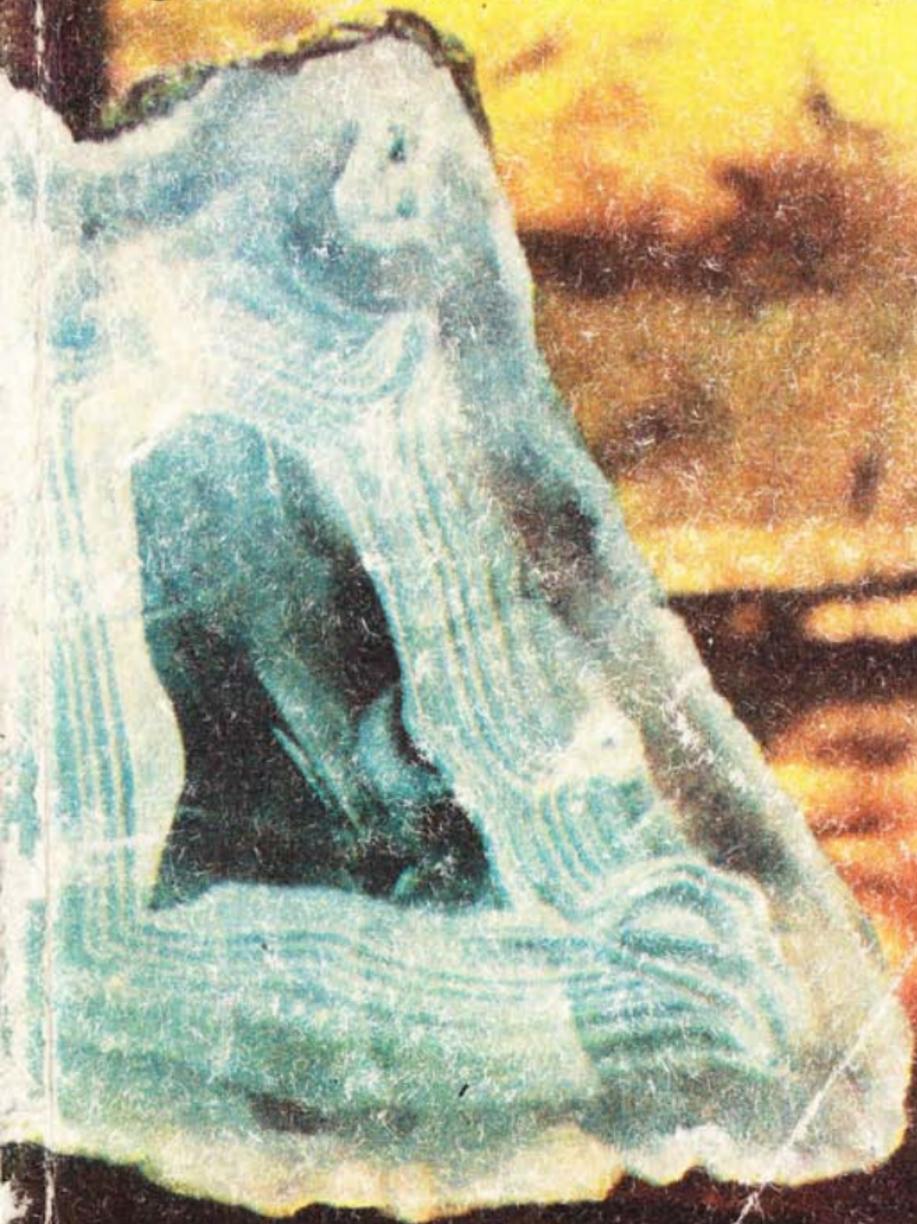


Кр 553

к

П 49

**ПОЛЕЗНЫЕ
ИСКОПАЕМЫЕ
СЕВЕРО-ВОСТОКА**





✓

пр

Кр553
п49

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ СЕВЕРО-ВОСТОКА

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ ОЧЕРКИ

— 37008 — ✓

Библиотека
МОН МОН

Магаданское книжное издательство

1974

Под общей редакцией
доктора геолого-минералогических наук
П. В. БАБКИНА

ДАЖЕ людей бывалых, привыкших, казалось бы, к темпам и размаху, с которыми в нашей стране ведется повсеместно хозяйственное строительство, не могут не поразить темпы развития производительных сил нашего северного края.

И очень часто в этом оказываются «повинными» геологи. Ведь что ни год, радуют они новыми открытиями недр Колымы и Чукотки. Таков Север. Такова его специфика: геологи идут здесь самыми первыми. А уже потом по их следам вырастают города и атомные электростанции, прииски и детские сады.

Можно без преувеличения сказать, что и без того романтическая профессия геолога обретает на Севере особую привлекательность, заслуживает особого уважения.

Но эта книга не только и, главным образом, не столько о геологах нашего края, хотя имена многих из них читатель встретит на ее страницах, сколько о том, что волнует геологов, чему, говоря без ложного пафоса, каждый из них посвятил свою жизнь.

На протяжении веков человека властно и необъяснимо манили к себе тайны мироздания. И среди них такая: как образовались те или иные металлы, минералы! До сих пор еще, несмотря на огромные успехи науки во всех областях, среди ученых нет единого мнения по тем или иным проблемам геологии.

Много таких загадок до поры до времени таится в недрах Колымы и Чукотки, где, как известно, представлена вся или почти вся Периодическая система элементов.

Авторы предлагаемой книги — магаданские ученые — геологи увлекательно и живо рассказывают о том, что представляют собой металлы и минералы, в значительном количестве упрятанные природой в тех местах, где миллионы лет до нашей эры бушевали яростные вулканы, где на смену им в позднейшую эпоху пришла вечная мерзлота...

Небольшой размер сборника не позволил осветить в деталях все вопросы. Поэтому в конце книги дан список общей литературы, а также рекомендуются работы по истории географического и геологического изучения Северо-Востока СССР.

Книга предназначена прежде всего юным — многочисленным участникам походов по родному северному краю, всем тем, кого интересует геология — наука и профессия людей пытливых, смелых, умеющих отлично объединять романтику с самым строгим научным и инженерным расчетом.

Авторы разделов: главный геолог Северо-Восточного территориального геологического управления [СВТГУ], доктор геолога-

минералогических наук П. В. Бабкин («Геологи идут первыми», «Вольфрам», «Ртуть»); заведующий лабораторией Северо-Восточного комплексного научно-исследовательского института Дальневосточного научного центра Академии наук СССР (СВКНИИ), доктор геолого-минералогических наук А. А. Сидоров («Золото», «Декоративные камни и самоцветы»); старший научный сотрудник СВКНИИ, кандидат геолого-минералогических наук В. И. Гончаров («Золото», «Рождение минералов»); младший научный сотрудник СВКНИИ, кандидат геолого-минералогических наук Р. А. Еремин («Серебро»); заведующий лабораторией СВКНИИ, кандидат геолого-минералогических наук А. В. Зильберминц и младший научный сотрудник А. Н. Лабутин («Олово»); младший научный сотрудник Л. А. Воронцова и старший геолог СВГУ, кандидат геолого-минералогических наук В. А. Мандыч («Вольфрам»); старший научный сотрудник СВКНИИ, кандидат геолого-минералогических наук В. И. Найбородин («Редкие элементы», «Серебро»); геологи СВГУ И. В. Герой и Л. А. Глазунов («Каменный и бурый уголь»); начальник партии Центральной комплексной тематической экспедиции СВГУ, кандидат геолого-минералогических наук В. Е. Глотов («Самое ценное»); главный инженер СВГУ Я. Г. Москвин («Нефть и природный газ»).

ИСТОРИЯ открытия богатств недр Колымы и в первую очередь золота длительная и интересная. Она к тому же неразрывно связана с освоением этого сурового края и насчитывает уже более трех столетий.

После постройки в 1632 году сотником Бекетовым Якутского острога началось неустанное исследование восточных окраин России. На территорию нынешней Магаданской области «встреч солипа» проникали отважные землепроходцы, моряки, путешественники.

Мы отдаем должное первопроходцам Михайле Стадухину, Семену Дежневу, Ивану Москвитину, морякам-исследователям В. Берингу, Н. Чирикову, Г. Сарычеву, Ф. Врангелю, Ф. Матюшкину, Ф. Литке, Г. Седову, первым геологам и географам И. Черскому, К. Богдановичу, П. Казанцеву, П. Полевому, И. Корзухину и многим другим. Однако что могли сделать на такой огромной территории в суровых климатических условиях отважные исследователи-одиночки? Не случайно к 1923 году, когда здесь была установлена Советская власть, Северо-Восток оставался белым пятном на карте Родины. Лишь робкие узкие полоски геологических маршрутов пролегли в прибрежных районах этого, как потом выяснилось, сказочно богатого края. Оценивая геологическую изученность Северо-Востока, специальная комиссия Геологического комитета незадолго до Октябрьской революции отмечала: «Знакомство с геологией и горнопромышленными богатствами Северо-Востока Сибири совершенно ничтож-

но, страна эта принадлежит к числу наименее изученных на всем земном шаре».

В дальнейшем планомерное изучение Северо-Востока началось с 1926 года, когда была организована первая экспедиция С. В. Обручева. Четыре экспедиции (с 1926 по 1935 год) этого известного советского ученого и путешественника дали очень много как в географическом, так и в геологическом отношении. Выявилось, что направление отдельных хребтов и рек на старых картах неверно; были получены обширные сведения по геологическому строению края и практически впервые высказаны соображения о его перспективах в отношении полезных ископаемых.

В 1926 году экспедиции И. Ф. Молодых, В. Д. Бусика, П. К. Хмызникова и Ю. Д. Уприхина провели всесторонние гидрографические исследования крупных рек Северо-Востока — Яны, Индигирки и Колымы, — чем было несколько облегчено дальнейшее геологическое изучение их бассейнов.

«Но самым примечательным моментом этого первого этапа, — писал академик С. С. Смирнов, — бесспорно, следует считать то солнечное утро четвертого июля 1928 года, когда на Охотском побережье, в устье Олы, высадилась Колымская экспедиция Геологического комитета. Валентин Цареградский, Юрий Билибин, Сергей Раковский в этот день разбили свою палатку на неудобном скалистом берегу. Отсюда они ушли через тайгу на Колыму и начали свои работы, имевшие в дальнейшем... последствия решающего значения в деле изучения и освоения Северо-Востока.

Пожалуй, я не преувеличу, если скажу, что Цареградский, Билибин и Раковский нашли тот «золотой ключ», которым были открыты богатства Северо-Востока».

Экспедиция Ю. А. Билибина с большими трудностями добралась до реки Среднекан, где в то время работали старатели. Хищнически отработывались россыщи, золото «улывало» к американцам и японцам, которые под различной личиной, но чаще в качестве торговых агентов шли по пятам старателей. Сотрудники экспедиции вместе с представителями Союззолота навели порядок, и металлы стал поступать в государственную казну. Широкий разворот научно обоснованных геологических работ в труднейших условиях привел к открытию многочисленных россышных месторождений золота. В летний сезон 1929 года была обнаружена богатая золотоносная дайка — Среднеканская. Как писал Ю. А. Билибин, она сыграла решающую роль в развитии дальнейших геологических работ на Колыме. Дело в том, что в россышное золото, в выдвинутую Ю. А. Билибиным грандиозную гипотезу многие специалисты верили меньше, чем в коренное. Поэтому находка большого коренного месторождения ускорила сроки освоения края. В своей записке в Правительство Ю. А. Билибин на основании анализа полученных геологических материалов наметил конкретный план развития геологоразведочных работ, а также добычи золота. Согласно этому плану предполагалось к 1938 году довести добычу россышного золота на Северо-Востоке СССР до объема, в четыре раза превышающего объем золотодобычи Советского Союза в 1930 году. Про-

гноз Юрия Александровича был настолько ошеломляющим, что в него с трюмом верили даже некоторые признанные авторитеты. Об этом позднее академик С. С. Смирнов писал: «Смелый научно обоснованный прогноз Билибина, являющийся самым ярким среди всех известных геологических прогнозов, и составленная им в связи с этим докладная записка в Правительство явились главным толчком к развороту громадных работ». Очень высоко деятельность геологов оценил семь лет спустя на Первой всеколымской геологической конференции первый директор Дальстроя Э. П. Берзин.

В 1930 году на Колыму была направлена вторая крупная экспедиция под руководством В. А. Царградского. К тому времени появились первые постройки на побережье Нагаевской бухты, куда поступали все грузы. С приездом экспедиции была укреплена, значительно расширена геологическая служба, началось, особенно после организации в 1931 году Дальстроя, в более широких масштабах изучение и освоение богатств недр края. Каждый год стал приносить крупные открытия.

Активно включились в отыскание подземных кладов земли колымской сотрудники Второй экспедиции Ю. А. Билибина, которая прибыла из Ленинграда и начала свою деятельность в 1931 году.

Важные находки, определившие во многом развитие горнодобывающей промышленности Колымы, были сделаны в бассейне реки Утиной С. Д. Раковским в 1929 году, в бассейне реки Оротукан — С. В. Новиковым в 1931 году, на Большом Ат-Юряхе и Дебине — Л. А. Снятковым в 1932 году, в бассейне Малого Ат-Уряха — С. С. Лапиным в 1933 го-

ду. Особенно большой успех выпал в 1934 году на долю Ф. К. Рабинович и К. А. Шахворстовой, которые установили золотоносность речек Чек-Чека и Хатыннаха с их притоками. Перспективы Хатыннаха были позднее расширены Н. А. Шилов.

Тогда же, в 1931 году, была организована Охотско-Колымская база Главного геологоразведочного управления (ГГРУ) под техническим руководством Ю. А. Билибина, а осенью под его же началом эта база была превращена в Геологоразведочный сектор ГГРУ. Создание такого рода организации было необходимым потому, что открываемые геологами россыпные месторождения очень быстро вовлекались в эксплуатацию и требовалось оперативно опенить передаваемые в отработку запасы золота. Достаточно сказать, что в 1931 году на Колыме работало уже пять приисков — «Среднекан», «Борискин», «Первомайский», «Юбилейный» и «Холодный».

С каждым годом геологи расширяли районы своих поисков и все дальше уходили от исходной точки своих исследований — речки Среднекан.

В 1933 году была организована Верхне-Колымская геологопоисковая экспедиция. Она обследовала огромную территорию, установила золотоносность речек Омудевки, Шаманихи и Столбовой. Особенно интересные данные по золотоносности реки Орок были получены В. А. Зиминим. Изучено Зырянское угольное месторождение, открытое еще в конце прошлого века И. Д. Черским.

Прогноз Ю. А. Билибина о широкой золотоносности северо-западных районов подтверждают экспедиции И. И. Галченко (1935 год), Е. Т. Шатялн

ва (1936 год), обнаружившие металлы не только в верховьях Индигирки и по притокам Неры, но и на территории Якутии.

Одновременно геологи сделали очень интересные находки олова. Было открыто несколько коренных и россыпных месторождений этого дефицитного в те годы металла. Среди них особенно выделялось месторождение Бутугычаг, обнаруженное Б. Л. Флеровым.

Отметим, что методы поисков и разведки оловородных месторождений, разработанные на Колыме, нашли позднее широкое применение на Чукотке и в других районах Советского Союза.

Работать в первые годы освоения Колымы и Чукотки было очень трудно. Сложность эта отчетливо видна на примере работы геологической экспедиции Главсевморпути. Летом 1933 года на Чукотке проводили исследования геологи В. И. Серпухов и Д. Ф. Байков. Ими была обследована огромная территория к югу от мыса Шмидта. Были найдены хорошие образцы кварца с кристаллами касситерита. Серпухов писал тогда: «В среднем течении реки Баранихи, правого притока реки Телекай, в 12 километрах от устья реки Баранихи, в делювиальной россыпи на склоне левобережного увала встречены глыбы мятого кварца с касситеритом. Кристаллы касситерита крупные (до 2 сантиметров). Анализ руды показал содержание олова 22,04 процента. Месторождение расположено в мощной зоне разломов, пересекающей Чукотский полуостров в широтном направлении». К сожалению, в то время не было карт и геологи сами их составляли, отчего не могли сделать точной привязки сво-

им находкам. Поэтому очень долго шел разговор о «точках Серпухова», но найти их на местности геологи до сих пор не могут.

Будем надеяться, что «точки Серпухова» не окажутся легендарной «Землей Саннигова» и будут все же снова открыты.

Летом 1934 года на Чукотке работало несколько геологических партий Главсевморпути. В восточной части полуострова работали А. П. Никольский, М. И. Рабкин и А. В. Андрианов, в западной — С. В. Обручев. В образцах, собранных С. В. Обручевым, зимой 1935 года М. И. Рохлин обнаружил касситерит. Таким необычным путем была получена ниточка, которая протянулась к известному ныне Валькумею. А геологоразведочная экспедиция ГУСМП В. А. Вакара выявила золото в бассейнах Большого и Малого Аноя.

В 1937 году было открыто олово-вольфрамовое месторождение Иультин. Сделал это В. Н. Милляев.

Первые пять лет промышленного освоения Северо-Востока показали, что назрела необходимость в создании специализированных предприятий, которые могли бы выполнять комплексное геологическое изучение и эксплуатацию месторождений. В конце 1935 года было организовано два горнопромышленных управления — Южное и Северное. В Южном управлении были прииски «Среднекан», «Борискин», «Пятилетка», «Герпеливый», «Таежный», «Разведчик», «Юбилейный», «Холодный». Геологоразведочными работами здесь руководили Г. А. Кечек, а затем В. Е. Роженцов и А. Х. Алискеров. Северное управление вело золотодобычу на приисках «Партизан», «Ат-Урих», «8-е марта», «Ха-

тынах», «Штурмовой». Геологоразведочные работы осуществлялись под руководством Д. В. Вознесенского.

Геологическая конференция 1936 года, проходившая в Магадане, подвела первые итоги изучения Северо-Востока. На конференции говорилось: «Колыма прошлого, Колыма бескультурья, Колыма, являвшаяся самым отсталым участком социалистической Родины, превращена в промышленный край».

Открытия золотых месторождений следовали одно за другим не только в новых районах, но и в старых, где действовали прииски. Особо следует отметить находку золота А. Л. Лисовским и З. А. Арабей в 1936 году на речке Чай-Урья, правом притоке реки Берелеха. На ее базе возникли прииски «Фролыч», имени Чкалова, «Чай-Урья», «Большевик», «Комсомолец».

В 1936—1937 годах под руководством С. В. Новикова с участием Ф. К. Рабинович, С. Е. Захаренко, Л. А. и Б. А. Снятковых и других работала Омолонская экспедиция. Была установлена золотосодержательность многих ручьев и речек, в том числе рек Калыка, Бургачана и особенно — реки В. Коаргычан. В 1937 году были начаты разведочные работы, но в результате ликвидации экспедиции в следующем году они были прекращены. Попутно были выявлены и выходы каменных углей.

В предвоенные годы были найдены крупнейшие оловорудные месторождения Колымы, Омсукчана и Теньки. Возникают оловянные рудники и прииски имени Лазо, имени III пятилетки, имени Чапаева, «Галимый» и ряд других. Много сил и

энергии отдали поискам и разведке оловорудных месторождений В. А. Титов, И. Н. Зубрев, Г. Г. Колтовской, А. М. Авдеев, М. С. Венчугова, И. Е. Драбкин, Г. И. Душечкина, Б. Б. Евангулов, В. Т. Матвеевко, Э. Я. Ляски. Существенную помощь при изучении оловодобывающей промышленности оказали С. С. Смирнов, впоследствии академик, а также О. Д. Левицкий, избранный позднее членом-корреспондентом АН СССР.

Попутно с открытием месторождений основных в то время металлов — золота и олова — геологи находили также полиметаллы, кобальт, медь, молибден и другие полезные ископаемые. Некоторые из них, например месторождения кобальта, были вовлечены в эксплуатацию.

Интенсивно развивающейся горной промышленности требовалось топливо. Открываются и вовлекаются в эксплуатацию угольные месторождения Аркагалинское, Эльгенское, Хасынское и ряд других.

Начиная с первой экспедиции Ю. А. Билибина обработку собранных в полевой сезон материалов геологи обычно проводили в одном из научно-исследовательских институтов Ленинграда или Москвы. К концу тридцатых годов была накоплена огромная геологическая информация, которую необходимо было оперативно обрабатывать, своевременно выдавать рекомендации геологам и горнякам. Таким центром стало геологоразведочное управление Дальстроя (ГРУ ДС), созданное в начале 1939 года в г. Магадане и объединившее районные геологоразведочные подразделения. Широкое разви-

тие получили научно-исследовательские работы, в результате чего в 1940 году была создана Центральная научно-исследовательская лаборатория (ЦНИЛ), главной задачей которой в первые годы была разработка методов обогащения руд полезных ископаемых. На базе ЦНИЛ в 1948 году создан Всесоюзный научно-исследовательский институт золота и редких металлов (ВНИИ-1), которым долгие годы руководил Н. А. Шило, ныне академик, Герой Социалистического Труда.

Многочисленные открытия россышного золота в бассейнах рек Берелех, Чай-Урья, Тенька привели к организации новых горнопромышленных управлений — Западного, Чай-Урьянского, Тенькинского.

В 1941 году в ГРУ Дальстроя был создан отдел, занимавшийся научно-производственными геологическими исследованиями. Сейчас это Центральная комплексная тематическая экспедиция Северо-Восточного территориального геологического управления.

На Колыме и Индигирке, на Охотском побережье и на Корякском нагорье — всюду геологи во время войны активизировали свои усилия по открытию и быстрейшему вовлечению в эксплуатацию месторождений полезных ископаемых.

В долине реки Омчак были открыты, разведаны и переданы в эксплуатацию крупные россыщи. Здесь возникли «маршальские» прииски — имени Ворошилова, Буденного и Тимошенко. Вступил в строй действующих рудник имени Матросова, месторождение Наталкинское, осваиваются золотые месторождения Павликовское, Игуменовское и другие. Все больше олова давали рудники Омсукчана —

«Индустриальный», «Хатарен», «Галимый»; обрабатывались россыщи олова «Галимого», «Хетгы». Олово Колымы и Чукотки шло для фронта, для победы, на нужды народного хозяйства страны.

В годы войны и в послевоенное время во все более широких масштабах шло геологическое изучение Чукотки, были выявлены новые оловорудные, небольшие полиметаллические, редкоземельные месторождения. Геологи не были удовлетворены «однометаллностью» своих основных работ. Еще в начале сороковых годов они собрали фактические материалы, которые свидетельствовали о том, что не только оловом богаты недра этого края. Все больше и больше крепла убежденность в больших запасах золота в недрах Чукотки. Первое золото здесь было найдено в конце сороковых годов.

Следует сказать, что большая заслуга в этом принадлежит В. А. Китаеву, Н. И. Кикасу, Н. И. Чермоданову, И. Е. Рождественскому, А. В. Андрианову, К. И. Иванову, С. М. Абаеву, П. А. Петрову, Ф. С. Пучкову, С. И. Красникову, А. П. Королеву, П. Н. Ушакову и многим другим.

Как в военные, так и особенно в послевоенные годы все разнообразнее становятся методы поисков месторождений полезных ископаемых, все шире используются достижения науки для целей геологического картирования и поисков месторождений полезных ископаемых. В 1942 году, очевидно, впервые в Советском Союзе группа геологов ГРУ Дальстроя — Л. А. и Б. А. Снятковы, Н. И. Ларин, А. С. Симмаков, Г. Г. Колтовской — разработали и применили при составлении региональных геологических карт метод дешифрирования аэрофото-

снимков. Внедрение этого метода позволило значительно быстрее и с высоким качеством составлять геологические карты, а это, в свою очередь, ускорило открытие и вовлечение в эксплуатацию месторождений полезных ископаемых. Все более широкое применение стал находить в практике геологоразведочных работ электропоисковый комплект «ИЖ» (искатель жил), созданный на Колыме Н. И. Сафроновым, А. М. Виноградовым и Л. М. Скороходовым. Несмотря на многие трудности, геологи Колымы и Чукотки в эти годы целеустремленно и с большой отдачей исследуют самую восточную часть нашей Родины.

Первые обзорные геологические карты Северо-Востока были составлены в 1945 году коллективом геологов ГРУ ДС под редакцией В. А. Цареградского. Они позволили целенаправленнее организовать геологопоисковые работы и в конечном итоге привели к открытию многих месторождений разнообразных полезных ископаемых Северо-Востока.

Выполняются широкие исследования по вопросам палеонтологии, стратиграфии, петрографии и минералогии.

Научные исследования россыпных месторождений в стране основываются на трудах геологов Северо-Востока и прежде всего работах Ю. А. Билибина.

Значительные научные результаты ученых-геологов нашего края достигнуты под руководством академика Н. А. Шило.

Шестидесятые и семидесятые годы принесли много радости геологам Колымы и Чукотки — были открыты очень интересные месторождения. Их

изучением и разведкой заняты сейчас большие коллективы. И не за горами то время, когда эти месторождения дадут нашей Родине благородные металлы. Чукотка готовится выдать из своих тайников жидкий металл — ртуть.

Все шире в области начинают использоваться подземные термальные воды. Усилия геологов в последние годы направлены на поиски месторождений нефти и газа. Полученные при этом результаты позволяют надеяться, что и здесь их ждут приятные открытия.

Прежде чем перейти к рассказу о различных полезных ископаемых, необходимо рассказать о том, как происходит образование металлов и минералов.

— 37008



ИСТОРИЯ человеческого общества, его становление и бурное развитие на протяжении многих тысячелетий неразрывно связано с продуктами земных недр — горными породами и минералами. Неодушевленные, часто невзрачные на вид камни одними из первых среди творений природы служили добрую службу человеку. Они дали возможность нашему первобытному предку добывать огонь и пищу, находить укрытия от непогоды и хищников. Научившись легко отличать горные породы и минералы по их свойствам, человек каменной эпохи начал использовать их для своих самых разнообразных нужд. Из них он изготавливал каменные топоры, мотыги, ступки, наконечники для стрел, различную посуду и многое другое. Но прошли еще многие тысячелетия прежде чем человек научился использовать не только те особенности минералов и горных пород, которые достаточно хорошо выражены в их внешних признаках, но и их скрытые свойства. Познание их дало возможность человеку сделать резкий скачок в своем развитии. Как человек научился получать металлы в чистом виде — сейчас трудно сказать. Возможно, кусками руды был выложен очаг в его пещере, и высокая температура костра привела к ее расплавлению. Может, сыграли роль могучие пожары в местах выхода на поверхность руды в ее коренном залегании. Не следует забывать также, что многие металлы встречаются на земле и в самородном состоянии, и это заставляло человека задумываться над возможностью их применения, а затем и получения в больших количествах искусственным путем. Сейчас

достоверно известно, что из многих ценных качеств рудосодержащих минералов человек вначале использовал далеко не самые главные. Так, сиреневая киноварь и мягкий красный гематит нашли широкое применение в качестве красителей задолго до того, как люди пришли к мысли о возможности получения из них металлов — ртути и железа. В обиходе наших предков продукты земных недр имели самое широкое распространение. Доисторический человек высоко ценил самоцветы, самородное золото, серебро, медь и использовал их для изготовления простейших орудий труда, домашней утвари и украшений.

Научившись использовать дары природы, человек, однако, долгое время даже не задумывался над происхождением минералов. Ни древние римляне, ни не менее древние греки не догадались начать изучение минералов. Хотя следует сказать, что философы и высказывали различные гипотезы об их происхождении. Одни философы представляли Землю в виде живого существа, рождающего скопления различных минералов и выдыхающего металлические пары; другие утверждали, что руды живут, вырастая из семян или образуются из обычных металлов, превращаясь в драгоценные. Третьи изображали руды в виде подземного «золотого дерева», корни которого уходят к центру Земли, а ветви — это различного рода металлы. Однако, несмотря на фантастичность таких взглядов, некоторые из них дали толчок возникновению и развитию многих современных идей минералообразования. Наиболее нелепые представления о возникновении в недрах Земли различных минералов были

достоянием алхимиков, засилье которых в науке процветало в XVI—XVII вв. Среди алхимиков господствовало убеждение, что рудные месторождения образовались под действием планет, солнечных лучей и т. д. В число их сторонников входили даже такие выдающиеся мыслители древности, как Аристотель, Авиценна, Фома Аквинский и другие.

