- С.41-51.

Александров А.Л., Гордиенко В.В., Деревская Е.И., Земсков Г.А., Иванов А.П., Панов Б.С., Шумлянский В.А., Эпов О.Г.. Глубинное строение, эволюция флюидно-магматических систем и перспективы эндогенной золотоносности юго-восточной части Украинского Донбасса .- Киев: Изд. ИФИ Укр. науч. асоц., 1996.- 74 с.

Быстревская С.С., Гавриш В.К., Недошovenко А.И., Земсков Г. А., Зыков Е. А., Семейюк Н.П. - Космотектоническая карта территории Украины и ее прогнозное значение.// Геол. журн. - 1985.- №6.- С. 18-24.

Гавриш В.К. Глубинные разломы, геотектоническое развитие и нефтегазоносность рифтогенов.-Киев:Наук.думка,1974.-160 с.

Гавриш В.К, Добрянский Л.А. Рудоконтролирующее значение некоторых широтных разломов в Донбассе // Докл. АН УССР. - 1982.- №10.- Сер. Б.- С. 3-6.

Галецкий Л.С., Соловьев Г.С., Николаенко Б.А. Широтные линеаменты Украины и их металлогеническое значение // Геофизические методы изучения систем разломов Земной коры и принципы их использования для прогнозирования рудных месторождений.- Днепропетровск: 1988 .- С. 78-80.

Ежов Б.В., Худяков В.И. Морфотектоника геодинамических систем центрального типа (новая глобальная концепция).- Владивосток: ДВНЦ АН СССР,1984.-129 с.

Земсков Г.А. К вопросу ранжирования кольцевых структур на Украинском щите // Использование аэрокосмической информации в геологии и смежных областях.- Москва.- 1987.- С.24-25.

Карта линейных и кольцевых структур УССР/Гл. ред. А.И. Зарницкий, 1:1 000 000.- Киев,1987.

Кириллов Г.И. Кольцевые флюоритоносные структуры. - М, 1984.- 38с.



Ковалевский С.А. Геологические черты линеамента 38-го меридиана в районе Чёрного моря // ДАН СССР.-1960.- №6.- С.

Комплект карт «Геология и металлогения юго-западной части Восточно-Европейской платформы (Украинский щит, Белорусский и Воронежский массивы)», 1:1000000. - Киев: ГПП «Геопрогноз», 1992. - 4 карты с объясн. Зап.

Летников Ф.А. Синергетика геологических систем. - Новосибирск: Наука, 1992. - 231с.

Металлогения Украины и Молдавии. /Отв. Ред. Я.Н.Белевцев.- Киев: Наук. Думка, 1974.- 511 с.

Науменко В.В., Николаенко Б.А., Оровецкий Ю.П. Палеосводы и металлогения Украинского щита // Геол. журн.- 1980. - №2.- С.80-88.

Панов Б.С. Глубинные разломы и минерогения линеамента Карпинского с позиций синергетического анализа. - Киев, 1994.-74с. - (Препринт / ИГМР АН Украины).

Садовский В.Н. Основания общей теории систем. -М.: Наука, 1974.- 279с.

Садовский М.А. Иерархия структур: от пылинок до планет // Земля и вселенная. - 1984.- №6.- С.4-9.

Томсон И.Н., Кравцов В.С., Кочнева Н.Т. и др. Металлогения скрытых линеаментов и концентрических структур.- М.: Недра, 1984.- 272с.

Фаворская М.А., Волчанская И.К., Сапожникова Е.Н. и др. Тектоника, магматизм и оруденение сквозных систем нарушений.- Москва: Наука, 1985.- 168с.

Шумлянський В.А., Заря В.Ф., Ивантишина О.М., и др. Геологическое строение и условия образования Ольховатского проявления сульфидной минерализации в отложениях карбона Главной антиклинали Донбасса // Докл. АН УССР. - 1990. - Сер. Б. - №6. - С.39-42.

Шумлянський В.А., Демихов Ю.Н., Деревская Е.И. и др. Геолого-генетическая модель Бобриковського золото-полиметаллического месторождения // Геол. журн. - 1994. - №3. - С.95-106.

Шумлянський В.О., Земсков Г.О., Александров О.Л. Регіональні кільцеві структури та їхня роль у локалізації ендегенного зруденіння в Донбасі // Вісник Львів. ун-ту.- 1994. - Сер. геол.-Вип. 12. - С. 160-161.



УДК 553.41:551.311.23

ГЕОХИМИЯ И МЕТАЛЛОГЕНЕЗ ЗОЛОТА В ЗОНАХ ГИПЕРГЕНЕЗА

Кулиш Е.А.

Золотоносные коры выветривания, зоны окисления сульфидсодержащих пород и руд являются продуктивной рудоконцентрирующей, сложной и интересной геохимической системой. Они исследовались М.Н.Альбовым, П.Ф.Иванкиным, В.М.Крейтером, Б.М.Михайловым, В.Г.Моисеенко, Н.В.Нестеровым, А.И.Перельманом, Н.В.Петровской, И.С.Рыжковым, Н.А.Росляковым, С.С.Смирновым, Ф.В.Чухровым, А.Е.Ферсманом и др.

Важность и актуальность изучения геохимии золота, его концентраций в зонах гипергенеза определяется: 1 - наличием здесь многочисленных и разнообразных месторождений золота; 2 - возможностью поисков и оценок скрытых и погребенных коренных золоторудных месторождений, так как повышенные содержания золота в остаточных корах выветривания являются надежным признаком наличия под ними эндогенных коренных концентраций золота; 3 - необходимостью более детального исследования условий образования месторождений золота гипергенных типов, формирования золотых самородков и т.п.

Коренные золотоносные породы и руды, по которым создаются гипергенные концентрации золота, зачастую сами по себе не представляют промышленного интереса, так как они несут низкие содержания золота, находящегося в труднообогатимой форме /тонкая вкрапленность в сульфидах, кварце, силикатах и др./, имеют заметную мышьяковистость и т.п.

Формирующиеся гипергенные месторождения золота в числе положительных критериев характеризуются тем, что большинство из них лежит на небольших глубинах и может обрабатываться открытым способом, руды их рыхлые, дезинтегрированные /уменьшенные плотности против коренных до 2-х раз/, маломышьяковисты, достаточно технологичны и легко обогатимы /золото в свободной форме с заметной долей относительно крупнозернистых и самородковых индивидов/ и т.д. Нередко в образованиях некоторых зон гипергенеза по сравнению с коренными породами и рудами содержание валового золота снижается в 2-4 раза, однако их приповерхностное положение, рыхлость и более высокая технологичность делают их объектом эксплуатации, например, на австралийских месторождениях Баддингтон и Глэссон, где коренные руды имеют до 8 г/т, а руды кор выветривания - до 2,5 г/т.

При денудационном разрушении золотоносных кор и зон выветривания, при их переотложении, зачастую, создаются промышленные кол-

лювиальные, пролювиальные, аллювиальные и иные россыпи золота.

Золото совместно с другими элементами активно мигрирует и перераспределяется во всех типах выветривания коренных пород и руд с аномально повышенными его содержаниями, особенно при наличии в них тех или иных количеств первичных сульфидов /от убого- и мало-сульфидных до сульфидсодержащих и сульфидных/.

Активность миграции золота и других элементов, особенности их выноса-привноса определяются коэффициентом накопления, т.е. отношением содержания конкретного элемента в определенной зоне /участке/ коры выветривания или в коре выветривания в целом, к содержанию этого элемента в материнских, исходных породах. По величине этого коэффициента породообразующие и рудные элементы могут быть для каждого конкретного процесса или объекта выстроены в последовательные миграционные ряды.

Формирование промышленных концентраций золота в зонах гипергенеза /остаточные, площадные и линейные коры выветривания, зоны окисления-цементации, карст и т.п./ определяется многими факторами /Нестеров, 1973; Росляков, 1981 и др./. Главнейшие из них следующие:

1. Геоморфологические, гидрогеологические и климатические обстановки обуславливают характер, длительность и распространенность определенных гипергенных процессов, протекающих в конкретных условиях рельефа, обводненности, температур и т.п. Известно, например, что латеритные коры выветривания создаются в жарком, влажном климате и т.п.

2. Геотектоническое положение и структурное состояние преобразуемых пород. На поверхности относительно однообразных комплексов развиваются площадные, покровные коры выветривания. В крутопадающих и субвертикальных ослабленных, трещиноватых зонах, зонах разломов, на контактах геологических тел и т.п. - формируются линейные коры выветривания. Трещиноватость, рассланцеватость, пористость, проницаемость, гетерогенность и неоднородность сложения пород, особенности их взаимоотношения, напластования, литологическая, петрологическая /породная/ неоднородность, контакты между породами, различного рода дизъюнктивные нарушения обеспечивают достаточную вертикальную и послойную проницаемость и циркуляцию в этих породах поверхностных и подземных вод - одного из главнейших агентов выветривания. Благоприятными структурами для создания гипергенных концентраций золота являются: поверхности выравнивания, эрозионно-денудационные депрессии; карстовые системы; границы разноприподнятых блоков, зоны разломов; узлы пересечения разноориентированных дизъюнктивов, зоны тектонических нарушений; жильные зоны, зоны структурных и



стратиграфических несогласий, вулкано-тектонические структуры и др.

3. Вещественный состав, уровень и особенности золотоносности коренных /материнских/ пород и оруденелых зон определяют возможность, характер и масштабность мобилизации, миграции и концентрации золота.

В материнских породах с кларковыми или околоскларковыми содержаниями первичного золота, независимо от их состава, характера и интенсивности выветривания - золото в этих корах не накапливается, не создает промышленных концентраций, разубоживается и выносятся из них.

Чем выше содержание золота на массу пород и руд и чем меньше размерность индивидов золота в материнских породах, чем больше в них сульфидов и арсенатов, а также оксидов железа, карбонатов, силикатов и т.п., и чем больше их разнообразие, чем многометалльное коренные породы и руды (Au, Fe, Mn, Cu, Pb, n, Ag, Sb и др.), чем более податливы эти образования к гипергенному разложению, чем более дифференцирование коры выветривания, больше их мощность, чем лучше они защищены от последующих эпигенетических /поверхностных/ процессов, тем перспективнее они на вторичное /гипергенное/ золотое оруденение, - тем большие возможности создания существенных накоплений гипергенного золота. Наиболее оптимальные количества золотоносных сульфидов обычно составляют 5-10 % и более.

Особенно благоприятны для этих явлений следующие золотоносные ассоциации, являющихся источником золота для гипергенных процессов: переслаивающиеся основные, ультраосновные, карбонатные, углеродистые, сульфидсодержащие толщи: наличие в толщах золото-сульфидоносных жил; линейные зоны, штоки и другие структуры расселинной прожилковой вкрапленной сульфидизации; сульфидсодержащие метасоматические зоны и иные структуры, особенно в ультрабазитовых и вулкано-тектонических комплексах колчеданные, полиметаллические, сульфид-порфиновые месторождения; толщи железистых кварцитов, итабиритов /например, в Австралии и Бразилии/ и т.п.

Углеродистые, карбонатные, железистые, марганцевистые, сульфидоносные и иные породы обладают спецификой химической активности и участия в процессах выветривания, определенным образом сдерживают или усиливают просачиваемость гипергенных вод, изменяют составы и состояние проникающих растворов. В соответствующих ус-



ловиях они непосредственно являются осадителями, концентраторами подвижного золота, создавая конкретные геохимические барьеры.

4. Наличие сульфидоносных /арсенадоносных/ и сульфидных материнских пород является одним из неперенных условий создания гипергенных залежей золота, что обусловлено тем, что сульфиды и арсенаты: 1 - являются главными носителями исходных концентраций золота, которое высвобождается при разложении сульфидов и арсенатов в растворимой и тонкодисперсной форме; 2 - при окислении и разложении поставляют в проникающие растворы  $\text{SO}_3^{-2}$ , а в восстановительных условиях -  $\text{S}^{-2}$ , что приводит к созданию сернокислых, сульфатных, сульфидных вод - активных мобилизаторов и транспортеров растворенного золота; 3 - играют катализирующую роль при разложении пород, руд, минералов, при окислении и восстановлении их компонентов; 4 - создают окислительно-восстановительные барьеры, т.е. восстанавливают проникающие сверху золотоносные окисленные растворы, что обеспечивает осаждение золота.

5. Карбонатные породы имеют важное значение в гипергенном золоторудобразовании, так как они: 1 - обеспечивают углекислотный потенциал растворов, что способствует переходу золота в подвижное состояние или высвобождению его из минералов - носителей /сульфидов, силикатов и т.п./; 2 - создают кислотно-щелочные барьеры, т.е. снижают кислотность золотоносных растворов, что приводит к осаждению золота; 3 - участвуют в гидролизе и осаждении оксидов и гидрооксидов железа, марганца и других металлов, а также сульфидов, что в свою очередь способствует накоплению хемогенного, коллоидного и сорбированного золота; 4 - являются средой для проявления карста и накопления золота карстовой природы.

6. Роль органического, углеродистого вещества в создании гипергенных концентраций золота имеет несколько аспектов. Гуминовые и другие органические кислоты поверхностного и близповерхностного происхождения проникая вниз с просачивающимися поверхностными водами увеличивают их кислотность и тем самым участвуют в кислотном выщелачивании пород и руд, в растворении золота и других элементов. Углеродистые, а тем более углеродисто-сульфидоносные породы, проявляя себя как барьеры и буферы, восстанавливают проникающие в них окисленные золотоносные растворы, что способствует осаждению золота. При проникновении органического вещества гумусовой природы в зоны гипергенеза золотосодержащих пород создаются многообразные комплексные золото-органические соединения весьма мобильные и вместе с тем довольно чувствительные

к изменениям /барьерам/ окислительно-восстановительной и кислотно-щелочной среды, а также  $Pt$  и др. Поэтому, в соответствующих  $P$ ,  $T$ ,  $pH$ ,  $E_h$  условиях, при изменении концентраций растворов или их смешении происходит осаждение золота. Углеродистое, углистое, графитистое вещества обладают достаточно высокой сорбционной способностью относительно золота.

7. Имеются убедительные данные об активном и дифференцированном участии микроорганизмов в разложении первичных золотосодержащих сульфидов и в укрупнении частиц золота в зонах гипергенеза /Моисеенко и др., 1987/.

8. К числу важных факторов выветривания, мобилизации и перемещения золота относится дифференцированность среды выветривания в отношении кислотности-щелочности /уровней  $pH$ / . Кислая среда создается за счет окисления сульфидов и арсенатов / $SO_3^{-2}$ ,  $S_2O_3^{-2}$ ,  $AsO_4^{-2}$  и т.п./, а также участием поверхностных  $CO_2^{-2}$ , гуминовых и иных кислот. В восстановительных условиях к этим кислотным анионам присоединяется  $S^{-2}$ , происходящего при восстановлении сульфатов и разложении сульфидов. В зонах гипергенеза сильноокислые, кислые, сильнощелочные и щелочные окислительные условия среды способствуют активной мобилизации и миграции золота. Наиболее благоприятными для концентрации золота в окислительных условиях являются слабощелочные, слабокислые и нейтральные среды.

9. Весьма значимыми при выветривании пород и руд, в создании гипергенных концентраций золота являются процессы окисления-восстановления /уровни  $E_h$ / . Зоны гипергенеза, расположенные выше уровня грунтовых вод, характеризуются окислительными условиями /окислитель - кислород, оксиды железа, марганца и др./ . Находящиеся ниже грунтовых вод коренные и уже выветрелые образования подвергаются восстановлению /восстановители - сульфиды, сероводород, создаваемый при кислотном разложении сульфидов, углеродистые и органические вещества,  $Fe$  - силикаты и др./ . Находящиеся здесь воды /растворы/ также имеют восстановительные свойства и осуществляют такие процессы. В окислительных зонах развиты гидрооксиды и оксиды  $Fe$ ,  $Mn$ ,  $Al$ ,  $Ti$ , в восстановительных - сульфиды, карбонаты, сера и др. Геохимия золота в зависимости от уровня  $E_h$  весьма сложна /Баранова и др., 1981; Летников и др., 1981; Росляков, 1981 и др./ .

Активные рудоформирующие, в том числе и золоторудные, процессы осуществляются в местах сопряжения зон окисления с зонами вос-



становления, представляющих по сути окислительно-восстановительные геохимические барьеры, или при наложении восстановительных условий на продукты более раннего окислительного этапа. Совокупность, совмещение, последовательное наложение этих зон /процессов/ и определяют формирование сложных по морфологии, строению и составу золоторудных концентраций. При наложении, телескопировании восстановительных процессов на ранее окисленные образования осуществляются интенсивная миграция, привнос, концентрация и перераспределение золота с формированием рудных столбов и других типов с богатыми золотыми рудами. Кроме того, проникающие в окисленные рыхлые образования восстановительно-кислые воды выщелачивают здесь ряд компонентов, восстанавливают до двухвалентного /подвижного/ состояния железо и марганец и выносят их из профиля выветривания. Это приводит к накоплению здесь остаточных компонентов, в том числе и золота. В этом отношении такие явления сходны с концентрированием золота при окислительно-кислотном выщелачивании. При описываемом восстановительно-кислотном процессе создаются осветленные породы, кварцевые сыпучки и т.п. Специфика такого наложения, телескопирования условий обусловила двухэтажное строение этих участков кор выветривания /зон окисления/, причем наиболее высокие концентрации золота отмечаются в верхней и нижней частях залежей эпигенетически измененных окисленных руд. Например, на месторождении Кенгир /Алтай/ при двухэтажном проявлении таких процессов содержание золота в измененных окисленных рудах местами в 5 раз увеличивается /Росляков, 1981/.

Ю. Мобилизации /растворении/, миграции и концентрации золота и сопутствующих ему металлов в зонах гипергенеза весьма способствуют электрохимические процессы /реакции/. Особенно они проявляют в графит- и сульфидсодержащих образованиях, где эти процессы активно участвуют в осаждении золота, в укрупнении его индивидов, в формировании самородков, золоторудных столбов и т.п.

II. В создании гипергенных накоплений золота существенную роль играет адсорбирование тонкодисперсного золота широко развитыми здесь гидроксидами железа и марганца, коллоидами кремнезема, глинистыми минералами. В частности, это демонстрирует то, что в ряде случаев лимониты /в том числе и перетложенные/ более богаты золотом, чем первичные пириты, по которым они создавались. Гидроксида и оксиды железа и марганца, развивающиеся на сульфидоносных породах, наряду с золотом обогащаются также  $Ag$ ,  $Pb$ ,  $Zn$ ,  $Bi$ ,  $As$  и др. Окры, залежи гидроксида марганца и железа, оло-



видные породы, глины при наличии в них высоких содержаний золота могут представлять самостоятельный промышленный тип гипергенного золотого оруденения.

2. Водные растворы зон гипергенеза, сложные, химически активные и высоко подвижные солесодержащие системы в верхних горизонтах /до уровня грунтовых вод/ характеризуются повышенной кислотностью /  $\text{SO}_3^{-2}$ ,  $\text{CO}_2^{-2}$ , гуминовые и другие кислоты/, окислительностью, несут ионы различных металлов, органические соединения и др. По преобладающему компоненту здесь выделяются сернокислые, углекислые, карбонатные, хлоридно-сульфатные, сульфатные и иные воды. Учитывая, что здесь господствует разложение сульфидов и их окисление, ведущими являются сульфатные и тиосульфатные компоненты. При инфильтрации и взаимодействии с золотоносными материнскими образованиями эти растворы выщелачивали и растворяли золото. Ниже уровня грунтовых вод эти растворы имеют уже восстановительный характер, широкий диапазон pH, т.е. от сильнокислотных, через слабокислотные и нейтральные до слабо- и сильнощелочных. Концентрации и содержание растворенных веществ, в том числе и золота подвержены значительным колебаниям.

13. Геохимия золота, в том числе и в зонах гипергенеза, особенности его мобилизации, растворения, миграции и концентрации весьма сложны, многообразны и зависят от уровней и сочетаний многих физико-химических, вещественных, динамических и иных факторов /Баранова и др., 1981; Лещников и др., 1981; Моисеенко и др., 1979; Росляков, 1981 и др./ . При инфильтрации и взаимодействии поверхностных и подземных вод /растворов/ с золотоносными материнскими породами и продуктами выветривания происходило выщелачивание из них золота, растворение его.

Чем тоньше зернистость первичного золота, чем теснее оно сопряжено с сульфидами, арсенатами, карбонатами и углеродистыми веществами, тем выше его химическая активность и растворимость.

Мобилизация и транспортировка золота обуславливалась соответствующим состоянием /pH, E<sub>h</sub>, P, T/, составом; концентрацией и динамикой проникающих вод. Растворению и миграции золота способствует наличие в растворах серы, водорода, кислорода, углекислоты, щелочных, черных и цветных металлов, органических соединений и др. В сульфатной окислительной достаточно щелочной /содовой/ или кислой среде золото активно растворяется и переносится. Золото активно переходит в раствор, содержащий органичес-

кие кислоты /гуминовые и др./, образуя подвижные металлоорганические комплексы. Умеренно восстановительные условия в достаточно кислой среде обеспечивают переход золота в раствор, его десорбцию из гидроксидов и оксидов металлов и других минералов.

Высвобожденное из коренных пород и минералов золото с гипергенными водами перераспределяется, мигрирует преимущественно вниз по профилю выветривания в тонкозернистом, дисперсном, коллоидном, растворенном состоянии. Золото в растворах переносится в форме: ионов  $Au^{+1}$ ,  $Au^{0/p-p/}$ , разнообразных по составу и степени сложности комплексных соединений, с  $S^{-2}$ ,  $S^{-3}$ ,  $Cl^{-1}$ ,  $SO_3^{-2}$ ,  $OH^{-1}$ ,  $S_2O_3^{-2}$  и других металлоорганических комплексов и т.п.

Масштабность и характер миграции, положение золота в миграционных рядах и петрогенных элементов, особенности и количества накопления золота в различных зонах профилей того или иного типа выветривания изменяются в широких пределах, что зависит от многообразия физико-химических, вещественных и иных условий выветривания.

Мигрируя вниз или в стороны, в редких случаях телескопируясь вверх, золотоносные растворы при изменении физико-химических условий /Р, Т, рН, Е<sub>h</sub>/, концентраций, вещественного состава, смещении растворов иных характеристик, при выходе на различные геохимические барьеры, отлагали вторичное гипергенное золото.

В слабощелочной, нейтральной, слабокислой, окислительной среде золото осаждается совместно с гидроксидами и оксидами железа, марганца и других металлов, карбонатами, скородитом и др. Оно осаждается в нейтральной карбонатной и хлоридно-сульфатной обстановке. Существенно восстановительные условия способствуют осаждению золота совместно с сульфидами, серой, карбонатами и др. Отмечается прямая связь между уровнями содержания гипергенного золота и количеством вторичных сульфидов и серы.

Миграция и концентрация золота чаще всего регулируется наличием различных геохимических барьеров : щелочно-кислотных, восстановительно-окислительных, сорбционных, сульфатно-сульфидных, карбонатных, углеродистых, концентрационных и иных, которые создаются сопряжением растворных потоков между собой и взаимодействием их с вмещающими породами.