Прочные основы современного представления о формировании различных минералов были заложены в XVII веке выдающимся ученым своего времени, автором обстоятельного (в 12 книгах) труда «О горном деле и металлургии» Георгом Бауэром, более известным под именем Георгия Агриколы. Его труд — это замечательный памятник, обобщивший опыт предшествующих столетий и позволяющий нам с большой исторической достоверностью заглянуть в истоки одной из основных проблем геологии — учения о рудных месторождениях.

У следующих за Агриколой поколений ученых интерес к вопросам минералообразования вообще и к формированию рудных месторождений в частности проявлен весьма слабо вплоть до XVIII века, когда многие передовые ученые стали задумываться над проблемами происхождения минеральных образований. Неоценимый вклад в развитие современных научных взглядов на процессы минералообразования был сделан в это время М. В. Ломоносовым, шотландцем Джеймсом Хеттоном, немцем Готлибом Вернером и другими.

В дальнейшем учение о минералообразующей среде продолжало развиваться быстрыми темпами. В 30-е и 40-е годы XIX века у нас в России и за рубежом были высказаны первые, достаточно обос-

нованные суждения о водном растворе как минералообразующей среде. Был указан источник воды и минералообразующих элементов. Так возникла гидротермальная теория минералообразования. В последующие годы и по настоящее время эта теория быстро проникает во все области геологических знаний, позволяя приблизиться к решению многих спорных проблем, в том числе и к проблеме связи магматизма и рудообразования.

Количество известных и изученных в настоящее время минералов приближается к трем тысячам. Однако широко распространенных минералов, т. е. таких, которые нетрудно найти во всех частях нашей планеты, не так уж много. Их насчитывается не более ста. Остальные встречаются значительно реже.

Что же такое минерал? Как образуются самородное золото и серебро, красивые, дымчатых оттенков раухтопазы и прозрачные фиолетовые аметисты, играющие красными огнями рубеллиты и чистые, как слеза, кристаллы горного хрусталя и великое множество других, не менее привлекательных минералов?

Известный советский минералог академик А. Г. Бетехтин дал такое определение минералам: «Минералы представляют собой природные химические соединения (реже самородные элементы), являющиеся естественными продуктами различных физико-химических процессов, совершающихся в земной коре».

Согласно современным представлениям, все процессы, приведшие к формированию горных пород и минералов, можно разделить на три группы:

эндогенные (связанные с деятельностью магмы); экзогенные (связанные с выветриванием и обязанные своим происхождением, в конечном счете, энергии Солнца); метаморфические, представляющие собой продукты глубоких изменений различных минералов в процессе воздействия на них высоких температур и давлений.

Ниже мы постараемся раскрыть процесс рождения эндогенных минералов из водных растворов в глубинах земной коры.

Откуда же в недрах Земли берется вода, как она туда поступает? Каменная оболочка Земли обильно пропитана водой. Как это ни странно, но в верхнем пятикилометровом слое земной коры, так называемой литосфере, воды по объему примерно в три раза больше, чем прочих веществ. Подземные воды накапливаются веками, пополняясь из самых различных источников. Вода в виде паров может выделяться из жидкой расплавленной магмы, причем разные по составу магмы выделяют разное количество паров. По мере поднятия в верхние горизонты земной коры они охлаждаются и переходят в жидкое состояние. Важным источником воды в литосфере являются атмосферные осадки. Не все дождевые воды, выпавшие на поверхность Земли, стекают в реки, озера, моря и океаны. Часть испаряется и попадает обратно в атмосферу, а какая-то часть просачивается в глубины земной коры, смешивается там с поднимающимися водами магматических очагов и вместе с ними попадает обратно на поверхность в виде ключей, родников или гейзеров. Так осуществляется циркуляция воды.

Воды, проникающие в литосферу с поверхности, называются вадозными, а отделяющиеся при кристаллизации магм — ювенильными.

В любой горной породе для воды уже имеются готовые пути прохождения в виде сложной сети всевозможных трещин и пор. Просачиваясь по ним, вода уходит на громадные расстояния. Протекая по всевозможным горным породам, подземные воды частично растворяют их и вследствие этого обогащаются различными минеральными веществами и газами, которые они при определенных условиях отлагают на стенках рудоподводящих каналов.

Причины отложения минерального вещества являются одним из наиболее важных и сложных вопросов в ходе изучения любых месторождений. В процессе концентрации различных элементов и их соединений в виде минералов, как установлено, существенную роль играет сила тяжести, изменение кислотности-щелочности минералообразующих сред в результате реакций между растворами и вмещающими породами, понижение температуры и давления, изменение скорости движения обогащенных растворов, смешение различных по составу растворов и некоторые другие факторы. Изучение и выявление их имеет большое научное и прикладное значение.

Образование любого минерала из гидротермальных растворов представляется в следующем виде. Вода, обогащенная минералообразующими компонентами, находится в глубинах земных недр при относительно высоких температурах и давлениях. Попадая в область развития систем сквозных трещин, она под давлением начинает быстро подни-

маться к поверхности. С падением температуры и давления резко меняется характер растворимости различных элементов, и поэтому, по мере поступления растворов в более высокие горизонты, постепенно выпадают и оседают на стенках вмещающей полости различные минералы, вначале трудные, а затем легко растворимые. Быстрое осаждение минеральных компонентов из раствора наступает также при резком изменении кислотности среды, объясняющимся процессами реакции с вмещающими породами, а также смещением поступающих с глубины ювенильных вод со встречными вадозными водами атмосферного происхождения.

Рост минералов обычно начинается на затравках, которыми могут служить зерна ранее образованного минерала этого же состава, мельчайшие обломки вмещающих пород или зерен каких-либо минералов и другой материал. Дальнейшее развитие новообразований идет в строгом соответствии с теми кристаллографическими законами, которые свойственны данному минералу с вполне определенным химическим составом. Рост кристалла происходит за счет равномерного отложения выпадающего из раствора вещества на его гранях. Перерывы в росте фиксируются появлением замутненных зон, насыщенных твердыми или жидкими включениями. Формы кристаллизации минералов чрезвычайно многообразны. Встречаются формы относительно простые и более сложные. Например, известная всем каменная соль кристаллизуется в форме куба; для кварца, встречающегося в двух модификациях, характерны другие формы кристаллов. Высокотемпературный кварц обычно имеет

форму шестигранной дигриамиды, с сильно укороченными или вообще отсутствующими гранями призмы. Для низкотемпературного кварца формы кристаллов хотя и разнообразны, но чрезвычайно характерны по присутствию хорошо развитых граней призмы, часто с горизонтальной штриховкой, граней ромбоэдров и др.

В процессе роста кристаллическое зерно из-за неровностей растущей поверхности, а также трещинок, пор или инородных твердых частиц захватывает мельчайшие капельки той среды, из которой оно кристаллизуется, и герметически изолирует их. Так в нем «консервируются» включения минералообразующей среды. Это всегда происходит в зонах роста или восстановления минерала. Захваченные и изолированные, чаще всего очень мелкие, включения отражают физико-химические условия минералообразования на данном этапе — температуру, давление, состав, концентрацию и агрегатное состояние растворов, существовавших в момент образования данного минерала. Эти включения являются прямыми свидетелями тех сложных физико-химических процессов в земной коре, которые имели место в далеком геологическом прошлом.

При первом же знакомстве с минералами невольно обращает на себя внимание их окраска. Не удивительно, что многие названия минералам даны именно по этому признаку. Например, хлорит (хлорос по-гречески — зеленый), родонит (родон по-гречески — розовый), рубин (рубер по-латински — красный), хризоберилл (хризос по-гречески — золото) и так далее. Наоборот, такие названия цве-

тов, как киноварь, малахитовая зелень и некоторые другие, вошли в обиходный язык как стандартные цвета красок, и это говорит о том, что эти цвета присущи данным минералам как их постоянное качество.

Проблема происхождения окраски минералов очень сложна. Во многих случаях окраска природных соединений обусловлена внутренними свойствами самого минерала. Окраска большого числа минералов вызвана тем, что в их состав входит какой либо хромофор, то есть химический элемент, приносящий окраску. К числу таких элементов относятся титан, ванадий, хром, марганец, железо, кобальт, никель, в меньшей степени — вольфрам, молибден, уран, медь и др.

В некоторых случаях минерал окрашивается в тот или иной цвет вне всякой связи с хромофорами. Так, обыкновенная каменная соль иногда бывает окрашена в красивый синий цвет. Оказалось, что эта окраска связана с превращением части ионов натрия в нейтральные атомы. Такого же эффекта можно добиться при воздействии на каменную соль катодными лучами, несущими свободные электроны.

Известно немало примеров, когда один и тот же минерал встречается окрашенным в различные цвета и оттенки. Так, кристаллы кварца могут быть совершенно бесцветными (горный хрусталь) и фиолетовыми (аметист), розовыми и золотистыми (цитрин) или дымчатыми и черными (раухтопаз, моршон). Обычно окраска в этих минералах связывается с присутствием посторонних тонкорассеянных механических примесей, окрашенных в тот

или иной цвет хромофорами. Эти красящие вещества могут быть как неорганического, так и органического характера.

В некоторых случаях окраска минералов имеет более сложную природу, связанную с внедрением в структуру минерала отдельных ионов или целых их групп.

Как бы ни был богат и многообразен мир минералов, далеко не всегда их можно получить в достаточном количестве и требуемого качества. Человеку часто требуются далеко не любые минералы, а только те, которые бы отвечали постоянно растущим запросам металлургической, электро- и радиотехнической, оптико-механической, точного приборостроения и другим отраслям промышленности. Требования, предъявляемые народным хозяйством к минералам, часто весьма велики: высокая степень химической чистоты, прозрачности, совершенство огранки и т. д. И конечно, природа далеко не всегда в состоянии удовлетворить эти запросы. Поэтому, не ограничиваясь добычей природных минералов, человек постоянно изыскивает пути и способы получения искусственных минералов, не только не уступающих, а даже превосходящих по своим свойствам естественные. Конечно, работы по искусственному производству (синтезу) тех или иных минералов в промышленном масштабе целесообразны только в случае их сравнительно низкой себестоимости, что возможно при использовании относительно простых и доступных материалов. Производя новые искусственные минералы, человек иногда копирует природные процессы. Однако сложность моделирования процессов, пра-

текающих в земной коре, заставляет его искать более оригинальные и экономически выгодные способы получения необходимых минералов. Развитие науки и техники с каждым годом позволяет все глубже проникать в тайны минерального мира. Человек научился создавать уникальнейшую аппаратуру, позволяющую получать минералы, не только не уступающие по своим качествам рожденным в глубинах Земли, но и производить новые, ранее не известные минералы, часто с весьма ценными и оригинальными свойствами. Практическое значение синтеза минералов в последние годы резко возросло. Тем не менее значение искусственных минералов пока сравнительно невелико. Основная роль принадлежит природным минералам — главным поставщикам многих металлов для промышленности.

А теперь предлагаем рассказы о тех металлах и минералах, которые хранятся в недрах Северо-Востока и добываются все в большем количестве.

ЗОЛОТО

СЛОЖНА и противоречива судьба этого благородного металла. На всех этапах развития человечества золото неумоимо вмешивалось в судьбы отдельных людей и целых стран. Долгие тысячелетия оно было главным источником радости, силы и могущества, поднимая на недостижимую высоту одних и безжалостно сбрасывая в бездну унижения и бесправия других. Знаменитый мореплаватель Христофор Колумб 450 лет назад писал: «Золото — удивительная вещь. Кто обладает им, тот господин всего, чего он захочет. Золото может даже душам открыть дорогу в рай».

Какие же необыкновенные свойства наделили золото такой сложной судьбой и принесли ему славу вечного металла?

Золото — металл соломенно-желтого цвета, с ярким блеском. Удельный вес чистого золота значителен и достигает 19,32 (удельный вес ртути, например, только 13,55), благодаря чему золото способно накапливаться в природных условиях в россыпях. На этом свойстве основана его добыча из россыпей и коренных месторождений. Плавится при температуре 1 063°C, но точка кипения его много выше — 2 970°C. Ему свойственны высокая тепло- и электропроводность, мягкость и вязкость, необыкновенная ковкость и тягучесть. Один грамм золота может быть вытянут в тончайшую нить, так называемую золотую канитель, длиной до 12 километров, или расплюсчен в пластинку площадью 0,5 квадратного метра и толщиной 0,00008 миллиметра, просвечивающую синевато-зеленым цветом.

Золото легко образует сплавы с серебром, медью, платиной, висмутом, ртутью и другими. Сплавы эти представляют собой твердые растворы — смеси золота и перечисленных металлов. Только в некоторых сплавах золото находится в виде химических соединений, например, в сплавах с медью и ртутью при высоких температурах. Золото довольно инертно и поэтому очень неохотно вступает в соединения с другими элементами. Число реагентов, действующих на золото, весьма ограничено. К ним относятся прежде всего хлор, бром, йод, «царская водка». Растворяют золото также различные кислоты в присутствии сильных окислителей. Взаимодействуют с золотом соли цианистой кислоты и некоторые органические кислоты. При строго определенных условиях могут быть получены соединения золота с серой. Весьма любопытным химическим соединением является гремучее золото, получаемое при взаимодействии хлорного золота и аммиака. Это вещество является сильным взрывчатым материалом. Интересно, что взрыв происходит неожиданно при температуре 145°C, а иногда и при более низкой.

Способностью образовывать соединения и твердые растворы золота с ртутью пользуются при извлечении золота из руды. Этот способ был уже известен более 2 000 лет назад, и упоминания о нем содержатся в трудах Аристотеля. Растворение золота в ртути при нормальных условиях не превышает двух граммов этого металла на килограмм ртути. Однако ртуть способна хорошо смачивать и задерживать золото, образуя с ним твердые растворы с максимальной концентрацией до 16 процен-

тов, называемые амальгамами. При нагревании амальгамы происходит ее разрушение, возгонка ртути и освобождение чистого золота.

За минувшие века, когда природа веществ и процессы, их порождающие, были непонятны людям, неоднократно делались попытки получения золота путем химических реакций из других, более распространенных и доступных веществ. Нельзя сказать, что все алхимики были искренне убеждены в возможности превращения одних веществ в другие. Среди них было немало и мошенников. Из истории известно имя алхимика Джабира-ибн-Хайян, жившего в начале IX века, сделавшего ряд важных открытий в области химических реакций, и алхимика-мошенника Николая Фламелья, утверждавшего, что он превращает ртуть в золото почти без потери веса.

Последняя афера алхимиков была осуществлена в 1897 году, когда американский химик С. Эмманс якобы превращением серебра в золото получил металл со свойствами золота и назвал его аргентаврумом (аргентум по-латыни — серебро, аурум — золото). В слитке же металла, полученного Эммансом, оказалось 65,8 процента золота и 26 процентов серебра.

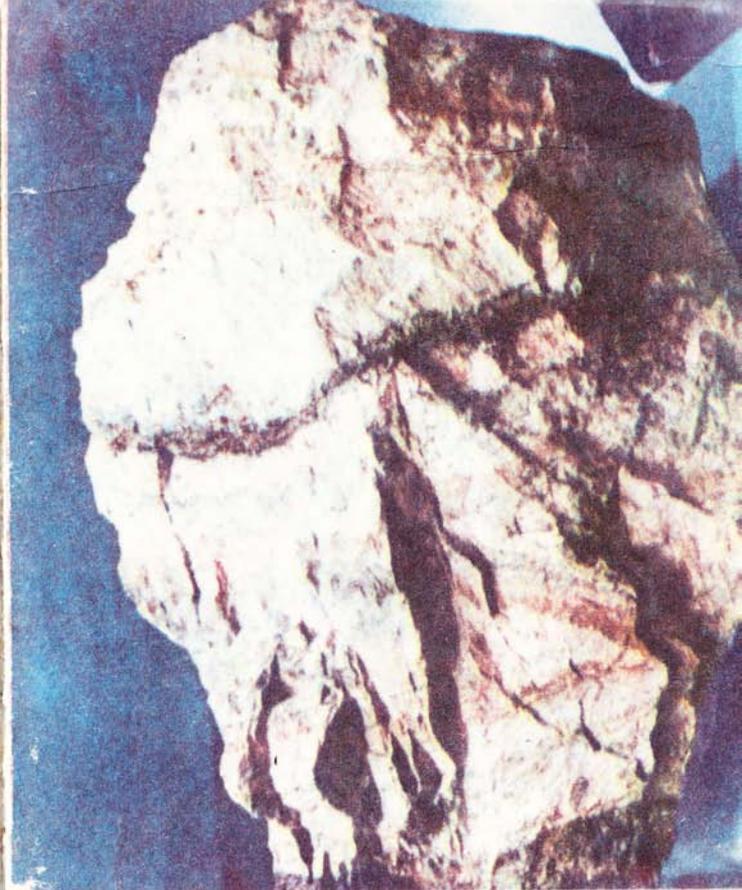
Более сорока лет золотодобывающая промышленность является основой экономики нашего края. Но не десятилетиями и веками, а тысячелетиями исчисляется история одного из самых древних промыслов на Земле — добычи золота. Достоверно известно, что в Китае уже 4 500 лет назад один из императоров дал указание добывать его в горах Калу и Юн-Ху.

Более двух с половиной тысячелетий назад греки добывали этот благородный металл на рудниках Касандры и знали о месторождениях золота в других странах. Вспомним хотя бы легенду о походе аргонавтов за золотым руном Колхиды. Начиная примерно с третьего тысячелетия до нашей эры Египет был самой богатой золотом страной древнего мира. Он был, пожалуй, и первым, где начинали разрабатывать мощные золотосодержащие кварцевые жилы, расположенные между Нилом и Красным морем. Известно, что отдельные жилы разрабатывались уже в 2770 году до нашей эры. При фараоне Тутмосе II ежегодно добывалось около 48 тонн желтого металла. Значительное число древних месторождений было выработано до основания.

За две-две с половиной тысячи лет до нашей эры осуществлялась добыча золота и на территории нашей страны: в Средней Азии, на Алтае и в Казахстане; ее приписывают древнему народу «чудии» (чудские копи).

Однако максимальный интерес золото вызвало лишь с середины последнего тысячелетия, когда месторождения стали разрабатываться со все возрастающей быстротой и невиданным до этого размахом.

К концу XV века, с момента открытия Колумбом Америки, в Европу потоком потекло золото, накопленное поколениями инков и ацтеков — аборигенов Мексики и Центральной Америки. С середины XVI столетия испанцы начинают добычу золота в Новой Гренаде и в Бразилии. На смену россыпям Бразилии появились в начале XIX века золотые рудники Боливии. Вскоре за этим были от-



Полосчатая жила из золото-серебряного месторождения.



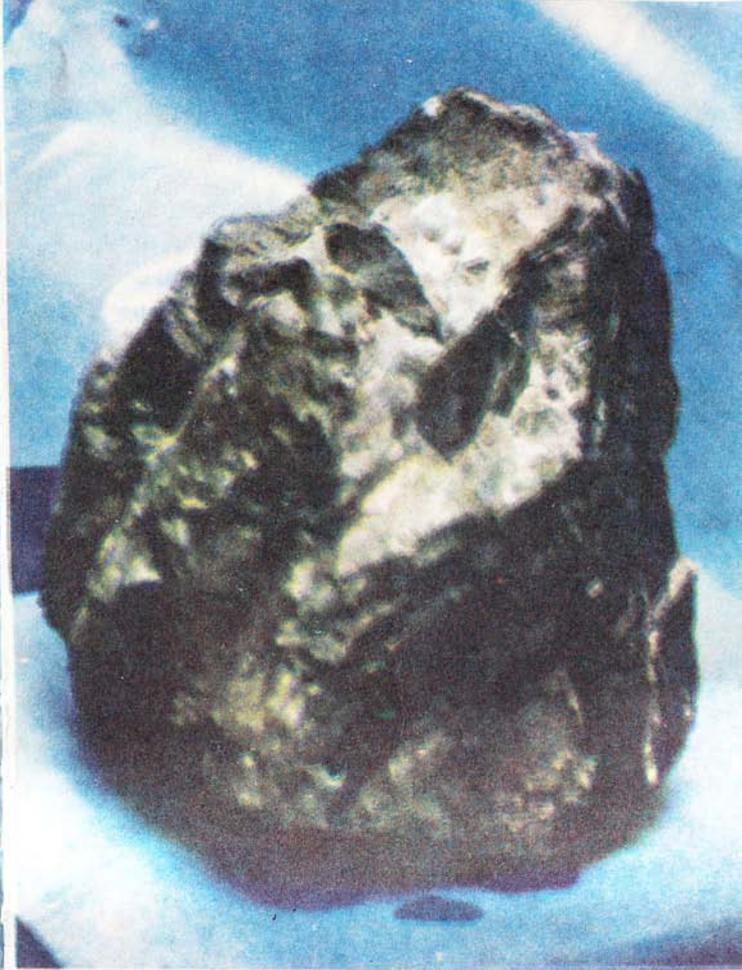
Самородное золото в кварце встречается
то простым вкраплением,



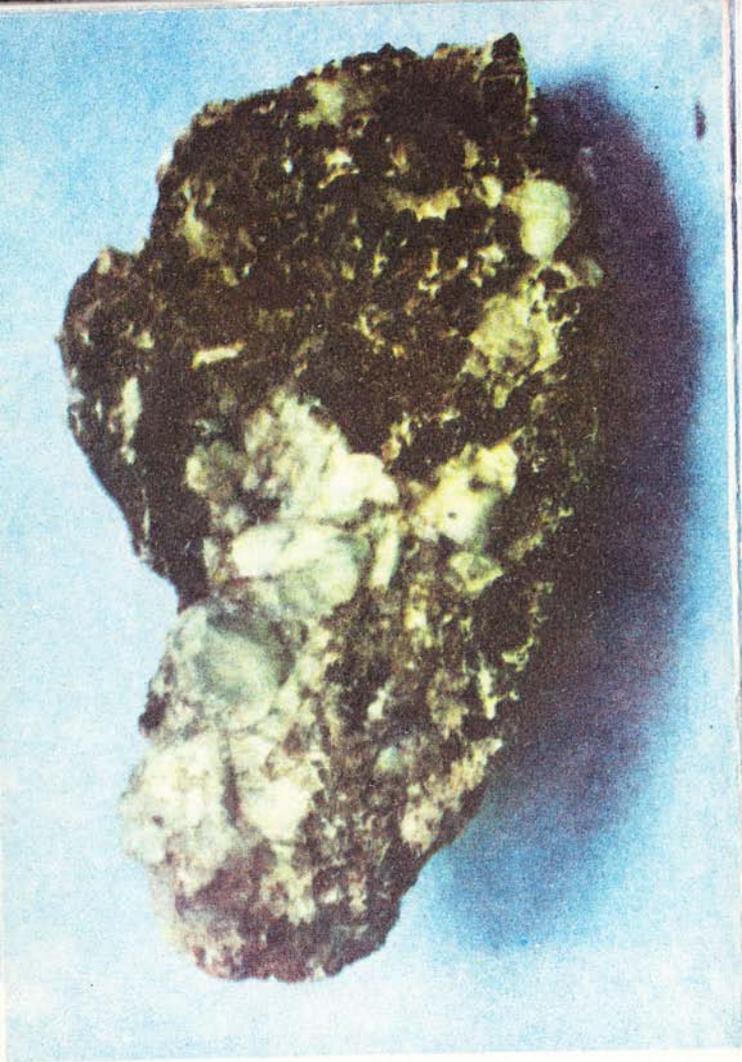
то причудливыми плоскими кристаллами



...или в виде вот такого золотого «деревца»:



Вольфрамит в кварце.



Чудесное сочетание: зеленый — флюорит, кварц — белый, касситерит — черный.



Кристаллы касситерита (оловянного камня) и кварца.



В оловянных рудах Северо-Востока встречаются минералы, содержащие редкий элемент селен (на образце синего цвета).



Кинозварь (буро-красная) в измененных вмещающих породах.



Самородная ртуть.



Друза кристаллов кварца.



Самородное золото.



Богата земля колымская и земля чукотская различными камнями: халцедоном, агатом



...обсидианом
алунитом, различного цвета



...и другими ценными горными породами.
Это прекрасный поделочный и облицовочный
материал,



материал, способный украсить
любое здание,
придать ему строгую
нарядность, праздничность.

крыты месторождения в Северной Америке, Австралии, Новой Зеландии и Африке.

Крупнейшее месторождение Южной Африки Витватерсранд начало разрабатываться в 1887 году, но и в настоящее время оно дает половину всей продукции золота в капиталистической экономике. Глубина отработки этого месторождения сейчас уже достигла почти 3 500 метров.

В конце XIX века были открыты крупнейшие рудные месторождения Индии (Колар), где золото добывают и сейчас. Начало нашего столетия ознаменовалось массовой «золотой лихорадкой» старателей, хлынувших на Аляску, в Клондайк и Канаду, а немного позже и в Австралию.

В России с XV века «добыча» золота, в основном, осуществлялась из древних курганных погребений. До середины XVIII века крупных золотых месторождений на ее территории не было: окраины России, оказавшиеся впоследствии наиболее богатыми горнопромышленными районами, в то время еще не были освоены.

Особое внимание поискам золота уделял Петр I, издавший в 1700 году указ, разрешавший частным лицам вести добычу золота. В первой трети XVIII века было открыто золото-полиметаллическое месторождение на Алтае, несколько лет спустя — Березовское на Урале, отработывающееся вот уже два с четвертью века. В XIX веке обнаружены богатейшие россыши Урала, Алтая, Забайкалья, Лены.

Первые сведения о золотоносности нашего северного края поступили еще в середине XIX века, когда охотский агроном А. Ленке открыл россыши в бассейне реки Ульи. Это повлекло за собой по-

степенное продвижение на север вдоль Охотского побережья людей, на свой страх и риск проводивших поиски новых россыпей. Золото ими было найдено, хотя и в небольших количествах, во многих местах. Эти находки заинтересовали министерство земледелия и государственных имуществ, и в 1895 году оно организовало Охотско-Камчатскую экспедицию К. И. Богдановича. Участники экспедиции обнаружили россыпи золота в бассейне реки Лантарь. Это были первые месторождения, эксплуатировавшиеся на Северо-Востоке страны.

Золотая маска фараона Тутанхамона, многотонная золотая статуя бога Мардука, «золотое руно» аргонавтов — это дыхание тысячелетий. Клондайк и Аляска, Калгурли, Витватерсранд, Менские прииски — это уже близкое к нам время, эпоха еще молодого хищника-капитализма. Вся история человечества сопровождалась блеском золота. В этом блеске боги соседствовали с рабами, богатство — с нищетой, благополучие — с кровью и потом. И только Октябрь затмил тысячелетний зловещий блеск золота. Для нас золото утратило свою роковую романтику. Оно стало просто народным достоянием. Многовековая пляска «желтого дьявола» на одной шестой части Земли закончилась навсегда. Родилась новая золотая романтика геологических открытий и свободного труда. Колыма и Чукотка — страны этой новой золотой романтики. Научные и инженерно-производственные подвиги Ю. А. Билибина, В. В. Цареградского, С. Д. Раковского и их сподвижников, равно как и героический труд современного поколения геологов и горняков Северо-Востока рождены высшей целью — открыть золо-

тые клады земных недр, которые пойдут на благо советского народа.

Нашему государству требуется все большее количество драгоценного металла, и поэтому главной задачей сегодняшнего дня является выяснение условий образования и закономерностей распределения золотого оруденения в недрах Земли. Над этими важнейшими проблемами работают большие коллективы геологов и ученых родственных специальностей. Что же известно о характере размещения золота и о формировании золотых месторождений в настоящее время?

В земной коре среднее содержание золота составляет 5 миллиграммов на тонну породы, то есть в кубическом километре горных пород содержится около 14 тонн золота. Это в 50 миллионов раз меньше, чем кремния, и в 8 миллионов раз меньше, чем железа.

Золото содержится также в воде морей и океанов, однако в ничтожных количествах. На тонну морской воды приходится в среднем 0,01 миллиграмма, реже — 0,1—0,5 миллиграмма. В отдельных случаях содержание золота в морской воде повышается до 20 миллиграммов на тонну. Учитывая, что объем гидросферы составляет 1,37 миллиарда кубических километров, можно подсчитать, что запасы золота в ней равны почти 14 миллионам тонн. Однако стоимость добычи золота из морской воды пока еще много выше стоимости самого металла, что является главным сдерживающим фактором промышленного освоения этого способа.

Подобно многим другим элементам, золото совершает определенные перемещения из одной сре-

ды в другую, и в процессе таких перемещений происходит его накопление в определенных благоприятных местах, то есть образование месторождений.

Громадное большинство золоторудных месторождений тяготеет к выходам на земную поверхность гранитов и близких к ним по составу магматических пород. При этом месторождения обычно располагаются в породах, которые прерываются гранитами, значительно реже в самих гранитах.

Часть остаточных растворов при застывании магматического расплава проникает в поры и трещины пород в непосредственной близости от гранитного тела, подвергая их изменениям и отлагая в них различные минералы, в том числе и самородное золото. Так образуются контактовые месторождения, встречающиеся довольно редко. Одно из месторождений этого типа — Кэбл — находится в США.

Существует также магматическая группа золоторудных месторождений. Они образуются при высокой температуре, и слагающие их компоненты остаются в магме. Наиболее известное такое месторождение находится в Канаде (Седбери).

Однако образование основной массы золоторудных месторождений представляется следующим образом. Гранитоидные магмы, проплавливающие земную кору, начинают остывать. С понижением температуры из магмы кристаллизуются кварц, полевые шпаты, слюды и некоторые другие минералы гранитов. Остаточные растворы, насыщенные минеральным веществом, начинают свое длительное путешествие по трещинам пород. Эти

гидротермальные растворы в своем составе, помимо преобладающего кремнезема, содержат соединения мышьяка, серы, хлора, сурьмы, фтора, углекислоты с рядом металлов — оловом, свинцом, цинком, натрием, калием, серебром, золотом и многими другими. При дальнейшем остывании из растворов начинают кристаллизовываться различные минералы: так образуются кварц, слюда, кальцит и многие другие минералы.

Растворы, связанные с различными по составу магмами, содержат и различные металлы. Одни из них оловоносные, другие золотоносные, третьи обогащены полиметаллами — цинком, свинцом, серебром, медью. Отлагая эти элементы, растворы образуют соответствующие месторождения так называемого гидротермального происхождения. Добавим, что подобным образом сформировались крупнейшие золоторудные месторождения Северо-Востока нашей страны.

Месторождения золота известны не только в коренном залегании. Золото, освобождающееся при разрушении жил в результате процессов выветривания, с водоразделов речных долин попадает в рыхлый материал, который, постепенно перемещаясь вниз по склону, достигает русла рек и размывается водой: образуются пойменные, террасовые и другие россыпи.

Знаменитый Яно-Колымский пояс россыпной золотоносности, наиболее полно охарактеризованный в трудах академика Н. А. Шило, а также уникальные чукотские россыпи образовались в результате размыва золоторудных гидротермальных месторождений. Эти классические месторождения

колымского типа хорошо изучены и освоены золотодобывающей промышленностью.

В последние 15 лет на Северо-Востоке была выявлена новая крупнейшая золоторудная провинция. Она связана с древним вулканическим поясом, протянувшимся по северному побережью Охотского моря и затем через верховья рек Омолон, Анадырь, Чаун, Амгуэма до самой восточной точки нашей страны на Чукотском полуострове. Геологи назвали его Охотско-Чукотским вулканическим поясом. Этот гигант бушевал многие десятки миллионов лет. Только предсмертная агония его длилась несколько миллионов лет. В то время многие участки Охотского побережья и Чукотки были залиты лентами черных и темно-серых базальтов. Период же расцвета его сил ознаменовался щедрыми извержениями разноцветных лав и туфов. На белые, зеленые, коричневые и даже красные туфо-лавовые скалы можно вдоволь насмотреться по дороге от Магадана до Усть-Омчуга или Атки. Наш областной центр расположен в пределах этого вулканического пояса.

За свою очень долгую жизнь Охотско-Чукотский гигант накопил много тайн и массу сокровищ, которые тщательно запрятал. Настолько тщательно, что находить их геологи начали сравнительно недавно. Одним из первых, кто силой разума почувствовал эти сокровища, был Юрий Александрович Билибин. Деловито записал он в своем рукописном отчете за 1933 год тяжелым геологическим слогом следующее: «Если припомнить, что эпитермальное месторождения в громадном большинстве случаев (Новая Зеландия, Мексика, США, Японии,

Трансильвания и т. д.) связаны именно с третичными эффузивами, что в США эти эффузивы приурочены к более жестким участкам, зажатым между отдельными ветвями верхнемезозойской складчатой зоны, что эти месторождения являются исключительно богатыми по содержанию металла и крупными по общему запасам, то станет понятным, что палеоценовая эффузивная толща Северо-Востока может привлекать взгляды не только чистого петролога, но также геолога-поисковика, работающего по золоту». И вулканический пояс действительно оказался богат не только золотом, но и серебром, ртутью, оловом и другими ценными металлами. Но прежде чем это стало известно, геологам пришлось словно заново «пережить» много-миллионную историю вулканического пояса, эпоху за эпохой: изучить в деталях былой характер уснувшего гиганта, исследовать его адскую кухню — и подземную, и наземную, представить снова живыми давно разрушенные временем вулканы, почувствовать дыхание палящих туч грозных извержений. И вот только тогда начали раскрываться тайны и клады гиганта.

Золото вулканического пояса в найденных месторождениях обычно настолько тонко рассеяно в породе, что в большинстве случаев простым, невооруженным глазом (и даже в лупу) видеть его не удастся. Там же, где в редких случаях золотишки удавалось рассмотреть, они походили на что угодно, но только не на то колымское золото, которое геологи обычно находят. К тому же оно оказалось и низкопробным, состоящим на одну треть из серебра. И только одно чудесное качество этих

золото-серебряных кладов привлекало. Геологам давно известно, что скопления золота в породах вулканических поясов могут достигать нескольких килограммов на тонну породы. Еще более внушительными бывают содержания серебра. В наших коллекциях уже есть образцы с килограммовыми содержаниями золота. Они имеют зеленоватый цвет, который придает белой жильной породе — кварцу тонкораспыленное золото. Невзрачный вид этих образцов может взволновать только специалиста.

Как образовались такие богатые скопления тонкорассеянного в породе золота?

Итак, вначале были катастрофические извержения сотен вулканов, т. е. наиболее бурные периоды жизни Охотско-Чукотского гиганта. Некоторое представление об этом периоде его жизни можно получить, посмотрев замечательный фильм Гаруна Тазиева «Встреча с дьяволом», который снят на натуре, то есть в одном из районов вулканической деятельности. Конечные этапы бурных извержений и особенно послевулканические этапы ознаменовались широким развитием горячих металлоносных растворов, зародившихся на больших глубинах. Эти растворы поднимались по трещинам в породах в самые приповерхностные части земной коры и отлагали здесь большое количество разнообразных минералов. Геологам доподлинно еще не известно, как сформировались растворы, богатые соединениями золота и серебра. Многими ставилась под сомнение даже сама возможность их образования. Тем не менее растворы, обогащенные различными металлами, неоднократно удавалось

обнаружить некоторым исследователям на поверхности и в недрах. Особенно интересный случай произошел зимой 1961/62 года в Южной Калифорнии. Здесь, в вулканической провинции с проявлениями термальных источников, была пробурена скважина до глубины 1600 метров. При этом был вскрыт горизонт перегретых растворов с температурой свыше 300°. Состав этих растворов оказался очень сложным, в основном хлоридно-калиево-натриевым. В ходе трехмесячной откачки из растворов выпало около 8 тонн минерального осадка. В тонне такого осадка было обнаружено около 200 килограммов меди, 20 килограммов серебра, 3 килограмма сурьмы, 5 килограммов марганца, 3 грамма золота и целый ряд других элементов. В сущности это была богатая руда, полученная прямо из раствора.

Не из подобных ли растворов Охотско-Чукотский гигант создал свои золото-серебряные клады? Очень может быть.

Однако почему в отличие от колымского золота таким мелким и невзрачным оказалось золото вулканического пояса? На этот вопрос ответить несколько легче. Дело в том, что в вулканических районах месторождения формировались вблизи от поверхности, при резких колебаниях температуры и давления. Значение такого важного фактора в известной мере можно понять из школьного опыта выращивания кристаллов поваренной соли. Если мы будем выращивать кристаллы соли в растворе осторожно и при постоянной температуре, то сравнительно легко сможем вырастить его размером до 5 миллиметров. Но если мы начнем резко менять

температуру среды или взбалтывать раствор, то получим всего лишь массу мельчайших кристалликов. Печто подобное происходит и при отложении золотых руд. Колымское золото выделялось из растворов в трещинах пород на глубине нескольких километров, т. е. в сравнительно стабильной обстановке. Золото вулканического пояса отлагалось преимущественно на глубине всего 300--500 метров и нередко в условиях, когда вмещающие руду трещины выходили из недр на поверхность. Именно это и послужило причиной выпадения золота из растворов в виде мелких частиц. Золото и другие рудные минералы отлагаются обычно совместно с большим количеством кремнезема (кварц, халцедон) в виде жил, заполняющих трещины в скальных породах. Горообразующие силы, реки выводят эти рудоносные жилы на поверхность. И именно реки подготовили нынешнюю славу колымскому золоту. Они размыли золотоносные жилы, «освободили» золото из породы и создали богатые золотые россыпи, проделав, таким образом, за человека добрую половину работы по добыче золота. Почему же реки не сделали этого с месторождениями вулканического пояса? Причиной всему — очень мелкое золото. При размыве породы оно не могло отлагаться на месте и разбросилось на большие расстояния течением рек. Как выяснилось, значительная часть мелкого пластинчатого золота оказалась способной даже плавать в воде. У геологов есть для такого золота специальный термин — «плавучее золото». В вулканическом поясе золоторудные месторождения в результате работы рек не только обогатились, но и довольно часто попросту унич-

тожились. Следовательно, если в Яно Колымском золотоносном поясе главную ценность представляют россыпи, то в вулканическом — коренные месторождения золота и серебра, сохранившиеся от размыва.

Велик Охотско Чукотский вулканический пояс. Размеры его тысячекilометровые, возраст — многие десятки миллионов лет. И не удивительно, что такие масштабы привлекают к нему людей смелых и энергичных. Дерзновенно шагнуть в миллиолетия прошлого в поисках богатейших кладов — разве это не прекрасно!

Где же применяется золото? Основная функция золота с глубокой древности — всеобщая мера стоимости товара. И это не случайно. Относительная редкость, большой удельный вес и связанная с ними компактность, устойчивость к химическим воздействиям, ковкость, привлекательный вид, почти пластичная мягкость в обработке — вот те качества, которые определили судьбу золота и серебра как всеобщих эквивалентов товаров. Первые золотые деньги представляли собой слитки разного веса, формы и качества. Монетный период обращения золота как денег начался с конца VIII века до нашей эры. Однако мягкость золотых монет и связанное с этим их быстрое истирание и обесценение послужили поводом к переходу в конце XVII века к бумажным деньгам. Бумажные деньги были лишены, как и сейчас, самостоятельной ценности и лишь представляли стоимость того количества золота, выражением которого они служили.

Практическое применение золота, основанное на использовании его замечательных свойств, нача-

лось намного раньше, чем человек стал применять его в качестве денег.

С древнейших времен известно использование золота в ювелирных целях. Находки золотых предметов в Южной Америке, Азии и Египте помогли раскрыть древнюю культуру народов. В Южной Америке золото служило религиозному культу. При покорении инков, накопивших сказочные запасы золота, испанские завоеватели особенно старались завладеть легендарной священной золотой целью, состоявшей из звеньев толщиной в заястье человеческой руки и длиной в километр. Существует версия, что это уникальное изделие спрятано в горах жрецами и покоится там и по сей день.

Всеми миру известны результаты исследования египетских пирамид в первой половине XX века, когда в неразграбленных гробницах были обнаружены десятки предметов из золота, а в одном из саркофагов — золотой скульптурный портрет фараона Тутанхамона, демонстрировавшийся недавно в Москве. Художественные золотые изделия древности достигали высокой степени совершенства.

В связи со стремительным развитием техники золото приобретает все большее значение как металл с уникальными свойствами.

В прошлом изрядная доля золота шла на изготовление тончайшей проволоки — канители и листочков — сусального золота. Канитель применялась для вышивания по тканям, а сусальное золото, изготавливаемое прокаткой, использовалось для предохраняющих покрытий и для тиснения переплетов книг.

Как в прошлом, так и в настоящее время большое распространение получило золочение различных металлов, дерева, керамики, стекла. Широко известен гальванический способ золочения, основанный на распылении золотого катода и перенесении пыли на анод. Такой способ применяют в часовой промышленности, а также для покрытия куполов церквей, соборов и других архитектурных памятников. Толщина позолоты при этом не превышает 0,0015—0,003 миллиметра. Этим же способом позолочены и основания звезд Кремля.

Из золота изготавливаются волоски хронометров и гальванометров, металлокарбидные контакты, электроконтакты и детали в радиоаппаратуре, оборудовании для рентгено- и радиотерапии. При изготовлении некоторых видов сложной и ответственной аппаратуры, например, в ракетостроении, при создании ядерных реакторов, сверхзвуковых самолетов золото применяется для сварки швов и узлов, требующих высокой прочности и неокисляемости в условиях высоких температур.

Тонкой позолотой покрывают не только бытовые изделия, но и химическую посуду для придания ей устойчивости против кислот и щелочей. Широко известно применение золота в электротехнической промышленности для получения проводников с минимальным сопротивлением.

Запасы золота в нашей стране вполне достаточны как для стабильности нашей валюты, так и для удовлетворения всех потребностей науки и техники в этом необыкновенном металле.

СЕРЕБРО

Знакомство человека с благородными металлами состоялось за много тысячелетий до нашей эры, задолго до того, как люди научились выплавлять бронзу и железо и делать из них орудия.

По-видимому, золото и серебро были первыми металлами, которые человек стал обрабатывать еще в эпоху неолита. Относительно широко распространенные по всей земле и довольно легко находимые, эти два благородных металла должны были привлечь внимание первобытного человека хотя бы своим блеском. Сначала самородные металлы обрабатывались исключительно холодным способом, с помощью каменного топора, со временем люди научились ковать золото и серебро, а затем и плавить их, изобрели сплавы золота с серебром и медью. И пожалуй, с самого начала использования этих металлов в истории человечества судьба серебра неотделима от золота. И тот и другой металлы уже в период зарождения классового общества являлись символами богатства. Свойства благородного металла — красивый цвет, блеск, ковкость и пластичность (из одного грамма серебра можно вытянуть проволоку длиной в 2 километра), устойчивость против окисления кислородом и воздействия других химических реагентов, достаточная редкость — эти свойства серебра способствовали использованию его, как и золота, для изготовления украшений и чеканки монет. Основное количество серебра в древности получали попутно с выплавкой свинца.

Интересно, что уже с пятнадцатого столетия до нашей эры стоимость серебра была меньше стои-

мости золота в 13—15 раз. С небольшими колебаниями это соотношение существовало до самого последнего времени. Это определялось в значительной мере уровнем их добычи. Любопытно, что в некоторых странах древнего мира серебра добывалось меньше, чем золота. В руках царей Древнего Египта, Эфиопии, Нубии золота находилось так много, что оно ценилось дешевле серебра и даже меди. Египтяне покупали за золото серебро, медь и железо.

Сохранились рукописные памятники, свидетельствующие о хорошем знакомстве с серебром и наших предков, об этом говорит, в частности, устойчивость названия этого минерала. Так, в русском языке оно существует по крайней мере в течение тысячелетий. Ученые полагают, что слово «серебро» является древнеславянским словом, ведущим свое происхождение от слова «серп». Оно возникло, по-видимому, в очень ранние времена, когда предки славян поддерживали отношения с Ассирией и Вавилоном.

С течением времени в добыче золота наметилась некоторый спад, и уже при феодализме в денежном обращении преобладает серебро.

К концу средневековья иссякли собственные ресурсы серебра в Европе, где оно добывалось преимущественно в Чехии, Саксонии и Тироле. Развитие промышленности и торговли, возникновение в недрах феодального строя капиталистических отношений, появление нового класса — буржуазии вызвали в конце XV — начале XVI веков в странах Западной Европы стремление к открытию новых земель, новых торговых путей. Когда Христофор

Колумб достиг неведомого материка — Южной Америки, в страны Нового Света хлынул поток авантюристов, промотавшихся дворян, наемных солдат, уголовных преступников, мечтавших найти за океаном сказочную страну Эльдорадо. Главную роль в снаряжении таких экспедиций играла Испания. «Золото было тем магическим словом, которое гнало испанцев через Атлантический океан, — писал Ф. Энгельс, — золото — вот чего требовал белый, как только он ступал на вновь открытый берег».

Но именно серебру суждено было вдохнуть новую жизнь в ослабевшие артерии мировой торговли.

Первые испанцы, вторгшиеся на территорию Южной Америки, были привлечены сюда старинной индейской легендой о Серебряной горе. Когда посланные одиннадцатым правителем империи инков Уайне Копаку рудокопы прикоснулись к Серебряной горе, чтобы овладеть ее богатствами, гласит легенда, из-под самой земли раздался громоподобный голос, повергший инков в ужас и изумление: «Бог бережет сокровища для тех, кто придет позже».

С тех пор никто не покушался на сокровища Серебряной горы, а гору эту назвали Потоси, что значит Голос.

А позже пришли испанцы. Добравшись наконец до Потоси, они ожидали встретить здесь горы сверкающего металла, а увидели лишь серые камни, не подозревая, что стоят на земле, полной серебра. И кто знает, сколько бы еще времени ожидала Потоси своего часа, если бы не пастух-индеец,

который в поисках овцы зашел ночью в горы. Чтобы согреться, он развел костер, а утром обнаружил среди углей прогоревшего костра выплавленное из руды чистое серебро.

Произошло это 22 апреля 1545 года.

К концу года здесь был заложен город, а спустя четверть века в нем насчитывалось уже 120 тысяч жителей — больше, чем в каком-либо другом городе на всем западном полушарии.

Первоначально серебро выплавлялось весьма примитивным способом, заимствованным испанцами у инков, руду смешивали с углем и эту смесь поджигали в больших чанах. Огонь раздувался ветром. Так продолжалось до тех пор, пока не был придуман способ извлечения серебра из руды с помощью ртути — метод амальгамации.

Усовершенствование техники добычи, открытие поблизости, в Перу, богатых источников ртути превратили поток потосийского серебра в широкую реку, которая в течение нескольких столетий питала мировой рынок. Только за вторую половину XVI столетия в Испанию было перевезено свыше семи миллионов килограммов серебра. Но волна потосийского серебра, затопившая Европу, несла с собой не только богатство, но и войны, экономическую разруху. Для Потоси она обошлась ценой жизни восьми миллионов рабов-индейцев.

В течение 300 лет давала Серебряная гора драгоценный металл, но с течением времени казалось бы неиссякаемый источник стал слабеть. В начале XIX века из 1800 серебряных рудников в Потоси продолжали работать только 25. Однако в начале XX века Серебряной горе было суждено пережить

второе рождение: оказалось, что в отвалах ее рудников пропадали тысячи тонн оловянной руды, содержащей до 60 процентов чистого олова. Всего же за миновавшие века Серебряная гора дала из своих недр целую гору — около 40 тысяч тонн благородного металла.

Примерно до конца XIX века золотые и серебряные монеты обращались в соответствии с номинальной стоимостью содержащихся в них благородных металлов. Перед первой мировой войной почти все государства мира, за исключением Китая, Ирана, Афганистана, стран Аравийского полуострова, перешли к единой монометаллической золотой системе валюты. В настоящее время в капиталистических странах серебро используется для чеканки разменных монет, причем расход серебра на эти цели (например, в Канаде) еще довольно велик.

До сих пор мы говорили только о применении серебра в качестве денег, хотя практическое использование его преимущественно в виде украшений, заставляющих восхищаться искусством древних мастеров, началось еще задолго до того, как серебро стало валютным металлом.

Но серебро — это не только украшение.

В наше время такие традиционно монетные металлы, как золото и серебро, вовлечены в новую для них сферу применения. Свойства серебра широко используются в промышленности и технике. Замечено, что потребление драгоценных металлов резко увеличивалось в военные и предвоенные годы, что свидетельствует о стратегическом значении этих металлов.

Серебро с успехом применяется в электрохимической промышленности при изготовлении обмоток трансформаторов, электромоторов, деталей высоковольтной аппаратуры. Применение контактов из серебра основано на их стойкости по отношению к коррозии и образованию оксидных пленок, повышающих сопротивление контактов. Во время второй мировой войны серебро широко применялось для этой цели вместо меди, из-за острой ее дефицитности в условиях военного времени.

Серебро используется в химическом аппарате-строении, в качестве катализаторов для ускорения некоторых органических реакций.

Содержащие серебро антифрикционные сплавы, применяющиеся в авиационной и автомобильной промышленности, значительно превосходят по прочности свинцовые, медно-цинковые и оловянные. Добавление серебра в сплавы значительно повышает их стойкость к коррозии.

Общезвестно применение серебра в медиане, фото- и кинопромышленности. А дезинфицирующие свойства серебра были известны еще четыре тысячи лет назад.

Однако проявляющийся в последнее время интерес к серебру связан главным образом с расширяющимся применением его в ядерной и военной технике, в частности для аккумуляторных батарей. Только для аккумуляторов одной подводной лодки «Трешер» использовано несколько тонн серебра. Всего же для этих целей в 1962 году в США было израсходовано 142 тонны серебра.

Начиная с 1945 года, когда впервые общее мировое потребление этого металла сравнялось с его

добычей, капиталистические страны испытывают постоянную нехватку серебра, так как потребление его неуклонно растет, а добыча остается на прежнем уровне. Так, в 1966 году добыча серебра в капиталистических странах составила 7 185 тонн, дополнительные поступления серебра за счет серебряных изделий и других источников — 6 821 тонну. Потребление же возросло до 12 762 тонн, в том числе 11 088 тонн пошло на промышленные нужды.

Характерно, что несоответствие между производством и потреблением серебра увеличивается именно за счет роста его промышленного использования, о чем свидетельствуют и приведенные цифры. По прогнозам специалистов, общее потребление серебра в капиталистических странах к 1985 году достигнет 22,5 тысячи тонн при сравнительно невысоком росте его добычи. Проблема серебряного голода, кроме поисков новых месторождений серебра, вызвала, в частности в США, со стороны правительства ряд мер: повышение цен на серебро, изъятие из обращения серебряных монет, содержащих 90 процентов серебра, и замену их монетами с 40-процентным содержанием и медно-никелевыми. В 1967 году цена серебра повысилась настолько, что стоимость монет как металла стала выше их номинала, поэтому стало выгоднее серебряные монеты превращать в слитки.

В связи с возросшим потреблением серебра резко увеличились операции с ним на мировом рынке. Любопытно, что в 1967 году казначейство США утратило контроль за ценами на серебро. Повышение цен на серебро, кроме несоответствия между производством и потреблением этого метал-

ла, в немалой степени было вызвано также и ростом недоверия к доллару и фунту стерлингов в периоды «золотой лихорадки». За 20 лет, с 1945 по 1965 год, этот металл подорожал в пять раз.

Серебро принадлежит к числу химических элементов, мало распространенных в земной коре. Среднее содержание его — порядка одной стотысячной доли процента — в 20 раз больше, чем золота. Несмотря на незначительное содержание в земной коре, этот металл часто образует повышенные концентрации — месторождения. Встречается он как в самородном виде, так и в сочетании с другими химическими элементами — золотом, серой, сурьмой, мышьяком. Наиболее постоянна и широко известна связь серебра с золотом, объясняющаяся их способностью замещать друг друга в химических соединениях. В природе известно около 60 минералов серебра, однако большинство из них зафиксировано в единичных находках. Промышленное значение имеют более 10 минералов с содержанием серебра от 53 до 90—100 процентов (самородное серебро).

Серебро не накапливается в магматических породах, так как оно не обладает способностью замещать элементы, которые слагают породообразующие минералы. Основное количество его выпадает из послемагматических горячих растворов.

Известны месторождения серебра осадочного происхождения (в песчаниках, глинах, глинистых сланцах). Большого практического значения они не имеют. Встречается серебро в рассеянном состоянии и в угольных месторождениях вместе с медью, свинцом, цинком, мышьяком, ванадием,

молибденем и другими элементами. Самородное серебро осаждается на кусочках угля в виде тончайших нитевидных и ветвистых выделений.

В россыпях серебро образуется реже, чем золото. Для накопления серебра наиболее благоприятны те россыпи, которые образуются в руслах небольших водотоков. Такие россыпи отрабатывались в некоторых районах Аляски. Зато крупные самородки серебра, в отличие от золота, встречаются значительно чаще. На Кавказе, в Западной Сибири и других районах в свое время были найдены самородки весом в несколько килограммов каждый. Недавно несколько самородков серебра было найдено и на Северо-Востоке СССР. В природе известны и уникальные находки самородков. Так, в уже отработанном месторождении Кобальт в Канаде руды были сказочно богаты. Достаточно сказать, что в самых низкосортных рудах содержание серебра превышало шесть килограммов на тонну. Местами руда состояла из сплошного самородного серебра — знаменитый «серебряный тротуар» Ля Роз — участок длиной около 30 метров, давший 20 тонн серебра. На этом месторождении был добыт гигантский образец длиной 1,5 метра, содержащий 300 килограммов чистого серебра. Основное количество металла добывается в настоящее время не из серебряных и золото-серебряных, а из полиметаллических руд (медно-свинцово-цинковых). На долю собственно серебряных месторождений падает лишь около 25 процентов добываемого серебра. Характерно, что многие полиметаллические месторождения приобретают промышленное значение именно благодаря присутствию в них

серебра. Такие месторождения известны во многих странах, наиболее крупные расположены в Канаде, США, Австралии. Имеются они и в нашей стране.

Наиболее обогащены серебром приповерхностные части собственно серебряных и серебряносодержащих полиметаллических свинцово-цинковых и медно-колчеданных месторождений, представляющие собой так называемую «зону окисления». Оно концентрируется здесь в серебряных или железных «шляхах». Около 10 процентов металла добывается именно из окисленных руд. В Мексике, Перу, Бразилии после завоевания их испанцами «железные шляпы» служили наиболее легкими объектами добычи. Подобные руды разрабатывались в IX—XI веках в Малой и Средней Азии. Интенсивная разведка таких руд ведется в настоящее время в нашей стране — на Урале, в Забайкалье, в Средней Азии. Основное количество серебра извлекается из окисленных руд в Мексике, Чили, Перу, Танзании, Канаде. Очень интересна зона окисления свинцово-серебряных руд в некоторых месторождениях Канады, расположенных в зоне вечной мерзлоты. Серебристо-белые листочки и пластинки серебра образуются здесь прямо в прозрачном льду.

Первое место по добыче серебра среди капиталистических государств занимает Мексика, за которой идут США, Канада, Перу, Бразилия.