Концентрирование золота в гипергенных зонах осуществляется следующими путями: I - обогащение первичным золотом разлагаемых руд и пород за счет выноса из них больших масс других /подвиж-



ных/ компонентов, т.е. за счет уменьшения их объемной массы. Коэффициенты концентрации такого остаточного /первичного/ золота редко превышает величину 2. 2 - накопление в различных пустотах, трещинах, ловушках, проседаемого, промываемого сверху мелкого, тонкого и тонкодисперсного золота, при этом создаются обогащенные зоны, участки, струи и т.п. 3 - концентрация /выпадение, осаждение/ коллоидного, растворенного золота из привнесенных сверху растворов и вод, что происходит при изменении Eh, pH, P, T, концентрации, смешении растворов, выхода их на различные геохимические барьеры и т.д. Существенные концентрации растворенного золота отлагаются также в зонах застойных рудничных вод. Наиболее обогащенные золотом горизонты /участки/ тяготеют к верхам зон цементации, к зонам накопления вторичных сульфидов, серы, барита, опала, кварцевым сыпучкам и т.п. 4 - сорбирование золота гидроксидами и оксидами железа и марганца, глинами, коллоидами кремнезема и другими, причем местами, особенно при изменении pH и активном промыве пород, отмечается и десорбция золота. 5 - локальное перераспределение металла с увеличением размеров его индивидов, вплоть до создания самородков. Процессы /2-4/ создают в нижних частях профилей выветривания зоны вторичного обогащения золота.

Вычислено, что общее количество золота во всей массе продуктов выветривания в сравнении с количеством золота в исходных материнских породах и рудах в той или иной мере всегда ниже, что указывает на определенный, иногда значительный вынос золота /как и других металлов/ за пределы зон выветривания, окисления, цементации и т.п.

Пробность гипергенного золота в сравнении с золотом коренных образований почти всегда повышается, чему способствуют условия его формирования /кислая, сульфатная, галлогенная среда и т.п./. В более редких случаях /при выветривании золото - серебряных, золото - сурьмяных и иных образований; тиосульфатная среда и т.п./ создается серебрсодержащее золото, низкопробное "горчиное" золото и т.п.

В местах первичного обогащения, где развито остаточное золото, его индивиды сохраняют в значительной мере признаки и состав исходного эндогенного золота. Создаваемые индивиды золота в зонах вторичного обогащения разноразмерны: от тонкодисперсного до самородков многообразной формы /зерна, пластинки, дендриты,



неправильной формы/, агрегаты зерен. Они зональны, отмечаются следы нарастания и травления, нарастание вторичного золота на первичное и т.п. Отмечается тонкая вкрапленность гипергенного золота во вторичных оксидах и гидроксидсах железа и марганца, сульфидах, гидрослюдах, каолинитах, опалах, карбонатах и т.п.

Таким образом, интенсивность высвобождения, перераспределения, миграции и концентрации золота в зонах гипергенеза зависит от урона и масштабов золотоносности и сульфидоносности пород и субстрата; интенсивности, степеней и длительности воздействия агентов выветривания и благоприятного сочетания рудолокализирующих факторов. Зоны обогащения золота более или менее отчетливо сопряжены с конкретными зонами профилей выветривания, особенно с их границами, что объясняется изменением здесь соответствующих физико-химических и вещественных условий локализации золота.

14. В зонах гипергенеза, сопряженно с накоплением золота, зачастую создаются, иногда довольно значительные залежи каолина, бокситов, железистых охр, силикатного никеля и кобальта, вторичных сульфидов, серы, гипса, фосфоритов, маршалитов, марганцевистых образований, повышенные концентрации меди, свинца, цинка, серебра, теллура, сурьмы, ванадия, молибдена, иттрия и др.

15. При гипергенном разложении золотоносных, обычно сульфидсодержащих пород, создаются полные, чаще неполные профили гидрослюдистого, каолинового, реже латеритного характера, обычно сернокислого типа, с проявлением зон окисления и восстановления /цементации/. Коры выветривания, зоны окисления - цементации, унаследовав вещественно-структурную неоднородность коренных пород, их дизъюнктивные и пликвативные деформации, усугубленные вещественными, структурными и морфологическими изменениями при гипергенезе имеют сложное неоднородное, зональное, блочное, мозаичное и иное строение.

Знание роли этих факторов в особенностях геохимии и металлогении золота в различных условиях зон гипергенеза, в создании промышленных концентраций золота, применительно к определенным золотоорудным провинциям, в том числе и к УКРАИНЕ, позволит более надежно и обосновано прогнозировать и оценивать конкретные регионы и структуры в отношении гипергенных месторождений золота.

ЛИТЕРАТУРА

- Баранова Н.Н., Рыженко Б.Н. Система Au-Cl-S-Na-H<sub>2</sub>O в связи с условиями переноса и отложения золота в гидротермальном процессе /моделирование на ЭВМ/. Геохимия, 1981. № 7. - С. 989-1001.
- Летников Ф.А., Вилор Н.В. Золото в гидротермальном процессе. М.: Недра, 1981. - 223 с.
- Моисеенко В.Г., Малахов В.В. Физико-химические условия эндогенного рудообразования. М.: Наука, 1979. - 200 с.
- Моисеенко В.Г., Маракушев С.А. Бактериальное концентрирование, укрупнение и "облагораживание" золота в зоне окисления золоторудных месторождений и россыпал. - Благовещенск: АмурскиИРАН, 1987. - 48 с.
- Нестеров Н.А. Вторичная зональность золоторудных месторождений Якутии. - М.: Недра, 1973. - 172 с.
- Росляков Н.А. Геохимия золота в зоне гипергенеза. Новосибирск, Наука, 1981. - 240 с.

УДК 553.41:551.311.23/477/

## ВЕЩЕСТВЕННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ГИПЕРГЕННЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЗОЛОТА И ИХ ПЕРСПЕКТИВЫ В УКРАИНЕ

Кулиш Е.А., Комов И.Л., Лебедь Н.И.

Гипергенные концентрации золота, его месторождения в различных корах выветривания многообразных породных комплексов, сульфидных, железорудных и иных толщ, являются одной из ведущих групп геолого-промышленных типов месторождений, из которых в прошлом и ныне извлекается значительное количество драгоценного металла. Важным преимуществом таких месторождений является благоприятные технологические качества руд с отчетливым преобладанием свободного /самородного/ золота над другими его формами, а также относительная "рыхлость", дезинтегрированность рудной массы. Знание геологических, вещественных и генетических условий формирования и закономерностей размещения таких месторождений является главной основой прогноза и оценки этих объектов на конкретных территориях и прежде всего в Украине.

На основании собственных данных /Якутия, Дальний Восток, Енисейский край, Украина/ и анализа опубликованного материала /Михайлов, 1986; Росляков, 1981 и др./ выделяются несколько минералого-геохимических типов золоторудных концентраций зон гипергенеза. Причем разделение их обладает некоторой условностью, учитывая специфику рассматриваемых процессов, а также их общность, заключающуюся в том, что в основе вторичных концентраций золота всегда должно быть наличие в материнских породах тех или иных первичных количеств золота и сульфидов.

Активность и масштабность мобилизации, миграции и концентрации золота, контрастность его динамики /коэффициентов концентрации - отношение вторичных концентраций к первичным/ возрастают в ряду зрелости кор выветривания: гидрослюдистые → каолиновые → латеритные, завершают этот ряд зоны окисления золотоносных сульфидсодержащих пород и руд. Динамика золота и родственных ему элементов определяется здесь прежде всего составом первичных пород /руд/, характером, интенсивностью и длительностью процессов выветривания, в т.ч. поверхностных вод /растворов/, воздуха, органического вещества, микроорганизмов и т.д.



I. ГИДРОСЛЮДИСТЫЕ, ГИДРОСЛЮДИСТО-КАОЛИНОВЫЕ, КАОЛИНОВЫЕ КОРЫ ВЬВЕТРИВАНИЯ. Собственно гидрослюдистые и каолиновые коры выветривания имеют отличительные друг от друга вещественно-генетические особенности и специфику геохимии золота в них, однако эти различия в изучаемых аспектах не столь существенны, что позволяет рассматривать их здесь совместно.

Отличительной чертой кор выветривания любого типа, развитых на кристаллических образованиях, является их вертикальная зональность, сопровождаемая сменой снизу вверх горизонтов с различной степенью разложения и дезинтеграции материнских пород, с образованием растворимых, нерастворимых и тонкодисперсных компонентов, свободных оксидов, гидроксидов и других соединений. При их формировании главные, второстепенные и рудные элементы имеют различную миграционную способность и в соответствии с величиной коэффициентов накопления, создают конкретные миграционные ряды.

Гидрослюдистые коры выветривания развиваются преимущественно на средних и основных по составу породах, каолиновые — по кислым, гранитоидным, существенно полевошпатовым образованиям. В отличие от более зрелых каолиновых кор, менее зрелые гидрослюдистые коры имеют слабо расчлененный профиль, более низкую степень дифференциации элементов-индикаторов, обычно малую мощность /до 55 м/. Каолиновые коры могут развиваться до глубин 480 м. Гидрослюдисто-каолиновые коры характеризуются вертикальной зональностью, обусловленной постепенным уменьшением степени гипергенных преобразований материнских пород /карбонатных, графитистых, биотитсодержащих, сульфидоносных и т.п./ с глубиной. Карбонаты, силикаты, алюмосиликаты, сульфиды и другие минералы разлагаются, часть их компонентов выносится вначале с формированием гидрослюд и железистых охр, а затем только каолинита, с сохранением устойчивых к выветриванию минералов /циркона, монацита, шеедита, силлиманита, граната и т.п./.

Типовой профиль гидрослюдисто-каолиновых кор выветривания золотосодержащих пород и золоторудных месторождений представлен следующими зонами /снизу вверх/: I — породы субстрата /слюдисто-карбонатные сланцы, метасоматиты и т.п./, содержащие кварц, мусковит, кальцит, анкерит, сульфиды и др.; 2 — зона дезинтегрированных пород с окисленными сульфидами; 3 — зона гидрослюдистых пород, необохранная сыпучка, песчано-

-суглинистые породы, маршалиты и т.п. Они содержат гидрослюда, каолинит, кварц, гетит, гидрохлорит, сурьмяные оксиды и др.; 4 - зона каолинита, обохренная сыпучка, несущие каолинит, гидромусковит, мелкозернистый кварц, гетит и т.д.; 5 - охры каолиновые с лимонитом, гетитом, кварцем, каолинитом и т.п.

Генерализованный миграционный ряд второстепенных элементов для кор выветривания гидрослюдисто-каолинового типа, развитых на гранитоидах Украинского щита: Mo /0,2/, Ba/0,4/, Ni /0,6/, Sc(0,7), Sr(1), Cu(1), Zn(1,2), Pb(1,3). Это показывает, что при формировании таких кор на гранитоидах из них выносятся Mo, Ba, Ni, Se и др.

Обобщенный миграционный ряд компонентов гидрослюдистых и каолиновых кор выветривания по базит-ультрабазитовым образованиям, обогащенных рудными компонентами, по значениям коэффициентов накопления представляется следующим: Mg(0.01), Ca(0.02), CO<sub>2</sub>(0.03), S(0.1), K(0.35), Mn(1), Zn(1.2), Au(1.3), Na(1.5), Si(2), Fe(2), Hg(2), W(2.5), Ti(2.6), Sb(3). Как видим, в зонах гипергенеза на золотоносных объектах наряду с золотом накапливаются цинк, ртуть, вольфрам, сурьма и др. Причем интенсивность оруденения золота и других сопутствующих металлов в ряде случаев может возрастать многократно по сравнению с коренными породами. Коэффициент накопления золота в гидрослюдистых корах ниже чем в каолиновых, где он может достигать величины 8,5 /Росляков, 1981/.

В корах выветривания мобилизуемое, мигрирующее, концентрируемое и перераспределяемое золото высвобождалось при разложении содержащих его сульфидов, силикатов и карбонатов, а также при преобразовании его свободных тонкодисперсных и мелких частиц. Последние весьма активно подвергаются воздействию агентов выветривания. Отмечаются неоднократные процессы мобилизации и накопления золота в остаточных продуктах этих кор выветривания.

Концентрация золота в этих корах выветривания осуществляется путем обогащения им продуктов выветривания за счет выноса подвижных главных компонентов и вследствие концентрации золота в восстановительных нижних зонах, привносимого из верхних зон выветривания. Вторичное золото здесь накапливается за счет осаждения из растворов, выпадения коллоидов и тонкодисперсных частиц, адсорбции золота на гидрооксидах и оксидах железа, каолините, гидрослюдах и т.п. В накоплении и сохранении



золота в корях выветривания положительно сказывается мощность элювиальных покровных образований, которые служат экраном для предохранения гидрослюдисто-каолинового профиля выветривания от эпигенетических, поверхностных преобразований. Отмечается зависимость степени гипергенного концентрирования золота от состава исходных пород, от характера и уровня их золотоносности. Различные породы /осадочные, метаморфические, магматические/ обладают различной устойчивостью к выносу из них золота при гипергенном преобразовании. Устойчивость возрастает в ряду пород: среднего состава → кислого → основного и ультраосновного / Росляков, 1981 /.

Золоторудные месторождения, сопряженные с гидрослюдисто-каолиновыми корями выветривания, имеются в Якутии, Саянах, Енисейском крае, Урале и др.

Проиллюстрируем это на примере Енисейского края. Золото-сульфидное месторождение Олимпиадинское локализуется в пределах центрального антиклинория Енисейского края. Оно приурочено к терригенно-черносланцевым горизонтам метаморфической толщи верхнепротерозойского возраста. Месторождение комплексное, наряду с золотом содержит значимые количества вольфрама, сурьмы и ртути. В пределах месторождения выделяется два типа руд: 1/ первичные, 2/ вторичные /гипергенные/.

Первичные прожилково-вкрапленные золото-сульфидные руды связаны с метасоматическими образованиями различного состава с общим количеством сульфидов 3-5 %, среди которых выделяются арсенопирит, пирротин, а также пирит, бертьерит, антимонит, шеелит, реже халькопирит, сфалерит, блеклая руда, ульманит, гудмундит, ауристобит, киноварь, самородное золото и сурьма. Золото преимущественно связано с арсенопиритом /50-60 %/; отмечается также тонкодисперсное /свободное/ золото /30-40 %/.

Второй тип руд связан с корями выветривания, сформированными за счет гипергенного преобразования первичных золото-сульфидных руд. В этих рудах различают два типа золота: остаточное и перестроенное, наряду с золотом в различной степени окисленных сульфидах с формированием по ним псевдоморфоз гематита и гетита с примесью скородита, гидроксидов Fe и Mn, оксидов сурьмы /стибиконит, трипутиит, гидромеит/, а также гидроксида вольфрама /тунгстит/ /Генкин и др., 1994/. Широким развитием пользуется перестроенный шеелит, который про-



растает иголочками Fe-Sb оксиды и содержит примесь Au от 0,04 до 0,5 г/т.

Особенно это важно для оценки проявлений золота, связанных с корами выветривания, их состав и особенности выветриваемых и размываемых коренных источников /руд и их минералов/. Исходя из объемного анализа месторождения можно заключить о значительных масштабах денудированного рудного материала.

Образование первичных руд происходило в интервале температур 380-220 °С. Рудный этап протекал на фоне интенсивных гидротермально-метасоматических преобразований пород, и сопровождался формированием метасоматитов кварцево-карбонатного состава.

Процесс окисления и гипергенного преобразования золото-сульфидной минерализации с образованием оксидов металлов начался при температуре 200 °С. Температуры гомогенизации вторичных включений в кварце из гипергенных рудных зон указывают на три температурных интервала пострудных преобразований. Первый - при 200-165 °С, второй - при 140-105 °С, третий - при температуре менее 140 °С. /Прскофьев и др., 1994/. С третьим этапом связано формирование гидроксидов рудных металлов. Характерными минералами кор выветривания являются: гидрослюда, оксиды Fe и Sb, каолинит, шеелит, гидроксиды Fe, Mn, стибиконит, гидроромеит, трипугнит, тунгстит, золото /перетложенное/ и др.

В сульфидно-вкрапленных рудах золота, связанных со слюдино-кварц-карбонатными метасоматитами, вдоль зон межпластового скольжения развивается кора выветривания глубиной до 400 м. Тектонические нарушения, разноориентированная и неравномерная трещиноватость обусловили блочное строение этих кор выветривания. Изменения сопровождались разложением силикатов, сульфидов, выщелачиванием карбонатов, образованием лимонитов, гетитов и др. Высвобождаемое железо в верхних горизонтах окислялось и гидролизировалось.

На сульфид-, углеродсодержащих слюдино-карбонат-кварцевых золотоносных метасоматитах и находящихся в них сульфидно-вкрапленных золоторудных залежах вначале развивается зона гипергенной дезинтеграции этих образований, переходящая выше по профилю в зону ожелезнения, каолинизации и серицитизации, завершаясь формированием однообразной по минералогическому и химическому составу тонкозернистой ли-

монит-кварц-серицит-каолиновой сыпучки. В этой сыпучке фиксируются более высокие содержания золота по сравнению с материнскими рудами. В зонах нарушений /обычно унаследованных/ в своеобразных лозушках создавались полосы более обогащенные золотом. Гипергенные руды отличаются небольшим содержанием рудных минералов /в среднем 8 %/ и преимущественно кварцево-глинистым составом. Золото обогащено W /десятые доли %/. Золото окисленных руд самородное, тонкодисперсное, не превышает 60 мкм /90 %/. Самородное золото гипергенное остаточного генезиса, сформировалось в результате окисления арсенопирита и вентимонита, содержащих золото. Их преобразование сопровождалось перекристаллизацией и укрупнением золота; образовывались губчатые сростки, нитевидные индивиды и массивные золотины. Кроме тонкодисперсных и пылевидных индивидов /0,001-0,1 мм./, периодически отмечается более крупное золото, относимое к мелкому и среднему классам. Пробность ранних генераций золота 910-997, позднее золото, обогащенное ртутью и ассоциирующее с сурьмой имеет пробность 647-755.

Обогащение золотом гипергенно-измененных метасоматитов /кор выветривания/ происходило прежде всего за счет выноса из них больших масс подвижных петрогенных элементов, а также за счет привноса золота из верхних частей профиля выветривания в нижележащие. Содержание золота с глубиной повышается, однако ниже подошвы окисленных руд гипергенная миграция золота в карбонатной среде исходных метасоматитов прерывалась и оно концентрируется здесь в карманах и углублениях зон окисления.

На основе анализа наших данных и имеющейся информации /Ли и др., 1990/ нами выделяются следующие типы кор выветривания: 1 - гидрослюдистые, мощностью до 180 м; 2 - каолиновые, мощностью до 200 м /рис. /.

Первые развиваются по углеродсодержащим метасоматитам с образованием песчано-суглинистых пород, в составе глинистой фракции преобладают гидрослюда и гетит. Из пород выделячиваются карбонаты, отмечается гидратация мусковита и биотита. Определена миграционная способность ряда элементов и коэффициенты их накопления /отношение содержания элементов в корях выветривания к их содержанию в материнских породах/. В первой зоне определены следующие коэффициенты концентрации: от 6 до 3 /Ti, As, S, Sb /; от 3 до 1 /Ba, Ti, K, Al, Si, Sr/, <1 до 0,01 /Mg, Ca, Cr, Na / . В интенсивно измененных породах увеличивается содержание золота, сурьмы, мышьяка и

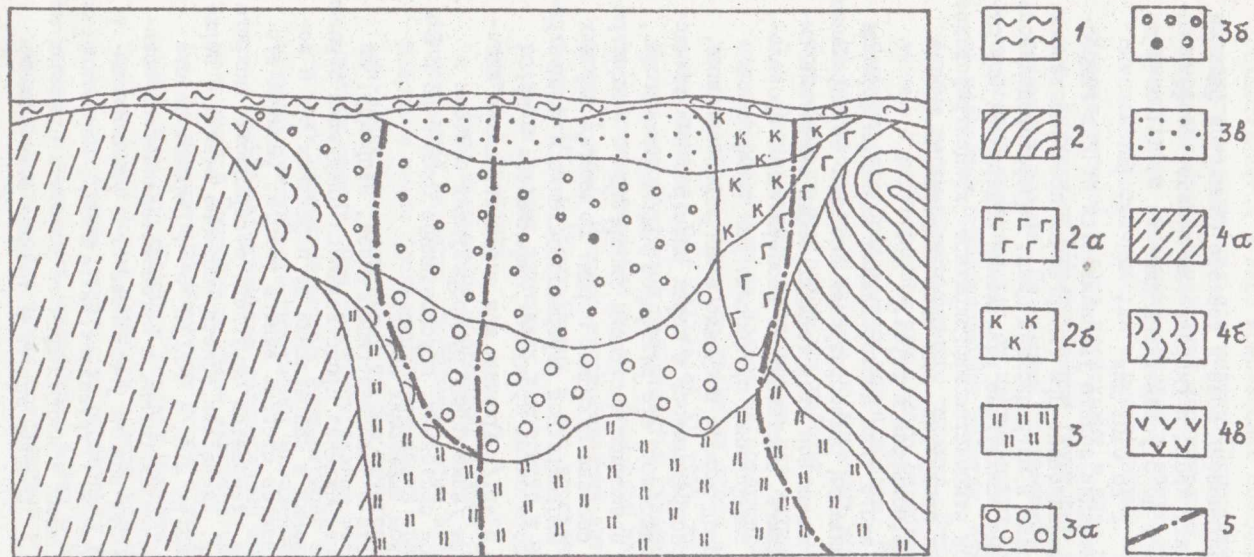


Рис. Схематический разрез золотоносной коры выветривания Олимпиадинского месторождения /с использованием материалов И.Б.Сергеева, 1992/

1 - элювиально-делювиальные образования; 2 - материнские углеродсодержащие кварц-сланцевые сланцы; 2а - гидрослюдистые образования по этим сланцам; 2б - каолиновая зона по этим сланцам и гидрослюдистой зоне; 3 - углеродсодержащие слюдяно-карбонат-кварцевые метасомати-ты неизменные; 3а - зона дезинтеграции по этим породам; 3в - зона каолинизации; 4а - кварцево-сланцевые сланцы с гранатом неизменные; 4б - гидрослюдистые образования /продукты выветривания слюдяных сланцев/; 4в - гидрослюдисто-каолиновая зона; 5 - тектонические нарушения.



и свинца.

Во второй /каолиновой/ зоне в составе глинистой фракции преобладает каолинит, кварц и гидроокислы железа. Коэффициенты концентрации от 6 до 3 установлены для As, S, Tl; от 3 до 1 для Si, Al, Sb; 1 до 0,01 для Ti, Mn, Mg, Na, K.

Коэффициент концентрации золота увеличивается от 2 в гидрослюдистой до 80 в каолиновой. При гипергенных преобразованиях пород золото вступало в миграционный цикл, перераспределялось в корях выветривания вследствие разложения содержащих его сульфидов. В ряде зон отмечается многократное концентрирование золота в остаточных продуктах, где накапливается не только золото, но и сурьма, вольфрам и ртуть.

Формирование этого типа месторождения является хорошим примером самоорганизации рудообразующей системы. Формирование золотоносных полигенных зон представляет собой следствие синергетического эффекта, достигнутого кооперативным проявлением эндогенных и гипергенных процессов. При гипергенных преобразованиях пород золото вступало в миграционный цикл, обогащалось, перераспределялось в корях выветривания вследствие разложения содержащих его сульфидов /Афанасьева и др., 1995/. Отмечается зависимость степени гипергенного концентрирования золота от состава исходных пород. Во многих случаях здесь наблюдается многократное перераспределение и концентрирование золота в остаточных продуктах /Афанасьева и др., 1995; Комов, 1994 и др./. Границы зон отражают резкие скачкообразные переходы /изменения/ рудообразующей системы в иное количественное состояние, обусловленное сменой pH и Eh растворов и составом вмещающих пород.