Еще в конце сороковых годов Н. Н. Стулов, В. В. Богацкий, Т. И. Тренина и другие геологи провели исследования, которые показали, что Северо-Восток СССР является одной из крупнейших серебряносных провинций. Было установлено ши-

рокое распространение серебра не только в золотых месторождениях, но и в оловянных, полиметаллических и многих других.

Однако ведущее металлогеническое значение серебра для этой огромной территории особенно отчетливо обнаружилось после открытия здесь в конце 50-х годов золото-серебряных месторождений, которые оказались присущими Охотско-Чукотскому вулканическому поясу. Золото-серебряные месторождения образовались 60—70 миллионов лет назад в связи с грандиозными вулканическими явлениями, захватившими более четверти территории нынешней Магаданской области. В рудах этих месторождений наряду с главным по ценности полезным компонентом — золотом значительные концентрации дает и серебро, причем его больше, чем золота, в 10—100 раз. В последние годы такие золото-серебряные месторождения, как Караменское, Дукатское, интенсивно разведываются. И недалек тот день, когда начнется их промышленное освоение. В связи с этим в Магаданской области наряду с традиционной золотодобывающей промышленностью неизбежно должна возникнуть и серебродобывающая. Уже сейчас очевидно, что Магаданская область имеет все возможности занять ведущее положение в добыче второго драгоценного металла.

В странах Американского континента золото-серебряные месторождения все еще продолжают оставаться значительным источником серебра. Большинство из них, сосредоточенных преимущественно в западных штатах США, сейчас уже разработано. Еще в 20—30-е годы нынешнего столетия

эти месторождения, особенно Мексиканские, составляли основную часть мировой добычи серебра.

Многочисленные серебряные месторождения располагались преимущественно по западному побережью Американского континента, в горных системах Кордильер и Анд. По выражению крупнейшего американского геолога Сперра, они образуют «Великий серебряный канал», протянувшийся от Орегона на севере до Огненной Земли на юге.

Таким образом, серебро является наиболее характерным элементом для Американского сегмента так называемого Тихоокеанского рудного кольца. И на всем протяжении этого серебряного пояса месторождения теснейшим образом связаны с вулканическими процессами, создавшими 10—25 миллионов лет назад грандиозные лавовые поля, сложные вулканические «постройки».

В северо-американской части этого пояса серебро, как отмечено выше, обычно сопутствует золоту. Количественные пропорции между драгоценными металлами в рудах золото-серебряных месторождений колебались в широких пределах, хотя в общем преобладали месторождения, в которых серебра в весовом отношении в десятки раз больше, чем золота. А во многих месторождениях Мексики золото уже становится лишь сопутным компонентом. В крупнейшем месторождении Пачука, которое разрабатывается уже свыше 400 лет, на 1 000 частей серебра в руде приходится всего 1 часть золота.

В месторождениях Мексики и особенно Перу, Эквадора и далее к югу континента в серебряных рудах наряду с уменьшением содержания золота

увеличивается количество цветных металлов: свинца, цинка, меди.

В Чили и Боливии золото практически исчезает и серебро начинает появляться вместе с оловом. На смену золото-серебряным месторождениям западных штатов США и Мексики приходят не менее знаменитые олово-серебряные месторождения Боливии. В совокупности с чисто оловянными месторождениями они образуют грандиозный Боливийский оловоносный пояс, который по запасам и производству олова занимает второе место в мире. Здесь известны такие уникальные по запасам этого металла месторождения, как Лялягуа, Оуруо и упоминавшееся выше Потоси.

В настоящее время здесь добывается только олово. Сереброносные и оловоносные жилы месторождений залегают в жерловине древнего вулкана. Минералы, содержащие полезные компоненты, распределялись в жилах крайне неравномерно. Так, среди сравнительно бедных руд выделялись исключительно богатые скопления, называемые бананцами. В среднем же содержание серебра в боливийских месторождениях находится на уровне 300—500 граммов на тонну. Так что по этому показателю они вполне сопоставимы с золото-серебряными месторождениями.

Серебросодержащие оловянные месторождения Боливии, Японии и других стран относятся к так называемой сульфидно-касситеритовой рудной формации, которую впервые выделил наш выдающийся знаток оловянных месторождений, минералог и металлогенист академик С. С. Смирнов. Он же определил важнейшее промышленное значение этой

группы оловянных месторождений, которые имеют преимущественное распространение на Востоке нашей страны.

Если сопоставить оловорудные месторождения Боливии, то можно обнаружить, что серебросодержащие месторождения значительно отличаются по многим признакам от чисто оловянных, так что их следует выделить в самостоятельную рудную формацию, которую мы назвали олово-серебряной. Руды этих месторождений характеризует широкое развитие сернистых соединений серебра, свинца, меди, цинка, сурьмы и других металлов. Даже олово, помимо касситерита, образует значительное количество сернистых соединений — сульфидных и сульфосольных минералов. И что особенно характерно, здесь найдены минералы, в состав которых входят и олово и серебро. Это канфильдит, аргиродит, окартит. Такое сосуществование в природе серебра с оловом не является случайным, чисто пространственным совпадением. Оно находит свое объяснение в близости некоторых химических свойств этих же элементов.

Однако основное количество серебра содержится преимущественно в виде собственных минералов, представляющих соединения с серой и сурьмой. Это аргентит, штаргирит, стефанит, полибазит, фрейбергит и другие. Эти же минералы, как известно, составляют основную ценность и на золото-серебряных месторождениях. Характерно, что олово-серебряные месторождения залегают обычно в сильно измененных вулканических породах, образующих либо покровы, либо интрузивные тела.

Олово-серебряные месторождения не менее широко распространены и на территории Северо-Востока СССР, входящей в состав западного сегмента Тихоокеанского рудного кольца. Мы уже отмечали, что многие оловорудные месторождения Магаданской области содержат повышенные количества серебра. Особенно высокие концентрации благородного металла, достигающие промышленных значений, сосредоточены в месторождениях, так или иначе связанных с вулканическим поясом. Некоторые из этих месторождений — Токчанское, Тигрец, Индустрия, Булунгинское и другие — были открыты еще в конце 30-х годов в бассейнах рек Кулу, Хенике, Булунга. Но они остались слабо разведанными.

Рудные тела залегают в вулканических породах, а также и в подстилающих осадочных отложениях. С поверхности они представляют собою сульфидно-кварцевые жилы, содержащие помимо олова минералы свинца, цинка, меди. При опробовании были обнаружены высокие концентрации серебра — сотни и тысячи граммов на тонну. Причем значительная часть его зафиксирована в виде собственных минералов — самородного серебра, аргентита, пираргирита и других.

В одном из этих месторождений академик С. С. Смирнов обнаружил редкий минерал аргиродит — сложное сернистое соединение серебра, германия и олова.

В отрогах хребта Сарычева давно известно серебряное месторождение Анд, формационная принадлежность которого до сих пор оставалась нерешенной. Оно относилось даже к золото-серебряной

формации. Сейчас для геологов становится очевидным, что это месторождение является олово-серебряным.

Известны олово-серебряные месторождения и в других частях Магаданской области — на Охотском побережье и даже на Чукотке. Таковым, например, является Хетинское месторождение. Многими признаками олово-серебряной формации обладают отдельные оловорудные месторождения Омсукчанского района, такие, как Галимовское, Трудненское, Мало-Кенское и другие. Обращает на себя внимание то, что Мало-Кенское месторождение расположено рядом с Дукатским золото-серебряным месторождением, или, как говорят геологи, в одних и тех же структурах. Кроме того, есть у них и некоторая общность минерального состава. В частности, для Дуката характерно присутствие олова. Можно сказать, олово-серебряные месторождения занимают промежуточное положение между сульфидно-касситеритовыми, с одной стороны, и золото-серебряными — с другой.

В последние годы интересные месторождения и рудопроявления, также относящиеся к олово-серебряной формации, были найдены камчатскими геологами в Корякском нагорье. Они образовались 40—25 миллионов лет назад и отличаются от месторождений Магаданской области, следовательно, более молодым возрастом.

Таким образом, на Северо-Востоке СССР олово-серебряное оруденение проявилось в течение нескольких, по крайней мере трех, металлогенических эпох, начиная с верхнеюрской-нижнемеловой. Это обстоятельство, на наш взгляд, значительно

увеличивает перспективы рассматриваемой территории.

Примерно одновременно с коряжскими месторождениями образовались олово-серебряные месторождения Сихотэ-Алиня.

Совершенно очевидно, что руды олово-серебряных месторождений представляют собою комплексное многокомпонентное минеральное сырье, ценность которого определяется не только одним оловом. Содержание в них второго по важности полезного компонента — серебра — таково, что они реально могут повысить ценность многих оловянных месторождений.

Но надо также забывать, что олово-серебряные руды содержат и цветные металлы: свинец, цинк, медь. Но особенно богаты они могут быть такими редкими элементами, как висмут, германий, индий и другими.

Таким образом, можно достаточно уверенно сказать, что в западном сегменте Тихоокеанского рудного пояса реально существует свой трансрегиональный «Азиатский великий серебряный канал».

ОЛОВО

Применение олова в виде его сплавов с медью (бронза) знаменует одно из величайших событий в истории человечества — переход к эре широкого применения металлов. Предшествовавшее этому событию изготовление различных изделий — орудий труда, предметов вооружения, разнообразных украшений и т. д. из красной меди играло значительно меньшую роль в связи с относительной технологической сложностью.

Несмотря на чрезвычайную важность олова в развитии цивилизации, исследование истории его открытия наталкивается на целый ряд трудностей, обусловленных в первую очередь различием названий этого элемента теми или иными народами древности. При этом не исключено, по крайней мере в ряде случаев, что на заре развития металлургии олово отождествлялось со свинцом, серебром, сурьмой и другими легкоплавкими металлами.

Так, металл, близкий по описанию к олову, упоминается еще Моисеем в его Четвертой книге под названием «бедил» в качестве военной добычи. В древнеиндийских Ведах этому же описанию соответствует вещество «трапу». Древние греки, в том числе Гомер, называли олово «габбитерос»; не исключено, что это название является собирательным и относится как к олову, так и к свинцу. Во времена Юлия Цезаря различия между этими двумя металлами устанавливались уже довольно четко: в сообщениях о находках олова на Британских островах мы находим упоминание «плюмбум нигрум» и «плюмбум альбум» — соответственно — черный и белый свинец. По-видимому, эти названия

обозначали свинец, быстро тускнеющий в результате окисления кислородом воздуха, и олово, длительное время в тех же условиях сохраняющее свой блеск. Под этими же названиями оба металла фигурируют в трудах Плиния.

Широкому распространению бронзы (сплав олова с медью) и вытеснению ею из обихода медных изделий способствовал целый ряд преимуществ этого сплава. Главнейшими из них являлись сравнительно низкая температура плавления — от 700 до 900°, лучшие литейные качества и, что особенно важно, значительно большая механическая прочность. Открытие бронзы обусловило резкое расширение ассортимента металлических изделий — в первую очередь различного оружия и орудий труда.

Появление бронзы сыграло большую роль в развитии регулярных связей между отдаленными местностями и населяющими их народами. Как известно, поселения людей в древности располагались почти исключительно в крупных речных долинах. Возникшая и непрерывно увеличивающаяся потребность человека в металле вызвала необходимость установления связей с горными местностями, т. е. с районами наиболее вероятного обнаружения рудных месторождений и связанных с ними россышей. Кроме того, для изготовления бронзы оказались необходимыми одновременно два металла, месторождения которых обычно пространственно разобщены. Так, египтяне, обитавшие в долине Нила, были вынуждены ввозить сырье для получения бронзы с Синайского полуострова. В Среднюю Европу медь поступала из рудников Словакии или

Австрии, а олово — из Чехии или Южной Англии. Развитие производства бронзы обусловило также специализацию производства, отделение торговли от ремесла, привело к резкому подъему связей между разобщенными ранее народами.

Олово относится к сравнительно распространенным в природе элементам. Его среднее содержание в земной коре составляет около 40 г/т. Концентрации олова в растительных организмах колеблются в широких пределах; в семенах подсолнечника и гороха содержание олова составляет 16—19 г/т, а в свекле и картофеле не превышает 0,1—0,5 г/т. Поступая с растительной пищей в живые организмы, олово накапливается в различных органах и тканях. В частности, в крови человека содержится 0,14 г/т олова, в печени — до 0,6 г/т, в костях — до 0,8 г/т. Особенно велико содержание олова в слизистой оболочке и мышцах языка лошадей и крупного рогатого скота — до 26,11 г/т. Роль олова в организме человека не изучена. Установлено, что содержащиеся в суточном пищевом рационе примерно 17 миллиграммов олова целиком выводятся из организма.

Чистое олово представляет собой серебристо-белый металл, плавящийся при 231,9°С и закипающий при 2430°С. Удельный вес белого олова — 7,3 г/см³. Для олова типичны высокая пластичность, позволяющая прокатывать его в тонкую фольгу, а также мягкость — оно легко режется ножом.

Помимо белой плотной полиморфной модификации металлического олова, известна также серая — порошкообразная его модификация. Переход первой модификации во вторую необратим и начи-

нается при снижении температуры ниже $-13,2^{\circ}\text{C}$. Этот процесс резко ускоряется при -30°C и сопровождается резким увеличением объема (примерно на 25 процентов). Изготовленные из белого олова предметы при этом разрушаются, рассыпаясь в серый порошок. Особенно интенсивно полиморфное превращение белого олова в серое происходит в тех случаях, когда одновременно с понижением температуры обе модификации металла приходят в соприкосновение, как бы заражаясь одна от другой; отсюда этот процесс получил мрачное название — «оловянной чумы».

Одно из трагических событий начала нашего века тесно связано с полиморфным превращением белого олова в серое. В 1912 году, направляясь к Южному полюсу, экспедиция Роберта Скотта организовала на своем пути ряд промежуточных складов, которые должны были обеспечить возвращение исследователей. Горючее и продукты питания были оставлены в железных коробках, тщательно запаянных оловом. Однако, в условиях господствующих в Антарктике низких температур, эта мера оказалась роковой: в результате полиморфного превращения белого олова в серое припой распался в порошок, что привело к порче тары и непоправимой утрате ее содержимого.

Лишенные таким образом продуктов питания и горючего, Роберт Скотт и его спутники погибли на обратном пути..

Никаких средств борьбы с «оловянной чумой», кроме переплавки разрушенных изделий, не существует; в качестве добавки, замедляющей переход белого олова в серое, применяется висмут, однако

присадка его резко ухудшает качественную характеристику олова.

При температуре до 100°C олово устойчиво к воздействию разбавленных кислот, воды и кислорода воздуха, что позволяет применять его в качестве защитных покрытий, отличающихся высокой эффективностью. В концентрированных соляной и азотной кислотах олово быстро растворяется; в первом случае при этом образуется хлорид олова, во втором — его двуокись. В серной кислоте олово растворяется медленно с образованием сульфата. Воздействие на металлическое олово сильных щелочей приводит к образованию солей оловянной кислоты — станнитов. Олово легко образует соединения с галогенами — хлором и фтором. Для него также типична способность к образованию соединений и сплавов с другими металлами.

В природе известно более полутора десятков минералов олова. Главное промышленное значение из них принадлежит касситериту (двуокись олова), второстепенное — станнину (соединение олова с железом, медью и серой); остальные оловянные минералы в промышленности не используются либо в связи с их редкостью, либо из-за трудности извлечения из них олова.

Касситерит представляет собой темноокрашенный в коричневые тона минерал высокой твердости (царапает стекло), со значительным удельным весом, близким к удельному весу железа. Часто образует хорошо ограненные кристаллы квадратного сечения, несколько вытянутые; нередко встречается в виде зерен неправильной формы и их скоплений. Размеры выделений касситерита иногда до-

стигают нескольких сантиметров в поперечнике. Однако значительно чаще он встречается в виде весьма мелких зерен, различимых лишь с помощью лупы. Излом касситерита раковистый (как у стекла или кварца), с сильным блеском; тонкие края и мелкие зерна прозрачны или просвечивают. Окраска зерен обычно неравномерная, пятнистая. Одним из наиболее простых и надежных способов определения касситерита является реакция «оловянного зеркала»: зерна касситерита, помещенные на цинковую пластинку и смоченные каплей разбавленной соляной кислоты, покрываются пленкой металлического олова. Благодаря своей твердости и стойкости против воздействия воды и воздуха касситерит сохраняется на поверхности без каких-либо изменений. Это способствует его накоплению в россыпях.

Концентрации олова в земной коре возникают путем отложения содержащих его минералов в трещинах и различных пустотах из горячих водных и газовых растворов, отделяющихся от кислых магматических расплавов в процессе остывания последних. Образующиеся при этом месторождения характеризуются различной формой и составом. Наиболее распространены жилы, серии сближенных прожилков, более или менее неправильные залежки на контактах гранитов с осадочными породами и зоны вкрапленного оруденения. Довольно часто оловянному оруденению сопутствуют такие минералы, как кварц, турмалин, хлорит, мусковит, полевые шпаты, топаз и различные сульфиды. Содержание олова в коренных месторождениях колеблется в значительных пределах и лишь изредка

превышает 1—3 процента; крупные месторождения с запасами около 100 000 тонн и более рентабельны для отработки при содержании олова более 0,05—0,1 процента.

Разрушение месторождений олова приводит к возникновению концентраций касситерита в рыхлых отложениях — речных и морских наносах. Благодаря сравнительно низкой стоимости отработки россыпей и простоте извлечения из них касситерита эксплуатация таких месторождений оказывается рентабельной при очень низких содержаниях полезного компонента (около 1 кг/м^3). Россыпи олова в балансе его мировой добычи составляют около 50 процентов.

Получение олова непосредственно из природных руд не представляется возможным в связи с незначительным содержанием его в последних. Обогащение оловянных руд, позволяющее получать пригодные для металлургического передела концентраты, основывается на высоком удельном весе касситерита и ряде свойств сопутствующих ему минералов. Первичное обогащение производится обычно на месте добычи руды. Оно заключается в дроблении руды и пропуске ее через ряд устройств, позволяющих освободиться от сравнительно легких минералов и частиц пустой породы; в ряде случаев с этой же целью применяется предварительная ручная сортировка рудной массы, а также электромагнитное обогащение. Концентраты, полученные при первичном обогащении, содержат до 12—35 процентов олова; они направляются на доводочные фабрики.

Необходимость доводки, то есть дополнительно-

го обогащения концентратов, обусловлена высоким содержанием в них частиц вмещающих пород и посторонних минералов, в процессе плавки образующих много шлака, интенсивно поглощающего олово за счет растворения его в силикатах, главным образом железистых. Кроме того, в первичных концентратах обычно содержится значительное количество железа, мышьяка, сурьмы, висмута, а также других элементов, либо загрязняющих олово в процессе плавки, либо образующих с ним соединения, способствующие потерям металла в шлаке.

При доводке первичных концентратов из них удаляются сопутствующие касситериту минералы; основными методами в этом процессе являются флотация, электромагнитная и электростатическая сепарация и т. д. Получаемый продукт содержит уже более 60 процентов олова и является сырьем для металлургического передела. Последний состоит из плавки на черновое олово, переплавки шлаков и металлургических пылей, а также рафинирования черного олова.

Тщательно перемешанные с углем концентраты поступают в плавку на черновое олово в отражательные печи, где их нагревают до 850°C. В результате восстановления олова окисью углерода в процессе плавки шихта разделяется на черновое олово и первичный шлак, содержащий до 25 процентов олова. Капельно-жидкое олово поступает в котел для рафинирования, а шлак — на доработку, осуществляемую вмешиванием в него мелкой чугушной стружки в смеси с углем. В процессе доработки шлака значительная часть олова вытесняется из силикатов шлака железом и выделяется

в капельно-жидком состоянии. Шлак после доработки содержит еще около 12 процентов олова, поэтому охарактеризованный процесс с некоторыми изменениями повторяется неоднократно.

Рафинирование черного олова производится с целью удаления примесей, растворившихся в металле во время плавки. При огневом рафинировании это достигается введением в расплавленное олово кремния, серы и других компонентов. Наилучшие результаты в очистке олова достигаются при помощи электролитического рафинирования в щелочных или фенолсульфоновых средах; применение этого метода позволяет получить металл с содержанием олова до 99,98 процента. Для получения еще более чистого олова, употребляемого в полупроводниковой промышленности, его слитки подвергаются зонной плавке.

Олово принадлежит к наиболее распространенным в современной промышленности элементам, хотя в чистом виде оно употребляется сравнительно редко. Его значение в промышленности определяется способностью к образованию сплавов с другими элементами, химической стойкостью против воздействия органических кислот, низкой температурой плавления, а также способностью к смачиванию других металлов. Очень широкое использование олова в самых различных отраслях промышленности делает его одним из важнейших стратегических металлов.

Как уже указывалось, еще в древнейшие времена олово широко использовалось в виде сплавов с медью — бронзы, первоначально употреблявшейся в качестве материала для самых разнообразных

поделок. В дальнейшем бронза в производстве оружия и инструментов была вытеснена железом и сохранила свое первенствующее значение лишь при изготовлении предметов, требующих материала, обладающего весьма высокими литейными качествами, — пушек, колоколов, различных украшений и т. д. По мере развития техники на первый план выдвинулись антифрикционные качества бронзы, наряду с механической ее прочностью обусловившие применение этого сплава при изготовлении подшипников скольжения, несущих тяжелые нагрузки при высоких скоростях движения.

Широкое применение в качестве подшипниковых материалов, обладающих высокими антифрикционными свойствами, получили также баббиты — сплавы свинца, цинка и других металлов на оловянной основе. Они применяются для заливки подшипников и вкладышей турбин, компрессоров, двигателей внутреннего сгорания и т. д.

Низкая температура плавления олова и его способность к смачиванию других металлов нашли применение в изготовлении на его основе разнообразных легкоплавких сплавов (в основном со свинцом, висмутом и кадмием), известных под названием припоев. Их применение позволяет надежно соединять различные детали, получая при необходимости герметичные швы. Сплав олова со свинцом и сурьмой известен под названием «типграфский металл» — из него изготавливают типографские шрифты.

Большое значение в промышленности имеют различные соли олова. В частности, хлорное олово применяется в производстве шелковых тканей

и ситцепечатании. Двусернистое олово используется в качестве золотой краски («сусальное золото»). Гидрат натриевой соли хлороловянной кислоты входит в состав протравы, употребляемой при крашении тканей.

Олово используется для изготовления различных труб и прокатки фольги. Тонкодисперсная двуокись олова является одним из лучших материалов для полировки мрамора.

Высокие антикоррозионные свойства этого металла позволяли использовать его еще в средние века для изготовления столовой посуды и кухонной утвари. Однако оловянная посуда из-за высокой ее стоимости и незначительной механической прочности широкого распространения в то время не получила.

Еще со времен Древнего Рима был освоен способ покрытия медных предметов, в первую очередь различных сосудов, тонким слоем олова, известный под названием лужение. Производство луженой посуды, сочетающей низкую стоимость и значительную механическую прочность основного материала — красной меди или бронзы с высокими антикоррозионными качествами покрытия — олова, требовало лишь минимального расхода последнего.

Резкому повышению мирового спроса на олово способствовало открытие в начале прошлого века способа изготовления белой жести, т. е. способа покрытия тонким слоем олова листового железа. Применение белой жести открыло перспективы для бурного производства консервов, создало возможность создания необходимых запасов продуктов питания широкого ассортимента.

На протяжении длительного времени предпринимались многочисленные попытки заменить белую жемчужину в производстве консервов каким-либо другим менее ценным материалом, например, стеклом, пластмассой или жемчугом, покрытой различными лаками. Однако ощутимых результатов получить не удалось. Предлагаемые заменители либо оказывались нетранспортабельными, либо ухудшали качество консервов, не допускали их длительного хранения. Таким образом, по способности к длительному хранению консервов без изменения их качеств, а также механической прочности, универсальности, транспортабельности, легкости и низкой стоимости жестяная тара в консервной промышленности до сих пор не знает себе равных.

Защитные свойства олова используются и в наиболее современных отраслях техники. Так, имеются сведения об эффективном применении оловянно-циркониевых покрытий в американских атомных реакторах для защиты их деталей от воздействия горячей воды.

В последнее время при производстве полированного стекла стал применяться оригинальный метод, сущность которого сводится к следующему. Стеклаянная масса непосредственно из варочной печи изливается на поверхность ванны, наполненной расплавленным оловом. Постепенно остывая, стекло в виде непрерывной ленты поступает в отливочную печь, при выходе из которой режется на куски требуемого размера. Дополнительная полировка стекла не требуется: идеально гладкая поверхность его обеспечивается остыванием на расплавленном металле. Этот метод получения поли-

рованного стекла нашел широкое применение в мировой практике.

Мировая добыча олова заметно колеблется, имея тенденцию к повышению. Своего апогея она достигла в годы второй мировой войны, когда количество добываемого только в капиталистических странах олова превысило 250 000 тонн в год. По окончании войны добыча олова как стратегического металла заметно снизилась, но затем вновь стала возрастать. Так, по данным американского исследователя Д. Шелтона, в 1963 году мировая добыча олова составляла 193 344 тонны. Это количество олова распределялось между отдельными странами следующим образом: Малайский архипелаг — 31 процент, КНР — 15 процентов, Боливия — 12 процентов, СССР — 10 процентов, Таиланд, Нигерия, Индонезия, вместе взятые, — 18 процентов, остальные страны — 2 процента. Следует отметить, что приведенные данные для СССР являются устаревшими и далеко не соответствуют современному уровню добычи олова. Перспективная оценка мировой потребности в олове предполагает увеличение его добычи к 2000 году примерно вдвое.

Основные оловоносные провинции земного шара были известны человечеству еще в глубокой древности. Так, греческий географ Страбон в качестве древнейшего района добычи оловянной руды в 25 году новой эры упоминает Хоросан, расположенный в северной части Ирана; исследованиями Байерса в конце прошлого века в этом районе подтверждено наличие древних рудников. Примерно тем же периодом, что и хоросанские рудники, датируются известные «чудские копи» Юго-Восто-

ного Казахстана, расположенные в Калбинском хребте. Во времена владычества мавров значительное количество олова добывалось в испанских Пиренеях. В арабских рукописях VIII—XI веков в качестве оловоносных районов упоминаются Малайя и Бирма. Начиная с X века основная роль в добыче олова в Европе переходит к расположенному в Южной Англии месторождению Корнуолл; в 1037 году здесь было добыто уже около 600 тонн металла. Общее количество олова, добытого из месторождений Корнуолла за время их эксплуатации, измеряется 2—3 миллионами тонн. Несколько позже, в XIII веке, началась эксплуатация месторождений Саксонии и Богемии; объем добычи олова из рудников этого района в XVI веке составлял уже около 750 тонн в год. XVIII век ознаменовался началом интенсивной добычи олова из месторождений Боливии, ранее эксплуатировавшихся в качестве серебряных.

В России, несмотря на острую потребность в олове, особенно резко возросшую в конце XIX — начале XX века в связи с бурным развитием капитализма, нужды промышленности покрывались исключительно за счет импорта этого металла. Добыча олова осуществлялась лишь в совершенно мизерных масштабах в Восточной Финляндии и в Забайкалье — месторождения Питкяранта и Онон. В официальных кругах существовало мнение об отсутствии на территории России сколько-нибудь существенных концентраций олова, хотя касситерит находили в целом ряде районов.

Начиная с 30-х годов по инициативе академика С. С. Смирнова развертываются широкие поиски

оловянных месторождений, в первую очередь — в восточных районах страны. Организация этих работ не замедлила принести весьма обнадеживающие результаты: в Забайкалье, Приморье, Якутии, на территории теперешней Магаданской области были открыты многочисленные месторождения олова самого различного масштаба. Так, на Северо-Востоке в 1933 году было открыто первое оловорудное месторождение Туманное, в 1934 году были сделаны первые находки касситерита на Валькумее, в 1936 году был открыт Бутугычаг, в 1937 году — Иультин и т. д. Уже к 1940 году стало ясно, что восточные районы Советского Союза, и в первую очередь Северо-Восток, представляют собой крупнейшую оловоносную провинцию, по своим потенциальным возможностям не только сравнимую, но и превосходящую главные оловорудные провинции мира, уже в значительной мере выработанные. Советская Россия получила собственную базу для развития отечественной оловодобывающей промышленности.

Годы войны заметно затормозили процесс исследования оловянного оруденения Северо-Востока; но вполне понятным причинам в это время главное внимание уделялось добыче олова из уже известных месторождений, а не поискам новых объектов. Однако в послевоенные годы поиски оловянных месторождений резко интенсифицировались. Это привело не только к открытию новых месторождений, но и к пересмотру перспективной оценки региона. Так, проведенные в Северо-Восточном геологическом управлении и СВ КНИИ ДВНЦ АН СССР исследования показали значитель-

ные перспективы оловоносности южной и юго-восточной части Магаданской области — Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. Ранее эти площади считались неоловоносными, включение их в разряд перспективных резко увеличивает общие перспективы Северо-Востока в целом.

Интенсивная работа коллектива горняков и геологов Северо-Востока создала необходимые условия для почти полного отказа Советского Союза от импорта олова. В ближайшие годы в нашем северном крае будут введены в эксплуатацию несколько групп весьма крупных месторождений. Это обстоятельство выдвигает нашу страну в ряды крупнейших поставщиков олова на мировом рынке.

Длительное время Северо-Восток нашей Родины был известен как золото оловянная (с вольфрамом) провинция. Однако трудом геологов к этим металлам добавлена ртуть. К открывшемуся несколько лет назад руднику «Пламенный» — первому ртутному предприятию нашей области — прибавится скоро еще одно месторождение.

Ртуть — единственный металл, при обычных условиях находящийся в жидком состоянии. Застывает она при температуре минус 39,3 градуса, ее удельный вес 13,6. Среднее содержание ртути в земной коре, иначе говоря, ее кларк равен, по данным А. А. Саукова, $7,7 \times 10^{-6}$ процента, то есть в 1 тонне вещества земной коры содержится в среднем 0,077 грамма ртути, а в 1 кубическом километре, принимая удельный вес земной коры равным 2,8, — соответственно 215,6 тонны. Для земной коры в целом (включая гидросферу и атмосферу) подсчитано, что в рассеянном состоянии находится $1,57 \times 10^{12}$ тонн ртути. В слое земной коры мощностью в 1 километр, а на такую глубину прослежены рудные тела с ртутью, заключено 1×10^{11} тонн. В месторождениях же, то есть в концентрированном состоянии, по грубым подсчетам сосредоточено 20 000 000 тонн (2×10^7 тонн). Как видно из этих цифр, в месторождениях заключена незначительная часть от общего количества ртути, находящегося в земной коре. Отсюда и трудности по отысканию месторождений этого полезного ископаемого.

Ртуть известна человечеству с очень давних времен. Имеются сведения, что по крайней мере за

3 500 лет до нашей эры китайцы знали лечебные свойства ртути и способность ее растворять золото. Знали о свойствах этого металла древние греки и римляне и еще за 300 лет до нашей эры производили в крупных размерах ее добычу. Пурпурная краска — любимый цвет древних греков — получалась с применением сернистой ртути. Латинское название ртути — гидраргирум впервые встречается у Плиния (23—79-е годы нашей эры), что в переводе с греческого значит серебряная вода. Известный ученый древности Аристотель за 350 лет до нашей эры называл ртуть жидким серебром. Ртуть именовалась также меркурием. За свою подвижность она названа так в честь бога торговли, дорог, вестника богов у древних римлян Меркурия. Он покровительствовал купцам и путешественникам, отождествлялся с греческим богом Гермесом. Меркурий изображался с кошельком и жезлом в руках, с крылышками (которые подчеркивали скорость его передвижения) на сандалиях и шляпе.

Ртутью постоянно интересовались выдающиеся ученые. Получение жидкого металла из киновари — главного минерала ртути — впервые обстоятельно описано Агриколой в 1556 году. Но больше всего в средние века работали со ртутью алхимики, главной целью которых было превращение различных неблагородных металлов, например свинца, цинка и некоторых других, в золото и серебро.

Длительное время алхимики производили многочисленные и разнообразные опыты, направленные на открытие особого вещества, с помощью которого можно было бы получать драгоценные металлы. Поиски таинственного «философского кам-

ня», «панацеи», «великого эликсира», «красного камня», как его именовали, продолжались долго и безуспешно. Особая роль отводилась ртути. Алхимики приписывали ртути «материнское начало». Они писали: «...с помощью теплоты лед растворяется в воду, значит, он из воды. Металлы растворяются в ртути, значит, ртуть — первичный материал для этих металлов».

Подлинно научное исследование ртути и ее месторождений началось значительно позже — в девятнадцатом и особенно в нынешнем веке. Были установлены основные свойства ртути, условия образования и размещения месторождений. Был накоплен большой геологический материал, базировавшийся практически на трех крупнейших месторождениях: Альмаден и Идрия в Европе и Хуанкавелика в Перу. Первые разрабатываются до сего времени, а Хуанкавелика уже выработана. Особенно замечательно месторождение Альмаден, которое обрабатывается уже свыше четырехсот лет. По имеющимся в литературе данным, в основном из европейских и американских месторождений с 1500 года по настоящее время добыто свыше 700 тысяч тонн ртути. В XX веке в среднем ежегодно добывалось по 4—5 тысяч тонн ртути. Максимальная добыча ртути в зарубежных странах была достигнута в 1941 году, когда было выплавлено около 9 500 тонн. В 1950 году добыто примерно 4 800 тонн, а в последнее время добывалось в среднем около 6 000 тонн в год.

На территории Советского Союза ртуть добывалась еще во втором веке в Средней Азии. В Сибири добыча киновари в промышленных масшта-

бах впервые была начата в 1759 году на Ильдижанском месторождении в Забайкалье и продолжалась с перерывами до 1883 года. В 1879 году были обнаружены древние выработки и выходы киноварных руд Никитовского месторождения. В 1885 году были начаты добыча и через год обжиг руд. Это предприятие перед Великой Октябрьской социалистической революцией захирело, и в полную силу его эксплуатация началась в годы Советской власти.

Интересно отметить, что русские, осваивавшие территорию Аляски, еще в начале прошлого столетия отрабатывали там ртутные месторождения. Они были вновь открыты американцами лишь в начале нынешнего столетия (месторождение Рэд Дэвил — Красный Дьявол и другие).

Основные геологические работы по поискам и разведке месторождений ртути начались в советский период.

Детальные и целенаправленные геологические работы последних лет позволили доказать большую перспективность ртутного оруденения Северо-Востока. Киноварь в рыхлых речных отложениях была найдена еще в первые годы освоения Колымы. На нее, естественно, тогда обращалось мало внимания. Оно и понятно, так как главной целью было открытие золотых, а также оловянных месторождений. Но число находок накапливалось, и со временем стало ясно, что появление киновари в рыхлых отложениях — явление не случайное. Действительно, в 1942 году геологи открыли первые месторождения ртути на Колыме — Верхне Тасканское и Кузьминчанское. Затем последовал значительный перерыв, и лишь в начале пятидесятых годов были

найжены перспективные месторождения ртути в Горнякском нагорье и на Чукотке.

В дальнейшем почти каждый год приносит новые открытия месторождения жидкого металла. Прав оказался крупный ученый академик С. С. Смирнов, который в 1946 году писал: «...мало определены еще данные в отношении концентраций ртути, кобальта и некоторых других металлов. Но, во всяком случае, анализ имеющихся данных позволяет твердо рассчитывать, что концентрации и этих металлов, считающихся пока второстепенными, в дальнейшем будут играть серьезную роль в общем балансе минеральных ресурсов Восточной провинции». Геологи несколько раньше доказали перспективность Северо-Востока по кобальту и теперь — по ртути.

Сейчас месторождения и рудопроявления ртути известны в разных местах Магаданской области. Особенно интересные находки, имеющие промышленное значение, сделаны на Чукотке геологами Чаунского районного геологического управления. Есть интересные открытия по ртути к юго-западу от Чаунской губы. Широко распространена киноварь на территории Анадырского района, в котором уже сделано несколько находок ртути в коренном залегании. Значение их весьма велико. В Вилюйском районе в последнее время найдено очень интересное месторождение ртути в непосредственной близости от золотого. И, наконец, слабо еще изучены центральные районы Колымы, где впервые на Северо-Востоке была открыта ртуть. Поиски месторождений ртути в Магаданской области только начинаются. Есть много районов и объ-

ектов, изучение которых приведет к открытию новых ртутных месторождений.

Как образуются месторождения ртути? Минералы ртути находятся в рудных телах гидротермальных месторождений, то есть таких, которые образовались из горячих водных растворов, насыщенных газами и поступающих из глубин Земли. Растворы, содержащие ртуть, имели относительно невысокую температуру — не выше 200—250°C, а чаще около ста градусов. Иногда некоторые ртутные минералы, в частности киноварь, выделяются из горячих источников, имеющих и более низкую температуру. Так, киноварь отлагается и в настоящее время отдельными горячими источниками Северной Америки и Камчатки.

Ртутные месторождения характеризуются определенными чертами, отличающими их от месторождений других полезных ископаемых. К ним прежде всего относится приуроченность ртутного оруденения к хрупким, либо пористым породам, то есть таким, которые сравнительно легко дробятся в результате тектонических движений. Этими породами являются песчаники, известняки, доломиты, конгломераты, излившиеся на поверхность Земли магматические породы и т. д. Правда, как исключение, встречается ртутное оруденение и в глинистых породах. Недавно месторождение такого типа найдено на Кавказе. Иногда киноварь находится в угольных пластах и даже в соляных куполах.

Большое значение играют сланцы или другие водонепроницаемые породы, являющиеся экраном, преградой для ртутных растворов, поднимающихся

из глубин Земли. Под пластами сланцев, например в песчаниках или конгломератах, может происходить разгрузка — отложение соединений ртути в результате кристаллизации минералов ртути, в том числе ее главного минерала — киновари. Немаловажную роль в концентрации ртутного оруденения играют тектонические нарушения. К ним, как правило, тяготеет ртутное оруденение; иногда рудные тела располагаются непосредственно в этих нарушениях. Значительная роль в формировании рудных тел принадлежит гидротермально измененным породам, то есть таким породам, составные части которых переработаны горячими минерализованными растворами, предшествовавшими оруденению.

Ртуть добывается, главным образом, из киновари — минерала, имеющего красный цвет и невысокую твердость. Киноварь находится обычно в сопровождении кварца, различных карбонатов, каолинита, шпирита, антимонита и ряда других минералов.

Обработка ртутных руд сравнительно проста. Чаще всего используются вращательные печи (как в цементной промышленности), в которых куски руды, содержащей киноварь, нагреваются до температуры в несколько сот градусов. Киноварь разлагается — она состоит из ртути и серы, — и пары ртути возгоняются. В специальных устройствах пары ртути конденсируются, и получается жидкая ртуть. Она бывает загрязнена пылью, сажей и т. д. и поэтому проходит очистку.

Мы уже говорили, что основными потребителями ртути в «научных» целях в средние века были алхимики. Она использовалась для амальгамирова-

ния, в медицине находила употребление в виде сулемы, каломели, составной части различных мазей, для изготовления зубоврачебных амальгам и во всевозможных медицинских приборах. В настоящее время трудно найти какую-либо отрасль народного хозяйства, где бы она не использовалась. Перечислим лишь некоторые из них. Сейчас есть ртутные турбины, которые приводятся в движение ртутным насыщенным паром. Используются также бинарные системы, когда наряду с водяными парами в котлах находятся пары ртути. Такие установки особенно экономически выгодны там, где мало воды и охлаждение установок воздушное. Коэффициент полезного действия котла, работающего на парах ртути, равен 40—45 процентов при давлении 20 кг/см^2 , а при использовании водяного пара к.п.д. котла лишь 34—37 процентов и давление значительно выше — 170—180 кг/см^2 . Широко применяются ртутно-жидкостные манометры, служащие для измерения давления жидкостей и газов. Всем известны ртутно-кварцевые лампы — электрические приборы для облучения ультрафиолетовыми лучами. Они широко используются в медицине. Нам, северянам, более, чем кому-либо, известно такое искусственное солнце. В электротехнике распространены ртутные выпрямители — ионные преобразователи с жидким ртутным катодом. Они служат, например, для преобразования трехфазного электрического тока в постоянный.

Известны ртутные горизонты — приборы, в которых имеется сосуд с ртутью, горизонтальная поверхность их используется в качестве зеркала при некоторых астрономических наблюдениях.

Есть также ртутные диффузионные насосы, ртутные прерыватели, различные термометры.

В сельском хозяйстве ртутные препараты применяются для протравы семян. В химической промышленности сульфат ртути используется в качестве катализатора для получения уксусного альдегида из ацетиленга. При электролизе поваренной соли с целью получения хлора и едкого натра сейчас применяют ртутные катоды, позволяющие получать едкий натр высокой чистоты.

Незаменима ртуть и в производстве специальных красок для покраски подводных частей морских судов. Дело в том, что содержащаяся в краске ртуть под воздействием хлора морской воды образует сулему, отравляюще действующую на морские организмы, которые, прикрепляясь к днищам судов, своими выделениями усиливают коррозию и износ металла обшивки. Применяется ртуть даже и в такой области, как производство фетра. Соли ртути обезжиривают пух; попытки замены здесь вредных ртутных солей другими соединениями не дали пока положительных результатов.

Даже краткий перечень областей применения ртути показывает, что она имеет огромное значение в экономике народного хозяйства. Поэтому расширение поисков месторождений и разведка уже найденных имеет большое значение в развитии и стабилизации ртутнодобывающей промышленности области и всей нашей страны.

Вместе с положительными чертами ртуть обладает и отрицательными — высокой токсичностью. И об этом не надо забывать, в противном случае из друга ртуть может превратиться во врага.

О вольфраме, как химическом элементе и практически очень ценном металле, человечество узнало сравнительно недавно, на несколько тысячелетий позже, чем о золоте и олове. Причиной этого является отсутствие в природе чистого вольфрама (в отличие от самородного золота) и сложный процесс его извлечения из минералов, встречающихся в природных условиях (в отличие от простых и давным-давно известных человечеству способов выплавки олова, свинца, цинка, меди, железа и других металлов).

Открытие вольфрама связано с именами шведского химика Карла Вильгельма Шееле (известного своими научными исследованиями и открытиями многих веществ, в частности, он первый открыл хлор), а также испанских химиков, братьев д'Элуяр (д'Эльгуайр).

В 1781 году Шееле, исследуя минерал тунгстен, в переводе на русский язык — тяжелый камень, установил, что он является соединением кальция с неизвестной кислотой, которую К. Шееле назвал тунгстеновой. Эту же кислоту в 1783 году обнаружили братья д'Элуяр в другом минерале — в вольфрамите. Вольфрамит был известен давно и часто встречался в оловянных рудах. Знаменитый ученый XVI века Агрикола сказал о нем — «пожирает олово, как волк овцу», так как при плавке оловянных руд вместе с вольфрамитом в пену шлака всливалось значительное количество олова. Именно поэтому Агрикола назвал этот минерал — волчья пена. У нас на Урале вольфрамит был известен как «волчец».

Получив тунгстеновую кислоту (сейчас она называется вольфрамовой) из вольфрамита, братья д'Элуяр при помощи углерода сумели из нее извлечь новый элемент в виде чистого металла, который по аналогии с исходным минералом был назван вольфрамом. Во многих странах, в частности в Англии и Соединенных Штатах Америки, этот минерал имеет название тунгстен, а термин вольфрам иногда употребляется применительно к минералу — вольфрамиту.

Следует заметить, что тунгстен, минерал, в котором К. Шееле впервые установил новый элемент, переименован и назван в честь этого химика лее-литом.

Вольфрам в химически чистом виде — минерал серебристо-стального (светло-серого) цвета, отличающийся большой твердостью и тугоплавкостью. Он плавится при температуре около 3410°C (для сравнения: температура плавления олова — 232°C, свинца — 328°C, золота — 1063°C, железа — 1539°C), при температуре около 1600°C поддается ковке и может вытягиваться в очень тонкую нить. Для кипения расплавленный вольфрам необходимо нагреть до 5900°C, то есть до температуры поверхности солнца (железо кипит при 3000°C). Соляная, серная и плавиковая кислоты слабо действуют на вольфрам; в азотной кислоте, в смеси азотной и плавиковой кислот, а также в «царской водке» он растворяется и образует вольфрамовую кислоту.

В природных условиях известно десять вольфрамовых минералов. Один из них — тунгустит (вольфрамовая кислота), восемь — соединения (соли) вольфрамовой кислоты с железом, марганцем,

кальцием, молибденом, свинцом, медью (вольфраматы) и один — тунгстенит — соединение серы с вольфрамом (сульфид). Основные минералы, из которых извлекается вольфрам, — вольфрамит и шеелит.

Вольфрамит — это тяжелый, непрозрачный минерал буровато-черного цвета с зеркальным или жирным блеском, легко царапается стальным ножом, хрупкий, при ударе раскалывается на пластинки. Если вольфрамитом поцарапать осколок фарфора, то на осколке остается темно-бурая черта. Вольфрамит электромагнитен — электромагнит притягивает его частицы; сильные магниты также способны притягивать этот минерал. Встречается в виде сростков продолговатых пластинок.

Шеелит — также тяжелый, непрозрачный минерал серого, желтого, зеленовато-желтого, бурого, редко красного цвета, иногда бесцветный, имеет жирновато-зеркальный блеск, хорошо царапается ножом, хрупкий, но, раскалываясь, пластинок не образует, на фарфоре оставляет белую черту. Встречается в зернистых массах, реже в виде восьмигранных кристаллов.

Получение металлического вольфрама — очень трудоемкий, сложный и длительный процесс. Добытую горняками вольфрамовую руду, в которой обычно содержится меньше одного процента вольфрама, перерабатывают на обогатительных фабриках. Затем на специальных машинах отделяют тяжелые минералы от более легких. Этот процесс называется гравитационной сортировкой. Вольфрамит и шеелит вместе с другими минералами, близкими им по удельному весу, попадают в гравитационный

концентрат, а основную, более легкую, часть руды выбрасывают. В гравитационном концентрате обычно содержится много вредных для вольфрама примесей — сульфидов других металлов. Чтобы их удалить, используют так называемую флотацию. Гравитационный концентрат поступает в флотационные агрегаты, и одновременно в них подается вода с добавкой разнообразных веществ, способных образовывать пену. В процессе флотации сульфиды обволакиваются этими веществами, как бы прилипают к пузырькам пены, этими пузырьками выносятся на поверхность и механически удаляются. Флотация повторяется неоднократно на нескольких машинах, но и после этого не получается необходимой чистоты концентрата. В оставшейся после флотации зернистой каше вместе с вольфрамовыми минералами содержатся ненужные и в большинстве своем вредные минералы, которые также необходимо удалить. Но иногда легче выбрать вольфрамовый минерал-примесь. Так, если имеется смесь вольфрамита и касситерита, то ее просушивают и пропускают через узел электромагнитной сепарации. Там электромагниты притягивают вольфрамит, и он поступает в вольфрамовый концентрат, тогда как немагнитный или слабо магнитный касситерит остается в оловянном концентрате.

После всех процессов обогащения получается вольфрамовый концентрат, содержащий до 50 процентов вольфрама с оставшимися примесями других минералов, от которых на обогатительных фабриках полностью избавиться не удастся. Этот концентрат (вольфрамитовый или шеелитовый) поступает на металлургические заводы.

Вольфрам долгое время не находил практического применения. И только в конце XIX века замечательные свойства этого металла стали использоваться в промышленности. В настоящее время около 80 процентов добываемого вольфрама применяется в вольфрамовых сталях, около 15 процентов вольфрама используют для производства твердых сплавов. Важной областью применения чистого вольфрама и чистых сплавов из него является электротехническая промышленность, где он используется при изготовлении нитей накаливания электрических ламп, для деталей радиоламп и рентгеновских трубок, автомобильного и тракторного электрооборудования, электродов для контактной, атомно-водородной и аргоно-дуговой сварки, нагревателей для электропечей и др. Соединения вольфрама нашли применение в производстве огнестойких, водоустойчивых и утяжеленных тканей, как катализаторы в химической промышленности.

Ценность вольфрама особенно повышает его способность образовывать сплавы с различными металлами — железом, никелем, хромом, кобальтом, молибденом, которые в различных количествах входят в состав стали. Вольфрам, добавленный в небольших количествах к стали, вступает в реакции с содержащимися в ней вредными примесями серы, фосфора, мышьяка и нейтрализует их отрицательное влияние. В результате сталь с добавкой вольфрама получает высокую твердость, тугоплавкость, упругость и устойчивость против кислот. Всем известно высокое качество клинков из дамасской стали, в которой содержится несколько процентов примеси вольфрама. Еще в 1882 году воль-

фрам стали использовать при изготовлении пуль. В орудийной стали, броневой снарядов также содержится вольфрам. Сталь с присадкой вольфрама идет на изготовление прочных рессор автомобилей и железнодорожных вагонов, пружин и ответственных деталей различных механизмов. Рельсы, изготовленные из вольфрамовой стали, выдерживают намного большие нагрузки, и срок их службы значительно дольше, чем рельсов из обычных сортов стали. Замечательным свойством стали с добавкой 9—18 процентов вольфрама является ее способность к самозакаливанию, то есть при увеличении нагрузок и температуры эта сталь становится еще прочнее. Это свойство явилось основанием для изготовления целой серии инструментов из так называемой «быстрорежущей инструментальной стали». Применение резцов из нее позволило в свое время в несколько раз увеличить скорость обработки деталей на металлорежущих станках.

И все же инструменты, изготовленные из быстрорежущей стали, по скорости резания в 3—5 раз уступают инструментам из твердых сплавов. К их числу относятся соединения вольфрама с углеродом (карбиды) и бором (бориды). Эти сплавы по твердости близки к алмазам. Если условная твердость самого твердого из всех веществ — алмаза выражается 10 баллами, то твердость вольфрамокарбида (вокара) — 9,8. К числу этих сплавов относится и широко известный победит — сплав углерода с вольфрамом и добавкой кобальта. Сам победит выпел из употребления, но это название сохранилось применительно к целой группе твердых сплавов. В машиностроительной промышленно-

сти из твердых сплавов изготавливают также штампы для кузнечных прессов. Они изнашиваются примерно в тысячу раз медленнее стальных.

Особенно важной и интересной областью применения вольфрама является изготовление элементов накала (нитей) электрических ламп накаливания. Для изготовления нитей электроламп используют чистый вольфрам. Свет, излучаемый раскаленной нитью вольфрама, близок к дневному. А количество света, излучаемое лампой с вольфрамовой нитью, в несколько раз превышает излучение ламп из нитей, изготовленных из других металлов (осмия, тантала). Световое излучение (световая отдача) электроламп с вольфрамовой нитью в 10 раз выше, чем у ранее применявшихся ламп с угольной нитью. Яркость свечения, долговечность, экономичность в потреблении электроэнергии, небольшие затраты металла и простота изготовления электрических ламп с вольфрамовой нитью обеспечили им самое широкое применение при освещении.

Широкие возможности применения вольфрама обнаружили в результате открытия, сделанного известным американским физиком Робертом Уильямсом Вудом. В одном из опытов Р. Вуд обратил внимание на то, что свечение вольфрамовой нити с торцевой части катодной трубки его конструкции продолжается и после отключения электродов от аккумулятора. Это настолько поразило его современников, что Р. Вуда стали называть чародеем. Исследования показали, что вокруг нагретой вольфрамовой нити происходит термическая диссоциация молекул водорода — они распадаются на отдельные атомы. После отключения энергии атомы

водорода снова соединяются в молекулы, и при этом выделяется большое количество тепловой энергии, достаточное, чтобы раскалить тонкую вольфрамовую нить и вызвать ее свечение. На этом эффекте разработан новый вид сварки металлов — атомно-водородный, давший возможность сваривать различные стали, алюминий, медь, латунь в тонких листах с получением чистого и ровного шва. Металлический вольфрам при этом используется в качестве электродов. Вольфрамовые электроды применяются также и при более широко распространенной аргонодуговой сварке.

В химической промышленности вольфрамовая проволока, очень стойкая против кислот и щелочей, применяется для изготовления сеток различных фильтров. Вольфрам нашел применение также как катализатор — с его помощью изменяют скорость химических реакций в технологическом процессе. Группа вольфрамовых соединений в промышленности и лабораторных условиях используется как реактивы для определения белка и других органических и неорганических соединений.

Вольфрамовые соединения используются и в полиграфической промышленности в качестве красок (шафрановая, вольфрамовая синь, вольфрамовая желть). Пиротехники добавляют соединения вольфрама в состав горючих смесей и получают разноцветные огни ракет и фейерверков. В светопечатании используется бумага, обработанная вольфрамитом натрия. В текстильной промышленности солью вольфрамовой кислоты — вольфраматом натрия протравливают ткани при крашении. Такие ткани непромокаемы и не боятся огня. Дерево то-

же становится огнестойким, если его обработать этим веществом.

Даже неполный перечень применения вольфрама и его соединений в промышленности дает представление о высокой ценности этого элемента. Сейчас трудно представить, как бы любой из нас смог обходиться даже в повседневной жизни без вольфрама. И конечно, возможности его использования будут раскрываться и дальше.

Почти вся мировая вольфрамовая промышленность в период первой мировой войны была сосредоточена в Германии. Но сырье для нее — вольфрамовые концентраты — поставлялись из других стран. Поэтому, изолированные от поставщиков сырья, немцы вынуждены были перерабатывать шлаки, скопившиеся около оловянных плавильен (вспомним «волчью пену!») и получали из них около 100 тонн вольфрама в год.

В это же время потребности военной промышленности в вольфраме вызвали «вольфрамовую лихорадку» во многих странах. В России поставщиками вольфрамовых руд стали Урал и Забайкалье. Стараясь нажиться на «вольфрамовой лихорадке», предприниматели не очень считались с интересами государства. Так, промышленник Толмачев, владевший Забайкальскими месторождениями Букука и Оланду, решил сдать их в аренду шведской фирме. И только своевременное вмешательство Геологического комитета предотвратило это. В условиях военного времени рудники у этого дельца были реквизированы.

Перед началом первой мировой войны в 1913 году в мире было произведено 8 123 тонны вольфра-

мового концентрата (с содержанием 60 процентов триоксида вольфрама). Перед второй мировой войной его производство быстро увеличилось и в 1940 году составило 44 013 тонн (без Советского Союза). По данным Горного бюро США, в 1972 году мировое производство вольфрама составило около 38 460 тонн.

Вольфрам — малораспространенный элемент. Однако на отдельных участках земной коры вольфрамовые минералы образуют концентрации с содержанием вольфрама до одного процента и более. Большинство месторождений вольфрама располагается по прерывистому кольцу вокруг Тихого океана. Они известны в Китае, Корее, Японии, Бирме, Новой Зеландии, Перу, Аргентине, Боливии, Мексике, США, Канаде и в других странах. В Советском Союзе кладовые вольфрама открыты в Забайкалье, на Кавказе, в Приморье и в пределах Северо-Востока. В Магаданской области вольфрам добывается на Чуколке, где известны кварцево-вольфрамитовые жилы ряда месторождений. Геологи центральных колымских районов также активно включились в поиск месторождений этого ценного металла, и их труды увенчались успехом — выявлены проявления вольфрама в новых районах нашего края.

Технический прогресс требует все более широкого использования редких элементов, их сплавов и соединений. Понятие «редкие элементы» во многом условно. Оно сложилось исторически, и его содержание менялось в разное время. В начале нашего столетия к ним относился алюминий, и только потому, что его не могли получать в чистом виде в промышленном масштабе. Еще совсем недавно редкими металлами считали вольфрам, молибден, олово, висмут, так как их добывали в незначительном количестве. Сейчас редкими все еще считают более тридцати (то есть около трети известных) химических элементов. Многие из них действительно мало распространены на Земле.