Динамика золота в условиях гипергенеза, например, на Олимпиадинском месторождении представляется следующим образом. В профиле выветривания в направлении от первичных руд к поверхности увеличивается степень выноса золота, размеры его уменьшаются, форма становится округлой, поверхность покрыта ямками растворения. Дисперсия золота особенно велика в верхних горизонтах, где pH 4-6, а  $fO_2$   $10^{-0,68}$ . Перенос золота происходит в гидроксилхлоридных и органометаллических комплексах; растворимость золота увеличивается с увеличением в нем содержания серебра /Freyssinet, et al. 1990/, Переотложение приводит к образованию тонкодисперсного золота в пределах минерализованных зон. Перенос золота в профиле выветривания

осуществляется в виде комплексных соединений и путем механического перемещения его частиц. Одновременно увеличивается вынос вольфрама в условиях каолинизации. Локальное увеличение концентрации вольфрама связано в зонах дезинтеграции с относительной устойчивостью к выветриванию минералов вольфрама. Иногда перенос золота происходит в виде органических комплексов. Наличие минерализованных грунтовых вод увеличивает растворимость золота. По степени сохранности первоначальной формы золота выделяют ряд от неизмененных через модифицированные до полностью преобразованных золотин. Каждому типу присущи особые черты поверхностного рисунка. Пористые структуры, связанные с растворением примесного серебра, - характерная особенность преобразованных зерен золота. Ряд соответствует длине транспортировки золота от коренных источников и может использоваться при поисковых работах.

Эксперименты, проведенные для изучения механизма адсорбции и восстановления золота на поверхности сульфидов показали возможность широкого развития этого явления в природе. Согласно данным Jean Gilles, et. al, 1985, Au из раствора  $KAuCl_4$  быстро адсорбируется поверхностью сульфидов, а затем интенсивно восстанавливается до  $Au^0$  /монослой золота образуется в течение 1 мин/. Процесс восстановления автокатализуется. Адсорбция  $Au^{3+}$  и  $Au^{1+}$  сульфидами и его восстановление играют особую роль при резких перепадах температур и низком содержании элементов в растворе.

Зоны вторичного обогащения золота формируются вследствие нисходящей миграции обогащенных этим элементом кислых вод. Наиболее четко проявленные горизонты приурочены к низам зон окисления к современному уровню грунтовых вод в их приповерхностных частях. При телескопировании этих горизонтов даже в условиях убогих первичных концентраций золота возможно возникновение практически интересных скоплений гипергенных руд.

Поисковым признаком золоторудной минерализации сульфидного типа в Енисейском крае является развитие кор выветривания на контакте карбонатных пород с графитистыми сланцами; повышенные содержания в породах мышьяка, сурьмы, вольфрама. Органическая форма переноса золота может играть существенную роль в процессах вторичного обогащения золоторудных месторождений. В локальных /застойных/ зонах при процессах дезинтеграции осадков могли также создаваться условия для концентра-



ции золота.

II. ЛАТЕРИТНЫЕ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ в условиях влажного тропического климата развиваются преимущественно по основным и у. трасновым метаморфическим и магматическим породам, а также толщам, содержащим карбонатные прослои. Они характеризуются активным выносом большинства породообразующих, второстепенных и рудных элементов (Si, Fe, Ca, Mg, Na, K и др.) и накоплением гидроксидов Al и местами других элементов (Fe<sup>+3</sup>, Ti, Mn, Ga, и др.), представленных оксидами и гидроксидами железа /гетитом, гематитом и т.п./, псиломеланом и т.д.

В ряде случаев, при развитии этих кор на породах с повышенной золотоносностью и сульфидоносностью происходит концентрирование золота. Такие коры включают зону выщелачивания, развитую при проявлении гипергенеза открытого типа с хорошей циркуляцией нисходящих вод и зону вторичного золотого и золото-сульфидного обогащения.

Месторождения золота, связанные с латеритными корами выветривания, известны в Якутии /Лебединное/, Средней Азии, Австралии, Вьетнаме, Бразилии, Западной Африке /Кангаба, Мали/ и др. Первичная золотая минерализация в Африке и Австралии связана с золотоносными кварцевыми жилами и околожильными породами /Greyssinet et.al., 1990 /. В Мали в условиях сезонного гумидного климата хорошо развит золотоносный железистый горизонт латеритов. В Австралии при полуаридном климате сформировалась пятнистая латеритная кора, перекрытая пизолитовыми почвами. В латеритном профиле имеются сапролиты /до 40 м/, перекрытые зоной рыхлых пятнистых пород /до 10 м/. Обычно в основании пачки сапролитов концентрируется 20-40 % первичного золота. Обогащенность горизонтов коры золотом увеличивается с усилением минералогической дифференцированности профиля выветривания. Например, в Западной Австралии имеется месторождение, где толща латеритов, содержащая промышленные концентрации золота, имеет мощность до 21 м.

Месторождение Ваддингтон /Австралия/ с запасом около 120 т приурочено к бокситоносным латеритным корам выветривания, развитым на золотоносных коренных породах с содержанием Au в корях в среднем 6,2 г/т. Такого же типа месторождения Бардос, Хелгес, Маунт-Гибсон и др. Золото находится в пластообразных залежах, приуроченных к нескольким зонам латеритного профиля. Золото распределено неравномерно, содержание - 1,5-



-2,5 г/т, средний размер золотинок 3-5 микрона.

Концентрации золота в латеритных корах Бразилии /Мату-Гросу/ имеют следующие черты. Коренные рудные зоны, локализованные в филлитах и доломитах, включают кварцевые жилы с низкими содержаниями золота. На коренных породах формируются обогащенные золотом латеритные образования: пластовые, латеритизированные доломиты; конкреционные, модулярные, пизолитовые, оолитовые и пятнистые латериты; оолитовый и латеритизированный коллювий, почвенный покров. Эти образования имеют грубую структуру, характеризуются интенсивным переотложением латеритного материала, различной интенсивностью выветривания. Латеритный элювий, в частности, содержит железистые карбонаты. Видимое золото и самородки больше всего сконцентрированы в латеритизированном элювии.

Обобщенный типовой профиль латеритного выветривания на золотоносных породах и месторождениях следующий: 1 - породы субстрата /филлиты, ультрабазитовые породы, прослои карбонатных и иных пород, золотоносные кварцевые жилы и др./; 2 - зона обогащения золотом /кварцево-слюдистые и другие выветрелые породы с кварцем, гидрослюдой, гидрогетитом, гетитом, гидроксидами алюминия и т.д./; 3 - зона выщелачивания золота /латеритные охры, глинистый структурный элювий и иные образования с гетитом, гематитом, каолинитом, кварцем, гидроксидами алюминия и т.д./; 4 - бурые железняки, переотложенные глины.

Генерализованный, миграционный ряд компонентов в зоне выщелачивания /зона латеритных охр/: S(0.01), Ca(0.1), Mg(0.4), Al(0.4), K(0.6), Cu(0.8), Au(1.2), Na(2), Pb(3), Mn(4), Si(5), Fe(7).

Существенную роль в создании золотоносных латеритов играет концентрирующее взаимодействие и адсорбция растворенного и коллоидного золота с оксидами, гидроксидами железа, марганца и глинозема, а также с глинистыми минералами.

III. ЗОНЫ ОКСИДЕНИЯ-ЦЕМЕНТАЦИИ СУЛЬФИДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И СУЛЬФИДНОСНЫХ ПОРОД представляют один из вещественно-генетических типов кор выветривания, в которых главнейшими процессами преобразования являются окисление компонентов сульфидов и других минералов, серноокислотное выщелачивание, формирование вторичных сульфидов и др. Это наиболее перспективные и продуктивные на гипергенное золото образования, представленные зонами окисления, цементации, осветления и железными шляпами, ко-

торые создаются на коренных сульфидоносных /> 15 %/ образованиях как с промышленным (>2-4 г/т), так и с непромышленным (<2 г/т) содержанием золота /Альбов, 1960; Нестеров, 1973; Смирнов, 1955; Росляков, 1981 и др./.

Профили выветривания /окисления/ сульфидоносных золото-содержащих коренных образований всегда зональны, отмечаются полные и неполные профили. Они всегда несут индивидуальные черты, определенные характером выветриваемых объектов, интенсивностью и особенностями гипергенных процессов.

Обобщенный профиль выветривания /окисления/ таков /сверху-вниз/: 1 - зона полного выветривания, окисления, представленная рыхлыми ожелезненными породами, железными шляпами и т.п. Золото находится в свободной форме /высвобождено из сульфидов, кварца, силикатов и др./, размерность и состав его в основном унаследован от первичного состояния, оно ассоциируется с гидроксидами и оксидами железа и других металлов. Содержание золота местами больше /первичное обогащение/, иногда несколько меньше, чем в коренных породах, отмечаются более богатые участки, создаваемые наложенными эпигенетическими процессами; 2 - зона выщелачивания. Это осветленные, белесые, рыхлые, часто в виде сыпучки, кварцево-глинистые /каолиновые, гидрослюдистые/ в той или иной мере ожелезненные породы. Содержания золота в них небольшие; 3 - зона окисного обогащения, состоящая из в значительной мере разложенных коренных пород, рыхлых железисто-кварц-глинистых образований, участками карбонатизированных. Отмечаются реликты первичных сульфидов. Концентрации золота в 2-6 раз выше чем в материнских породах; 4 - зона вторичного сульфидного обогащения характеризуется наличием вторичных сульфидов. Содержание золота в 5-10 раз выше исходных пород; 5 - зона коренных, в той или иной мере дезинтегрированных золотоносных сульфидсодержащих пород, руд, золото-сульфидоносных кварцевых жил и т.п.

Коэффициент концентрации золота в окисленных рудах зоны выщелачивания в зависимости от геолого-вещественных условий колеблется от 0,8 до 1,2. В зонах окисления золото-сульфидно-кварцевых месторождений коэффициенты концентрации золота составляют в среднем 7, в рудах зоны цементации - 2,4. Золото активно мигрировало за пределы /первичных/ коренных рудных тел и золотоносных, сульфидсодержащих пород, которые слабо устойчивы к сернокислому выветриванию. Более интенсивен вынос



золота из осветленных пород, чем из лимонитизированных /окисленных/. Ниже зоны выщелачивания располагается зона вторичного золотого и золото-сульфидного обогащения /мощность 3-30 м/, положение которого в вертикальном разряде /профиле/ зависит от уровня грунтовых вод. Здесь золото ассоциирует с  $Cu$ ,  $As$ ,  $Ag$ ,  $Sb$  и др. Максимальные коэффициенты концентрации золота /12-80/ характерны для зон вторичного золото-сульфидного обогащения. В зонах кислотного выщелачивания и вторичного сульфидного обогащения нередко отмечается существенное окремнение, огипсование, карбонатизация, осернение и т.п.

Для зон окисления пород и руд месторождений золото-сульфидно-кварцевой, золото-сульфидной, золотоскарновой и золото-содержащих колчеданных формаций, в которых содержание сульфидов превышает 15 %, Н.А.Росляков /1981/ приводит следующий типовой профиль зон и подзон /сверху вниз/ с величинами коэффициентов накопления в скобках. А - зона окисления: 1 - подзона выщелачивания с породами: осветленными /0,01-4,6/, лимонитизированными /0,2-7,7/, обогащенными привнесенными железом /0,1-2,8/, окремненными /2,1-3,0/, лимонитовые охры и сыпучки /0,2-1,9/; 2 - подзона вторичного золотого обогащения, представленная лимонитами, лимонитизированными и осветленными породами /1-10/; 3 - подзона окисленных руд цветных металлов /0,5-1,5/. Б - зона цементации /восстановления/: 4 - подзона вторичного золото-сульфидного обогащения /10-100/; 5 - подзона смешанных первичных и вторичных руд /0,9-3,2/. В - зона коренных пород и руд. Все подзоны полигенны. В 1 и 2 подзонах нередко отмечается влияние последующих эпигенетических процессов.

Для месторождений золота в зонах окисления и цементации /вторичного сульфидного обогащения/ минерализованных сульфид-содержащих зон характерно: 1 - золото-сульфидно-кварцевый и золото-сульфидный тип минерализации в первичных /коренных, материнских/ рудах с низкими /непромышленными/ содержаниями золота; 2 - большие размеры рудных тел по простиранию, мощности, глубине; 3 - распространение окисления - цементации и связанного с ними гипергенного золотого оруденения на глубины до 400 м; 4 - дифференцированное концентрирование золота промышленного уровня в зонах окисления и цементации; причем коэффициенты концентрации в отдельных зонах /подзонах, участках/ могут достигать 120, а под воздействием наложенных гипогенных



процессов могут создаваться золоторудные столбы с концентрацией золота до 1 000 раз выше, чем в первичных рудах и породах /Нестеров, 1973; Росляков, 1981 и др./; 5 - высокая технологичность /вторичных/ руд за счет высвобождения золота из сульфидов и определенного укрупнения его индивидов.

В этих зонах окисления обычно отмечается 2 обогащенных золотом горизонта. Верхний /приповерхностный/ горизонт создается за счет выноса из пород подвижных, выщелоченных компонентов, перераспределения первичного золота или в процессе позднего, наложенного эпигенетического обогащения. Нижний горизонт формируется, когда в зонах окисления высвобожденное из сульфидов и других минералов золото концентрируется в нижних горизонтах, ассоциируясь с гидроксидами и оксидами железа и марганца, карбонатами, каолинитом, гидрослюдами, гипергенными минералами меди, свинца, цинка, мышьяка, серебра и др. Содержание золота, в сравнении с материнскими породами и рудами увеличивается здесь в 2-20 раз, достигая 10 и более г/т. Наиболее значимы концентрации гипергенного золота создаются в местах: 1 - выполаживания и выклинивания по падению материнских рудных зон; 2 - образующих "дно" складчатых структур; 3 - соединения /пересечения/ разных рудных зон, жил или жильных зон; 4 - расположенных вдоль крутопадающих послерудных сместителей или находящихся по ним пологими послерудными нарушениями.

Зоны цементации /вторичного золото-сульфидного обогащения/ рассматриваемых зон сульфидсодержащих коренных пород менее развиты, чем зоны окисления. Их золотосодержание в значительной мере аналогично золотосодержанию зон цементации, развитых в образованиях золото-сульфидных, золото-колчеданных формаций.

Среди золотосодержащих образований такого рода особенно интересны в практическом и научном отношении представляющие выявленные на территории бывшего СССР месторождения нового геолого-промышленного типа /подтипа по классификации ЦНИГРИ/ - зоны окисления и зоны цементации мощных сульфидных /сульфидизированных/ зон /толщ/ с непромышленными /убогими/ концентрациями золота в первичных /материнских/ рудах. Для этих месторождений характерно: 1 - большие площади распространения рудных тел; 2 - распространение процессов окисления, цементации и сопряженного с ними золотого оруденения на глубины до 400 м; 3 - золото-сульфидно-кварцевый и золото-сульфидный тип исходной минерализации в первичных рудах с низкими /непромыш-

ленными/ содержания золота; 4 - умеренные содержания золота в зонах окисления и зонах цементации; 5 - высокая технологичность вторичных руд, обусловленная высвобождением в них золота из сульфидов и других минералов, рыхлостью руд и т.п.

**IV. КАРСТОВЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ.** При сочетании золотосодержащих пород с нижележащими карбонатными толщами, при благоприятных условиях гипергенное преобразование золотоносных пород сочетается с развитием карста в карбонатных толщах. Как результат промыва золотоносных продуктов выветривания, их просадок в карстовые системы /камеры, воронки и т.п./ привносятся индивиды золота и претерпевают дифференцированные, гравитационные и хемогенные перемещения и преобразования. Местами происходит существенное концентрирование золота. Примером могут служить месторождения золота "курунауского" типа /Якутия/. Серьезного внимания заслуживают концентрации золота в карстовых системах, развитых в битуминозных карбонатных толщах, характеризующихся повышенной золотоносностью.

Таким образом, воздействие гипергенных процессов в широком спектре экзогенных условий приводило к тому, что золото находящееся в золотосодержащих кристаллических породах и коренных рудах, мобилизовывалось, приобретало дифференцированную подвижность, мигрировало и концентрировалось в благоприятных обстановках. Многоэтапные, последовательно накладывающиеся друг на друга процессы, мобилизация, перемещение, переотложение способствовали в определенных условиях концентрированию и облагораживанию золота, формированию его более крупных выделений, самородков.

В зонах гипергенеза перекристаллизация и укрупнение золотин, вплоть до создания разновеликих самородков, увеличение его пробыности является следствием сложных и многоэтапных процессов растворения - осаждения и собирательной перекристаллизации /с самоочищением/ материнского золота, протекавших в благоприятных вещественных, кислотно-щелочных и окислительно-восстановительных средах при более или менее значимом участии органических соединений /гуминовых кислот и др./ и микроорганизмов-бактерий /Моисеенко и др., 1987; Нестеров, 1973; Росляков, 1981 и др./.

Перечисленные минералого-генетические типы кор выветривания, зон окисления и восстановления, ведущих процессов гипергенного концентрирования и преобразования золота и опреде-



ляют основные типы гипергенных золоторудных месторождений, условия и закономерности их формирования и размещения. Месторождения золота в зонах гипергенеза многообразны в геологическом, морфологическом, вещественном и генетическом отношении, разновелики по запасам металла, вплоть до крупных. Наиболее значимыми из них являются месторождения зон окисления-цементации золотоносных сульфидсодержащих пород и руд. В последнее время существенный промышленный интерес стали представлять относительно крупные месторождения в латеритовых корках выветривания, открытие в Австралии, Африке, Бразилии и др.

Знание этих объектов, условий и закономерностей их образования является основой перспективной оценки золоторудных объектов гипергенного класса, развитых в многообразных комплексах УКРАИНЫ.

Одним из благоприятных факторов вероятного формирования промышленно значимых гипергенных концентраций золота в Украине является широкое развитие в Украинском щите, Донбассе, Карпатах и в Крыму мощных площадных и линейных кор выветривания /гидрослюдистых, каолиновых, латеритных/, зон окисления-цементации сульфидсодержащих пород и руд, карстовых систем и т. п. Эти многообразные гипергенные образования создавались из коренных разновозрастных, многообразных в вещественно-генетическом отношении комплексах пород и руд, формировались неоднократно, многоэтапно в различные времена от позднего архея по настоящее время.

К числу многих главных факторов, определяющих формирование и сохранение кор выветривания и зон окисления сульфидсодержащих пород относятся неотектонические процессы, вызывающие в определенных условиях интенсивную эрозию верхних окисленных частей месторождений и залежей. Скорость эрозии зачастую опережает скорости окисления сульфидных масс и зоны окисления-цементации в таких случаях практически отсутствуют. При меньшей интенсивности горстовых, блоковых поднятий зоны окисления создаются, но частые и довольно значительные колебания уровней подземных вод в существенной мере препятствуют формированию типичных зон окисления и вторичного сульфидного обогащения и обуславливают широкое развитие полуокисленных, смешанных сульфидных руд и сульфидоносных пород. Такие явления характерны для соответствующих образований Карпат.



Особенно широко развиты разнообразные коры выветривания /большая часть каолиновые, меньше - гидрослюдистые, реже - латеритовые/ докембрийских пород Украинского щита, сформировавшиеся в основном в мезозое-кайнозое. В некоторых из них /мощностью до 45 м/ имеется золотосодержание от следов до I г/т. Например, золото установлено в корях выветривания аплитов, гранитов, мигматитов /Кировоградский, Житомирский и др. комплексы/, гнейсов /Ингуло-Ингулецкий водораздел и др./, метасадочно-вулканогенных пород Сурской, Верховцевской, Чертомлыкской и иных зеленокаменных структур, ультрабазитов Побужья и т.д. Несомненно, что установленная во многих местах золотосодержание /до 0,4 г/т/ осадочного чехла Украинского щита /Кригер и др., 1974/ и его склонов в значительной мере обязана своим происхождением размытым корам выветривания докембрийских комплексов, а коры выветривания унаследовали золото из разлагаемых гипергенезом кристаллических образований.

Определенными перспективами на гипергенное золото обладают метаморфизованные коры выветривания в досаксаганских толщах криворожской серии, в которых выделяется два этапа коробразования: доновокриворожский и доскелеватский /Гавриленко и др., 1990; Кулиш и др., 1987 и др./. Продукты выветривания первого этапа развиты на архейских гранитоидах /Саксаганский и др. районы/ и связаны с периодом континентального денудационного выравнивания поверхности. Вторые - развиты на амфиболитах новокриворожской свиты криворожской серии. Продукты выветривания обоих этапов впоследствии метаморфизованы. Например, продукты кор выветривания новокриворожских амфиболитов преобразованы в гранат-магнетит-амфиболовые породы, перекрытые толщей скелеватской свиты. Среднее содержание в них золота составляет 0,03 г/т, оно имеет прямую тесную корреляционную связь с Zn, Cu, Mn. Источником Au, Fe, Mn, Zn, Cu являлись выветриваемые амфиболиты, содержащие пирит и другие сульфиды. Переотложение продуктов выветривания амфиболовых, железо-кремнистых и иных пород с образованием кварцевых конгломератов приводит местами к накоплению золота. Так, в сульфидсодержащих конгломератах скелеватской свиты содержание золота достигает 7 г/т.

Наиболее интенсивно развивались в основном мезозойские разнообразные /гидрослюдистые, каолиновые и латеритные/ коры выветривания на кристаллических породах УЩ с полным или час-

тичным профилем прежде всего в Побужье, Приазовье, Приднепровье и в том же Кривбассе.

В процессе изучения золоторудных проявлений в железных рудах Кривбасса сотрудники ЦНИГИ /Г.В.Писемский и др., 1973/ пришли к выводу, что минерализованные зоны метаморфогенного типа промышленного интереса не имеют. Перспективными представляются гидротермальные проявления в разломах прибортовых частей Криворожской структуры и цементационная зона сульфидизации, связанная с линейной корой выветривания /верхние горизонты богатых железных руд/. Они рекомендуют постановку специального ревизионного опробования на золото указанных зон сульфидизации в линейных корах выветривания. Но выполнение такой работы они не считают первоочередным в связи с отработкой запасов наиболее крупных и перспективных участков железных руд с такими /сульфидоносными/ образованиями.

Значительно раньше эти образования опробовал на золото Загянский А.Л. /1938/. Пробирным анализом 31 пробы окисленных пиритизированных богатых железных руд /в т.ч. отбракованных при ручной сортировке/ и вмещающих сланцев /иногда с кварцевыми прожилками/ он получил 12 находок с содержаниями золота более 1 г/т, в том числе по пробе массой 2,5 т - 2,2 г/т золота и 59,3 г/т серебра.

С учетом таких данных заслуживает внимания сообщение проф. С.П.Родионова /1946 / о том, что еще в начале века специалист по стратиграфии третичных отложений А.В.Фаас нашел в районе Ингулецкого рудника самородок золота весом в 2 г.

Сохранились сведения о находках видимого золота и небольших его самородков в довоенные годы: в районе того же Ингулецкого рудника в линейных корах выветривания, развивающимся по тектоническим контактам железистых кварцитов и сланцев /на горизонтах 400-600 м шахты № 10 "Центральная" и в карьере "Визирка"/, а также в районе Петровского железорудного месторождения /балка Власовская, кора выветривания мигматитов, графитовых гнейсов и кальцифилов/.

Считаем, что выводы Г.В.Писемского и др. /1973/ требуют более объективного обоснования. Необходим специальный научный и системный анализ строения и состава сохранившихся участков линейных кор выветривания, развитых среди железорудных толщ Кривбасса с выделением первоочередных участков для постановки поисково-ревизионного опробования на золото. Косвенно эти

данные подтверждают гипотезу о наличии более высоких концентраций золота в нижних слоях хвостохранилищ железорудных ГОКов Кривбасса, прежде всего - на их истинных и ложных плотиках.