Начало использования редких элементов в промышленности относится к концу XIX века. И только в последние 15—20 лет в связи с бурным развитием новых отраслей промышленности и созданием новой техники на базе открытий в области радиоэлектроники, ультразвука, сверхпроводимости, радиоактивных изотопов, ядерной энергии стало возможным исключительно широкое применение редких элементов.

В настоящее время они используются в производстве специальных сталей, жаропрочных, сверхтвердых и коррозионноустойчивых материалов и сплавов, в изготовлении электро- и радиоприборов, рентгеновской аппаратуры, радиолокаторов и фотоэлектронных приборов, в атомной энергетике и космической технике. Причем с каждым годом непрерывно выявляются все новые и новые области применения редких элементов. Вот некоторые примеры.

БЕРИЛЛИЙ. С давних пор людям известен камень берилл, особенно его разновидность — изумруд, который считался наиболее ценным цветным камнем. За 3 тысячи лет до нашей эры изумруды добывались в Аравийской пустыне, откуда вплоть до XV века шли во все страны Западной Европы и на Восток. В 1831 году изумруды найдены были на Урале. Но изумруд редок, гораздо распространеннее обычный желтовато-белого цвета берилл, в котором и был в 1797 году открыт элемент бериллий. С тех пор бериллий найден во многих других минералах, но берилл остается его главным источником. Бериллий является одним из самых легких металлов, что в сочетании с другими весьма ценными качествами делает его весьма перспективным. Впервые бериллий был использован в рентгеновских трубках. В настоящее время он применяется главным образом в сплавах. Особенно широкое распространение получили бериллиевые бронзы, содержащие 2—3 процента бериллия. Они отличаются большой прочностью, упругостью, хорошей электро- и теплопроводностью. Исключительно важное значение приобрел бериллий в атомной технике в качестве замедлителя быстрых нейтронов в реакторах. Высокая прочность бериллия при сравнительно малом весе ставит вопрос о его применении в самолетостроении. Однако еще не разработаны способы получения бериллия достаточной чистоты, с примесями же он чрезвычайно хрупок.

СКАНДИЙ, ГАЛЛИЙ, ГЕРМАНИЙ относятся к группе так называемых рассеянных элементов. Хотя их количество в земной коре сравнительно

велико, они не образуют значительных месторождений, находясь главным образом в виде примесей в других минералах. Кстати, эти элементы в свое время были предсказаны Д. И. Менделеевым.

Скандий и галлий в настоящее время пока еще не получили широкого применения главным образом из-за их недостаточной изученности. «Карьера» германия начиналась также весьма неудачно. Открыт он был в 1896 году в очень редком минерале аргиродите, запасы которого быстро истощились. Лишь в 1922 году его открыли вновь, но уже в цинковой обманке. Германий пытались применить в качестве добавки к магниевым сплавам, оптическому стеклу и т. д., но оказалось, что для этих целей можно употребить более распространенные материалы. Он использовался даже в ювелирном и зубоврачебном деле (золото-германиевые сплавы), но так и не «сделал» себе имени, пока наука не изучила свойства полупроводников. После этого германий становится одним из важнейших металлов современности. Германиевые элементы, так называемые транзисторы, заменив электронные лампы, совершили переворот в радиотехнике. Такую же революцию совершает германий и в холодильной промышленности, где разработаны десятки полупроводниковых приборов, непосредственно преобразующих электрический ток в глубокий холод.

Однако, по-видимому, наиболее блестящие перспективы открываются перед германием в энергетике. Как известно, Земля получает от Солнца в виде света за год такое количество энергии, которое современным электростанциям не под силу дать и за миллион лет. В освоении этой энергии неоче-

нимую помощь смогут оказать полупроводники, способные преобразовывать солнечную энергию в электрическую. Полупроводниковые электростанции уже существуют, однако их мощности пока хватает лишь для питания лампочки карманного фонаря. Тем не менее и такие солнечные электростанции нашли себе применение: в частности, радиоаппаратура на советских искусственных спутниках работала на солнечных батареях. На основе полупроводниковых элементов созданы атомные батареи, которые позволяют ядерную энергию преобразовывать непосредственно в электрическую. Дальнейшее продвижение полупроводников в атомную энергетику пока ограничивается их недостаточным производством. Основная трудность — получить сверхчистые полупроводниковые материалы, потому что германий только в сверхчистом виде (чистота 99,99999999 процента) проявляет свои чудесные свойства.

Группа РЕДКИХ ЗЕМЕЛЬ объединяет в своем составе 16 элементов, включая родственный им иттрий. Их промышленное использование началось еще в прошлом веке при изготовлении газокалильных колпачков. Затем редкие земли нашли себе применение в нирофорных сплавах, для придания тканям водоупорных свойств и т. д. Тем не менее даже в сумме все эти области применения не составляли сколько-нибудь заметной величины. За 70—80 лет в судьбе редких элементов не произошло ничего примечательного, и их производство почти не развивалось. В силу случая редкоземельные элементы долго оставались вне широких и ак-

тивных интересов науки и техники, а редкие попытки их практического использования не привели к заметным результатам. Но примерно с 1950 года, когда появились сообщения о заманчивых свойствах редких земель в качестве легирующих добавок к стали, положение коренным образом изменилось. Редкие земли как бы снова были открыты, и в их истории наступает новая эра.

В настоящее время ассортимент редкоземельных промышленных продуктов насчитывает уже несколько сотен наименований. Еще каких-нибудь 10 лет назад индивидуальные редкие земли представляли собой уникальную редкость: достаточно сказать, что во всем мире в исследовательских лабораториях их запасы исчислялись граммами, а иногда и их долями. Теперь некоторые из редкоземельных элементов получают в сверхчистом виде, что позволяет изучать их истинные свойства и выявлять новые области применения. Главный и наиболее перспективный потребитель редких земель — металлургия.

Большое будущее в качестве конструкционных материалов открывается перед отдельными редкими землями в атомной технике, самолето- и ракетостроении. Предполагается, что настоящее чудо может совершить в самолетостроении иттрий, поскольку он по удельному весу занимает промежуточное положение между железом и алюминием, а с алюминием дает сплавы, по прочности равные стали.

Таким образом, значение редких элементов для современной промышленности исключительно велико. В большинстве случаев они используются в

виде добавок в небольшом количестве при изготовлении различных сплавов и материалов. Однако эти ничтожные добавки редких элементов буквально преобразуют обычные заурядные сплавы и материалы, наделяя их чудесными свойствами. Почти ни один из редких элементов не находится в природе в самородном состоянии. Все встречается в виде различных природных соединений с кислородом, кремнием, алюминием, железом, серой и другими элементами, то есть в виде минералов.

В зависимости от формы нахождения в природе все редкие элементы можно разделить на две группы. К первой относятся те, которые не образуют самостоятельных месторождений и являются второстепенными, попутными полезными компонентами в месторождениях других, более распространенных элементов. Это в большинстве так называемые «рассеянные» редкие элементы: скандий, галлий, германий, селен, теллур, рубидий, кадмий, индий, цезий, рений и таллий. Характерно, что они концентрируются в небольшом числе минералов-носителей и ограниченном числе типов месторождений. Например, скандий сосредоточен главным образом в касситерите и вольфрамите, то есть в рудах оловянных и вольфрамовых месторождений. Известны минералы, в которых содержание скандия достигает нескольких процентов, но они очень редки и промышленного значения не имеют. Рений концентрируется исключительно в молибдените. Индий есть во многих минералах, но в концентрациях, достаточных для промышленного извлечения, — только в сфалерите и халькопирите. Следовательно, добыча индия производится главным об-

разом из полиметаллических руд. Источником германия служат обычные каменные угли.

Ко второй группе относятся элементы, которые образуют собственные минералы и месторождения: литий, бериллий, стронций, иттрий, редкие земли, цирконий, гафний, тантал и ниобий. Редкие земли содержатся в большом числе минералов, из которых главным является монацит. Он концентрируется в россыпях, куда попадает при разрушении монацитсодержащих гранитов. Берилл до сих пор извлекался исключительно из месторождений, в которых он образует крупные кристаллы, отбираемые при ручной рудоразборке. Сейчас разработаны методы обогащения руд, в которых берилл представлен мелкими зернами. Извлекается бериллий и из новых типов месторождений.

В недрах нашей области многочисленными работами геологов, химиков и других исследователей установлены некоторые из редких элементов. Главными из них являются индий, скандий, кадмий и некоторые другие.

Северо-Восток можно считать одной из крупнейших индийских провинций Союза — настолько широко распространен здесь этот редкий элемент. Он установлен в самых различных месторождениях: золотых, полиметаллических, молибденовых и других, но наиболее характерен для оловянных. Можно утверждать, что любое оловянное месторождение области в том или ином количестве содержит индий. О степени распространения индия говорит и тот факт, что его присутствие обнаружено в 56 минералах — сфалерите, халькопирите, касситерите, турмалине, станнине, арсенопирите,

пирите и многих других. Однако практически почти весь индийский запас в любом месторождении сосредоточен в одном-двух минералах: в сульфидно-касситеритовых и силикатно-касситеритовых типах главным концентратом и носителем индия является сфалерит, на долю которого приходится от 60 до 95 процентов индия. В очень редких случаях на первое место выдвигается халькопирит, однако обычно его доля в индийском балансе месторождения составляет всего 5—20 процентов. Все остальные индийсодержащие минералы практического значения не имеют в связи с их незначительной распространенностью или низким содержанием в них индия. Так, в касситерите индий содержится в количестве, измеряемом тысячными и десятитысячными долями процента. Только в редко встречаемой разновидности касситерита — деревянистом олове содержание индия достигает 0,1 процента.

Наибольшие концентрации индия сосредоточены в тех типах оловянных месторождений, которые в Магаданской области пользуются преимущественным распространением. Содержание в них индия достигает 0,01 процента, в среднем равняется 0,002—0,003 процента, то есть в сотни и тысячи раз превышает кларк (среднее содержание элемента в земной коре). Как показывают ориентировочные расчеты некоторых исследователей, в отдельных месторождениях ценность индия лишь немногим уступает ценности основного промышленного компонента — олова. Поэтому их можно считать индиево-оловянными или даже индийскими. Второстепенное значение в качестве потенциального источника индия имеют полиметаллические месторож-

дения, которые в Магаданской области не имеют пока промышленной ценности. Однако в отношении индия многие из них вполне сопоставимы с оловянными месторождениями.

В отличие от индия скандий встречается только в оловянных или комплексных оловянно-вольфрамовых месторождениях. Он обнаружен в нескольких минералах, а существенные концентрации образует только в касситерите и вольфрамите (от 0,001 до 0,1 процента, в среднем 0,01—0,05 процента), а иногда и в турмалине. Сравнение с другими районами страны показывает, что касситериты из месторождений нашей области в общем не отличаются высокими содержаниями скандия. Это объясняется тем, что наиболее скандиеносны кварцево-касситеритовые месторождения (подобные Иульгинскому) здесь имеют ограниченное распространение. Характерно, что даже наиболее высокие концентрации скандия в руде отдельных месторождений всего лишь на порядок превышают кларк.

Кадмий обнаружен в самых различных типах месторождений, тем не менее по своему промышленному значению он уступает индию и скандию. Постоянно и в сравнительно высоких концентрациях он присутствует лишь в сульфидно-касситеритовых и полиметаллических месторождениях. Кадмий почти полностью заключен в единственном минерале — сфалерите в количестве 0,01—1 процента (в природе известна разновидность сфалерита с 5 процентами кадмия — пришибрамит), хотя нужно сказать, что его примесь установлена во многих минералах.

Помимо охарактеризованных выше элементов имеются сведения о присутствии в Магаданской области талтала, ниобия, таллия, лития и других редких элементов. Интересно отметить, что почти все из них свойственны преимущественно оловянным месторождениям. Надо также иметь в виду, что в рудах этих месторождений есть многие обычные металлы, имеющие второстепенное значение. Так, Хетинское месторождение известно высоким содержанием свинца, цинка и серебра. Серебро, кстати, содержится почти во всех месторождениях сульфидно-касситеритовой формации. В некоторых месторождениях заключено значительное количество меди (халькопирит), содержание которой иногда достигает промышленных значений. Таким образом, оловянные месторождения Магаданской области являются комплексными, содержащими помимо олова целый ряд полезных компонентов.

В этом отношении их противоположностью являются золотые месторождения, которые почти полностью лишены редких элементов. Лишь в открываемых в последнее время в близповерхностных золото-серебряных месторождениях, связанных с Охотско-Чукотским вулканогенным поясом, отмечается селен, который даже образует собственные минералы — агвиларит, науманит и другие. В более глубоких месторождениях так называемой золото-редкометалльной формации, которые пространственно связаны с гранитными массивами, более распространен теллур.

На узорах этих камней, на волшебстве их цветов и оттенков человек развивал свои эстетические вкусы, свои представления о прекрасном.

Бесконечное разнообразие каменных узоров еще не достигнуто до конца. Не удивительно, что в древности каждый чем-то примечательный камень, каждый красивый минерал имел свои легенды. Человек стремился наградить душой камни — самоцветы. Древним рудокопам, да и всем суеверным людям в те столь отдаленную эпоху, всегда казалось, что камень проявляет к ним не меньше интереса, чем они к нему. Но и в наше время интерес к «душе» камня не ослабел и даже усилился. Без суеверного трепета, но с неослабеваемым удивлением мы открываем все новые загадки минерального царства. Проникнув в его тайны, мы научились выращивать искусственные самоцветы, качество которых не ниже, а даже выше природных. Однако минеральное царство по-прежнему неисчерпаемо и все более привлекает к себе людей.

Летом в верховьях реки Олы можно встретить отряд шпионеров, которые под руководством геологов ищут самоцветы среди черных базальтовых скал. Ребята находят здесь нежнейшие агаты, яркие аметисты, поражающие своей огранкой, матово-прозрачные халцедоны. Можно быть уверенным, что эти дни для каждого юного участника геологического похода оставят яркий след в душе. Для тех же, кому захотелось постигнуть тайнства камня, эти дни определили выбор профессии.

Недра Магаданской области богаты разнообразными поделочными камнями и самоцветами.

Яшмы со своими богатейшими оттенками и линиями, халцедоны со своей таинственной полупрозрачностью, кристально чистые горные хрустали и аметисты, словно напоминающие, что самый искусный ювелир — всего лишь ученик, подражающий мудрому мастеру-природе. Все эти камни широко распространены в горных районах Магаданской области.

Невозможно в коротком очерке раскрыть все тайны рождения каменных узоров и расцветок. Многие узоры, в том числе и необычные, прочитаны, расшифрованы геологами и служат науке. Каменный узор уже давно открывает специалисту природу камня: образовался ли он из лавы, выброшенной из жерла вулкана, или родился из морских осадков в темном царстве Пенгуна, или кристаллизовался из горячих подземных рассолов. Что касается цвета, то нередко его определяют незначительные примеси-красители. Так, цвет аметиста зависит от тончайших включений соединений железа. Расцветка яшм также связана с различными железосодержащими примесями. В агатах розовые полосы нередко связаны с примесью марганца, темные и черные цвета объясняются примесью углерода, графита, а также сульфидов и других темных минералов.

Яшмы и горные хрустали, халцедоны и агаты используются как технические и полудрагоценные поделочные камни. Технические камни применяются в точной механике, текстильной, бумажной и других отраслях промышленности.

Наряду с изысканной красотой камня «аристократа» существует величественная красота кам-

ня-«труженика». Широко известно, что неповторимость столицы Армянской ССР города Еревана создал так называемый розовый вулканический туф, из которого построены древние и современные дома, дворцы и другие сооружения этой республики. Наш Охотско-Чукотский вулканический пояс, о котором мы писали ранее в разделе «Золото», имеет неисчерпаемые запасы красивейшего строительного материала. В сущности, мы живем в краю разноцветных гор. В районах, непосредственно примыкающих к Магадану, вы можете встретить горы с самыми различными сочетаниями пород: залежи смоляных вулканических стекол чередуются с коричневыми и зеленовато-белыми туфами и лавами; черные базальты сменяются толщами пород цвета слоновой кости. Эти природные сооружения, способные поразить воображение архитектора формой скал и сочетанием цветов, представляют одну из важнейших черт самобытности, индивидуальности нашего края. И конечно же, эти особенности горных сооружений со временем должны определить облик северных городов, расположенных в тех местах, где миллионы лет назад клочкотали вулканы.

Промежуточное положение между камнем-«аристократом» и камнем-«тружеником» занимает алунит, залежи которого сравнительно недавно выявлены в нашей области. Этот минерал нередко сопровождает золото-серебряные, ртутные, сурьмяные месторождения. Вместе с тем его скопления имеют и самостоятельную ценность, что отражено в синонимах алунита — алюминилит, или алюминиевый камень. Но не только поэтому алунит мож-

но встретить сейчас в коллекциях большинства магаданских любителей камня. Все, кому удалось увидеть светлые алунитовые скалы с разнообразнейшими цветовыми оттенками, не могли не захватить с собой кусочек этой необычайной горной породы. Она зачастую имеет пятнистую поверхность, то приветливо светло-серую, то строгую мраморную, иногда даже льдистую, с синеватым оттенком. Но особенно хорош алунит теплых розоватых тонов. Камень очень податлив, хотя поверхность его не шероховатая, а гладкая. Алунит просто приятно подержать в руке, он ласкает ладонь. Не подобное ли качество минералов было одним из определяющих при выборе талисманов?

Алунитовые залежи образовались в тесной связи с вулканической деятельностью, а точнее, с самыми поздними этапами жизни отдельных вулканов, которые, как и люди, имеют свои неповторимые черты и характеры. Казалось бы, что может еще возникнуть, развиваться в плотной, уже застывшей навсегда вулканической лаве, то есть в мертвом камне? Но минеральная «жизнь» не менее разнообразна и упорна, чем у живой природы. В камне есть поры, мельчайшие трещинки. По ним-то и устремились газо-паровые смеси, которые в свое время способствовали рождению легенд о преисподней с ее серным духом. Эти растворы-смеси не просто разрушали камень, а по частицам растворяли его, отложив на освободившемся месте новый, более мягкий, кислотоупорный минерал.

Проследим, однако, историю рождения наших алунитовых залежей. После бурных вулканических извержений в Охотско-Чукотском поясе длительное

время развивались горячие минеральные источники, как выходящие, так и не выходящие на поверхность. По продолжительности развития и по количеству заключенной в них энергии эти источники не уступали предшествующему вулканизму. Из земных глубин они несли массу полезных компонентов, в том числе таких, как золото, серебро, олово, ртуть. По мере приближения к земной поверхности растворы не только выщелачивали, но и отлагали часть полезных компонентов по трещинам и полостям, образуя жилы и залежи полезных ископаемых.

Наибольшее количество полезных компонентов выпадало из растворов на участках смешивания их с поверхностными или метеорными водами, просачивающимися в земные недра. Несколько раньше происходит обычно бурное отделение из минерализованного раствора газа и пара, вызванного резким уменьшением температуры и давления. Газ и пар конденсируются у поверхности земли и, смешиваясь с метеорными водами, нередко вновь образуют сильно кислотные растворы, способные интенсивно выщелачивать (разлагать) породы. Из этих растворов в результате интенсивного сернокислотного разложения пород и образуется алунит, являющийся по химическому составу сульфатом алюминия. Алунитовые залежи нередко формируются под покровами плотных стекловатых лав, предохраняющих сравнительно мягкие алунитовые породы от разрушения. Окраска алунитов зависит от тех или иных тонкорассеянных в нем примесей-красителей, а также от размера отдельных минеральных зерен, слагающих породу. Алунит и внеш-

не, и по твердости очень сходен с глинистым минералом — каолинитом, который нередко является его спутником. Довольно часто встречаются породы, состоящие из тонкой смеси алунита с каолинитом. В отличие от алунита каолинит не является солью серной кислоты, а относится к силикатам алюминия (алюмо-кремниевые-кислородные соединения). Иногда в алунитах и каолинитах отмечается тонкорассеянная вкрапленность золота, минералов серебра, киновари, антимонита, которые указывают на наличие под алунит-каолинитовыми залежами золото-серебряных, ртутных или сурьмяных месторождений.

Алунитовые и алунит-каолинитовые монолиты представляют собой легко обрабатывающийся и очень красивый поделочный камень.

Таким образом, в алуните собственная полезность хорошо сочетается со свойствами указывать местоположение драгоценных руд, расшифровывать таинства их рождения. Образно говоря, у этого минерала несомненные качества талисмана, благодаря которым человек все глубже проникает в тайны природы.

Алуниты и другие самоцветы нашей области способны украсить интерьер различных зданий города и области, а также позволяют наладить производство самобытных северных сувениров.

Образно говоря, каменный уголь был известен еще человеку каменного века.

Начало промышленного использования углей в европейских странах относится к XI веку, а к концу XVIII века угледобыча в отдельных, наиболее развитых странах становится ведущей отраслью горнозаводской промышленности.

За сравнительно недолгую историю человечество добыло из недр колоссальное количество угля. Сейчас в мире добывается более трех миллиардов тонн угля в год. Ежегодный прирост добычи составляет 60—100 миллионов тонн. В весовом выражении из общего количества ежегодной мировой добычи минерального сырья около 70 процентов приходится на ископаемый уголь. Непрерывный рост добычи угля указывает на его значение в мировой экономике.

Первые открытия залежей ископаемых углей на территории нашей Родины были сделаны на юге России в XV веке, но более широкое освоение месторождений относится к концу XVII — началу XVIII века. Известно, что в 1696 году Петру Первому в период Азовского похода вблизи казачьего городка Черкасск местные жители преподнесли кусок каменного угля, на что он ответил: «...сей минерал, если не нам, то потомкам нашим zelo полезен будет...»

В основных угольных бассейнах нашей страны — Донецком, Кузнецком и Подмосковном залежи углей были открыты почти одновременно — в 1721—1722 годах крестьянами Григорием Капустиним, Марком Титовым, Михаилом Волковым

и другими. Однако разработка их еще долго сдерживалась отсталостью царской России и засильем иностранного капитала, получавшего большие прибыли от завозимых из-за границы товаров, в том числе и минерального сырья. Иностранцы спешили, направляемые царским правительством на заверку открытых на территории России залежей угля, браковали выявленные русскими угольные месторождения и в донесениях царю указывали, что уголь «...в огне трещит и только краснеет, а жару от него нет». Они пытались создать теорию, что Россия испытывает дефицит топлива. Первые русские углепромышленники и рудознаты, старавшиеся из патриотических соображений организовать отечественную горную промышленность, подвергались преследованию и наказанию за «дерзость». В конце XIX — начале XX века около 30 процентов потребляемого промышленностью России угля ввозилось за валюту из-за границы, в основном из Англии. Заморским угольком снабжались морские суда, так как наш уголь якобы был «вредным» для котлов и кочегаров. Дореволюционная Россия по добыче угля на душу населения занимала одно из последних мест в мире. По данным за 1913 год, на одного человека в России приходилось 209 килограммов угля. Зато дрова и солома в топливном балансе составляли 70 процентов.

Разрабатывая план строительства социализма в нашей стране, В. И. Ленин указывал, что подъем народного хозяйства и производительности труда, ликвидация последствий разрухи и отсталости страны потребует прежде всего материальной обеспеченности тяжелой индустрии и в том числе раз-

вита производства топлива. Выступая на Первом съезде горнорабочих в 1920 году, Владимир Ильич отметил огромное значение угля для страны и назвал его «настоящим хлебом промышленности».

В настоящее время наша страна по запасам и добыче угля занимает первое место в мире. В результате широкого геологического изучения открыты Печорский, Канско-Ачинский, Южно-Якутский, Тургайский, Львовско-Волынский, Карагандинский бассейны и много крупных месторождений, значительно расширены границы старых угленосных районов и бассейнов. Общие запасы угля в СССР оценены в 8,7 триллиона тонн (дореволюционная оценка — 231 миллиард тонн) и составляют 58 процентов мировых запасов. Открытие новых бассейнов и месторождений и проведение значительных геологоразведочных работ позволили за короткий срок обеспечить невиданные темпы роста добычи угля. В 1965 году добыча угля в стране составляла 578 миллионов тонн — в 20 раз больше, чем в 1913 году. В 1975 году, согласно Директивам XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР, добыча угля составит 685—695 миллионов тонн. Угольная промышленность превращена в передовую отрасль народного хозяйства, оснащенную новейшей техникой, с высоким уровнем механизации и автоматизации основных трудоемких процессов.

Во многих районах страны на базе разведанных запасов угля созданы мощные промышленные центры. Крупные энергетические, металлургические, машиностроительные и другие промышленные предприятия построены на местных углях на

Украине, Урале, в Сибири, Казахстане, Средней Азии, Подмосковье и других районах. Развитие угольной промышленности способствовало бурному росту экономики СССР.

Несмотря на растущую конкуренцию со стороны нефти и газа, уголь продолжает оставаться и еще многие годы будет основным топливом для целого ряда ведущих отраслей промышленности, например энергетики, металлургии. В значительных количествах угли используются как технологическое и химическое сырье. При термической обработке в коксовых печах некоторых разновидностей углей из них получают кокс, необходимый для доменной плавки железных руд. При этом высокотемпературном процессе в качестве побочных продуктов получают коксовый газ и каменноугольная смола, являющаяся важным сырьем для химической промышленности.

Коксовый газ сам по себе является хорошим топливом, используемым для коксовых и других промышленных печей. Кроме того, из него, а также из каменноугольной смолы получают сотни различных ценных продуктов: тяжелые и легкие масла, бензин, различные лекарства (салол, аспирин, пирамидон, сульфидин и др.), ароматические вещества (духи), аммиак, нафталин, лаки, пластмассы, взрывчатые вещества (тол, аммоналы), различные краски, дорожные битумы, антисептики, удобрения и многие другие продукты, используемые в самых различных отраслях и направлениях. Существуют и другие способы переработки углей (полукоксование, гидрогенизация), позволяющие получать из них ценные продукты.

В настоящее время получает развитие комплексное энерготехнологическое использование угля на крупных электрических станциях, на которых производится пылевидное сжигание. Такие энергохимические комбинаты поднимут на новую ступень рациональное использование топлива, так как до его сгорания в топках будут получены большие количества ценнейших химических веществ.

Что же собой представляет ископаемый уголь и каковы его основные свойства? Ископаемый уголь образует одну из главных групп горючих полезных ископаемых — каустобиолиты (каусто — горючий, биос — жизнь, литос — камень). Это твердая горючая осадочная порода растительного происхождения, состоящая из органической массы (продуктов разложения и изменения растительных остатков), минеральных примесей и влаги. Способность углей гореть определяется количественным содержанием в их составе органической массы. Органическая масса состоит, в основном, из высокомолекулярных химически индивидуальных веществ, очень сложных соединений углеводов, крайне нестойких к нагреванию. При нагревании угля без доступа воздуха (полукоксование, коксование) происходит разложение твердых углеводов и образуются газообразные продукты, называемые летучими веществами, и жидкие углеводородные продукты, называемые первичной смолой. Содержание в углях органической массы изменяется в широких пределах в зависимости от содержания минеральных примесей и влаги. В некоторых высококачественных энергетических углях содержание органическо-

Э
Е

го вещества достигает 80—90 процентов. Химический состав органической массы углей весьма сложен. Поэтому для их характеристики пользуются упрощенными методами исследования: определением элементарного состава, теплотворной способности и технического состава. Наибольшее значение среди химических элементов в угле играет углерод, содержание которого колеблется от 60 до 95 процентов; в меньших количествах содержатся водород (1—12 процентов), кислород (2—20 процентов), азот (1—3 процента), сера и фосфор (до 5 процентов). Минеральная масса углей (песок, глина, ил) состоит из кремния, алюминия, железа, кальция, натрия, магния, калия и других). После сжигания каменного угля в его золе можно найти ценные рассеянные элементы (германий, гафний, иттрий и другие), имеющие иногда промышленное значение.