К числу перспективных на гипергенную золотую минерализацию относятся латеритные коры выветривания Побужья и Среднего Приднепровья, развитые на массивах метаморфических орто- и параультрабазитов. Коры имеют мощность до 100 м и перекрыты покровными нижнемеловыми или палеоген-неогеновыми отложениями. с этими корами связаны концентрации бокситов, охр, силикатных кобальт-никелевых руд, марганцевистых, обогащенных хромом образований. В ряде мест коренные ультрабазиты несут повышенные концентрации полигенных и полихронных, часто наложенных, сульфидов, в том числе и золотоносных. Особый интерес представляют конечные сульфидоносные фации марганценовых метасоматитов в ультрабазитах с повышенными содержаниями Au, Ag, As, Zn, Pb, Cu и др. Именно в этих местах могут создаваться гипергенные золоторудные концентрации. Так, на Капитановском массиве, который вместе с Заводским формируют единый массив длиной 5 км при ширине 300-700 м на ультраосновных породах, развиты никеленосные коры выветривания /500 x 200 м/ характеризующиеся местами /Северо-Капитановский участок и др./ повышенной золотоносностью. Кора выветривания представлена нонтронитами, охрами и силикатными кобальт-никелевыми рудными залежами, мощностью от нескольких м до 24,2 м, в среднем 6,8 м /Великанов и др., 1991/.

Достаточно перспективными представляются гидрослюдисто-каолиновые коры выветривания, возникшие на разнообразных золотоносных комплексах. Так, на Савранском и Трояновском коренных золоторудных проявлениях развиты гидрослюдисто-каолиновые коры выветривания с тонкодисперсным и губчатым золотом: содержание его до 10 г/т, размер в среднем 0,1 мм, проба 960-980 /Великанов и др., 1991; Галий и др., 1990; Мельничук и др., 1991 и др./.

Наиболее перспективным типом гипергенных концентраций золота в Украине представляются зоны окисления и цементации различных по мощности сульфидных и сульфидсодержащих зон с непромышленными /до 3 г/т/ концентрациями золота в первичных /материнских/ породах и рудах, особенно если они сочетаются с карбонатными или углеродистыми породами.



В Украине относительно широко развиты местами довольно мощные зоны золотоносной сульфидизации 2 типов: 1 - стратифор-мные сульфидсодержащие залежи в конкретных геологических форма-циях УЩ /апобазиты зеленокаменных структур Среднего Приднеп-ровья, кордиерит- и графитсодержащие гнейсы Кировоградского блока и др./; 2 - зоны метасоматической, гидротермальной суль-фидизации, локализованные в межблоковых зонах, зонах разломов, диафторитов, повышенной трещиноватости и в иных ослабленных структурах, развитые на УЩ, в Донбассе и Карпатах. Благоприят-ными для создания концентраций гипергенного золота являются крутопадающие и субвертикальные зоны, существенно обогащенные разнообразными сульфидами и характеризуемых заметной первич-ной золотоносностью. Примером таких объектов могут быть зоны /100-180 x 500-600 м/ с рассеянным полиминеральным сульфидным оруденением, несущим концентрации Ni, Co, Cu, Au, Sb, As и другие, выявленные на Варваровском участке Верховцевской зе-ленокаменной структуры. Эти зоны приурочены к контактам изме-ненных ультраосновных пород с филлитовидными сланцами, тальк-карбонатными породами, метапесчаниками и др.

Для оценки золотоносности зон окисления-цементации, раз-витых на вышеуказанных сульфидоносных залежах, целесообразно выполнить специализированные среднемасштабные работы на такие типы месторождений золота в отдельных, наиболее перспективных районах Украинского щита. Первоочередными объектами оценки /прогноза/ следует считать площади неглубокого залегания кор выветривания. Для уточнения методических приемов следует вы-полнить крупномасштабное прогнозирование /1:50 000-1:25 000/ на перспективных площадях с достаточной изученностью /Чертом-лыкская зеленокаменная структура, отдельные площади Кирово-градского блока и т.п./.

В Побужье одним из относительно изученных представите-лей гипергенного золотоносного объекта является линейная кора выветривания вдоль крутопадающей тектонизированной зоны /вме-щающей также догипергенные метасоматиты - скарны с убогосуль-фидной серебро-золотой минерализацией/ на контакте серпентини-тов с гранат-биотитовыми гнейсами бугской серии /Мельничук и др., 1992/. Перекрывает эти образования более мощная площадная кора выветривания, несущая горизонтальный обогащенный золотом пласт. Золотоносная кора выветривания - обохренная гидрослюсис-тая порода, состоящая из каолинита, монтмориллонита, кварца,

гематита, гетита, карбонатов, мусковита и реликтовых минералов материнских пород /биотит, пироксены, амфиболы, гранат, карбонаты, хромшпинелиды и др./. Основная масса золота здесь связана с глинистыми минералами, в значительно меньшей мере с кварцем, сидеритом и др. В исследованных пробах золото из коренных пород более крупное /0,1-0,7 мм/ и более богатое, чем в коре выветривания /< 0,1 мм до дисперсного/ где его содержание существенно снижается. В материнских породах золото пластинчатое, дендритовидное, кристаллическое, пробность 670-750, редкие зерна высокопробные, а гипергенное золото глобулярное, губчатое, реже тонкодендритовидное, его пробность более высокая /940-960, редко до 840/. Проба гипергенного золота в классе 0,07 представлена: свободное амальгамируемое - 28 %, в сростках /цианируемое/ - 69 %, в оксидах и карбонатах - 1,6 %, в сульфидах - 1,6 %, в породе - 4,8 %. С применением цианидов извлечение золота достигает 91,7 %.

В других местах Побужья, в гидрослюдистых, глинистых, обохренных корах выветривания на различных породах бугской серии, гранитоидах и особенно на базит-гипербазитовых массивах, на глубинах 10-30 м установлены золотоносные линзовидно-выклинивающиеся зоны /пласты/ с содержанием золота в отдельных пробах от 0,1 до 1 г/т /Мельничук и др., 1992/.

Среди многообразия таких зон, наибольшей перспективностью в рассматриваемом плане обладают зоны сульфидизации в зеленокаменных структурах Среднего Приднепровья и Приазовья, в базит-гипербазитовых массивах, в слоистых гетерогенных породах Кировоградского блока, Побужья, Криворожья, Среднего Приднепровья, Приазовья и др. /Галий и др., 1990; Великанов и др., 1991; Мельничук и др., 1992 и др. /. Здесь развиваются окристые, гидрослюдистые, каолиновые и латеритные площадные и линейные коры выветривания. В Побужье наибольший интерес представляют образования развитые в Голованевской, Первомайской и Тальновской зонах разломов.

В мезозойской истории отдельных блоков Украинского щита имеются существенные различия, что определяет различную степень сохранности зон гипергенеза, а следовательно и их перспективности в отношении гипергенных месторождений золота. В настоящее время даже общая региональная оценка перспектив территории щита на гипергенные золотоносные образования невозможна по причине слабой и весьма неравномерной изученнос-

ти кор выветривания на содержания в них золота. По данным "Кадастра ..." Л.В.Бочая и Л.А.Лобановой /1997/ на средину 1996 г. в какой-то мере изучена золотоносность кор выветривания центральных частей щита и практически не изучена в его западной и восточной частях /табл. /, где золотоносность невыветрелых кристаллических пород также изучена очень слабо. Таблица отражает различную степень опосредованности кор на золото в пределах основных металлогенических подразделений, выделенных авторами "Кадастра..." /т.е. структурно-формационных зон/, т. к. полностью или почти полностью отсутствуют данные анализов проб /пробных интервалов/ коры выветривания на золото/табл./.

Таблица

Состояние опробования кор выветривания  
Украинского щита на золото

Структурно- - формационные зоны	Суммарная длина проб коры выветривания / м /:	
	проанализированных пробирным методом на золото	требуемых про- бирного анали- за /но не про- анализирован- ных/по данным полуколичест- венных анализов
1. Волынская	-	-
2. Подольская	-	25,3
3. Одесско- -Белоцерковская	37,4	186,0
4. Кировоградская	26,9	57,1
5. Криворожско- -Кременчугская	1,5	12,0
6. Приднепровская	124,6	201,2
7. Орехово-Павлоградская	-	-
8. Западно-Приазовская	-	4,0
9. Централь- но-Приазовская	-	-
10. Восточно- -Приазовская	-	-
Всего Ущ	190,4	485,6



Пробирным анализом 190,4 м проб установлено, что пробы с содержанием золота не менее 1 г/т составляют 71,5 м или 37,5 % от проанализированных. По этому показателю кора выветривания щита идентична невыветрелым /коренным/ суперкристалльным и магматическим породам /соответственно: 910,2 м - 338,9 м - 37,2 %/ и резко превосходят специально изучавшиеся на золото груботерригенные породы протерозоя /соответственно: 472,1 м - 12,3 м - 2,6 %/.

Из таблицы видно также, что в случае выполнения всех необходимых пробирных анализов можно было получить еще 180 м проб с "граммовыми" содержаниями золота, что равносильно открытию около полсотни рудопоявлений и хотя-бы 1-2 месторождений. Очевидна также необходимость систематического опробования на золото кор выветривания на всей территории Ущ.

В Вольнской и Приазовской частях щита коры выветривания интенсивно эродированы, но их нижние, потенциально самые богатые части, хорошо сохранились. О необходимости оценки их золотоносности свидетельствуют многие факты. Хотя и меньше, чем в Кировоградском и Приднепровском блоках, здесь также имеются участки интенсивной сульфидизации /пиритизации/ в Красноставско-Житомирской, Судано-Пержанской, Сорокинской, Гайчурской и других тектонических зонах. Несмотря на слабую изученность, в платформенном чехле обоих регионов имеются находки самородного золота, а в кристаллических породах - проявления и точек минерализации золота. В ильменитовых россыпях Кировоградского блока /Корсунь-Новомиргородский плутон/ в последние годы обнаружено золото в значимых концентрациях, а россыпи района Коростенского плутона в этом отношении не изучены, несмотря на наличие косвенных данных о возможной их золотоносности. В разрезе хвостохранилищ действующего Ирланского ГОКа тяжелая фракция сконцентрирована преимущественно в самых верхних слоях, что соответствует износу оборудования фабрик. В составе хвостов тонкий материал /-53 мкм/ содержится в незначительном количестве /до 1-3 %/, а его тяжелая фракция максимально сконцентрирована в нижней приплотиковой части хвостохранилищ, бедной по содержанию ильменита. Поскольку правдоподобное технологическое объяснение этого факта отсутствует, можно предположить, что оно обусловлено "проседанием" сквозь толщу хвостов тонких и очень тяжелых частиц. Считаем, что такой эффект могут проявлять частицы минералов,

в несколько раз превосходящих по объемной массе основные минералы россыпи, т.е. не менее 8-10 г/см<sup>3</sup>. Проявление здесь минералов ртути и урана маловероятно и потому вполне можно предполагать, что указанные частицы в существенной мере могут быть представлены золотом или самородными металлами группы платины.

Недостаточно изучены зоны гипергенеза и на месторождениях золота, подготовленных к разведке и разведываемых /для объективности материала в таблице I не учитывались пробы, изученные на стадиях оценки и разведки этих месторождений/. На Клинцовском, Майском и Юрьевском месторождениях процессы гипергенеза проявлены слабо, мощности зон небольшие. Золотоносность этих образований изучается только на первых двух месторождениях. Значительно больше масштабы процессов на месторождениях Сергеевском, Капитановском и Балка Широкая. На Сергеевском месторождении объемы исследования зон гипергенеза и их результативность близки к общим объемам по Украинскому щиту. На 1936 г. пробирным анализом 559 м пробных интервалов выветрелых образований установлено 109 м руд с содержаниями золота не менее 1 г/т. Еще около 500 м таких проб /интервалов/ требуют пробирного анализа. Выветрелые руды со свободным золотом локализуются в верхних частях гипогенных рудных тел. Такие образования, а также изолированные положения близповерхностных залежей небогатых окисленных руд установлены и на Капитановском месторождении. Мощные зоны гипергенеза на месторождении Широкая Балка, к сожалению, не изучены.

На перспективу, для прогноза крупных самостоятельных месторождений золота в зоне гипергенеза УЩ главным объектом специальных научно-исследовательских и тематических работ должны быть зоны окисления мощных сульфидных залежей с высокой первичной минерализацией золота, харт терные /как указано выше/ для Приднепровского, Кировоградского, а отчасти - и других блоков щита. Как известно, ни одна из гипотез химического механизма миграции золота в зоне гипергенеза не получила пока однозначного подтверждения. Видимо в разных ландшафтно-геохимических условиях могут лучше проявляться те или иные механизмы миграции золота. Одна из самых ранних гипотез - хлоридная В.Эммонса /1935/ - основана на растворении золота атомарным хлором в момент его выделения. В природных условиях реализация такого варианта миграции золота в зоне гипер-



генеза возможна при наличии ряда условий, совместное проявление которых представляется обычно маловероятным. Но на УЩ, и особенно в указанных двух блоках, совмещение необходимых условий можно прогнозировать достаточно часто:

- мощные залежи сульфидов существенно пиритового состава, обеспечивающие появление серной кислоты в подземных водах зоны гипергенеза;

- наличие в указанных залежах золота;

- мощные зоны окисления на этих залежах;

- хлоридный состав подземных вод и наличие растворимых соединений хлора в горных породах;

- повышенные концентрации марганца в коренных породах и корал выветривания, в том числе в виде псиломелана.

Хлоридный состав поверхностных и подземных вод на УЩ в прошлые эпохи мезокайнозой и значительная их распространенность в настоящее время установлены специальными исследованиями /Гидрогеология ..., 1971/. Частая встречаемость повышенных концентраций марганца /регулирующих окислительно-восстановительный потенциал/ в коренных породах, их корах выветривания и образованиях платформенного чехла Украинского щита также хорошо обоснована /Кулиш и др., 1994 и др./.

Несомненно, что в корах выветривания и зонах окисления имели место и другие процессы мобилизации, переноса, концентрации и укрупнения золота, в т.ч. и с участием органического вещества и микроорганизмов /Альбов, 1960; Моисеенко и др., 1987; Нестеров, 1973; Росляков, 1981, Смирнов, 1955 и т.д./.

Следовательно, на УЩ и прежде всего в Приднепровском и Кировоградском блоках, имеются все необходимые предпосылки для формирования залежей гипергенного золота на основе хлоридной реакции его переноса. Среднемасштабный прогноз площадей возможной локализации месторождений такого типа на основе переинтерпретации уже накопленной информации, должен быть первоочередной задачей научных прогнозных исследований. В дальнейшем крупномасштабное геолого-прогнозное картирование таких площадей должно привести к открытию месторождений этого экономически благоприятного типа.

Достаточно интенсивная, разнообразная в вещественно-генетическом отношении гипергенная золоторудная минерализация развита на золоторудных и золото-полиметаллических месторождениях Закарпаття и Донбасса. Из-за ограниченности статьи эти



вопросы здесь не рассматриваются в полном объеме. Однако остановимся в общих чертах на характере и масштабах развития и сохранности зон окисления на Мужиевском золото-полиметаллическом месторождении в Закарпатье. В рудах этого месторождения, прежде всего в верхних частях рудных тел северо-восточной части месторождения широко развиты минералы, характерные для зон окисления сульфидных руд: англезит, ярозит, плумбоферозит, церуссит, оксиды и гидроксиды железа и марганца и т.п.

Л.Е.Скакун, Б.Г.Ремешило и другие / 1992 и др./, детально изучив минералогию всех типов руд месторождения пришли к выводу о гипогенной, гидротермальной природе зон окисления этих сульфидных руд. Их доводы сводятся к следующему.

1 - вышеперечисленные минералы, характерные для зон окисления, являются разновозрастными и их образование приурочено к различным событиям внутри единого многостадийного гидротермального процесса создания месторождения;

2 - замещение галенита англезитом происходило до формирования шестоватых агрегатов кварца /кварцевой - III минерально-парагенетической ассоциации/. При этом в процессе роста кварцевых агрегатов англезит вначале <sup>входит</sup> в их состав, в том числе и при перекристаллизации и формировании друз, а при дальнейшем росте кварца англезит начинает растворяться вплоть до полного его исчезновения /выноса/;

3 - друзы баритовой - II и карбонатной-II минеральных ассоциаций нарастают на англезитовые агрегаты, в том числе и в пустотах, образовавшихся при выщелачивании сульфидов;

4 - ярозит развивается по англезиту, а затем сам замещается гетитом;

5 - гетит и другие гидроксиды железа, широко развитые на верхних горизонтах месторождения, лишь в некоторых случаях замещают пирит и марказит. Основным субстратом /объектами/ для их образования являются ярозит и карбонаты /анкерит, сидерит и др./;

6 - ярозит-гетит-гипсовая ассоциация сменяется низкотемпературной гидротермальной минерализацией киновари и барита, присыпки и друзы которых нарастают на поверхности гетитовых агрегатов.

На основании таких наблюдений вышеуказанные исследователи выделяют ранний этап и поздний процесс гидротермального окисления. Первый завершает кварц-баритовую стадию единого

гидротермального процесса; второй - более позднюю кварц-карбонатную стадию.

Как видим, представления Л.Е.Скакуна, Б.Г.Ремешило и других базируются на большом фактическом материале и поэтому вызывают определенное доверие. Но с другой стороны эти построения имеют слабые места, противоречия.

1 - недостаточно убедительны данные об относительном возрасте более поздних минеральных ассоциаций и псевдоморфного превращения более ранних агрегатов. Если баритовые агрегаты и друзы нарастают на агрегатах англезита, то в этом случае нет достаточных доказательств того, что англезит заместил галенит до отложения баритовых друз. Барит и киноварь на гетитовых агрегатах также могли образовываться до замещения каких-то первичных минералов гетитом.

2 - не учитывается малоуглубинный, близповерхностный характер гидротермального процесса, что типично для вулканогенных месторождений золота-халцедон-кварцевой рудной формации. В таких условиях кислород атмосферы и метеорные воды могли быть активным фактором гидротермального рудного процесса в верхних частях рудоформирующих структур.

Не исключены и какие-то другие варианты интерпретации генезиса окисленных руд Мужиевского и ему подобных месторождений. Построения Б.Г.Ремешило, Л.Е.Скакуна и их соавторов в полном объеме не приемлимы, так как не объясняют некоторые важные особенности руд, а именно:

1 - отдельные находки окисленных минералов и их агрегатов известны на месторождении во всем диапазоне глубин / до 600 м/, на значительных глубинах такие находки контролируются зонами разрывных нарушений. Интенсивность процессов окисления нарастает снизу вверх и технологический тип окисленных золото-свинцевых руд в рудных телах северной части месторождения устанавливается только в верхах рудных тел до глубины 110-120 м, что близко к современной глубине залегания уровня подземных вод;

2 - в других рудных телах месторождения, т.е. в основном, в его южной, более эродированной части, руды сульфидные золото-полиметаллические без участков окисленных руд. Но даже и в этих рудных телах их верхние части содержат до 5-10 % окисленных минералов. Для этих верхов сульфидных рудных тел характерно пониженное содержание цинка и повышенное - свинца,



золота, отчасти - серебра.

Следовательно, на Мужиевском месторождении в сульфидных рудных телах имеют место процессы поверхностного окисления и вторичного обогащения руд. Степень окисленности комплексных руд фиксируется увеличением в их химическом составе доли оксидного /трехвалентного/ железа, сульфатной серы за счет сульфидной, оксидов свинца. Однако достаточно объективно степень окисления руд отражается только количеством оксидных форм свинца, это и принято в качестве решающего показателя при оконтуривании окисленных руд. Первые два показателя  $Fe^{+3}$ ,  $SO_3^{-2}$  для этой цели не могут надежно использоваться в связи с наличием в рудах резко переменных количеств гипогенных минералов оксидного железа /гематита, ярозита, некоторых силикатов и др./, а также сульфатов /баритов, реже алунитов и т. п./.

В жильных рудных телах золото-кварцевые руды также локализуются в их верхних частях, нередко в ассоциации с окисленными рудами. Этот факт хорошо согласуется с данными Б.Г.Ремешило, Л.Е.Скакуна и др. На конечной стадии окисления золото-сульфидных руд происходит полный вынос не только сульфидов, но и англезита с формированием кварцевых агрегатов сотовой текстуры. Таким образом, золото-кварцевые руды жильных рудных тел являются конечным продуктом окисления этих образований, что хорошо согласуется с их максимальным развитием в верхних горизонтах месторождения.

Процессы окисления руд сопровождаются высвобождением золота из сульфидов и других минералов, что благоприятно сказывается на технологических свойствах руд. Технологичность комплексных руд при окислении повышается также отделением минералов свинца /англезит, церуссит, плюмбоярозит и др./ от сфалерита и пирита. По этой причине окисленные руды хорошо обогащаются по обеим технологическим схемам, принятых для золотых и золото-полиметаллических руд этого месторождения.

В Нагольном золоторудном районе /Донбасс/ известны проявления золота типичной золото-сульфидной формации с тонкодисперсным золотом в пирит-арсенопиритовой минеральной ассоциации. В таких рудах, как показывает мировой опыт, видимое гипогенное свободное золото почти не встречается, но оно может интенсивно и масштабно накапливаться с укрупнением его индивидов /расти/ в зонах окисления. В Нагольном районе



известны отдельные находки видимого золота вблизи дневной поверхности вместе с церусситом, англезитом и др. Имеются также небольшие проявления россыпного золота, вероятно, образованные за счет зон окисления. Эти данные говорят о целесообразности здесь специальных поисков сохранившихся "карманов" окисленных руд для выявления небольших залежей достаточно богатых и высокотехнологичных золотых руд.

На УЩ в тектонически ослабленных зонах известны фанерозойские эксплозивные структуры, выполненные брекчиями, туфами, псевдоконгломератами и т.п. По ним активно развиваются коры выветривания, которые местами содержат до 4 г/т золота и обогащены марганцем. Обогащены золотом и развиты здесь халцедоновые образования. Такие эксплозивные структуры известны в Ингулецком, Хащевато-Завальевском районах, в балке Северная Червоная и др. /Яценко и др., 1991/.

Определенный практический интерес представляют гипергенные преобразования пород углеродистых формаций, которые содержат повышенные первичные концентрации золота. Такие формации развиты, например, в пределах Донбасса - углеродистые терригенные образования карбона /Ольхиватско-Волынецкий район, Керчикский участок и т.п./, а также Кривбасса, например, золотосные черные сланцы основания гданцевской свиты с содержанием золота до 4 г/т, где оно ассоциирует с Cu, Sb, As /Великанов и др., 1981/.

Гипергенные концентрации золота могут создаваться при выветривании битумсодержащих /асфальты, нефти, парафины, гуминокериты/ пород /известняков, доломитов, алевролитов и т.п./, например, Перчин-Саймовского, Оленевского, Вышковского и других районов Карпат. Здесь повышенные содержания золота сопровождаются повышенными количествами ртути. В частности, подобные образования некоторых мест России в пересчете на битум содержат золота до 100 г/т.

Существенное внимание привлекают концентрации золота карстового типа. В зрелых гипергенных образованиях этого типа золото довольно крупное и даже в виде самородков, обогащает карманы карста вблизи контактов алюмосиликатных и карбонатных пород. Перспективы обнаружения скопления золота такого типа возможны в карбонатных породах Южного Донбасса, Волыно-Подольи, Прикарпатья, Крыма и др.