Основными показателями качества угля, характеризующими его ценность, являются: теплотворная способность, естественная влажность, содержание и состав минеральных примесей, переходящих в золу после сжигания угля. Минеральные примеси и влажность являются балластом в углях и снижают его качество. Для углей, которые используются для производства кокса и полукоксования, дополнительно определяются так называемые пластометрические показатели, то есть пластические свойства и усадка углей при нагревании, выход жидких продуктов и их состав.

Теплотворная способность углей в зависимости от количества углерода в угле, или, как говорят, степени углефикации, содержания минеральных

примесей и влаги колеблется в широких пределах, примерно от 5 400 до 8 800 *ккал/кг*.

В зависимости от физических и химических свойств углей, вторичных изменений, происходящих с углями в недрах (углефикации), а также возможности промышленного использования принято их маркировать. Так, бурые угли, как самые молодые, относятся к марке «Б». Каменные угли начальных стадий углефикации, содержащие много летучих веществ, обозначают маркой «Д» (длинно-пламенные). Обычно угли этих марок используются как топливо и частично для химических производств. Более химически зрелые угли относятся к маркам «Г» (газовые), «Ж» (жирные), «К» (коксовые), «Т» (тощие) и «А» (антрациты). Содержание летучих веществ в углях от бурых к антрацитам резко падает, вместе с тем возрастает содержание углерода. Газовые, жирные и частично некоторые разновидности тощих углей используются в качестве добавок при коксовании. Коксовые угли могут коксоваться без добавок. Газовые угли, тощие и антрациты — это высокосортное топливо.

В настоящее время вопрос об органическом происхождении углей не вызывает никаких сомнений. О том, что угли являются продуктом изменения когда-то существовавшей растительности, свидетельствуют часто встречающиеся остатки древних наземных растений как непосредственно в пластах углей, так и во вмещающих их породах. Впервые правильное научное объяснение образования углей из торфа высказал М. В. Ломоносов в своем труде «О слоях земных». Его представления были подтверждены лишь только в XIX веке, когда

микроскопическими методами было установлено, что каменный уголь содержит те же, но более измененные составные части, что и торф, образование которого происходит в болотах и некоторых озерах и поддается непосредственному наблюдению.

В зависимости от степени углефикации угли подразделяются на бурые и каменные. Каменные угли характеризуются высокой углефикацией. Они черного и серовато-черного цвета, плотные, блестящие; теплота сгорания их в среднем 7 500—8 800 *ккал/кг*, влажность от 1 до 20 процентов, содержат углерода 75—97 процентов. В отличие от каменных бурые угли характеризуются меньшей теплотворной способностью (5 400—7 200 *ккал/кг*), меньшим содержанием углерода (до 70 процентов) и большим содержанием влаги (до 60 процентов), органических (гуминовых) кислот и выходом летучих веществ.

Ископаемые угли пользуются довольно широким распространением в недрах. Залежи углей встречаются почти во всех странах мира и почти во всех геологических эпохах, начиная с кембрия (примерно 570 миллионов лет) и кончая четвертичным периодом (1 миллион лет). Мощности угольных пластов весьма различны — от десятков сантиметров до нескольких сотен метров. Так, у нас в Челябинском бассейне один из пластов достигает мощности 150 метров, а в Китае известен пласт угля мощностью до 200 метров.

Богаты ископаемыми углями и недра Магаданской области.

Наиболее раннее использование ископаемых углей на территории области началось на побе-

режье Берингова моря. Известно, что здесь в конце XIX — начале XX веков местные жители и экипажи судов каботажного плавания для отопления и кузнечного производства вручную разрабатывали выветренные угли в террасах реки Анадырь и бухты Угольной. Так, месторождение Бухта Угольная было открыто командой сторожевого судна (клинера «Крейсер») еще в 1886 году.

В выдержках из донесения капитана клипера Остолопова, помещенных в № 1 «Морского сборника» за 1888 год, сказано: «Уголь, набранный из осипей, по освидетельствованию на клипере, оказался очень хорошего качества. Мне кажется, было бы весьма полезно исследовать пласты, которые отыскать весьма легко по направлению, указываемому разбросанным углем».

Первые кустарные разработки угля мелкими штольными проводились на реке Анадырь еще до революции. Начало эксплуатации Анадырского месторождения относится к 1902—1908 годам, к периоду работы в этом районе Русско-Американской концессии. Разработки угольных пластов тогда производились вручную и вся добыча не превышала 100—200 тонн в год.

Больше угля не требовалось, так как население поста Ново-Мариинска тогда не превышало 40 человек. Труд углекопов был очень тяжелым и опасным. Горные выработки не крепились, добытый уголь рабочие выносили из забоя в мешках на своих плечах. С установлением Советской власти на Чукотке уголь уже добывался более глубокими наклонными шахтами. Но и тогда здесь добывалось не более 2—3 тысяч тонн в год. А сейчас Анадыр-

ская шахта добывает более 100 тысяч тонн и в ближайшие годы увеличит добычу вдвое.

Открытие угольных месторождений на Кольмые и Чукотке связано с общим изучением геологии края и поисковыми работами на золото и олово. Так, в 1912 году П. И. Полевой открыл угли при геологических исследованиях в бассейне реки Анадырь; в 1930 году В. А. Цареградский — Хасынское месторождение вблизи города Магадана; в 1932 году Л. А. Снятков при поисках золота открыл Эльгенское месторождение в Среднеканском районе; в 1935 году Б. И. Вронским открыто Аркагалинское месторождение в Сусуманском районе; в 1940 году Н. П. Резником и Н. С. Семеновым при поисковых работах на олово в Омсукчанском районе открыто Галимовское месторождение. Аналогично были открыты на Чукотке месторождения Долгожданное в 1952 году В. А. Китаевым и Дальнее в 1955 году В. И. Ковытиным и др.

За прошедшие сорок лет на территории Магаданской области были выявлены сравнительно крупные угленосные площади (Охотская, Анадырская, Омсукчанская и Аркагалинская), разведаны и переданы в промышленное освоение более десятка месторождений энергетических углей. Значительный вклад в изучение геологии месторождений ископаемых углей области внесли многие геологи бывшего Дальстроя, Главсевморпути, Северо-Восточного территориального геологического управления и треста «Северовостокуголь».

По оценке 1967 года общие геологические запасы углей по Магаданской области определены в 104 миллиарда тонн, что превышает оценку доре-

волюционных запасов на территории России (без Донбасса) в десятки раз.

В успешном развитии ведущих отраслей народного хозяйства Северо-Востока немаловажное значение имело наличие местных углей. Бурная индустриализация края, начавшаяся в конце 30-х — начале 40-х годов, требовала более надежной топливно-энергетической базы, которую могли обеспечить только местные ископаемые угли. С этого периода начинается перестройка топливного баланса области. Планомерное геологическое изучение территории, открытие угольных месторождений и вовлечение их в короткие сроки в эксплуатацию способствовали бурному росту угледобычи, а соответственно и резкому повышению удельного веса местных углей среди остальных видов топлива.

Эксплуатация Аркагалинского месторождения, по праву названного «черной жемчужиной Колымы», началась в 1938 году, бухты Угольной — в 1941 году, Галимовского — в 1942 году. Кроме того, в отдельные периоды эксплуатировались и другие месторождения. В 1966 году начата небольшая добыча угля на Эльденырском месторождении вблизи прииска «Отрожного», в 1972 году — на месторождении Марковском в районе одноименного поселка.

По возрасту все месторождения угля на территории области относятся главным образом к меловому и палеогеновому и частично неогеновому периодам. Угли представлены как бурыми землистыми разностями (Ланковское, Мелководнинское и Эльгенское месторождения), так и более зрелыми бурыми полублестящими углями (Анадырское, Эль-

денырское и другие месторождения). Меловые угли — типично каменные, полублестящие, от длиннопламенных (аркагалинские) и газовых (бухты Угольной) до тощих и антрацитов (галимовские). Качество углей довольно высокое. Так, например, угли Нижне-Аркагалинского месторождения, разрабатываемого шахтами, имеют влажность не более 20 процентов, зольность в среднем 10 процентов, теплоту сгорания на рабочее топливо 5—6 тысяч *ккал/кг*, выход летучих веществ 45 процентов, содержание серы 0,3 процента. Угли Верхне-Аркагалинского месторождения, разрабатываемые Тал-Юряхским разрезом, при таком же содержании влаги, серы и несколько более повышенном выходе летучих веществ (48 процентов) и зольности (до 15 процентов) имеют теплоту сгорания до 5—5,5 тысячи *ккал/кг*. Эти угли являются высокоэффективным топливом для тепловых электростанций и бытового потребления. Большая мощность пласта угля (до 25 метров) и сравнительно неглубокое залегание делают его особым среди других колымских месторождений и позволяют в ближайшие годы увеличить производительность действующего разреза до 1 миллиона тонн топлива в год.

Основным потребителем аркагалинских углей в весьма значительном количестве является самая крупная в области Аркагалинская тепловая электростанция. Но большое количество аркагалинских углей потребляют для отопления также многочисленные населенные пункты и предприятия центральных районов Магаданской области, а также Оймяконского района Якутской АССР. В ноябре 1968 года после реконструкции сдана в эксплуата-

цию крупнейшая в области шахта № 10 «Кадычанская» производственной мощностью 700 тысяч тонн угля в год. В январе 1974 года завершено строительство шахты «Кедровской» мощностью 450 тысяч тонн угля в год.

Аркагалинские шахты представляют собой высокомеханизированные горные предприятия. На шахтах применена камерно-столбовая, безлюдная, система обработки пластов угля; внедрена сплошная конвейеризация выдачи угля непосредственно от забоя до погрузочных бункеров, созданы безопасные условия труда для горняков. По уровню достигнутой производительности труда шахты относятся к передовым предприятиям страны. Рядом с шахтами построен поселок городского типа с многоэтажными жилыми домами и комплексом культурно-бытовых и лечебных учреждений, обеспечивающих нужды шахтеров «колымской кочегарки». В полудикой «нехоженой» тайге, куда до тридцатых годов нечасто навевывались даже абригены края — якуты, теперь ни днем, ни ночью, даже в суровую северную зиму не приостанавливаются горные работы, а по трассам идет поток мощных автосамосвалов и автопоездов, доставляющих аркагалинский уголь во все уголки Колымы.

Беринговские угли характеризуются более высокой степенью углефикации по сравнению с аркагалинскими и несколько лучшим качеством, хотя по геологическому возрасту они моложе. Так, зольность их в среднем равна 15 процентам, теплота сгорания 6—6,5 тысячи *ккал/кг*, выход летучих 40 процентов, содержание серы в среднем 2 процента. Достоинством этих углей является их спека-

емость, благодаря чему даже мелкие классы этих углей успешно сжигаются в бытовых и промышленных топках. Ожила веками дремавшая чукотская заболоченная тундра на берегу бухты Угольной. Здесь, недалеко от морского берега, красуются благоустроенные поселки и терриконы шахт. Ввиду возрастающего спроса на беринговские угли в ближайшие годы добыча угля на месторождении увеличится примерно в три раза. Беринговскими углями обеспечиваются Эвекинотская тепловая электростанция и почти все населенные пункты Чукотки. Добыча угля на месторождении осуществляется одной шахтой. Здесь в последние годы осуществлена суточная нагрузка на одну механизированную лаву в количестве 1 160 тонн угля. По достигнутой стабилизировавшейся производительности из одной лавы шахта «Беринговская» относится к передовым предприятиям Министерства угольной промышленности СССР.

Анадырские угли имеют зольность, колеблющуюся по различным пластам от 10 до 30 процентов. В настоящее время на месторождении разрабатывается пласт угля с зольностью до 15 процентов и теплотой сгорания 4,5—5 тысяч *ккал/кг*. «География» использования анадырских углей велика и замыкается пределами района. Однако в ближайшем будущем, после постройки Анадырской тепловой электростанции, их потребление значительно расширится. Кроме того, анадырские угли должны найти применение на Эвекинотской электростанции.

В ближайшие годы намечается вовлечение в эксплуатацию Ланковского бурогоугольного место-

рождения, расположенного в 70 километрах от Магадана. Ланковские угли, из-за высокой влажности (до 50%) даже при их низкой зольности (10%), имеют в естественном виде теплоту сгорания только около 3 тысяч ккал/кг. Поэтому для улучшения качества и потребительской ценности этих углей намечено производить их подсушку и брикетирование, что позволит значительно повысить их теплоту сгорания. Освоение этого месторождения даст значительный экономический эффект. Кроме того, снабжение г. Магадана и его окрестностей местным ланковским углем позволит освободить значительный тоннаж дефицитного морского флота, ежегодно доставляющего в порт Нагаево в основном сахалинский уголь.

На живописном берегу реки Ланковой через несколько лет будет построен благоустроенный поселок.

Угледобыча в области развивается очень высокими темпами. Так, если с 1938 по 1967 год добыча угля по СССР возросла с 133,3 миллиона тонн до 587,5 миллиона тонн, то есть в 4,4 раза, то в Магаданской области за этот же период она увеличилась с 28 тысяч тонн до 1 525 тысяч тонн, то есть в 54,4 раза. В последние годы добыча угля неуклонно растет. В 1973 году она составила 2 386 тысяч тонн. В соответствии с дальнейшим развитием народного хозяйства области и в первую очередь горнодобывающей промышленности возникает весьма серьезная проблема дефицита электроэнергии, которую существующие электростанции покрыть не могут. Поэтому принято решение в ближайшие годы увеличить их мощность примерно в два раза.

Это потребует значительного роста местной угледобычи.

Запасы разнообразных по качеству ископаемых углей могут полностью обеспечить потребности области и позволят прекратить его завоз из других районов страны.

Объем добычи угля в Магаданской области в масштабах общесоюзной добычи невелик, всего около 0,3 процента, но экономический эффект от использования местных углей весьма существенный. За прошедшие тридцать лет из шахт и карьеров области добыто около 30 миллионов тонн угля, что по скромным подсчетам позволило сэкономить не менее 1,5 миллиарда рублей государственных средств, которые пришлось бы затратить на завоз такого же количества топлива из-за пределов области.

Несомненно, что ископаемые угли нашего обширного края будут использоваться в будущем более широко и с еще большей пользой для дальнейшего развития его производительных сил.

Человечество знакомо с нефтью с незапамятных времен. Археологи и историки утверждают, что пароды Малой Азии, Египта и Китая пользовались нефтью в 4—5-м тысячелетиях до нашей эры. Ее применяли в лечебных целях, для освещения, смазки механизмов, как зажигательное средство на войне и строительный материал. Во многих районах мира выходы на земную поверхность нефти и газа считались священными и были местами малочисленности огнепоклонников.

Долгое время нефть добывалась при помощи колодезь глубиной до 60 метров. Однако такой метод разработки был слишком непроизводителен. К тому же скопления нефти так близко от поверхности земли редки. Между тем потребности в нефти и нефтепродуктах возрастали и заставляли изобретать все новые и новые методы ее поисков и добычи.

Первые нефтяные скважины были пробурены в 1848 году в районе Баку инженером А. Ф. Семевым, а затем в 1859 году в Пенсильвании майором Дрейном. Этим событием началась новая эра в нефтяной геологии. Поиски, разведка и разработка нефтяных месторождений в настоящее время ведутся только посредством буровых скважин.

Сейчас в мире добывается более полутора миллиардов тонн нефти в год. Нефтедобыча стала основной отраслью промышленности многих стран мира. Советский Союз по добыче нефти занимает второе место в мире после США. Но по темпам развития наша нефтяная промышленность значительно опережает американскую.

Из нефти получают свыше 2 000 различных видов нефтепродуктов. Наиболее важная и обширная область применения нефти — производство топлива для двигателей внутреннего сгорания. Химическая промышленность вырабатывает из нефти синтетическое волокно, пластмассы, каучук, спирты, органические кислоты, растворители, удобрения, дезинфицирующие средства, взрывчатые вещества, лекарства. Асфальты и дорожные битумы — также производные нефти. Природный газ широко используется как химическое сырье, энергетическое топливо, а также применяется для бытовых нужд. Нефть и газ во много раз дешевле да и удобнее, чем каменный уголь, сланцы и древесина.

Что же такое нефть и природный газ, чем определяются столь ценные их качества?

Нефть представляет собой маслянистую жидкость, обычно темно-коричневого цвета с зеленоватым или бурым оттенком. Реже встречается светлееокрашенная: светло-коричневая, красноватая и даже бесцветная. Легкие — обычно более светлые — нефти имеют удельный вес 0,75—0,92 г/см³. Удельный вес тяжелых нефтей 0,94—1,0 г/см³. Теплотворная способность нефти 10 300—10 800 калорий. Нефти различных месторождений различаются по составу, физическим свойствам, условиям залегания.

Химики видят в нефти смесь главным образом различных углеводородов: метанового, нафтенового и ароматического рядов. Элементарный состав нефти представлен в основном углеродом (84—87 процентов) и водородом (12—14 процентов). Кроме того, присутствует сера, азот и кислород (1—3 процента).

Природный углеводородный газ не имеет цвета и запаха. Он горит голубоватым пламенем с желтой «коронаой», удельный вес его 0,55—0,65 г/см³ (удельный вес воздуха 1), теплотворная способность 8 000—8 500 калорий.

Вопрос о происхождении нефти и газа до сих пор не решен, хотя уже более 200 лет он привлекает внимание ученых. В настоящее время более признанной является теория происхождения нефти из остатков животных и растений,— так называемая «органическая» теория, основоположником которой был М. В. Ломоносов. В то же время многие геологи придерживаются другой принципиально отличной теории, именуемой «неорганической», согласно которой происхождение нефти связано с магмой. Основы неорганической теории в конце прошлого века разработал Д. И. Менделеев.

Нефть и газ распространены на Земле довольно широко. Около 24 процентов суши относится к разряду перспективных на нефть, а в нашей стране — более половины территории.

Вместилищами нефти и газа в недрах являются пористые породы — коллекторы. Как правило, это песчаники или известняки. Нефть в природе неразрывно связана с природным газом и подземными водами: вместе с ними она заполняет мельчайшие поры, каверны и трещины в горных породах, образуя месторождения. Нефть и газ, как наиболее легкие компоненты системы углеводороды — воды — горная порода, под влиянием гравитационных сил устремляются к поверхности Земли, что в конце концов приводит к разрушению залежей. Чтобы залежь нефти сохранилась, слой непроница-

емых горных пород, называемых в геологии покрывками, должен преграждать ей путь к поверхности. Роль покрывок обычно выполняют глины. Наиболее благоприятны для формирования залежей толщи из чередующихся слоев глин и пористых горных пород, особенно когда под влиянием тектонических процессов эти слои смяты в пологие складки.

Нефть и газ залегают на самых разных глубинах, от нескольких десятков метров до 3—4 километров, а возможно, и более. Сейчас в Советском Союзе большая часть месторождений разрабатывается на глубинах 1—2 километра. Довольно часто в пределах одной площади располагается несколько залежей, находящихся на различных горизонтах друг под другом.

Поскольку месторождения нефти и газа залегают на большой глубине и, естественно, не доступны для непосредственного наблюдения, поиски и разведка их могут быть успешными лишь при условии применения геофизических методов и глубокого бурения, а также большого объема научно-исследовательских работ. Но в этом случае освоение новых нефтяных районов затягивается на 10—15 лет.

Несмотря на широкое распространение нефти на земном шаре, основная добыча ее концентрируется лишь в нескольких районах. Важнейшие из них — СССР, страны арабского Востока, США, Венесуэла, Индонезия.

В истории поисков нефтяных месторождений, особенно во вновь осваиваемых районах, почти неизвестны случаи, когда бы нефтяная залежь была

вскрыта первой скважиной, даже тогда, когда бурение производилось в непосредственной близости от естественных выходов нефти на поверхность. Нередки случаи, когда после первой удачной скважины многие следующие за ней оказывались пустыми. И лишь настойчивые, научно обоснованные поиски приводят к открытию месторождений.

Поиски и разведка нефти и газа являются чрезвычайно сложной работой. Достаточно сказать, что бурение одного метра глубокой нефтеносковой скважины в условиях Северо-Востока стоит в среднем от 500 до 1000 рублей. Стоимость геофизических работ приблизительно такая же, но все эти расходы, включая затраты на строительство нефтеносных газопроводов, а также нефтеперегонных заводов, окунаются в первые же годы эксплуатации открытых месторождений. Ведь перевозка нефтепродуктов из Западной Сибири на Колыму увеличивает их стоимость почти в десять раз.

В начале XX века главным и практически единственным поставщиком нефти в России были Бакинский и Грозненский районы. И давали они всего 11,5 миллиона тонн нефти в год*.

После Великого Октября нефтяная промышленность в нашей стране развивалась чрезвычайно высокими темпами. Планомерно велась разведка на новых территориях: в Волго-Уральской области, Западной Сибири, Казахстане, на Камчатке, в Якутии. Центр нефтедобывающей промышленности переместился в районы Волго-Уральской нефтегазоносной провинции.

* 11,5 миллиона тонн нефти в год — максимальный уровень добычи, достигнутый в царской России в 1913 году.

В последние годы нефтеносные работы проводятся и в Магаданской области.

Установлено, что на Северо-Востоке СССР имеется целый ряд районов, перспективных на нефть и газ. В пользу этого убедительно свидетельствуют многочисленные прямые и косвенные признаки, такие, как выходы на поверхность газа, включения капельно-жидкой нефти и битумов в горных породах, минеральные, термальные и сероводородные источники, характерный состав подземных вод. Этот вывод подтверждает сходство наших бассейнов с бассейнами Аляски и других районов земного шара, где добыча нефти и газа уже ведется.

Так, на Аляске, в районе залива Кука, близком по строению к Пенжинскому бассейну, открыто более 20 месторождений нефти и газа. В районе Якатага, сходном с Хатырской впадиной, нефтяное месторождение эксплуатировалось уже в 1902 году. Совсем недавно открыты богатейшие месторождения на северном побережье Аляски, сходном по геологическому строению с островом Врангеля. Список аналогий можно продолжить и для остальных бассейнов нашей области.

Наиболее интересным объектом поисков нефти на Крайнем Северо-Востоке является в настоящее время Анадырский бассейн. Он занимает территорию около 50 тысяч квадратных километров в нижнем течении рек Анадырь, Великая и Канчалан.

Кроме того, бассейн широко открывается в сторону акватории Анадырского залива. Поскольку уровень современной техники позволяет вести поиски и разработку нефтяных месторождений, расположенных в прибрежной части моря до глу-

бины 100—150 метров, площадь Анадырского нефтеносного бассейна может быть в будущем расширена еще на 80 тысяч квадратных километров за счет акватории.

Поиски нефти и газа на территории Анадырского бассейна начаты в 1960 году. Были проведены аэромагнитные, гравиметрические, сейсмические работы и научные исследования, что позволило выяснить глубинное строение бассейна и наметить точки заложения буровых скважин.

При бурении первой же скважины, расположенной в низовьях реки Великой, удалось получить приток природного газа с глубины около 1000 метров. Газ был получен и в последующих скважинах. А первая глубокая скважина, пройденная в сводовой части Озерненского поднятия, позволила установить здесь три довольно мощных пласта, вероятно, содержащих залежи.

Это значит, что на данной площади мы, возможно, будем иметь так называемую многопластовую залежь.

Однако само по себе бурение одной, даже самой глубокой скважины не решает вопроса о нефтегазонасности территории, строении месторождения и его запасах. Всякие буровые работы сопровождаются целым комплексом методов, позволяющих обнаружить и испытать нефть- или газоносные пласты, определить их мощность и потенциальные возможности. Специальные приборы измеряют электропроводность, проницаемость, плотность, магнитность, упругость и радиоактивность горных пород, определяют температуру в скважине на различных глубинах, фиксируют поступление

в скважину флюидов из пластов или, наоборот, проникновение в пласты бурового раствора из скважины. Нередко после вскрытия нефтеносного пласта нефть, находящаяся в пластах под давлением в десятки атмосфер, начинает поступать в скважину и вырывается на поверхность в виде фонтана. Однако разведчики бдительно следят, чтобы такого самопроизвольного излияния не было, поскольку в этом случае достаточно малейшей неосторожности, чтобы произошла катастрофа. Известны случаи, когда возникший в такой ситуации пожар продолжался несколько месяцев, а то и годы. При этом гибло ценнейшее оборудование, а иногда и люди. Поэтому, обнаружив появление в скважине нефти или газа, буровики сразу же «загоняют» их обратно в пласт-коллектор и, только оборудовав устье скважины специальными устройствами, открывают нефти и газу доступ на поверхность земли.

В большинстве же случаев нефть и газ, содержащиеся в пласте, не могут преодолеть давление бурового раствора в скважине. Тогда геологи применяют специальные приборы — «испытатели пластов», при помощи которых получают необходимые пробы.

От качества испытаний во многом зависит судьба месторождения. Иногда неудачно испытанная и законсервированная скважина через несколько месяцев неожиданно начинает давать нефть или газ.

По результатам, полученным при проходке первой скважины, с учетом данных геофизических исследований закладываются следующие поиско-

вые и разведочные скважины, количество и схема расположения которых зависят от размеров и типа залежи. И только после изучения данных всего комплекса нефтепоискового бурения разведчики определяют запасы месторождения и передают его в эксплуатацию. В настоящее время первая глубокая скважина в Анадырском бассейне находится в стадии испытания.

Специалисты считают, что наиболее перспективными в Анадырской впадине являются отложения третичного и поздне мелового возраста (10—100 миллионов лет). Вместе с тем не исключено, что в процессе дальнейшей разведки будет установлена нефтегазоносность и более древних отложений. Однако, еще и не разведав месторождения, геологи могут дать прогнозную оценку запасов нефти. Так, для континентальной части Анадырского бассейна эти прогнозные запасы определяются в несколько миллионов тонн.

Второй очень перспективный бассейн находится к югу от Анадыря. Это небольшая по размерам Хатырская впадина, вытянутая вдоль побережья Берингова моря от устья р. Пикасьваам до мыса Наварина на 250 км. Характерным является то, что здесь известны многочисленные прямые признаки нефтегазоносности, наблюдаемые на поверхности. Среди них — несколько десятков источников природного и сероводородного газа, обнажения так называемых закированных горных пород — пористых песчаников, пропитанных твердым и полужидким битумом — продуктом разрушения нефти в поверхностных условиях, а также пород, издающих резкий керосиновый или сероводородный запах.

особенно после удара по ним молотком. Очень показательны и состав подземных вод. Все эти признаки указывают на наличие в недрах Хатырской впадины залежей нефти и газа. Среди кайнозойских и отчасти меловых отложений, участвующих в геологическом строении этого района, известны многочисленные слои с хорошими коллекторскими свойствами, а также пачки глинистых пород, способных быть хорошими покрышками, а главное, нефтематеринскими породами. Хатырский бассейн, так же, как и Анадырский, широко открывается в сторону моря, что значительно увеличивает его перспективы. Однако небольшие размеры впадины не позволяют геологам надеяться на открытие здесь очень крупных месторождений.

На данный момент проведено изучение общего геологического строения Хатырского бассейна, намечены наиболее перспективные площади, определены участки размещения и объемы геофизических и буровых работ.

Вдоль побережья Охотского моря, от Гижиги до Охотска, расположено несколько структур, объединяемых под названием Ямо-Тауйская система впадин. Эти впадины невелики по размерам. Незначительна и мощность их третичных отложений. Кроме того, эти отложения не подвергались воздействию температуры и давления в той мере, которая необходима для образования нефти и формирования залежей ее. Наиболее вероятно ожидать здесь небольшие по размеру месторождения природного газа. Однако непосредственная близость от этих впадин городов Магадана и Охотска, а также целого ряда поселков выделяет эти бассейны как

наиболее благоприятные по экономическим соображениям.

Безусловно, большое значение имело бы открытие нефти и газа на территории Чаунского района, где в последние годы все нарастающими темпами развивается горнорудная промышленность. В связи с этим геологи-нефтяники начинают здесь изучение Раучуанского прогиба, расположенного в низовьях рек Чаун и Раучуа, о перспективах нефтегазосности которого известно в настоящее время еще совсем немного. Анализ геологической обстановки этой территории позволяет предполагать, что наиболее вероятно скопление нефти и газа здесь следует предполагать в мезозойских и, возможно, палеозойских отложениях (возраст более 70 миллионов лет). Этот вывод подтверждается находками твердых битумов — производных нефти — в районе мыса Кибера и Энмакай.

В Раучуанском бассейне намечено провести комплекс геохимических, структурных, гидрогеологических и других специализированных работ, которые позволят выяснить его перспективы и наметить план геофизических и буровых нефтепоисковых работ.

Еще в тридцатые годы геологами были установлены признаки нефтегазосности территории, расположенной в бассейне рек Момы, Ясачной, Ожгиной. Поскольку большей своей частью этот бассейн расположен в пределах Якутской АССР, то магаданские геологи ведут работы лишь в самой восточной его части. Кроме того, долгие годы проблема нефтегазосности Момо-Зырянского бассейна не поднималась, и лишь в последнее время

здесь собран очень интересный материал, позволяющий рассматривать этот район как весьма перспективный. В обнажениях по реке Ясачной обнаружены капельно-жидкие битумы. Известны находки твердых битумов. Очень широкое распространение имеют битуминозные известняки. Здесь основные перспективы связаны с наиболее древними, палеозойскими и отчасти мезозойскими породами (древнее 130 миллионов лет).

Кроме описанных районов Магаданской области, где уже проводятся или только разворачиваются нефтепоисковые работы, на Северо-Востоке СССР имеется еще ряд территорий, которые по своему геологическому строению могут рассматриваться как возможные нефтегазосные бассейны. Это Олойский прогиб, расположенный в нижнем течении рек Большой и Малый Аной. Ванкаремский прогиб, вытянутый вдоль северного побережья Восточной Чукотки, Северный и Южный бассейны острова Врангеля, Улаганская, Верхнекедонская и Моломжинская впадины, расположенные в среднем течении реки Омолон. Как показала прогнозная оценка, суммарные запасы углеводородов, содержащихся в недрах всех бассейнов Магаданской области, в пересчете на нефть достигают свыше миллиарда тонн. Это значит, что в случае освоения этих запасов промышленность области может быть на долгие годы обеспечена энергетическими, химическими и другими видами сырья, получаемыми из нефти. В связи с этим перед нашими геологами стоит очень важная народнохозяйственная задача — в кратчайший срок изучить и разведать нефтегазосные районы.

Наверное, каждый слышал беззаботную песенку о том, что «три четверти планеты — моря и океаны, а остальное — острова». В песне, правда, не говорится, что и суша также пронизывается водой. Различными путями попав в толщу земной коры, вода, подчиняясь физическим законам, по порам и трещинам в породах медленно течет от областей с большими напорами туда, где это давление поменьше.

В этом вечном движении, совершающемся в толще земной коры до глубины, как полагал академик В. И. Вернадский, около 20 километров, участвует $3,5 \times 10^{20}$ кубических сантиметров воды. Это значит, что если собрать всю подземную воду, то мы получим озеро длиной 1 000 километров, шириною 350 километров и глубиною в 1 километр.

Велико значение воды в жизни всей планеты в целом и в жизни человека в особенности! Где вода, там и жизнь. История дает нам множество примеров гибели целых городов и даже цивилизаций после исчезновения источников животворной воды. «Жизнь, — говорит Р. Дюбуа, — есть одухотворенная вода!» И в самом деле вода нам нужна не только для питья и различных хозяйственных нужд, но и для изготовления самой разнообразной продукции.

Потребление воды с развитием науки и техники все больше возрастает. Если сейчас в нашей стране средняя норма водопотребления достигает 200 литров в сутки на человека, то через несколько лет эта цифра возрастет в несколько раз. В еще большем количестве будет нужна вода нам, жите-

лям Севера, потому что нельзя построить прекрасные, теплые, зеленые города и поселки, не увеличив расход воды.

Из всех видов природных вод для хозяйственных нужд наибольшую ценность представляют подземные воды. Они в меньшей степени подвергаются загрязнению, имеют постоянную температуру, стабильный химический состав. Было время, когда считалось, что в наших местах — в краю вечной мерзлоты — нет подземных вод. Существовало мнение, что сплошной покров вечномерзлых пород надежно изолирует земные недра, поверхностные воды не проникают в глубь Земли, поэтому породы ниже мерзлой толщи или сухие, или содержат мало воды. В связи с этим водоснабжение первых промышленных предприятий и жилых поселков на Крайнем Северо-Востоке осуществлялось исключительно за счет поверхностных вод. Но в условиях длительной зимы большая часть рек и озер перемерзает до дна, и предприятия оказывались без воды. Единственным возможным выходом из этого положения казалось тогда лишь строительство больших водоемов.

Однако в последние 30—40 лет трудами многих геологов было доказано существование подземных вод и под толщей мерзлых пород. Стали говорить о надмерзлотных и подмерзлотных водах, причем эти воды тесно взаимосвязаны через разрывы в мерзлоте, так называемые сквозные талики. Как показали специальные расчеты, выполненные гидрогеологами СВГГУ, общие запасы пресных подземных вод почти в 50 раз превышают современное водопотребление. В то же время хозяйственное ис-

пользование этих вод затруднено тем, что запасы их распространены по территории Магаданской области очень неравномерно. Дело в том, что водоносными могут быть талые породы, содержащие пустоты (трещины и поры). Такими породами, или, как их еще называют, коллекторами, являются рыхлые пески, галечники, слабоуплотненные песчаники. Возраст их, как правило, не превышает 10—20 миллионов лет. Водообильны также и застывшие продукты вулканических извержений возрастом до 10 миллионов лет, содержащие пористые лавы и рыхлые туфы.

Но большую часть площади нашей области занимают монолитные уплотненные породы, вода в которых содержится только в трещинах выветривания или в зонах разломов. Если еще учесть, что трещины выветривания чаще всего проморожены, то станет ясным, насколько трудно найти на глубине 100—200 и более метров скопления пресных вод в нужных количествах. Для этого приходится применять комплексы различных методов, включая не только бурение скважин, но и электроразведочные методы и детальное изучение геологического строения района и т. д.

Но не везде можно использовать подмерзлотные воды. В отдельных местах эти воды или залегают на очень большой глубине и понски их связаны с большими затратами, или имеют малые запасы, или высоко минерализованы. В таких случаях для водоснабжения используют надмерзлотные источники, насыщающие трещиноватые и рыхлые породы, оттаивающие в летний период. Глубина оттаивания часто не превышает 1—2 метров, поэто-

му на большей части нашей территории надмерзлотные водоносные горизонты зимой перемерзают. Вода в жидком состоянии сохраняется только в талых породах, мощность которых 3—4 и более метра. Такие водоносные талики могут быть встречены в долинах рек и ручьев, под днищами озер, в конусах выноса и т. д. Для наилучшего захвата надмерзлотных вод применяют шахтные и буровые колодцы, водосборные галереи, системы колодцев и галерей. Выбор типа водозахватывающих сооружений (каптажа) зависит от формы и размеров водоносного талика, глубины сезонного промерзания, водопроницаемости пород, запасов надмерзлотных вод и требуемого количества воды. При выборе места заложения колодца или галереи принимается во внимание и санитарное состояние окружающих участков. Нужно всегда помнить, что подземные воды могут загрязняться. Наименее защищены от поверхностного загрязнения надмерзлотные воды. Причина — неглубокое залегание подземных вод, высокая водопроницаемость пород, непосредственная связь водоносного горизонта с поверхностными водами. Источником загрязнения могут быть мусорные свалки на территории или вблизи населенных пунктов, сточные воды промышленных предприятий, золотоизвлекающих установок. Вблизи морских побережий воды могут стать непригодными для питья из-за подтока морских вод. Найти скопления подземных вод, установить возможные причины загрязнения, определить состав и производительность водоносного горизонта, дать рекомендации по методу капитирования подземных вод — задача гидрогеологов. Мно-

го сил и знаний вложили в благородное и малозаметное дело — поиски и разведку подземных вод в условиях вечной мерзлоты — гидрогеологи Северо-Востока, первыми среди которых были П. В. Губкин, П. А. Сопин, А. Г. Гуцин, С. А. Нестеров, П. Г. Суриков. Методы кастажки подземных вод для наших, северных, условий и пути увеличения их запасов успешно разрабатывались магаданскими учеными — В. Г. Гольдтманом, А. И. Калабиным и некоторыми другими.

В своем движении по порам и трещинам в породах вода соприкасается с самыми разнообразными минеральными соединениями. Растворяя эти соединения, вода обогащается солями, становится минеральной. Увеличение солей в воде происходит также при подтоке морских вод и при отжатии воды из глин в результате их уплотнения под действием тяжести вышележащих слоев. Минерализация подземных вод может увеличиваться за счет растворения химических веществ, поступающих из магмы. Пути формирования химического состава подземных вод названными процессами не ограничиваются, они очень разнообразны и сложны и до сих пор еще не выяснены окончательно. В зависимости от интенсивности физико-химических процессов и их длительности формируются подземные воды с минерализацией до 650 граммов солей на один литр воды.

Соли, растворимые в воде, вместе с воднорастворимыми органическими соединениями придают воде лечебные свойства. По общему количеству растворенных солей подземные лечебные воды различаются так:

воды малой (2—5 г/л) минерализации; используются как столовые питьевые воды;

воды средней минерализации (5—15 г/л), их пьют как лечебные;

воды высокой (15—35 г/л) минерализации; «купальные» с раздражающими кожу свойствами;

воды рассольные, с минерализацией 35—100 г/л, в бальнеологическом отношении — «купальные».

В педрах Магаданской области выявлены подземные воды самой различной минерализации. Среди населения наиболее известны источники горячих вод. Большею частью эти воды мало минерализованы и их бальнеологическая активность обусловлена отдельными растворенными компонентами. Например, терапевтические свойства тальской воды зависят главным образом от наличия в воде соединений кремнезема, содержание которых достигает 150 мг/л. Специфические лечебные свойства придают этой воде также растворенные тяжелые и редкие металлы — литий, стронций, железо, германий, галлий, теллури и т. д.

Известны в нашей области и Мотыклейские минеральные источники. Мотыклейская вода представляет большую бальнеологическую ценность благодаря растворенному в ней хлористому кальцию.

Несколько горячих источников дают воду с высокой минерализацией. На Охотском побережье имеется только один такой источник — Таватумский — с минерализацией 15,2 г/л. На Чукотском полуострове три источника с минерализацией от 15 до 35 г/л (Кивакский, Чапдинский, Пешканский).

Менее известны широкому кругу населения проявления холодных минеральных вод. Уникальный источник подземной воды, в составе которого обнаружены серебро и следы золота, а также большое количество кремнезема, выявлен на побережье Берингова моря, в 70 километрах восточнее поселка Майно-Пыльгино. Здесь же найдены подземные источники с сероводородом до 40 мг/л, в то время как по международным нормам к сероводородным относятся воды, содержащие более 10 мг/л сероводорода.

При бурении скважин в районе г. Анадырь были вскрыты подмерзлотные горизонты с рассольными водами. Происхождение таких вод имеет большой научный интерес. Как правило, они залегают на глубинах более 1000 метров и там, где среди слоев пород есть пласты каменной соли. А здесь рассолы находятся на глубине до 150 метров в несоленосных породах. Мало того, во многих пунктах морского побережья Чукотки установленные рассолы в магматических образованиях и тоже на глубинах 100—150 метров. Сейчас установлено, что формирование таких вод произошло в результате вымерзания морской воды, просочившейся в породы в древние (около 50 тысяч лет назад) времена, когда прибрежные районы погружались ниже уровня моря.

Известно, что чем более минерализована вода, тем ниже температура ее замерзания. При выделении льда соли остаются в жидком растворе. Этот раствор начнет замерзать, если понизить температуру. Поэтому каждой отрицательной температуре соответствует определенное содержание

солей в воде. Например, если постепенно понизить температуру морской воды до -6°C , то остаточная жидкость будет содержать примерно 100 граммов солей в литре. Сейчас же такие воды имеют температуру, близкую к 0°C , то есть со времени их образования климат стал значительно теплее.

Но при вымерзании воды происходило не только увеличение их минерализации, но и менялся их химический состав, и они приобрели лечебные свойства за счет накопления биологически активных компонентов — хлористого кальция, йода, брома и т. д.

Общие запасы лечебных вод в Магаданской области велики. Только известные горячие источники дают в секунду около 200 литров целебной воды. При полном их использовании эту цифру можно увеличить во много раз. Уже в настоящее время возможна эксплуатация источников, расположенных неподалеку от населенных пунктов, таких, как Северо-Эвенские, Мотыклейские, Кукунские, Чаплинские.

Говоря об использовании источников горячих минеральных вод, нужно иметь в виду, что эти воды применимы и для теплофикации. То, что минеральные воды часто имеют высокую температуру, — довольно широко распространенное явление. Это объясняется тем, что процессы формирования химического состава подземных вод подчас не отделимы от процессов увеличения температуры. Источниками тепла (так же, как и растворимых солей) являются или сами водоносные горные породы, или очаги расплавленных пород (магма). Существование горячих (термальных) вод на Кам-

чатке, в Исландии, Новой Зеландии и во многих других вулканических областях объясняется наличием здесь на небольшой глубине неостывшей магмы. Не исключена связь с магмой и некоторых термальных источников Северо-Востока СССР, например, вероятны термальные воды в верховьях Малого Анюя в районе потухшего Анюйского вулкана.

Наиболее важный источник тепла — сами земные недра. Известно, что при углублении в земную кору в среднем на каждые 33 метра температура пород увеличивается на 1°C. Соответственно и подземные воды будут нагреваться. На глубине примерно 3 километров подземные воды имеют температуру около 100°C. Увеличение температуры подземных вод с глубиной закономерно и прослеживается во всех точках земли — в Сахаре, во Франции, в Западной Сибири, в Анадырской тундре и т. д. Нефтяники, пробуравив скважины до глубины 5—7 километров, вскрывают не только залежки нефти и газа. Они прокладывают дороги к подземным морям горячей воды, которую можно использовать для отопления городов, поселков, промышленных и сельскохозяйственных предприятий. В Советском Союзе горячие воды уже применяются для теплофикации Ташкента, Грозного, Тбилиси, Баку. За рубежом горячие воды наиболее активно используют для отопления в Исландии. Вблизи столицы Рейкьявика пробурено около 100 скважин, суммарный дебит воды (с температурой 87°C) которых около 400 литров в секунду. Они отапливают 3 600 зданий. Известно, что Исландия полностью обеспечивает себя овощами за счет развитого теп-

личного хозяйства, основанного на горячих подземных водах. В теплицах выращиваются также цветы и фрукты.

Воду с температурой 100°C и выше выгодно использовать для электрификации. Подсчитано, что электрическая энергия геотермических станций мощностью от 300 до 20 000 киловатт в 1,5—3 раза дешевле, чем гидростанции, и в 4,5—9 раз дешевле, чем тепловые. Источник воды с температурой 100°C и дебитом 50 л/сек может обеспечить работу геотермической электростанции мощностью 600 киловатт, а источник пара с температурой 150°C при таком же дебите — станции мощностью 18 000 киловатт. На Камчатке уже действует первая в стране геотермическая электростанция.

В нашей области имеются запасы термальных вод. Только одних поверхностных выходов горячих вод (с температурой 20—90°C и минерализацией 0,5—3,5 г/л) известно более 20. К сожалению, используется из них только один Тальский горячий источник, частично — Чаплинский и Таватумский. Это очень малая доля того, что дает нам природа. Ведь только источники Северо-Эвенского района — Таватумский, Найханский, Березовый, Широкий и Химм, — по подсчетам А. И. Калабина, дают природного тепла свыше 170 миллионов килокалорий в сутки, что равноценно 45 тоннам каменного угля.

Громадные запасы природного тепла сосредоточены в источниках восточной оконечности Чукотского полуострова. Например, Нешканский источник дает 5 литров воды в секунду с температурой 61°C. Большой практический интерес представляют Чаплинские источники. В естественных

выходах и при захвате воды с глубин 25--30 метров эти источники (с температурой 90°C и выше) могут обеспечить тепловой энергией крупное тепличное хозяйство и стать основой развития местной плодово-овощной базы.

Наша область богата и термальными водами, залегающими в проницаемых осадочных отложениях возможных нефтегазоносных бассейнов. Известно несколько таких бассейнов — Анадырский, Хатырский, Пенжинский, Раучуанский и другие. Здесь, на глубине около 2 километров, могут быть встречены горячие и перегретые воды, которые будут выгодны для теплофикации таких населенных пунктов, как Анадырь, Майно-Пыльгино, Хатырка, Певек и другие. Скважины для получения горячей воды из отложений, слатающих возможные нефтегазоносные бассейны, можно бурить вблизи потребителей.

Интересный путь использования термальных вод указал член-корреспондент АН СССР П. Ф. Швецов. Он рекомендовал организовать поиски теплых вод в районе потухшего Анюйского вулкана и применять эти воды для оттайки дражных полигонов. Экономическая эффективность предложенного метода очевидна.

Ведя рассказ о подземных водах, нельзя обойти молчанием и так называемые промышленные воды, то есть такие, в растворе которых содержатся элементы и их соединения (поваренная соль, бром, бор, литий, калий и другие) в концентрациях, представляющих промышленный интерес для их извлечения. Так, например, промышленными бромными водами являются воды с содержанием

брома 250 мг/л, промышленными йодными — с содержанием йода 18 мг/л. В Советском Союзе огромные запасы подземных вод с промышленными содержаниями брома и йода выявлены в Западной и Восточной Сибири, в Поволжье, в Ставропольском крае и других местах. В Магаданской области с этой точки зрения представляет интерес район г. Анадыря, где гидрогеологом М. И. Мельниковым установлены воды с содержанием брома до 730 мг/л. В центральной части Магаданской области имеются источники подземных вод с минерализацией до 77 г/л, в составе солей которых присутствуют литий и индий. Такие воды, без сомнений, требуют более тщательного изучения с точки зрения их промышленного освоения.

В кратком изложении невозможно полностью охватить все природные и искусственные процессы, нормальное течение которых немислимо без участия подземных вод. Именно поэтому известный геолог, бывший президент АН СССР академик А. И. Карпинский подчеркивал, что «вода — самое ценное полезное ископаемое». Наша область богата этим полезным ископаемым. У нас есть подземные воды самых различных типов. Но, как и каждое полезное ископаемое, вода требует к себе бережного отношения и полного комплексного изучения. Ведь до сих пор часто можно видеть, как пресная вода, поиски которой потребовали огромных усилий, расходуется без всякой экономии, а иногда просто льется из незакрытых крапов и неисправных водопроводов. Очень большой вред приносит сброс загрязненных вод промышленными установками.

Выше мы говорили, что поверхностные воды, проникая в земные недра, пополняют запасы подземных вод. Но в результате оседания пла из воды, сбрасываемой приисками, поры в породах на дне ручьев и речек забиваются и тем самым ухудшаются условия питания подземных вод. Их становится меньше. Уже есть факты, говорящие о том, что часть поселков в бассейне реки Колымы стала получать гораздо меньше подземных вод, чем это было 10—15 лет назад. Поэтому настало время принимать решительные меры по охране подземных вод. Успех этого благородного дела зависит во многом от нас самих.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На страницах этой книги вы познакомились с целым рядом чудесных металлов и минералов — дивным делом природы. Но эти бесценные богатства даются человеку, даже вооруженному современной техникой, не так просто, особенно в наших северных условиях. Поэтому если геологи Северо-Востока озабочены тем, чтобы открывать все новые и новые перспективные месторождения, то специалисты ряда отраслей заняты тем, чтобы создать новые станки и оборудование, облегчающие поиск и разведку полезных ископаемых, более производительные и лучше приспособленные к Северу при промышленной разработке горных объектов. Внести в общесоюзную копилку больше золота, олова, вольфрама, ртути и других ценных металлов — такова самая главная задача тружеников «золотого материка» — нашей орденной Магаданской области.

Существенный вклад в поиски месторождений полезных ископаемых могут внести все, кто интересуется нашим краем, богатствами его недр, и в первую очередь участники геологических походов, охотники, оленеводы.

И если изложенный выше материал в какой-то мере заинтересовал читателей и у них появилось желание направить свои усилия на поиски месторождений ценных руд, авторы будут считать, что задача, которую они перед собой ставили, выполнена.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I. ИСТОРИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО И ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ СЕВЕРО-ВОСТОКА СССР

- Бабкин П. В. Кто, когда, почему. Происхождение названий на карте ордена Ленина Магаданской области. Изд. 2-е, доп. Магадан, Кн. изд-во, 1968.
- Белов М. И. История открытия и освоения Северного морского пути. М., 1959.
- Билибин Ю. А. К истории колымских приисков. В кн.: Билибин Ю. А. Избранные труды, т. III. М., 1961.
- Вронский Б. И. По таежным тропам. Записки геолога. Магадан, Кн. изд-во, 1960.
- Галченко И. Геологи идут на Север. Записки поисковика-разведчика. Магадан, Кн. изд-во, 1957.
- Галченко И. Геологи продолжают путь. М., «Советская Россия», 1963.
- Зимкин А. У истоков Колымы. Записки геолога. Магадан, Кн. изд-во, 1963.
- Левченко С. В., Мозесон Д. Л. Золотая Колыма. Из истории открытия и освоения Северо-Востока СССР. М., 1953.
- Петров В. С. Драгоценные и цветные камни. М., 1963.
- Рохлин М. Там, где были яранги. Записки геолога. М., «Советская Россия», 1961.
- Рохлин М. Рассказы об олове. Магадан, Кн. изд-во, 1959.
- Обручев С. В. В неизведанные края. Путешествия на Север 1917 — 1930 гг. М., «Молодая гвардия», 1954.
- Обручев С. В. По горам и тундрам Чукотки. Экспедиция 1934 — 1935 гг. М., Географгиз, 1957.
- Устиев Е. К. У истоков золотой реки. (История одной экспедиции). М., «Мысль», 1972.

II. РТУТЬ

- Бабкин П. В. Ртутное оруденение Северо-Востока СССР. М., «Наука», 1969.
- Поярко В. Э. Хайдаркан (геология и рудоносность). М., Изд-во АН СССР, 1937.
- Титов В. А., Бабкин П. В. Где и как искать месторождения ртути. Магадан, Кн. изд-во, 1960.

Рекомендуемая литература

157

III. ВОЛЬФРАМ, ОЛОВО, ЗОЛОТО

- Казakov Б. Металлы рассказывают о себе. Магадан, Кн. изд-во, 1962.
- Лугов С. Ф. Где и как искать вольфрамовую руду. М., 1960.
- Фирсов Л. В. Рассказы о золоте. Магадан, Кн. изд-во, 1957.

IV. ОБЩАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Антропов П. Богатство недр нашей Родины. Госполитиздат, 1965.
- Банн Ч. Кристаллы, их роль в природе и науке. М., «Мир», 1970.
- Башилов П. Я. Редкие элементы и их использование. М., Изд-во АН СССР, 1930.
- Баян О. Разведчик недр. Детгиз, 1959.
- Берлинг Н. И. Цветные металлы, их настоящее и прошлое. Гостехиздат, 1930.
- Васильев М. Металлы и человек. Изд-во «Советская Россия», 1964.
- Влодавец В. Н. Вулканы Земли. М., «Наука», 1973.
- Гелузин Я. Е. Очерки диффузии в кристаллах. М., «Наука», 1970.
- Гейман Л. М., Сальцовский М. С. В долинах золотого песка. М., Изд-во АН СССР, 1973.
- Данилевский В. В. Русское золото. Металлургиздат, 1959.
- Заикин С. В. Извлечение серебра из отходов. Металлургиздат, 1940.
- Карбивничий Н. Н. Редкие и рассеянные элементы. Магадан, Кн. изд-во, 1960.
- Лукас А. Материалы и производство Древнего Египта. ИЛ., 1958.
- Лукашев К. И. Редкие металлы и их использование. Изд. АН БССР, 1956.
- Максимов М. М. Очерк о серебре. М., «Недра», 1970.
- Максимов М. М. Русскому золоту 250 лет. М., «Недра», 1971.

- Михалевский Ф. И. Золото в период мировых войн. М., 1945.
- Петров В. С. Драгоценные и цветные камни. Изд. Московского университета, 1963.
- Плаксин П. Н. Металлургия благородных металлов. Металлургиздат, 1958.
- Рудницкий А. А. Платиноиды (палладий, родий, иридий, рутений и осмий). Изд-во АН СССР, 1959.
- Серебряков Н. Г., Грачева М. А. Радиоактивные изотопы золота. Атомиздат, 1960.
- Смолин А. П. Самородки золота Урала. М., «Недра», 1970.
- Ферсман А. Е. Воспоминания о камне. М., «Наука», 1969.
- Федоров Е. Находка Ерофея Маркова. Детгиз, 1945.
- Фигье Л. Алхимия в XIX веке. СПб., 1867.
- Финкельштейн Д. Н. Природные и искусственные минералы. М., «Просвещение», 1966.
- Фролов В. А., Юдкевич Р. В. Металлы будущего. Изд-во «Советская Россия», 1960.
- Росс Г. В. Золото. М., Госнаучтехиздат, 1963.
- Чижиков Д. М. Металлургия тяжелых цветных металлов. Изд-во АН СССР, 1948.
- Шафрановский Н. И. А. Г. Вернер — знаменитый минералог и геолог. Л., «Наука», 1968.
- Шубников А. В., Парвов В. Ф. Зарождение и рост кристаллов. М., «Наука», 1969.

СОДЕРЖАНИЕ

ГЕОЛОГИ ИДУТ ПЕРВЫМИ	5
РОЖДЕНИЕ МИНЕРАЛОВ	18
ЗОЛОТО	29
СЕРЕБРО	46
ОЛОВО	63
РУТЬ	79
ВОЛЬФРАМ	88
РЕДКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ	98
КАМНИ И САМОЦВЕТЫ	108
УГОЛЬ	114
НЕФТЬ И ПРИРОДНЫЙ ГАЗ	130
САМОЕ ЦЕННОЕ	142
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	155
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	156

**Полезные ископаемые Магаданской об-
л. 49 ласти. Научно-популярные очерки. Под
общей ред. докт. г.-м. н. П. В. Бабкина.
Магадан, Кн. изд-во, 1974.**

159 с.; 16 ил.

В книге рассказывается о зарождении и свойствах ми-
нералов и металлов, которыми богаты недра северо-восточ-
ной части нашей Родины, о геологах-первопроходцах Ко-
лымы и Чукотки.

П 0294—025 34—74
М 149[03]—74

553

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ СЕВЕРО-ВОСТОКА

Научно-популярные очерки

Редактор А. Т. Хилобоченко
Фотографии В. Г. Звягина, В. Н. Шумкова
Художественный редактор Д. Д. Власенко
Технический редактор В. В. Плоская
Корректор Г. А. Козеева

Сдано в набор 5/VII 1974 г. Подписано к печати 18/XI 1974 г.
АХ—00430. Формат 70×84/32. Бум. тип. № 1 и офсетная. Объем
5 физ. п. л. + 0,5 физ. п. л. вкладка, 5,44 усл. п. л. +
0,54 усл. п. л. вкладка, 7,02 уч.-изд. л. Тираж 10 000. За-
каз 4190. Цена 33 коп.

Магаданское книжное издательство, г. Магадан, ул. Пролетарская, 15.

Областная типография Управления издательства, полиграфии
и книжной торговли Магаданского облсполкома, г. Магадан,
пл. Горького, 9.