Прогноз, поиск и оценка гипергенных месторождений золота

в Украине недостаточно изучены. Учитывая выше сказанное для определения конкретных перспектив Украины на гипергенное золото настоятельно необходимо осуществить изучение и ревизию золотоносности сохранившихся древних кор выветривания /Кировоградский блок, Среднее Приднепровье и др./, зон окисления - цементации /Закарпатье, Донбасс и др./ и других гипергенных образований; провести их геохимическое картирование, проанализировать геохимические аномалии золота и его элементов-спутников /Cu, Pb, Zn, Ag, Hg, Sb, As, Bi, Mo и др./, осуществить шлиховое опробование с улавливанием золота тонких классов и т.д. Особого внимания заслуживают зоны окисления многочисленных пирит-пирротиновых и пиритовых зон Украинского щита, отмеченных при геолого-съёмочных работах, при поисках сульфидного никеля и др.

Представляется целесообразным выполнению специального среднemasштабного прогноза на гипергенные месторождения золота в отдельных, наиболее перспективных районах Украины и проведение крупномасштабных оценочных работ на конкретных, уже зарекомендованных в этом отношении площадях и участках. Первоочередными объектами исследований должны быть площади неглубокого залегания кор выветривания и зоны окисления-цементации. На площадях где проведены разведочные работы возможно проведение предварительного локального прогноза наиболее богатых золоторудных скоплений /"вторичных бананцев"/. Первоочередными в этом плане являются Чертомлыкская гранит-зеленокаменная структура, отдельные площади Кировоградского блока и т.п. Столь же необходимым является осуществление комплексных научно-исследовательских /тематических/ работ по золотоносности зон гипергенеза.

Необходимо обратить пристальное внимание на обнаружение месторождений золота в Украине, связанных с корами выветривания, как наиболее рентабельных и перспективных. В соответствии с ускорением технического прогресса, современным развитием производства, перспективой применения мощных горно-добывочных комплексов для разработки таких объектов, - ныне во все более возрастающем объеме можно эффективно использовать как раз гипергенные месторождения золота. Эти месторождения наименее капиталоемкие, легко доступные для промышленного освоения и требующие относительно минимальных затрат на создание горных предприятий.

## ЛИТЕРАТУРА

- Афанасьева Э.Б., Иванова Г.Ф., Миклишанский А.З. и др. Геохимическая характеристика вольфрамового оруденения Олимпиадинского золото-сульфидного месторождения /Енисейский край/. // Геохимия.-1995.-№ 1. - С. 29-48.
- Альбов М.Н. Вторичная зональность золоторудных месторождений Урала. - М.: Госгеолтехиздат, 1960. - 215 с.
- Великанов Ю.Ф., Ширинбеков Н.К. Перспективы золотоносности Кривбасса. // Минерагеня и прогнозная оценка на твердые полезные ископаемые. - Киев, 1991. - Вып.2. - С. 14-15.
- Гавриленко В.Н., Коржнев М.Н. Один из источников золота в метатерригенных породах скелеватской свиты Криворожской серии. // Металлогения докембрия и метаморф. рудообразование. - Киев, 1990. - С. 191-192.
- Галий С.А., Ширинбеков Н.К. Золото-сульфидная минерализация в центральной части Украинского щита. // ДАН УССР. - 1990. - Сер. Б. - № 3. - С. 3-5.
- Генкин А.Д., Лопатин В.А., Савельев Р.А. и др. Золотые руды месторождения Олимпиада /Енисейский край, Сибирь/. // Геология руд. месторождений. - 1994. - 36. - № 2. - С. III-136.
- Гидрогеология СССР, тV, УССР. - М.: Недра, 1971. - 614 с.
- Комов И.Л. Геохимические ассоциации элементов на месторождениях золота. // Геохимия. - 1994. - № 4. - С. 525-534.
- Критерии прогнозирования месторождений Украинского щита и его обрамления. - Киев: Наук. думка, 1975. - 560 с.
- Кулиш Е.А., Кулиш Л.И. Эндогенная марганценосность Украинского щита. - Киев: ИГМР и ИГН НАНУ, 1994. - 150 с.
- Кулиш Е.А., Покалюк В.В., Решатняков В.В. Минералого-геохимические особенности верхнеархейской коры выветривания Криворожья. // Зап. Всесокз. мин. об-ва. - 1987. - Ч. IIб. - Вып. 5. - С. 564-573.
- Ли Л.В., Круглов Г.П., Шерман М.Л. Вкрапленное золото-сульфидное оруденение Енисейского края. // Докл. АН СССР. - 1990. - 315. - № 4. - С. 690-694.
- Мельничук Э.В., Павлюк В.Н. Золото Побужья и Приднестровья. // Минерагеня и прогнозная оценка на твердые полезные ископаемые. - Киев, 1991. - Вып.2. - С. 23-24.
- Мельничук Э.В., Гурский Д.С., Павлюк В.Н. и др. Проявление гипергенного золота в Побужском районе Украинского щита. // Геол. журн. - 1992. - № 4. - С. 126-128.



- Михайлов Б.М. Рудоносные коры выветривания. Принципы и методы оценки рудоносных геологических формаций. - Л.: Недра, 1986. - 238 с.
- Моисеенко В.Г., Маракушев С.А. Бактериальное концентрирование, укрупнение и "облагораживание" золота в зоне окисления золоторудных месторождений и россыпях. - Благовещенск: АмуркНИИ РАН, 1987. - 48 с.
- Нестеров Н.В. Вторичная зональность золоторудных месторождений Якутии. - М.: Недра, 1973. - 172 с.
- Прокофьев В.К., Афанасьева З.Б., Иванова Г.Ф. и др. Исследования флюидных включений в минералах Олимпиадинского месторождения. //Геохимия. - 1994. - № 7. - С. 1012-1029.
- Росляков Н.А. Геохимия золота в зоне гипергенеза. - Новосибирск: Наука, 1981. - 240 с.
- Сергеев И.Б. Особенности строения и вещественного состава золотоносной коры выветривания /Енисейский край/. // Кора выветривания. - М. - Вып.20, 1991. - С. 77-90.
- Скакун Л.Г., Матковский О.І.; Гожик М.Ф., Ремешило Б.Г., Шлянка В.М. Золоте зруденіння Березівського рудного поля /геологоструктурна позиція і мінералогічна типізація/. //Золото в надрах України.- Львів: Світ. - 1992. - С. 128-145.
- Смирнов С.С. Зона окисления сульфидных месторождений. - М.-Л.: АН СССР, 1955. - 332 с.
- Эммонс В. Вторичное обогащение рудных месторождений. - М.-Л.: Глав.ред.геологоразвед. и геодез.литературы, 1935.
- Яценко Г.М., Лосихина А.И. Эксплозивные проявления на Украинском щите и его минералогения // Минералогия и прогнозная оценка на твердые полезные ископаемые. - 1991. - Вып. 1. - С. 90-92.
- Freyssinet P., Butt C.R., Zeegers H. The distribution of gold in lateritic weathering profiles: a comparison between West Africa and Western Australia /8-th IAGOD Supm. in conjunct. With I-int. - Cont.Mineral.Deposit Model.- Ottawa, 1990. - P.102-103.
- Gilles J.E., Bancroft G.M. An XPS and SEM study of gold deposition at low temperatures on sulphide mineral surfaces: Concentration of gold by adsorption /reduction/. //Geochim.et cosmochim.acta. - 1985. - 49. - N 4. - P.P.979-987.

УДК 553.411:669.213/477/

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ГЕОЛОГО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД УКРАИНЫ

Лебедь Н.И., Андреев П.И., Лябарская Г.А.

Статья представляет переработанный и дополненный вольный доклад на семинаре "Современные технологии переработки золотых руд и их принципиальные возможности на месторождениях Украины", проведенного в мае 1996 г. /Киев/ Госкомгеологии Украины совместно с НАН Украины.

Несмотря на слабую опробованность недр Украины на золото, геологоразведочными работами уже доказано наличие золоторудных месторождений в трех золотоносных провинциях: Карпаты, Украинский щит и Донбасс.

В КАРПАТАХ детально или предварительно разведанные месторождения расположены в Береговском и Раховском рудных районах Закарпатья. Месторождения Береговского района локализованы в миоценовых вулканических аппаратах преимущественно кислого состава /плагиориолиты, их туфы; местами - андезиты и их туфы/. Вулканические структуры района и сопряженное с ними оруденение являются одним из звеньев Внутрикарпатского вулканического пояса, сопровождающегося месторождениями золота, серебра, полиметаллов, барита, алунита и каолинов. В Словакии, и особенно - в Румынии, такие месторождения давно и успешно эксплуатируются. Отрабатывались как мелкие, легко доступные месторождения легкообогатимых руд, так и более крупные месторождения.

Для всех месторождений, в том числе и для Мужиевского, характерна вертикальная первичная зональность. У поверхности развиты собственно золотые руды с серебром, на глубину они сменяются золото-серебро-свинцово-цинковыми рудами, в которых на самых глубоких горизонтах появляется существенная примесь меди, взамен свинца. Верхние части золото-полиметаллических рудных тел в ряде случаев окислены с выносом цинка и замещением галенита ангезитом и церусситом. Преобладающим типом руд на Мужиевском месторождении являются комплексные сульфидные золото-полиметаллические руды. Существенная часть разведанных запасов металла заключена также в собственно золотых рудах.

Запасы окисленных руд незначительны.

Собственно золотые руды являются каолинит-кварцевыми /вместе два минерала составляют от 65 до 99 % массы руды, в среднем - 85 % /. Преобладает кварц трех генераций с постоянной примесью других модификаций кремнезема: халцедона, опала, трилимита и кристобалита. Из других минералов в ощутимых количествах содержатся: окислы и гидроокислы железа, барит и полевые шпаты. Присутствие сульфидов менее 0,8 %. Другие рудные и нерудные минералы имеются в незначительных количествах, в виде единичных зерен встречаются почти все минералы, известные в сульфидных и окисленных рудах /до 40 рудных минералов и до 30 - нерудных/.

Золото в этих рудах свободное /40-45 %/ и в сростках с нерудными минералами и окислами железа /40-45 %/, при измельчении до 95 % класса - 74 мкм. Преобладает мелкое золото /от I-2 до 70 мкм/ - 60-65 %; золото крупнее 70 мкм составляет 35-40 %. Изредка встречаются золотины размером  $\geq$  1 мм.

В составе комплексных руд /сульфидных и окисленных/ преобладают те же нерудные минералы и в тех же примерно соотношениях, но их общее содержание уменьшается за счет появления сульфидов /до 30-35 % / или окисленных минералов свинца /5-9 %/. Сульфидные руды являются галенит-сфалерит-пиритовыми, а окисленные ярозит - англезит - церусситовыми. В сульфидных рудах указанные три минерала составляют 97-98 % от общего количества сульфидов. Золото здесь присутствует в различных формах с небольшим преобладанием связанного с сульфидами. При том же измельчении до 95 % класса - 74 мкм: свободное - 20 %; в сростках - 25-30 %; связанное с сульфидами - 30-35 %; с оксидами и карбонатами - 12 %; с порошой - 8 %. Золото не имеет определенного минерала - носителя. По данным Л.Е Скакуна и Б.Г.Ремешило /1990 г./ видимое под микроскопом золото /т.е. примерно от 2 мкм и более/ обычно располагается: на границе зерен нескольких рудных и жильных минералов; в участках тонкого взаимного прораствания основных сульфидных минералов; у границ мелких сульфидов мели в пирите, галените или сфалерите; в узкой пограничной кайме чистых зерен основных сульфидов. В центральных и средних частях отдельных зерен пирита, сфалерита и галенита золото, различимое под микроскопом, отсутствует. Поэтому содержание золота в монофракции любого минерала находится в обратной



зависимости от ее чистоты. Для монофракций пирита и сфалерита характерна прямая зависимость между содержаниями в них золота и свинца. При флотации сростки различных минералов преимущественно извлекаются в свинцовый концентрат.

В окисленных рудах преобладает золото, связанное с оксидами и карбонатами /45-50 % при том же измельчении/ и свободное /35-40 %/ при несущественной и примерно равной доле других его форм.

Золото всех типов руд Мужиевского месторождения низкопробное: от 600 до 900, среднее 720-740. Кроме основной примеси - серебра, в незначительных количествах присутствуют железо, медь, иногда теллур.

В процессе разведки месторождения изучено 53 пробы геолого-технологического картирования массой до 100 кг каждая; 33 лабораторно-технологических пробы массой по 200-500 кг каждая и 5 полупромышленных проб массой от 12 до 185 т каждая. За исключением одной полупромышленной и трех лабораторных проб, все технологические исследования выполнены в ИМРе. По данным этих исследований обоснованы параметры кондиций для подсчета запасов и утверждены запасы месторождения.

Для обогащения золотых и окисленных руд рекомендована комбинированная гравитационно-флотационная схема, обеспечивающая высокое извлечение полезных компонентов в высококачественные кондиционные концентраты.

Для комплексных сульфидных руд рекомендована флотационная схема обогащения. В процессе апробации запасов в качестве основного был рекомендован вариант с получением только свинцового и цинкового концентратов при максимально допустимом извлечении в них /главным образом - в свинцовый/ золотосодержащего пирита. Такая схема обеспечивает получение кондиционных по основному металлу концентратов /не менее 40 %/ и высокое извлечение золота в них: в свинцовый - 72 %, в цинковый - 18 %. Получение пиритного продукта в тех условиях было экономически нецелесообразным в связи с его некондиционностью по ТУ бывшего СССР: повышенные содержания в нем свинца и цинка и одновременно невысокое содержание золота /в среднем 10 г/т/. В новых условиях этот вопрос заслуживает дополнительного изучения. Поскольку в сульфидных рудах, особенно в местах их перехода в золотые или окисленные руды, встречаются крупное свободное золото, рекомендует-

ся в технологической цепи устройство специальных гравитационных ловушек для такого золота.

Золотое и золото-полиметаллическое оруденение Раховского рудного района локализуется в древних толщах Мармарошского кристаллического массива, метаморфизованных в условиях зеленосланцевой фации метаморфизма. На большей, -- румынской, части массива развиты медно-колчеданные и полиметаллические - колчеданные руды с попутным золотом около 4-5 г/т руды. В украинской части массива имеются рудопроявления такого типа, но разведано пока только месторождение чисто золотых руд - Сауляк. Оно представлено пологими /25-35°/ жильными зонами, залегающими согласно с напластованием и сланцеватостью вмещающих пород из толщи основания деловецкой свиты: кварц-серицитовые, кварц-альбит-серицитовые и серицит-хлоритовые сланцы с линзующимся прослоем карбонатных пород. Жильные зоны представляют собой систему сближенных жил и прожилков кварцевого, реже - анкерит-кварцевого состава с убогим содержанием сульфидов /0,2-0,7 % / и самородным золотом. Они локализируются в контактовых частях карбонатного тела, в связи с чем выпеляются надкарбонатные и подкарбонатные рудные тела. В разрезе каждого рудного тела многократно чередуются жильные кварцевые и кварц-карбонатные породы, максимально обогащенные золотом от 50 г/т до 100 г/т с прослоями почти безрудных сланцев /0,5-3,0 г/т/.

Руды месторождения убогосульфидные хлорит-серицит-карбонат-кварцевые с преимущественно свободным золотом. При том же измельчении свободное золото составляет 63,2 %, свободное в пленках - 15,8 %; в сростках - 15 %, сульфидное - 2,7 %, связанное с порошой - 3,3 %. Преобладающий размер частиц золота 0,004-0,008 мм, встречаются - до 0,3 мм и более. Пробность золота умеренно высокая 841-930. Основные примеси в золоте - серебро, железо, теллур, ртуть при несущественной примеси меди и мышьяка.

Внутри рудных тел характерна тесная пространственная ассоциация золота и сульфидов /пирротин, пирит, галенит, сфалерит, халькопирит и др./ с образованием тонких обогащенных рудными минералами "струй" среди массы бедных сланцев.

По данным ИМРа и "Механобрчермента" комбинированная гравитационно-флотационная схема обеспечивает эффективное обогащение как рядовых /5,5-6,0 г/т/, так и бедных руд /3,5-4,0 г/т/



с извлечением золота в концентрат 92-93,5 %. Качество исходной руды при этом больше влияет на качество готового объединенного концентрата, содержание золота в нем составляет соответственно 160-170 и 50-60 г/т. Более половины металла /к тому же в более богатый концентрат/ извлекается гравитационным способом, что позволяет предполагать более тесную, чем пространственную, связь золота с сульфидами. Возможно, тонкие золотины "бронируют" зерна сульфидов.

На этом основании можно прогнозировать для руд месторождения Сауляк высокую эффективность обогащения современными гравитационными методами с измельчением и обогащением в 2-3 стадии. Положительное решение этой проблемы может улучшить экономические и экологические показатели освоения месторождения, находящегося в непростых географических условиях. Первый неполный опыт выполнен в институте "Механобрчермет" и показал обнадеживающие для первого случая результаты. Из бедной руды /3,7 г/т/ получен концентрат с содержанием 72,2 г/т при извлечении металла в концентрат 77,9 %. Дальнейшие исследования в этом направлении, а также внедрение предварительной сортировки руды с исключением из процессов обогащения ее самой бедной части и пустых пород, позволят успешно решить задачу экономически эффективной и экологически чистой переработки руд этого месторождения.

По мнению большинства украинских геологов основной золотоносной провинцией Украины является недостаточно опосредованный на золото докембрийский УКРАИНСКИЙ ЩИТ. По особенностям геологического строения, металлогении других полезных ископаемых и уже доказанным прямым признакам золотоносности Украинский щит имеет значительные аналогии с высокопродуктивными золотоносными щитами мира, прежде всего с Канадским, Западно-Австралийским и Индостанским.

Пять месторождений Украинского щита в настоящее время находятся в разведке: Клинцовское и Юрьевское в Кировоградской области, Сергеевское и Широкая Балка - Днепропетровской и Майское в Одесской. Выполненными на сегодня работами перспективность месторождений подтверждается. В сентябре 1993 г. при подготовке постановления о разведке среднее содержание золота в рудах всех пяти месторождений оценивалось в 3,95 г/т - в контурах первой очереди разведки. На апрель этого года в тех же контурах оно оценивается уже в 7,1 г/т.



Геологическая интерпретация данных буровой разведки наиболее убедительна на месторождениях Днепропетровской области, залегающих в позднеархейских гранит-зеленокаменных структурах и имеющих полные аналоги с подобными месторождениями других щитов мира. Эти месторождения отличаются также исключительно высокой насыщенностью вскрываемого разреза рудными телами, т.е. рудными пересечениями с граммовыми содержаниями золота.

Месторождения /Клиновское, Юрьевское/ и неизученные рудопроявления Кировоградского блока /Сасовское, Шахтное, Дачное, Губовское и пр./ находятся в благоприятной геологоструктурной ситуации и также могут быть достаточно крупными и богатыми, но их аналогии с хорошо известными месторождениями других щитов мира менее однозначны. При разведке их требуется поиск новых путей и природных закономерностей.

Наиболее неординарными и оригинальными месторождением с нашей точки зрения является Майское месторождение, выявленное в Побужском рудном районе среди пород, относившихся ранее к образованиям рамы зеленокаменных структур.

По каждому из этих месторождений изучено достаточное количество лабораторно-технологических проб /от 5 до 13-15/. Но в большинстве случаев это были пробы слишком малого веса /10-30 кг и даже меньше/. Содержание золота, устанавливаемое по балансу продуктов обогащения, значительно отклонялось от содержания, установленного в экспедиции. Поэтому среди испытанных проб преобладают либо слишком бедные непредставительные для месторождения руды, либо, наоборот, слишком богатые - тем более непредставительные. В ряде случаев в одну пробу объединялись разные по составу руды, а иногда и безрудные сульфидизированные породы, что в первое время было обусловлено отсутствием опыта разведки золоторудных месторождений. Поэтому, несмотря на достаточно большое количество проб, технологическая изученность месторождений недостаточная. Лучше всего изучено Клиновское месторождение, где из горных выработок изучаются пробы весом 0,5-2,0 т; более-менее достаточно изучены: Широкая Балка и Майское.

По данным этих исследований руды практически всех месторождений /Сергеевского с некоторой долей условности/ хорошо обогащаются по комбинированной гравитационно-флотационной схеме с получением кондиционных концентратов /обычно 50-100 г/т Au /, отвалных хвостов и извлечением золота в концентрат около 90 %.

Месторождения гранит-зеленокаменных структур имеют в своем составе много общего. Это мало - и умеренно сульфидные слюдито-карбонат-кварцевые руды с резким преобладанием среди рудных минералов соединений железа /магнетит, сульфиды железа, его окислы и гидроокислы/. Особенно много их на Широкой Балке, где рудные тела локализируются в участках чередования основных зеленых сланцев с малорудными магнетитовыми кварцитами. Среди слюд преобладает хлорит.

Сульфиды меди, свинца и цинка постоянно присутствуют в руде в сотых долях % или знаках, но иногда - до 0,5 %, а в одном блоке месторождения Широкая Балка - до 2-3 % их суммы. Арсенипирит - в знаках и сотых долях, но иногда достигает 1,0 %. Практически постоянно в руде присутствует графит 0,5-1,0 %.

Фазовый состав золота изучен недостаточно. Наряду со свободным золотом и золотом в сростках существенную роль играет золото в карбонатах и оксидах, а также сульфидное. По данным УкрИМРа и ВНИИХТа большую часть золота составляет достаточно крупное от 30-40 мкм и выше. По данным А.А.Вальтера преобладает /на Широкой Балке/ золото размером до 25 мкм и менее 1 мкм. Вопрос требует дополнительного изучения. Пробность золота высокая: 900-990, преобладает 930-960.

Основные предполагаемые технологические сложности руд этих месторождений:

- переменное содержание магнетита и сульфидов железа в руде при переменном же содержании золота в этих минералах /от менее 1 г/т до 20 г/т и более/;

- достаточно высокий и слабо изученный уровень содержаний графита в руде и практически неизвестный уровень его содержаний в концентратах;

- в отдельных участках возможны повышенные концентрации мышьяка, меди, свинца, цинка, а также слишком высокие концентрации железа - помехи при цианировании и извлечении золота из растворов;

- разнотипность фаз золота, наличие нескольких фаз с существенным его содержанием.

Месторождения Кировоградского блока по ряду показателей выгодно отличаются от руд месторождений зеленокаменных структур: в них выше доля свободного золота, крупнее размер золотинок, меньше магнетита, сульфидов и графита, но в них высокий уровень содержаний мышьяка. Это главный недостаток руд этих месторож-



лений. На Клинецовском месторождении среднее содержание суммы мышьяковых минералов в руде составляет 1,3 %, в гравитационном концентрате - до 24 %. Меньшие содержания мышьяка в рудах Юрьевского месторождения возможно обусловлены его недостаточной изученностью. Руды этих месторождений малосульфидные биотит-полевошпат-кварцевые с низкими содержаниями рудных минералов /кроме сульфидов железа 1-3 % и арсенопирита 0,5-3 %, все другие в долях % или знаках/ и практически без карбонатов.

Отчетливо преобладают свободное золото и в сростках, иногда до 5-15 % - золото в сульфидах. Другие формы золота не существенны. Извлечение золота в концентраты и его извлечение всегда стабильно высокие, но высокое содержание золотосодержащих мышьяковистых минералов и до 2-3 % графита являются недостатком концентратов.

Технологически самые благоприятные руды характерны для Майского месторождения. В рудах со средним содержанием 6-8 г/т свободное золото составит не менее 60-70 %, кроме него высокая роль будет золота в сростках. Остальные формы золота не будут иметь значения. Руды этого месторождения биотит-полевошпат-кварцевые убого-сульфидные / < 1 %/. Присутствуют также амфибол, гранат, турмалин.

В ДОНБАССЕ, точнее в Нагольном Кряже, широко развиты проявления бедных пирит-арсенопиритовых руд, образующие скопления на большой площади и на большую мощность. Содержания золота в маломощных прожилках достигают 4-20 г/т, иногда больше, но на промышленную мощность - не более 1-1,2 г/т. Руды существенно сульфидные, карбонат-глинисто-кварцевые с высоким содержанием в них мышьяка и органического углерода. Почти все золото связано с сульфидами, в том числе 30-75 % его заключено в арсенопирите. Это определяет упорный характер первичных руд района. К тому же типу относятся и бедные полиметаллически серебряные руды с мышьяком. Практический интерес может представлять только их зона окисления. Это мелкие по запасам объекты вблизи дневной поверхности со свободным золотом - залежи, удобные для отработки небольшими старательскими артелями или малыми предприятиями с прямым цианированием руды.

В заключение следует подчеркнуть, что одним из основных условий освоения золоторудного потенциала Украины является своевременное, обстоятельное и достоверное изучение вещественного состава руд золота и разработка современных и экологически безопасных технологических схем извлечения золота из добываемой рудной массы.



УДК: 553.411.068.5 (477/45,46)

ЗОЛОТОНОСНОСТЬ НИЖНЕМЕЛОВЫХ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ  
СЕВЕРНОГО СКЛОНА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ УКРАИНСКОГО ЩИТА.

Ковальчук М. С.

Нижнемеловые (баррем - ранний альб) континентальные (делювиальные, пролювиальные, аллювиальные и озерные) отложения распространены в пределах района исследований (Черкасская и Кировоградская обл.) спорадически и сохранились от размыва до наших дней в виде извилистых полос, напоминающих контуры речных долин (длина превышает 100 км, а ширина на отдельных участках составляет 8,6 км). В генетическом отношении нижнемеловые отложения являются продуктом размыва и переротложения линейных и площадных кор выветривания (сиалитных и латеритных) кристаллических пород Украинского щита.

Выполняют нижнемеловые континентальные отложения эрозионно-тектонические депрессии замкнутого и открытого типов. Палеодепрессии подчиняются общей структуре кристаллического фундамента и контролируются глубинными разломами и различными тектоническими нарушениями более низкого ранга. Глубина залегания континентальных образований - 0,0 - 126,5 м, мощность - 0,0 - 32,7 м ( в пределах Ротмистровской впадины - 113 м).

В литологическом плане отложения представлены песками слабоалевритовыми, глинисто-алевритовыми, алеврито-глинистыми, глинистыми, сильно глинистыми (до 48 % глинистой составляющей); вторичными каолинами и каолиновыми глинами сильно песчаными, песчаными, слабоалевритовыми и тонкоотмученными равностями; бокситами и бокситовидными породами алеврито-песчаными и песчаными.

Изучение вещественного состава отложений, его литологических, геохимических и фациальных особенностей позволило классифицировать толщу как платформенную, гумидную, континентальную, терригенную, предтрансгрессивную формацию, в пределах которой выделено три субформации, отвечающие этапам развития речной сети во времени и пространстве. Субформации характеризуются определенным типом осадков, их взаимоотношением, структурно-текстурными особенностями, спорово-пыльцевым комплексом, связью с полевыми ископаемыми (вторичные каолины, огнеупорные глины, бокситы, россыпи ильменита, циркона, монацита и золота).

В результате размыва кор выветривания золото легко высвобождалось из змеяющих материнских пород и вовлекалось в процесс континентального седиментогенеза. На миграционные способности золота большое влияние оказывали его размер, форма и плотность водного потока. Установлена сорбционная и кластогенная форма накопления золота в нижнемеловых отложениях.

Золотом "заражен" весь вертикальный разрез толщи, однако значительные его концентрации связаны с начальным и завершающим этапами становления формации. Повышенные концентрации (0,9 - 2,27 г/м куб.) кластогенного золота связаны с несортированными, средне-грубозернистыми отложениями (алевро-глинистые, глинистые, сильно глинистые пески) фаций русла и прирусловой отмели.

Весовые содержания кластогенного золота располагаются в неровностях плотика, нишах, ямах, карманах, а также образуют кулисообразные тела, потоки рассеяния, линзы, струи (Ковальчук, 1994).

Установлено, что с золотом в разрезе ассоциируют касситерит, сфалерит, галенит, монацит. Как правило в золотоносных породах присутствует кварцевая галька (1,0-10,0 см) уплощенного и изометрического типов, что указывает на связь золота с зонами окварцевания в кристаллических породах фундамента. Кварцевая галька присутствует в отложениях русла и прирусловой отмели не на всем протяжении палеодолин, а лишь на определенных их участках. По цветовой гамме выделено 4 разновидности кварцевой гальки: светло-серая, серая, темно-серая и молочно-белая.

Для изучения внутреннего строения гальки кварца были сделаны приполировки ее поверхности (вдоль и поперек плоскости расщепления). Только галька молочно-белого цвета монолитного строения. Внутреннее строение гальки темно-серого цвета - трещиноватое. Трещины заполнены глинистым веществом и пропитаны гидроксидами железа. Состоит галька из двух типов кварца (более темного и более светлого). Текстура кварцевой гальки брекчиевидная, структура - гранобластовая. Галька кварца серого цвета имеет черепитчатое внутреннее строение. Галька светло-серого цвета состоит из молочно-белого и прозрачного кварца. Текстура ее - линзовидная, структура - гранобластовая, мозаичная. Кристаллы кварца сплющены и вытянуты вдоль фронта сжатия, что указывает на изменение пород в условиях пластического сжатия.



Наличие сростков золота с молочно-белым кварцем побудило к определению температуры декрепитации включений в кварце. Две разновидности кварца (прозрачный и молочно-белый) в кварцевой гальке и два максимума декрепитации включений (240 и 380<sup>o</sup>C) в кварце указывают на температурную стадию в ее образовании.

Установлена прямая зависимость между содержанием золота, наличием кварцевой гальки, степенью сортировки и глинистостью пород (максимальные содержания минерала установлены в высокоглинистых, несоортированных отложениях).

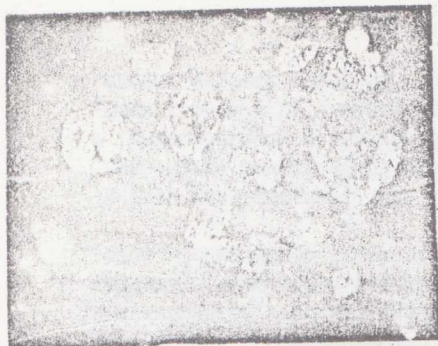
Цвет золота ярко-желтый, иногда с красноватым оттенком. Размер золота изменяется от 0.01 до 3.5 мм, однако основная часть принадлежит к пылевидному (0.01-0.05 мм), тонкому (0.01-0.1 мм) и весьма мелкому (0.1-0.25 мм) классу (Ковальчук, 1994). По гранулометрическому составу оно подразделяется на шесть классов: большое, среднее, мелкое, весьма мелкое, тонкое и пылевидное. Форма золотин довольно разнообразна (Рис.). Преобладает (90%) золото в виде тонких чешуек, пластинок неправильной, часто искривленной формы с плавными или частично изрезанными, иногда загнутыми краями. Подчиненное значение имеют золотинки короткотаблитчатого, сигароподобного, псевдооктаэдрического, лепешковидного габитуса. Встречается золото также в виде двулистников, трёхлистников и других сложных, а порой и экзотических форм. Довольно часто наблюдаются сростки золота с другими минералами (кварц, пирит, циркон, висмутин). Отмечено золото в кварцевой "рубашке". Иногда золотины покрыты тонкой корочкой глинистого вещества белого, желтовато-белого цвета (Рис.В).

Золото хорошо окатано и несет следы интенсивной механической обработки. Поверхность золотин ямчато-бугорчатая со следами отпечатков различных минералов. На поверхности золотин отмечаются многочисленные шрамы, следы коррозии (Рис. В, Г, Д).

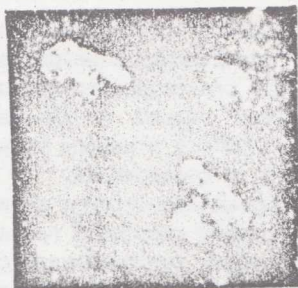
По химическому составу золото высокопробное (996). Среди элементов примесей в золоте установлены (в %): Ag (0,0-0,11), Fe (0,0-0,02), Cu (0,0-0,03), Pb (0,0-0,33), Zn (0,1-0,96), Hg (0,0-0,08), Sb (0,0-0,02), As (0,0-0,1), Sn (0,0-0,11), Bi (0,01-1,14), Ti (0,0-0,05), Ni (0,0-0,01).

Причем пробность золота почти всегда несколько выше в краевых частях зерен, чем в центральных, что свидетельствует об облагораживании металла в осадке. Кроме того пробность золота увеличивается по направлению к устью палеодолин :

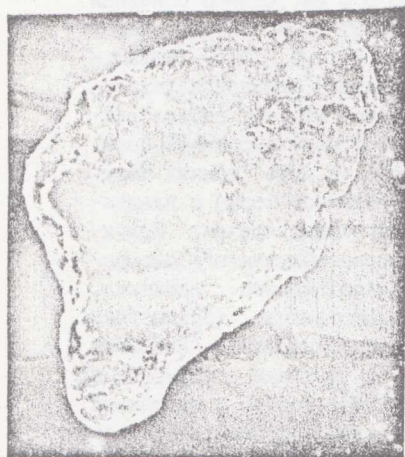




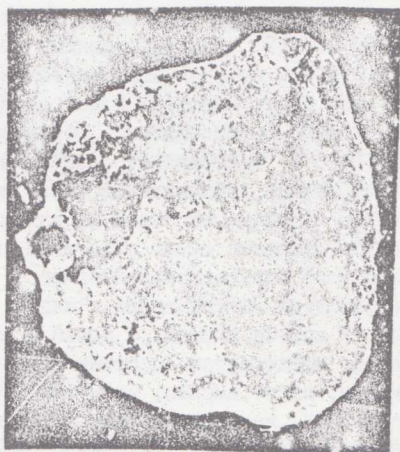
А)



Б)



В)



Г)



Д)

РИС. Золото из  
нижнемеловых отложений.

- А) общий вид золотин.  
Увеличение 20 раз.  
Б) золото в "рубашке".  
Увеличение 25 раз.  
В), Г), Д) окатанное  
золото со шрамами и  
следами коррозии.  
Увеличение:  
В) - 330 раз,  
Г) - 250 раз,  
Д) - 1800 раз.

881-988-997-999 (Заруцкий и др., 1980). Общее увеличение пробыности вниз по течению палеореки можно связать с облагораживанием металла в ходе процесса седиментогенеза, либо с подпиткой из мелких, невыявленных рудных тел (наличие в устьевой части палеодолины сростков золота с кварцем и др. минералами, а также ассоциация с золотом в разрезе галенита, сфалерита и др. неустойчивых к процессам выветривания и транспортировки минералов), либо это следствие вертикальной зональности основного коренного источника.

Из установленных в золоте элементов-примесей Cu, Hg, Sb, Bi, Ag являются изоморфными, остальные, вероятно, связаны с механическими микровключениями соответствующих жильных и рудных минералов, ассоциирующих с золотом в рудных телах. Характерными примесями в золоте являются висмут, серебро, цинк, олово. Причины высокого содержания висмута в металле пока не выяснены, хотя этот факт может служить прямым указанием на заимствование россыпного золота из золото-редкометальной рудной формации (Самусиков, 1994). Такие примеси как медь, железо, свинец, титан, никель, вероятно, не являются индикаторными. Интересен факт наличия в некоторых образцах золота примесей ртути, сурьмы, мышьяка. Исходя из химического состава золота, его морфологических форм вероятными источниками металла могли быть образования золото-кварцевой и (или) золото-редкометальной формации. Образование рудного золота не имело связи с процессом накопления радиоактивных элементов. Об этом свидетельствует отсутствие связи золота с гамма-активностью рыхлых отложений (Б.А.Ветров и др. 1980 г.).

Сорбционное золото установлено во вторичных каолинах и каолиновых глинах (все фациальные обстановки), а также в пирит-марказитовых конкрециях (отложения пойменной и озерной фации). Связь субмикроскопического золота с другими сильными осадителями (гидроксиды железа, углеродистое вещество) и диагенетическим пиритом не изучалась, однако заслуживает особого внимания, поскольку в пределах палеодолин отмечаются обширные участки обогащения пород диагенетическим пиритом.

В условиях гумидного климата тонкодисперсное золото (которое присутствует в корах выветривания) должно почти полностью выноситься в морской бассейн. Однако, преимущественно глинистый состав отложений, служивший ловушками на путях миграции металла, наличие таких сильных осадителей золота как каолин, пирит-марказитовые конкреции, диагенетический пирит, гидроксиды железа, углеродистое вещество, которые могли в



значительной мере адсорбировать указанное золото, дает повод полагать, что тонкодисперсное золото осаждалось на геохимических барьерах. Низкая гипсометрия поверхности дельт, подпруживание их трансгрессирующим морским бассейном благоприятствовали затоплению дельт и части рек во время нагонов, что приводило к смешиванию речных и морских вод и образованию как механических, так и геохимических барьеров, благоприятных для концентрации золота.

Основные перспективы толщи связываются с обнаружением богатых россыпей весьма мелкого, тонкого и пылевидного золота как в крупно-, так и в мелкопесчаных глинистых, сильно-глинистых литофациях.

Кроме того, особые перспективы связываются с дельтовыми и прибрежно-морскими отложениями (находятся в пределах Днепровско-Донецкой впадины и на данном этапе не изучались).

Перспективными в отношении россыпного и хемогенной (главным образом) золотоносности являются нижнемеловые континентальные отложения, развитые в пределах Ротмистровской впадины замкнутого типа. Здесь, в сформировавшихся на ограниченном пространстве отложениях (мощность более 113 м.) можно ожидать крупные и богатые проявления россыпного (песчаные литофации) и хемогенного (богатые органикой сланцы) золота.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Заруцкий К.М., Ветров Ю.И., Злобенко И.Ф., Мазур А.К., Самойлович Л.Г. О находке золота в аллювии погребенных раннемеловых долин центральной части Украинского щита // Геол. журн. - 1980. - т. 40. - N 3. - С. 149-151.
2. Ковальчук М.С. Формы транспортировки и накопления золота в нижнемеловых континентальных сложениях северного склона центральной части Украинского щита // Геол. журн. - 1994. - N 3. - С. 107-111.
3. Самусиков В.П. Элементы-примеси в золоте из россыпей как критерий оценки формационной принадлежности и степени эродированности кренных источников // Тез. докл. 10 Международного совещания "Россыпи и месторождения кор выветривания - объект инвестиций на современном этапе (Москва, 21-26 ноября, 1994 г.). - М., 1994. - С. 182-184.



## ЗОЛОТОНОСНОСТЬ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД СЕВЕРНОЙ ДОБРУДЖИ.

Суцук Е.Г.

На территории Украины расположен северный склон Добруджской складчатой области и примыкающий к нему Преддобруджский прогиб, которые относятся к северной зоне Палеотетиса и по своему развитию в палеозое напоминают Донецкую складчатую область. В осадочной толще, слагающей Северную Добруджу и Преддобруджский прогиб, выделяется четыре структурных этажа, разделенных перерывами и отличающихся завершенными циклами литологических формаций: палеозойский, мезозойский (триасовый), мезозойский (юрский) и кайнозойский.

По геофизическим данным предположительная глубина залегания молодого эпибайкальского фундамента - 4200-4350 м. Наиболее древние из вскрытых бурением - фаунистически охарактеризованные осадки нижнего девона. Мощность нижне-, средне- и верхнедевонских образований, представленных известняками, доломитами, глинистыми сланцами, алевролитами, песчаниками, от 500 до 1150 м. Они перекрыты нижнекарбонowymi высокоуглеродистыми глинистыми сланцами с прослоями алевролитов, песчаников и известняков мощностью около 1500 м. Палеозойские образования слагают субгеосинклинальный комплекс герцинского этапа развития, смяты в сложно построенные складки и нарушены многочисленными разломами различного ранга, что обуславливает мозаичное чешуйчато-надвиговое строение территории. Они перекрыты молассами  $T_I$  - красно-бурыми конгломератами, песчаниками и алевролитами /1200 м/, карбонатной толщей  $T_{I-2}$  /1700 м/ и терригенно-карбонатной сероцветной толщей  $T_3$  /1000 м/, отражающими единый орогенный этап развития и образующими отдельный структурный этаж. Юрский структурный этаж представлен отложениями средней и верхней юры /полный формационный ряд/ мощностью до 3 км, выполняющими Молдавскую впадину. Завершают разрез преимущественно терригенные породы неогена мощностью до 400-600 м, залегающие практически горизонтально.

Магматические образования в Северной Добрудже представлены малыми интрузиями, дайковыми и эффузивными породами герцинского и киммерийского возраста - кварцевыми сиенитами, порфирами и порфиритами, сиенитами, диоритами, диабазами, керсантитами, игнимбритами и игнимбритовыми порфирами.

Золотоносность осадочных пород Северной Добруджи определяется как условиями осадконакопления, так и эпигенетическими transforma-

ниями. Характер изменений указывает на наличие определенной зональности вторичных преобразований. Наиболее интенсивные изменения, обусловленные начальным метагенезом и стрессовыми преобразованиями в период герцинского и киммерийского тектогенеза, претерпела терригенная высокоуглеродистая нижнекарбоновая толща. Темно-серые до черных глинистые сланцы имеют кварц-серицитовый и кварц-серицит-хлоритовый состав. Песчаники, алевролиты и известняки отличаются тонкосланцеватой структурой, кластические зерна ориентированы в одном направлении и "обтекаются" цементом, представленным раскристаллизованными гидрослюдами, хлоритом и халцедоном. Углистое вещество спрессовано в виде тонких волокнистых прослоек; огибающих кластические зерна, и нередко пиритизировано. Вторичные изменения пород выражаются в окремнении или окварцевании, хлоритизации /иногда до 50% породы/, карбонатизации и пиритизации. В участках пиритизации встречаются новообразованные карбонатные минералы /преимущественно кальцит/, образующие тени давления по краям ромбовидных и кубических выделений пирита. Для всей карбоновой толщи характерны прожилки кварца мозаичной структуры и кальцита мощностью 1-2 мм и более.

Отложения нижнетриасового орогенного комплекса, обрамляющие с севера и северо-востока складчатые образования карбона, располагаются в зоне катагенеза. Характер изменений пород отвечает апокатагенезу: грубообломочные породы крепко сцементированы, глинистые минералы цемента полностью замещены гидрослюдой и хлоритом, контуры кластических зерен нечеткие, новообразованный кальцит замещает цемент и обломки, встречается стрессовая микроструктура.

Для пород зоны метагенеза характерен повышенный геохимический фон золота. Золото обнаружено спектрохимическим анализом во всех отложениях, но аномальные содержания / $n. 10 \text{ мг/т}$ / чаще всего встречаются в углеродистой формации нижнего карбона и в девонских образованиях, окаймляющих щелочной массив. /Рис. /. Кроме золота, для этих пород характерен повышенный геохимический фон ртути, молибдена, меди, свинца, скандия, марганца, титана, бария. Так, фоновое содержание ртути в терригенных отложениях карбона составляет  $n. 10^{-6}\%$ , а вблизи даек увеличивается до  $n. 10^{-5}\%$ . В кварцевых прожилках в отдельных пересечениях установлены пирит, галенит, сфалерит, молибденит в виде мелких кристаллов в зальбандах прожилков молочно-белого кварца мощностью до 2 см. В этих прожилках обнаружено золото в количестве  $n. 10 \text{ мг/т}$ .

В нижнетриасовых конгломератах, окаймляющих гряду каменноуголь-



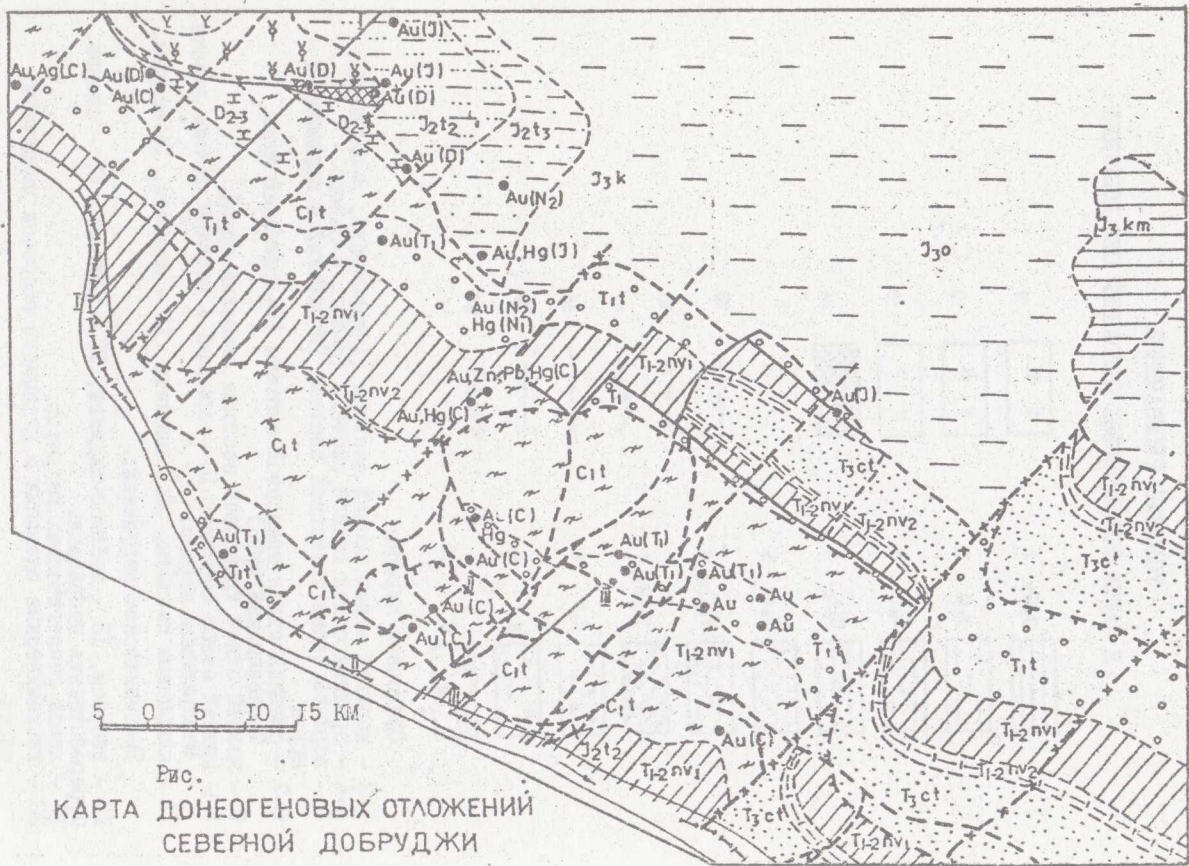


Рис.  
КАРТА ДОНЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ  
СЕВЕРНОЙ ДОБРУДЖИ

- 294 -

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

К КАРТЕ ДОНЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВ. ДОБРУДЖИ

	J <sub>3</sub> km 1		11
	J <sub>3</sub> 0 2		12
	J <sub>2</sub> t <sub>3</sub> 3		13
	J <sub>2</sub> t <sub>2</sub> 4		14
	T <sub>3</sub> ct 5		15
	T <sub>1-2</sub> nv <sub>2</sub> 6		16
	T <sub>1-2</sub> nv <sub>1</sub> 7		17

	T <sub>1</sub> t 8		18
	C 9		I—I 19
	D 10		● Au(C) 20

Осадочные породы:

- 1-2 - верхний отдел юрской системы (1-киммеридж, 2-окофорд)  
 3-4 - средний отдел юрской системы (3-бат, 4-байос)  
 5 - верхний отдел триасовой системы (норийский и карнийский ярусы)  
 6-7 - средний отдел триасовой системы (6-ладинский ярус, 7-оленекский ярус)  
 8 - нижний отдел триасовой системы (индский ярус)  
 9 - нижний отдел карбона; 10 - средний и верхний отделы девона.

Изверженные породы:

- II - кварцевые сиениты, 12 - сиениты, 13 - диориты, 14 - скарны.  
 Тектонические нарушения:  
 15 - взбросы, 16 - взбросо-надвиги, 17 - надвиги, 18 - сдвиги, переработанные взбросами.  
 19 - линии геологических разрезов.  
 20 - геохимические аномалии с указанием возраста вмещающих пород.



ных сланцев вдоль р. Дунай, обнаружен ряд аномалий золота с содержанием до  $4,17 \cdot 10^{-5}$  %. Золото обнаружено также в юрских сероцветных терригенных отложениях в прибрежной части юрской впадины в количестве 7-10 мг/т и в неогеновых образованиях в базальной дрессе и хлидолитах и терригенных фациях руслового аллювия и прибрежных зон в тех же количествах. В некоторых шлихах из неогеновых отложений обнаружено по одному знаку самородного золота.

Д.А. Кузнецовым и другими /1981/ в девонских известняках на глубине около 900 м от поверхности установлено самородное золото. Вмещающие минерализацию темноокрашенные известняки содержат 0,6-0,7 % органического углерода, они в различной степени доломитизированы и пиритизированы, трещиноваты, также ороговикованы. В зонах повышенной трещиноватости в известняках развита густая сеть прожилков кальцита. Все литологические разности пород в разрезе /конгломераты, песчаники, аргиллиты и известняки/ содержат рудную минерализацию: пирит /преобладает/, сфалерит, галенит, пирротин, халькопирит, редкий кокцинит. При этом сфалерит и галенит встречаются преимущественно до глубины 700 м, количество пирротина резко возрастает с глубины 800 м.

Эпигенетические преобразования пород, особенно интенсивные в зонах дробления и катаклаза, выражаются в ороговиковании /эпидот, амфибол/ и развитии метасоматитов формации березитов - листовитов /кварц, хлорит, пирит/. Самородное золото здесь представлено комковидными зёрнами, пластинами и кристаллами размером от 0,05 до 0,70 мм. Габитусные формы кристаллов, составляющих около 30 % - октаэдр и куб, иногда уплощенные октаэдры, кубооктаэдры и их сростки-пятерники по шпинелевому закону. Колебания пробыности не превышают 70 ед. Типоморфные элементы-примеси: ртуть /до 0,2 - 0,6 %/, никель /0,1-0,3 %/, свинец и марганец /0,1 %/. Выделения золота часто наблюдаются в сростках с прозрачным кальцитом в ассоциации с хорошо ограниченными кристаллами пирита, т.е. золото приурочено к тонким прожилкам низкотемпературного кальцита в известняке.

Самородное золото из данного проявления по своим типоморфным особенностям аналогично золоту из близповерхностных месторождений и напоминает закавказское золото неогенового возраста /Кузнецов и др., 1981/.

Таким образом, ряд прямых и косвенных признаков указывает на золотоносность высокоуглеродистых пород зоны метатенеза в Добруджской складчатой области /Шумлянский и др., 1993/. Это и находки золоторудной минерализации, и высокий геохимический фон, и наличие аномалий как в девоне и карбоне, так и в более молодых отложениях, перекрывающих складчатые образования. И хотя процессы рудообразования в Северной Добрудже почти не изучены, однако уже сейчас можно говорить о существенной роли метатенеза, стрессовых преобразований, тепловых полей интрузий в формировании наложенной золоторудной минерализации.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Кузнецов Ю.А., Квасница В.Н., Сиденко О.Г. Новый тип золоторудной минерализации на юге Украины // Докл. АН УССР, серия Б, № 6, 1981. - С. 24-26.
- Шумлянский В.А., Судук Е.Г., Ивантишина О.М. Золотоносность осадочных пород зоны метатенеза в фанерозойских складчатых областях Украины. // Металлогения докембрия и метаморфогенное рудообразование. - Наук.думка; Киев, 1993. - С.54-63.

## СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕБЕДЬ Н.И., КУЛИШ Е.А. Основные аспекты золотоносности Украины и первоочередные задачи поисковых и оценочных исследований.....	5
БОЧАЙ Л.В., ГАЛЕЦКИЙ Л.С., КУЛИШ Е.А. Металлогеническое районирование территории Украины на золотое оруденение.....	20
КОМОВ И.Л., КУЛИШ Е.А., БУГАЕЦ А.Н. Некоторые закономерности формирования, эволюции и синергетик месторождений золота.....	49
АРТЕМЕНКО В.М., КОВАЛЬ В.В. Первые находки платиносодержащего золота в разновозрастных золоторудных формациях Украины и их прогнозно-металлогеническое значение.....	71
КАЛЯЕВ Г.И. Реликты золотоносной островной дуги в архейском фундаменте Украинского щита.....	82
ВЕРБИЦКИЙ В.Н., КОМАРОВ А.Н. Оценка золотоносности докембрийских комплексов западной части Украинского щита.....	94
ЗИНЧЕНКО В.А., ВЕЛИКАНОВ Ю.Ф. Геохимические критерии определения источника золота по элементам - спутникам в рудопроявлениях и месторождениях Украинского щита.....	110
КОВАЛЬ В.В., ЛАПУСТА В.Ф. Эволюция золотообразования в зеленокаменных структурах Украинского щита.....	118
ГЛЕВАССКИЙ Е.Б., ЕРЕМЕЕВ Г.П. Сорокинский зеленокаменный пояс: структура, стратификация пород, золотоносность.....	124
КАЛЯЕВ Г.И., КРАМАР О.А. Чертомлыкская зеленокаменная структура и перспективы ее золотоносности.....	141
ФОМИН Ю.А., ДЕМИХОВ Ю.Н., ПИВЕЦКИЙ Ю.А. Золотое оруденение Балки Широкой: состав, зональность и условия формирования /по минералогическим и изотопным данным /.....	151
КОПТЮХ Ю.М., КУЛИБАБА В.М., КУЧЕР Е.Н., МЕЛЬНИЧЕНКО Б.Ф., РОМАНЮК П.М. Строение и состав рудовмещающей толщи рудопроявления Балка Широкая и некоторые закономерности локализации золотого оруденения.....	161
ДИДЕНКО П.И., КОВАЛЬ В.В., ЛАПУСТА В.Ф. Изучение методом масс-спектрографии вторичных ионов /МСВИ/ кварцев золоторудного месторождения Балка Широкая.....	171
ЛЕБЕДЬ Н.И., МАЦЬКИВ Б.В. Геологические особенности золоторудной минерализации Раховского рудного района Украинских Карпат.....	175
ГОНЧАРУК А.Ф., ШЕМЯКИНА Т.И. Перспективы золотоносности внешних зон неогенового вулканического пояса Закарпатья.....	198
КОПТЮХ Ю.М., СТЕПАНОВ В.А., ЩЕРБАК Д.Н., ГОНЧАРУК А.Ф. Генетические особенности вулканогенных неогеновых месторождений и рудопроявлений Закарпатья / по изотопам свинца /.....	205
КОПТЮХ Ю.М., КУЛИБАБА В.М. К проблеме генезиса золотого оруденения Береговского рудного района Закарпатья.....	211
ЗЕМСКОВ Г.А., АЛЕКСАНДРОВ А.Л. Выделение и ранжирование металлогенически значимых структурных элементов Донбасса в связи с проблемой золотоносности.....	221
КУЛИШ Е.А. Геохимия и металлогения золота в зонах гипергенеза.....	234
КУЛИШ Е.А., КОМОВ И.Л., ЛЕБЕДЬ Н.И. Вещественно-генетические типы гипергенных концентратов золота и их перспективы в Украине.....	245
ЛЕБЕДЬ Н.И., АНДРЕЕВ П.И., ЛЮБАРСКАЯ Г.А. Вещественный состав и предварительная геолого-технологическая типизация золотосодержащих руд Украины.....	277
КОВАЛЬЧУК М.С. Золотоносность нижнемеловых континентальных отложений северного склона центральной части Украинского щита.....	285
СУЦУК Е.Г. Золотоносность осадочных пород Северной Добруджи.....	291



CONTENTS

LEBED N.I., KULISH E.A. Principal aspects of gold content of Ukraine and primary tasks of the search and estimate investigations.....	5
BOCHAJ L.V., GALETSKY L.S., KULISH E.A. Metallogenic division into areas of the Ukrainian territory on gold mineralization.....	20
KOMOV I.L., KULISH E.A., BUGAEC A.N. Some regularities of the formation, evolution and sinenergetics of gold deposits.....	49
ARTEMENKO V.M., KOVAL V.B. The first finds of platinum-bearing gold in different age gold ore formations of Ukraine and their prognosis and metallogenic significance.....	71
KALAJEV G.I. Gold-bearing island arc relics within the Archean basement of the Ukrainian Shield.....	82
VERBITSKY V.N., KOMAROV A.N. Gold content assessment of the Precambrian complexes of the Ukrainian Shield's western part.....	94
ZINCHENKO V.A., VELIKANOV Ju. F. Geochemical criteria of the gold source determination by elements - gold satellites in ore manifestations and deposits of the Ukrainian Shield.....	110
KOVAL V.B., LAPUSTA V.F. Evolution of gold formation within the Ukrainian Shield's greenstone structures.....	118
GLEVASSKIJ E.B., EREMEEV G.P. Sorokinskij greenstone belt: the structure, rocks stratification and gold content.....	124
KALAJEV G.I., KRAMAR O.A. Chertomyk greenstone structure and perspectives of its gold mineralization.....	141
FOMIN Yu.A., DEMIKHOV Yu.N., SHIBETSKY Yu.A. Gold ore of Balka Shirokaya: composition, zonality and formation conditions ( according to the mineralogic-geochemical and isotopic data ).....	151
KOPTYUKH Y.M., KULIBABA V.M., KUTCHER V.N., MELNICHENKO B.F., ROMANYUK P.M. Structure and composition of the ore-containing series of the Balka Shirokaya ore manifestation and some regularities of gold ore localization.....	161
DIDENKO P.I., KOVAL V.B., LAPUSTA V.F. Investigation by SIMS technique of quartz second ions from the Balka Shirokaya gold ore deposit.....	171
LEBED N.I., MAC'KIV B.V. Geological peculiarities of gold ore mineralization of the Rachov ore area within the Ukrainian Carpathians.....	175
GONCHARUC A.F., SHEMYAKINA T.I. Gold content perspectives of the outer zones of the Transcarpathians Neogene volcanic belt.....	198
KOPTYUKH Yu.M., STEPANOV V.A., SHCHERBAK D.N., GONCHARUK A.F. Genetic peculiarities of volcanic Neogene ore deposits and manifestations in the Transcarpathians (based on lead isotope data).....	205
KOPTYUKH Y.M., KULIBABA V.M. To the problems of gold mineralization genesis of the Beregovskiy ore district of the Transcarpathians.....	211
ZEMSKOV G.A., ALEKSANDROV O.L. Distinguishing and ranging the metallogenically significant structural elements in the Donets Basin in connection with gold content problem	221
KULISH E.A. Geochemistry and metallogeny of gold in the hypergenesis zone.....	234
KULISH E.A., KOMOV I.L., LEBED N.I. Material and genetic types of hypergenic gold concentrations and their perspectives in Ukraine.....	245
LEBED N.I., ANDREEV P.I., LUBARSKAYA G.A. Material composition and preliminary geological and technological typification of the gold-bearing ores of Ukraine.....	277
KOVALCHUK M.S. Gold content of Lower Cretaceous continental deposits within the Northern slope of the Ukrainian Shield central part.....	285
SUSHCHUK E.G. Gold content of sedimentary rocks of the North Dobrudzha.....	291

УДК 533.411 (477)

Основные аспекты золотоносности Украины и первоочередные задачи поисковых и оценочных исследований / Лебедь Н.И., Кулиш Е.А. // Проблемы золотоносности недр Украины: Сб. науч. тр. - Киев, 1997. - с. 5-19.

Освещаются основные черты и дается оценка золотоносности главных минерагенических провинций: Карпат, Украинского щита и Донбасса, указаны их рудные районы, значимые проявления и месторождения. Для последних приводится геологическая позиция, строение, вещественный состав и т.д. Даны рекомендации по направлению дальнейших геологоразведочных работ, а также некоторые аспекты методов их проведения.

УДК 553.078:553.411 (477)

Металлогеническое районирование территории Украины на золотое оруденение / Бочай Л.В., Галецкий Л.С., Кулиш Е.А. // Проблемы золотоносности недр Украины: Сб. науч. тр. - Киев, 1997. - с. 20-48.

На территории Украины выделены золоторудные металлогенические провинции: Карпатско-Добруджинско-Крымская, Днепрово-Донецкая и Украинского Щита. В их пределах в иерархическом порядке установлены структурно-металлогенические зоны, металлогенические зоны, рудные и рудоносные районы, рудные и рудоносные поля /зоны/, месторождения и рудопроявления. Золоторудные концентрации полигенны, полихронны, имеют различные геоструктурные позиции, состав и генезис. Некоторые из них разведаны или разведываются. Наибольшее промышленное значение имеют месторождения в зеленокаменных структурах и разломно-метасоматических зонах Украинского Щита и в вулканотектонических структурах Закарпатья. Золоторудные объекты Украины характеризуются четкими закономерностями своего формирования и распределения во времени и пространстве.

УДК 553.411

Некоторые закономерности формирования, эволюции и синэргетики месторождений золота / Комов И.Л., Кулиш Е.А., Бутаец А.Н. // Проблемы золотоносности недр Украины: Сб. науч. тр. - Киев, 1997. - с. 49-70.

Выделены три группы месторождений золота с учетом среды рудоотложения. Установлен спиралевидный характер эволюции золоторудного сообщества. Выявлена зависимость - переход определенной части вещества (элемента) для участков земной коры в процессе миграции из состояния рассеяния к промышленному концентрированию. Оценены ресурсы золота в месторождениях мира и Украины. Установлено и исследовано явление синергизма в формировании основных типов золоторудных месторождений. Рассмотрено кооперативное взаимодействие факторов рудообразования при формировании уникальных месторождений.

УДК 553.411 : 553.491.8.041

Первые находки платиносодержащего золота в разновозрастных золоторудных формациях Украины и их прогнозно-металлогеническое значение / Артеменко В.М., Коваль В.Б. // Проблемы золотоносности недр Украины: Сб. науч. тр. - Киев, 1997. - с. 71-81.

Впервые для Украины описаны разновозрастные золоторудные месторождения с высокими содержаниями платины в самородном золоте. На большом геологическом и аналитическом материале показано, что степень концентрации примеси платины отражает геохимическую и металлогеническую специализацию Средне-Приднестровского блока Украинского щита (сурская, чертомлыкская и др. структуры) и Центрального Донбасса (Главная антиклиналь, Нагольный рудный район).

УДК 551.24 : 551.71

Реликты золотоносной островной дуги в архейском фундаменте Украинского щита / Калыев Г.И. // Проблемы золотоносности недр Украины: Сб. науч. тр. - Киев, 1997. - с. 82-93.

Реконструирована архейская островная дуга на территории гранит-зеленокаменных областей Украинского щита и Воронежского выступа. Выделена зона островодужного известково-щелочного вулканизма. С ней связывается золотоносность на Украинском щите. Рекомендованы направления и методы поисков месторождений золота.

УДК 553.411 : 551.71/72 (477)

Оценка золотоносности докембрийских комплексов западной части Украинского щита / Вербицкий В.Н., Комаров А.Н. // Проблемы золотоносности недр Украины: Сб. науч. тр. - Киев, 1997. - с. 94-109.

В западной части Украинского щита выделены и описаны золотоносные районы, отличающиеся геологическим строением, тектоническим положением, набором породных ассоциаций, генетическими типами золотопроявлений и уровнем золотоносности. Оценена перспективность золотоносности докембрийских комплексов. По наличию прямых и косвенных поисковых признаков золоторудной минерализации определена очередность опосредования районов.

УДК 553.411 (477)

Геохимические критерии определения источника золота по элементам-спутникам в рудопроявлениях и месторождениях Украинского щита / Звинченко В.А., Великанов Ю.Р. // Проблемы золотоносности недр Украины: Сб. науч. тр. - Киев, 1997. - с. 110-117.

Доказывается, что рудопроявления золота Кировоградского района формируются за счет первично обогащенных им пород. Поисковый интерес могут представлять измененные окварцованные, хлоритизированные гнейсы с повышенным содержанием сульфидов, спутников золота, молибдена, висмута и низкими содержаниями  $CO_2$ ,  $N_2$  в кварцевых жилах.

УДК 550.42 : 553.22

Эволюция золотообразования в зеленокаменных структурах Украинского щита / Коваль В.Б., Лапуста В.Ф. // Проблемы золотоносности недр Украины: Сб. науч. тр. - Киев, 1997. - с. 118-123.

Изучены месторождения золота в Чертомлыкской (Балка Широкая) и Сурской (Балка Золотая, Сергеевское) зеленокаменных структурах. Установлено сходство и различие золотого оруденения указанных структур: золотая минерализация



является продуктом длительного и последовательного воздействия тектоно-метасоматических процессов на исходные породы; промышленное золотонакопление для Сурской структуры сопряжено, в основном, с глубиной серой, а для Чертомлыкской - с осадочной; температуры гомогенизации газово-жидких включений находятся в пределах 500-50°C при давлениях от 250 до 50 мПа; вертикальная и латеральная зональность выражается в изменении морфологии золота и сульфидов, а также в распределении элементов-примесей.

УДК 551.24 : 553.41

Сорокинский зеленокаменный пояс: структура, стратификация пород, золотосодержание / Глеваский Е.Б., Еремеев Г.П. // Проблемы золотосодержания недр Украины: Сб. науч. тр. - Киев, 1997. - с.124-140.

Обосновывается квалификация Сорокинской зоны как зеленокаменного пояса. На основе палеогеодинамического подхода объясняются условия формирования этой структуры, характер латеральных изменений разрезов слагающих ее пород, их метаморфизма и др. Обсуждаются данные о золотосодержании пояса и дается его прогнозно-поисковая оценка.

УДК 553.078.2 : 553.411

Чертомлыкская зеленокаменная структура и перспективы ее золотосодержания / Калыев Г.И., Крамар О.А. // Проблемы золотосодержания недр Украины: Сб. науч. тр. - Киев, 1997. - с. 141-150.

Рассмотрено тектоническое строение и вещественно-структурные комплексы Чертомлыкского синклинория. Установлено наличие в нем складок разных порядков и систем разрывных и трещинных дислокаций, контролирующих оруденение. Выделены минеральные ассоциации и элементы-спутники в золоторудных телах и вмещающих породах. Намечены зоны и участки, перспективные для поисков золота.

УДК 553.411 : 550.42 (477.63/64)

Золотое оруденение Балки Широкой: состав, зональность и условия формирования (по минералого-геохимическим и изотопным данным) / Фомина Ю.А., Демнхов Ю.Н., Шибецкий Ю.А. // Проблемы золотосодержания недр Украины: Сб. науч. тр. - Киев, 1997. - с.151-160.

Приведен минералогический состав золото-сульфидно-железистого, золото-полнметаллического и золото-кварц-малосульфидного типов руд месторождения Балка Широкая. Последовательность минералообразования (для всех типов руд) выражается рядом парагенетических ассоциаций: 1 - кварц-магнетит; 2 - кварц-золотосодержащий пирит-арсенопирит; 3 - пирротин-халькопирит-сфалерит; 4 - карбонаты-сфалерит-халькопирит-галенит-сульфосоли (Sb, Pb, Ag) - электрум - самородное золото. Геохимическая зональность (при переходе от вмещающих метасоматитов к рудам) проявляется в вариациях количества примесей микроэлементов и отношении Fe/S в золотосодержащем пирите; в увеличении  $\delta^{34}\text{S}$  сульфидов,  $\delta^{13}\text{C}$  карбонатов и валового углерода,  $\delta\text{D}$  воды ГЖВ и количества газов-восстановителей во включениях; в уменьшении  $\delta^{18}\text{O}$  карбонатов и магнетита; в падении температуры и давления. Золотое оруденение формировалось при температуре 200...230°C, pH 6...7, lg f<sub>O<sub>2</sub></sub> -39...-38 и lg a<sub>S<sub>2</sub></sub> -15,7...-13,4. Основным источником S и C в рудных зонах были вмещающие метанороды, содержащие

достаточное количество золота. Природа гидротермальных растворов сложна - они не были чисто метаморфическими, магматогенными или метеорными.

УДК 553.411.07 (477.63) \*

Строение и состав рудо вмещающей толщи рудопроявления Балка Широкая и некоторые закономерности локализации золотого оруденения /Костюк Ю.М., Кулибаба В.М., Кучер В.Н., Мельниченко Б.Ф., Романюк П.М. // Проблемы золотосодержащих недр Украины: Сб. науч. тр. - Киев, 1997. - с. 161-170.

Приведено детальное описание рудо вмещающей толщи, состоящей из трех пачек вулканогенно-осадочных пород. Описаны их метасоматические преобразования. Большинство рудных зон размещается в породах средней пачки, насыщенной железистыми кварцитами и субвулканическими интрузиями долеритов, габбро и диоритов. Дан детальный минеральный состав золоторудных зон, выделено три золотосодержащих минеральных ассоциаций; установлено, что кроме видимого самородного золота в кварце и анкерите, основное его количество в форме пылеватого и тонкодисперсного заключено в сульфидах. Сделан вывод, что золотое оруденение сформировалось после метаморфизма рудо вмещающей толщи, структурно-литологические особенности которой обусловили проявления хрупких деформаций и возникновение зон дробления, катаклаза и трещиноватости, являющихся путями проникновения рудоносных растворов и участками локализации золотого оруденения.

УДК 550.42 : 553.22

Изучение методом масс-спектрометрии вторичных ионов (МСВИ) кварцев золоторудного месторождения Балка Широкая / Диденко П.И., Коваль В.Б., Лауста В.Ф. // Проблемы золотосодержащих недр Украины: Сб. науч. тр. - Киев, 1997. - с. 171-174.

Метод МСВИ впервые использован для решения геологических задач. Он входил в комплекс минералого-изотопно-геохимических методов при изучении природного кварца золоторудных месторождений зеленокаменных структур. Наблюдается зависимость изотопного состава водорода и кислорода в газовой-жидких включениях, распределения бора, фтора, натрия, хлора и других элементов с глубиной опробования.

УДК 553.411 (477.87)

Геологические особенности золоторудной минерализации Раховского рудного района Украинских Карпат / Лебедь Н.И., Мацьків Б.В. // Проблемы золотосодержащих недр Украины: Сб. науч. тр. - Киев, 1997. - с. 175-197.

Рудный район, часть Мармарошского массива, представляет сложную систему надвиговых и складчато-чешуйчатых структур. Практически все эндогенное золотое оруденение, разнообразное по возрасту, генезису и составу, сконцентрировано в метаморфических комплексах. Оно имеет отчетливо стратиформный характер, локализуясь в конкретных продуктивных толщах. В пермских, меловых и эоценовых конгломератах установлены признаки россыпного золота.

УДК 553.41 : 552.3 : 551.77 (477.87)

**Перспективы золотоносности внешних зон неогенового вулканического пояса Закарпатья / Гончарук А.Ф., Шемякина Т.И. // Проблемы золотоносности недр Украины: Сб. науч. тр. - Киев, 1997. - с.198-204.**

Внешние зоны неовулканического пояса Закарпатья - Выгорлат-Гутинская цепь вулканов и первовулканические активизационные структурные единицы флишевой области Карпат и Пеннинской зоны меланжа - по комплексу региональных и локальных металлогенических особенностей принципиально оцениваются как перспективные на обнаружение месторождений золото-молибден-порфировой, золото-ртутной и золото-сульфидно-углеродистой формаций.

УДК 550.42

**Генетические особенности вулканогенных неогеновых месторождений и рудопроявлений Закарпатья (по изотонам свинца) / Коптих Ю.М., Степанов В.А., Щербак Д.Н., Гончарук А.Ф.// Проблемы золотоносности недр Украины: Сб. науч. тр. -Киев, 1997. - с. 205-210.**

Исследован изотопный состав свинца в десяти образцах галенита из неогеновых месторождений и рудопроявлений Закарпатья. Полученные результаты согласуются с данными, характеризующими аналогичные объекты Венгрии, Румынии, Словакии. На основании интерпретации изотопного состава свинца в рамках различных теоретических моделей сделан вывод о контаминации мантийного вещества, примерно наполовину материалом земной коры.

УДК 553.411.061.12/17 (477.87)

**К проблеме генезиса золотого оруденения Береговского рудного района Закарпатья / Коптих Ю.М., Кулибаба В.М.// Проблемы золотоносности недр Украины: Сб. науч. тр. -Киев, 1997. - с.211-220.**

Описываются состав и строение двух структурных этажей Береговского рудного района. Указывается пространственная и парагенетическая связь золото-полиметаллического оруденения с субвулканическими интрузиями. Обосновывается геолого-генетическая модель формирования золотого и сопутствующего ему оруденения. Приводятся данные изучения изотопного состава свинца, серы, кислорода и углерода из сульфидов, кварца и карбоната различных стадий процесса рудообразования. Сделан вывод о полигенности рудообразующих гидротермальных растворов, образовавшихся в результате смешения глубинного металлоносного флюида с различными типами подземных вод. Основными миграционными формами золота, серебра, свинца, цинка и меди, вероятно, были их сложные летучие соединения с хлором, азотом, углеродом. Основу флюидного потока составляли пары воды, насыщенные натрием, калием, метаном, хлором, углеродом и серой.

УДК 551.24 : 553.078

**Выделение и ранжирование металлогенически значимых структурных элементов Донбасса в связи с проблемой золотоносности /Земсков Г.А., Александров А.Л.// Проблемы золотоносности недр Украины: Сб. науч. тр. -Киев, 1997. -с. 221-233.**

С позиций синергетики и системного подхода проведено ранжирование перспективных на золото и другие металлы разномасштабных структур Донбасса.



С учетом трех уровней структурообразования (по масштабности и глубинности) выделено 15 типов металлогенически значимых структурных элементов, которые объединены в 5 районных подразделений. Выделенные структуры соотнесены с известными типами рудных площадей. Результаты исследований могут быть использованы при металлогеническом районировании, а также с целью более эффективной реализации принципа последовательных приближений (стадийности) при проведении прогнозно-геологических и поисковых работ различных масштабов.

УДК 553.41 : 551.311.23

Геохимия и металлогения золота в зонах гипергенеза / Кулиш Е.А. // Проблемы золотоносности недр Украины: Сб. науч. тр. - Киев, 1997. - с. 234-244.

Рассмотрены основные факторы, условия и явления мобилизации, миграции, концентрации и перераспределения золота в зонах гипергенеза: геоморфологические, гидрогеологические, геотектонические, геоструктурные, вещественные, физико-химические и др. Освещена роль в этих процессах сульфидов, карбокатного, органического и иного вещества. Показаны особенности концентрации золота в различных зонах профилей выветривания.

УДК 553.41 : 551.311.23 (477)

Вещественно-генетические типы гипергенных концентраций золота и их перспективы в Украине / Кулиш Е.А., Комов И.Л., Лебедь Н.И. // Проблемы золотоносности недр Украины: Сб. науч. тр. - Киев, 1997. - с. 245-276.

Рассмотрены основные вещественно-генетические типы гипергенных концентраций золота из гидрослюдистых, каолиновых, латеритных кор выветривания и зон окисления - цементации сульфидосодержащих пород и руд, карста и др. Обобщены данные по гипергенной золотоносности породных комплексов, структур, кор выветривания, зон окисления Украины. Даны рекомендации по направлению геологоразведочных и научно-исследовательских работ на гипергенное золото в комплексах Украины.

УДК 553.411 : 669.213 (477)

Вещественный состав и предварительная геолого-технологическая типизация золотосодержащих руд Украины / Лебедь Н.И., Андреев П.И., Любарская Г.А. // Проблемы золотоносности недр Украины: Сб. науч. тр. - Киев, 1997. - с. 277-284.

Охарактеризован вещественный состав и технологические свойства золотосодержащих руд Украины (Мужиевское и другие месторождения). Выделены золото-кварцевые, убогосульфидные, золото-сульфидные, золото-полиметаллические и иные типы руд. Минеральный состав руд разнообразен и широко варьирует по содержаниям компонентов. Золото свободное или тонковкрапленное в сульфидах и других породах. Оптимальными являются комбинированные гравитационно-флотационные схемы обогащения с получением золотых (золото-серебряных), а также сульфидных концентратов.

УДК 553.411.068.5 (477/45,46)

Золотоносность нижнемеловых континентальных отложений северного склона центральной части Украинского щита / Ковальчук М.С. // Проблемы золотоносности недр Украины: Сб. науч. тр. - Киев, 1997. - с. 285-290.

Приведится характеристика золотоносности нижнемеловых континентальных отложений северного склона центральной части Украинского щита, дана характеристика морфологии и химизма самородного золота.

УДК 553.411.9 : 525.5 : 551.75 (477)

Золотоносность осадочных пород Северной Добруджи / Сушук Е.Г. // Проблемы золотоносности недр Украины: Сб. науч. тр. - Киев, 1997. - с.

Ряд прямых и косвенных признаков указывает на золотоносность высокоуглеродистых пород зоны метазенеза в Добруджинской складчатой области (находки золоторудной минерализации, высокий геохимический фон, наличие аномалий как в девоне и карбоне, так и в более молодых покровных отложениях). В формировании наложенной золоторудной минерализации существенна роль метазенеза, стрессовых преобразований, тепловых полей интрузий.

#### SUMMARIES

Principal aspects of gold content of Ukraine and primary tasks of the search and estimate investigations / Lebed N.I., Kulish E.A. // Problems of gold-bearing bowels of Ukraine: Coll. sci. trans. - Kiev, 1997. - p. 5-19.

The basic features and assessment of gold content of the main mineragenic provinces such as the Carpathians, the Ukrainian Shield and the Donbass are shown with the characteristics of their ore regions, sizable manifestations and deposits. For the deposits their geological position, structure and material composition, etc. are shown. The recommendations relative to the direction of further geological prospecting works as well as some aspects of the carrying out methods are given.

Metallogenic division into areas of the Ukrainian territory on gold mineralization / Bochaj L.V., Galetsky L.S., Kulish E.A. // Problems of gold-bearing bowels of Ukraine: Coll. sci. trans. - Kiev, 1997. - p. 20-48.

On the Ukrainian territory the following gold ore metallogenic provinces are marked out: the Carpathians - Dobrudzha - Cremian, the Dnieper - Donetsian and the Ukrainian Shield's one. Within these provinces, structure - metallogenic and metallogenic zones, ore and ore-bearing regions, ore and ore-bearing fields (zones), as well as deposits and manifestations, are established in a hierarchical order. Gold ore concentrations are polygenic, polychronic and they have various geosstructural positions, composition and genesis. Some of them were explored or are being explored. The deposits in the greenstone structures and within the fracture-metasomatic zones of the Ukrainian Shield and in volcano-tectonic structures of the Transcarpathians have the most industrial importance. Gold ore objects of Ukraine are characterized by clear regularities of their formation and distribution in time and space.

**Some regularities of the formation, evolution and sinenergetics of gold deposits / Komov I.L., Kulish E.A., Bugaev A.N. // Problems of gold-bearing bowels of Ukraine: Coll.sci.trans.- Kiev, 1997. - p. 49-70.**

Three groups of gold deposits are marked out regarding the ore deposition medium. The spiralizable evolution character of gold ore association was ascertained. Such dependence was revealed: the transition of certain part of substance (element) for the Earth crust parts during the migration process from disperse condition to industrial concentration. The resources of gold in the World's and Ukrainian deposits are evaluated. The phenomenon of sinenergetism in the formation of main types of gold ore deposits are ascertained and investigated. The cooperative interaction between the ore depositing factors under the formation of unique deposits was considered.

**The first finds of platinum-bearing gold in different age gold ore formations of Ukraine and their prognosis and metallogenic significance / Artemenko V.M., Koval V.B.// Problems of gold-bearing bowels of Ukraine: Coll.sci.trans.- Kiev, 1997. - p.71-81**  
For the first time in Ukraine the gold ore deposits of different ages and with high Pt concentration in native gold are described. On the basis of numerous geological and analytical data it was shown that the concentration degree of Pt admixture reflects the geochemical and metallogenic specialization of Sredne-Pridneprovsky block of the Ukrainian Shield (Surskaya, Chertomylytskaya and other structures) and Central Donbas (Main Anticlinale, Nagolny ore region).

**Gold-bearing island arc relics within the Archean basement of the Ukrainian Shield / Kalajev G.I.// Problems of gold-bearing bowels of Ukraine: Coll.sci.trans.- Kiev, 1997. - p. 82-93.**

The Archean island arc is reconstructed within the territory of greenstone areas of the Ukrainian Shield and the Voronezh Block. The zone of island arc limestone and alkaline volcanism is distinguished. Gold content on the Ukrainian Shield is associated with this zone. Directions and methods of gold deposits searches are recommended.

**Gold content assessment of the Precambrian complexes of the Ukrainian Shield's western part / Verbitsky V.N., Komarov A.N. // Problems of gold-bearing bowels of Ukraine: Coll.sci.trans.- Kiev, 1997. - p.94-109.**

The gold-bearing areas distinguished by the geological structure and tectonic situation as well as the collection of the rock associations, genetic types of gold manifestations and the gold content level are marked out and described within the western part of the Ukrainian Shield. The gold content perspective of the Precambrian complexes is estimated. The searches sequence in the regions was determined by the presence of direct and indirect indicational features of the gold ore mineralization.

**Geochemical criteria of the gold source determination by elements - gold satellites in ore manifestations and deposits of the Ukrainian Shield / Zinchenko V.A., Velikanov Ju.F.// Problems of gold-bearing bowels of Ukraine: Coll.sci.trans.-Kiev,1997.- p.110-117**  
It is proved that gold ore manifestations of Kirovograd region are composed at the expense of rocks initially enriched with the gold. The modified silicified, chloritized gneisses, containing high amount of sulphides, gold satellites, molybdenum, bismuth, and low CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> content within the quartz reefs, can represent the prospecting interest.



**Evolution of gold formation within the Ukrainian Shield's greenstone structures / Koval V.B., Lapusta V.F. // Problems of gold-bearing bowels of Ukraine: Coll.sci.trans.-Kiev, 1997. - p. 118-123.**

Gold deposits within the Chertomlyk (Bal'ka Shirokaya) and Sursk (Bal'ka Zolotaya, Sergeevskoje) greenstone structures are studied. Similarity and difference in gold ore deposits of these structures are distinguished; gold mineralization is the product of long and successive influence of tectonic and metasomatic processes on the initial rocks; industrial gold accumulation is mainly connected with deep seated sulphur for the Sursk structure and for the Chertomlyk structure it is connected with sedimentary sulfur; homogenization temperatures of gas-liquid inclusions are within the range of 500 - 50°C under the pressures 250 to 50 MPa; vertical and lateral zonality is reflected in alteration of micromorphology of gold, sulfides as well as element-admixtures distribution.

**Sorokinskij greenstone belt: the structure, rocks stratification and gold content / Glevanskij E.B., Eremeev G.P. // Problems of gold-bearing bowels of Ukraine: Coll.sci.trans.-Kiev, 1997. - p. 124-140.**

The qualification of the Sorokinskaya zone as a greenstone belt is substantiated. On the basis of a petrogeodynamic approach conditions of this structure formation, a character of lateral changes of sections of the rocks, composing this structure and their metamorphism are explained. The data about belt gold content are discussed and its prospecting and search assessment is also given.

**Chertomlyk greenstone structure and perspectives of its gold mineralization / Kalajev G.I., Kramar O.A. // Problems of gold-bearing bowels of Ukraine: Coll.sci.trans.-Kiev, 1997. - p. 141-150.**

Tectonic composition and material and structure complexes of the Chertomlyk Synclinorium are examined. Folds of various character and the systems of rupture and fracture dislocations controlling ore enrichment are discovered in this synclinorium. Mineral associations and satellite elements in gold bodies and containing rocks are found. There are also marked zones and areas promising to be right for gold searches.

**Gold ore of Bal'ka Shirokaya: composition, zonality and formation conditions (according to the mineralogic-geochemical and isotopic data) / Fomin Yu.A., Demikhov Yu.N., Shibetsky Yu.A. // Problems of gold-bearing bowels of Ukraine: Coll.sci.trans.-Kiev, 1997. - p.151-160.**

Mineralogic composition of gold-sulphide-iron, gold-polymetallic and gold-quartz-poor-sulphide ore types of Bal'ka Shirokaya ore deposit was viewed. Succession of mineral-forming for all ore types can be showed by paragenetic association row: 1) quartz-magnetite; 2) quartz-gold-bearing pyrite-arsenopyrite; 3) pyrrhotite-chalcopyrite-sphalerite; 4) carbonates - sphalerite - chalcopyrite - galena - Sb, Pb, Ag sulphosalts - electrum-native gold. Geochemical zonality (from host metasomatites to ores) is revealed in varieties of microelement admixtures quantity and Fe/S ratio in gold-bearing pyrite; in increase of sulphide  $\delta^{34}\text{S}$ , carbonate and rock carbon  $\delta^{13}\text{C}$ , fluid inclusions  $\delta\text{D}$  and reduced gases quantity in inclusions; in decrease of carbonate and magnetite  $\delta^{18}\text{O}$ ; in downfall of temperature and pressure. Gold ore was formed under the temperature range of 200...230°C, pH 6...7, lg  $f_{\text{O}_2}$ -39...-38 and lg  $a_{\text{S}_2}$ -15,7...-13,4. The main source of S and C in ore zones was the host metarocks, containing enough gold quantity. Nature of

hydrothermal solutions is complicated: they were neither metamorphic nor magmatic or meteoric only.

**Structure and composition of the ore-containing series of the Balka Shirokaya ore manifestation and some regularities of gold ore localization /Koptuykh Yu.M., Kulibaba V.M., Kutcher V.N., Melnichenko B.F., Romai,uk P.M. // Problems of gold-bearing bowels of Ukraine: Coll.sci.trans.- Kiev, 1997. - p. 161-170.**

Detail description of ore-containing series consisted of three volcanogenic-sedimentary benches and their metasomatic transformations are given. Majority of ore zones are located within rocks of the middle bench saturated with ferruginous quartzites and subvolcanic intrusions of dolerites, gabbro and diorites. Detail mineral composition of gold ore zones is given. Three gold-bearing mineral associations are singled out. Besides visible native gold included in quartz and ankerite, its main amount is located in sulfides in the form of dust-like and fine-dispersion segregations. A conclusion that gold mineralization was formed after ore-containing series metamorphism was made. Structural and lithological features of this series stipulated the fragile deformations and the appearance of crushed, cataclastic and jointing zones which served as ways for ore-bearing solutions penetration and as areas of gold mineralization.

**Investigation by SIMS technique of quartz second ions from the Balka Shirokaya gold ore deposit / Didenko P.I., Koval V.B., Lapueta V.F. // Problems of gold-bearing bowels of Ukraine: Coll.sci.trans.- Kiev, 1997. - p. 171-174.**

SIMS technique is applied for geological problems solution for the first time. It was a part of a complex of mineralogical-isotopic-geochemical methods used for the investigation of natural quartz of gold ore deposits within greenstone structures. Dependence of hydrogen and oxygen isotope composition in gas-liquid inclusions as well as the distribution of boron, fluorine, sodium, chlorine and other elements with the depth of sampling were being observed.

**Geological peculiarities of gold ore mineralization of the Rachov ore area within the Ukrainian Carpathians / Lebed N.I., Mac'kiv B.V. // Problems of gold-bearing bowels of Ukraine: Coll.sci.trans.- Kiev, 1997. - p. 175-197.**

The described ore area is the part of the Marmarosh Massif and a compound system of overlap and fold-scaly structures. Practically all endogenic gold mineralization that is various by the age, genesis and composition is concentrated within the metamorphic complexes. It has distinct stratiform character, being localized in concrete productive rock masses. In Permian, Cretaceous and Eocene conglomerates the signs of placer gold are ascertained.

**Gold content perspectives of the outer zones of the Transcarpathian Neogene volcanic belt / Goncharuc A.F., Shemyakina T.I. // Problems of gold-bearing bowels of Ukraine: Coll.sci.trans.- Kiev, 1997. -p. 198-204.**

The Vigorlat-Hutinskaya volcanik chain and perivolcanic activated structural units of the flysch area of the Carpathians and the Penin melange zone that are the outer zones of the Transcarpathians Neovolcanic belt are mainly assessed as perspective areas for the discovery of the deposits of gold-molybdenum-porphyric, gold-mercurial and gold-

sulphide-carbonaceous formation according to the complex of regional and local metallogenic peculiarities.

**Genetic peculiarities of volcanic Neogene ore deposits and manifestations in the Transcarpathians (based on lead isotope data) / Koptiyukh Yu.M., Stepanov V.A., Shcherbak D.N., Goncharuk A.F. // Problems of gold-bearing bowels of Ukraine: Coll.sci.trans.- Kiev, 1997. - p. 205-210.**

Pb isotopic composition was investigated in ten samples of galenite from the volcanic Neogene ore deposits and manifestations in the Transcarpathians. These results are conformed with the data of analogical units in Hungary, Romania, Slovakia. On the basis of interpretation of the Pb isotopic composition within the limits of various theoretical models the conclusion about the mantle matter contamination approximately by half with the earth crust material was made.

**To the problem of gold mineralization genesis of the Beregovskiy ore district of the Transcarpathians / Koptiyukh Yu.M., Kulibaba V.M. // Problems of gold-bearing bowels of Ukraine: Coll.sci.trans.- Kiev, 1997. - p. 211-220.**

The composition and structure of two structural stages of the Beregovskiy ore deposit ( the Transcarpathians) are described. The spatial and paragenetical connection between gold-polymetallic mineralization and subvolcanic intrusions is noticed. Geological and genetic model of gold and accompanying mineralization is substantiated. Study data of isotopic composition of lead, sulphur, oxygen and carbon taken from sulphides, quartz and carbonates from different stages of ore formation process are given. A conclusion that ore-forming hydrothermal solutions have polygenic character and they are formed as a result of intermixture of deep metal-bearing fluid and different underground water types was made. Perhaps, the main migration forms of gold, silver, lead, zinc and copper were their complex fugacious compounds with chlorine, nitrogen, carbon. Fluid flow was consisted of water streams saturated with sodium, potassium, methane, chlorine, carbon and sulfur.

**Distinguishing and ranging the metallogenically significant structural elements in the Donets Basin in connection with gold content problem / Zemskov G.A., Aleksandrov O.L. // Problems of gold-bearing bowels of Ukraine: Coll.sci.trans.- Kiev, 1997. - p.221-233.**

The ranging of the different-scale potentially gold- and another metals-bearing structures was made within the Donets Basin from the sinenergetic position and systemic approach. Accounting three levels of structure formation which were classified by the scale and depth characteristics, 15 types of metallogenically significant structural elements combined into 5 range units are distinguished there. Identified structures are correlated with the types of ore areas. The results of this research would be used for metallogenic division into areas within this region as well as for more effective realization of sequent approximation principle during the specialized gold- and another metals prospecting.

**Geochemistry and metallogeny of gold in the hypergenesis zone / Kulish E.A. // Problems of gold-bearing bowels of Ukraine: Coll.sci.trans.- Kiev, 1997. - p. 234-244.**

Basic factors, conditions and phenomena of gold mobilization, migration, concentration and redistribution in hypergenic zones such as geomorphological, hydrogeological, geotectonic, geostructural, material, physico-chemical and other ones are examined. A



role of sulphides, carbonaceous, organogenous and other matters in these processes is given. Peculiarities of gold concentration in the different zones of weathering profiles are shown.

**Material and genetic types of hypergenic gold concentrations and their perspectives in Ukraine /Kulish E.A., Komov I.L., Lebed N.I. // Problems of gold-bearing bowels of Ukraine: Coll.sci.trans.- Kiev, 1997. - p. 245-276.**

Basic material and genetic types of hypergenic gold concentrations from the hydromicaceous, kaolinic, lateritic weathered crusts and oxidized and cemented zones of sulphide-bearing rocks and ores, karst, etc. are considered. The data about hypergenic gold content of rock complexes, structures, crusts of weathering, oxidation zones within Ukraine are summarized. Recommendations for geological prospecting and scientific research works on hypergenic gold in geological complexes of Ukraine are given.

**Material composition and preliminary geological and technological typification of the gold-bearing ores of Ukraine /Lebed N.I., Andreev P.I., Lubarskaya G.A. // Problems of gold-bearing bowels of Ukraine: Coll.sci.trans.- Kiev, 1997. - p.277-284.**

A material composition and technological properties of the gold-bearing ores of Ukraine (Muzhievo and other deposits) are described. The following ore types: gold-quartz poorsulphidic, gold-sulphidic, gold-polymetallic, etc. are isolated. The mineral composition of ores is various and widely varies according to component contents. Gold is free or thinly impregnated in sulphides and other rocks. The combined gravitatively-flotation schemes of the enrichment with production of gold (gold-silver) and sulphidic concentrations are optimum.

**Gold content of Lower Cretaceous continental deposits within the Northern slope of the Ukrainian Shield's central part / Kovalchuk M.S. // Problems of gold-bearing bowels of Ukraine: Coll.sci.trans.- Kiev, 1997. - p.285-290.**

The characteristic of gold content of above mentioned area is adduced and native gold morphology and chemism is described.

**Gold content of sedimentary rocks of the North Dobrudzha / Sushchuk E.G. // Problems of gold-bearing bowels of Ukraine: Coll.sci.trans.- Kiev, 1997. - p.291-296.**

A number of direct and indirect indications point out on gold content of the high-carbonaceous rocks from the metagenetic zone within the Dobrudzha folded area. These indications are: the gold ore mineralization find, the high geochemical background, the presence of anomalies both in the Devonian and Carboniferous and in younger covering deposits. Role of metagenesis and stress transformations and thermal fields of intrusions is very essential in the development of the superimposed gold-bearing mineralization.

ПРОБЛЕМЫ ЗОЛОТОНОСНОСТИ НЕДР  
УКРАИНЫ

Сборник научных трудов

Печатается по постановлению Ученого  
Совета Государственного научного  
центра радиогеохимии окружающей среды  
НАН и МЧС Украины

Подписано к печати 6.10.97г. Формат бумаги 60x84I/16  
Бумага белая. Офсетная печать. Усл.-печ.лист.14,1. Уч.-изд.л.125.  
Тираж 300 экз. Заказ 279. Цена договорная.

---

Полиграф.уч-к Института электродинамики НАН Украины  
252057 Киев-57, проспект Победы, 56.

