К32.1
Ю-66

Георгий Юргенсон

Радуга в колеснице

Иркутск 1991

Георгий Юргенсон

Радуга в колеснице

Восточно-
Сибирское
книжное
издательство

К32.1+26.3я9✓
553
Ю66

Рецензенты:
С. И. Гордон, А. Д. Дегтев, В. Ф. Попов

Юргенсон Г. А.

Ю66 Радуга в колеснице: Научно-популярная книга/ Оформление серии В. Дейкуна: Рис. И. Мачкина.— Иркутск: Восточно-Сибирское книжное издательство, 1991. — 240 с. («Азимут»).
75 к.

В книге рассказано о роли в человеческой истории двух важнейших элементов мироздания — железа и фтора, о роли и значении многих драгоценных камней, о тайнах наскальных рисунков древних людей, о камнях-талисманах, о сердоликовых перстнях Пушкина. Читатель вместе с автором, известным в Забайкалье ученым, посетит месторождения железа и фтора, драгоценных топазов и турмалинов в Забайкалье и Афганистане — двух интереснейших рудных провинций земного шара. Книгу с интересом прочтут взрослые и школьники, учителя и студенты, краеведы и туристы — все, кого зовет ветер странствий, кого волнуют запах степей, шум тайги, радость открытий, новизна неизведанного.

Ю $\frac{4802000000—49}{М141(03)—91}$ 52-91 553

ФОНД краеведения

ISBN 5-7424-0303-8

© Юргенсон Г. А. 1991 г.

Читинская областная БИБЛИОТЕКА им. А. С. Пушкина

С- 675 306

ОГЛАВЛЕНИЕ

Часть I. КОЛЕСНИЦА

11

Вместо предисловия

11

1. Путешествие в суть атома

15

Изотопы у железа? Главный электрон. Мифическая кислота.

16

2. От Магнессы до сверхпроводимости

20

Геркулесов камень. Базар в Кабуле. Храм Арсинои и летающий ангел

20

3. Магнитное веретено, именуемое спин

25

4. Черный камень за работой

28

Две стороны электромагнитной медали. Сокровище белого верблюда, или Красавица Анджела. Тысячи профессий магнита. Магнито-тепловой двигатель. Магнитные рули ракет. В роли тяжеловеса и чистильщика. В грохоте лабораторий. Магнитная бутылка

28

5. Магнит и жизнь

41

6. От ядра до морского дна

43

Одна двадцатая — сколько это? Различие от двуличия. Редкие самородки. Пришельцы из космоса. Главный из «блесков». Серендибит, или Откуда взялся Удокан. Царственный камень. Под небом Адриатики и Забайкалья. Про то, как в магме железо с титаном соединились. Про то, как убежал титан с магнием из магнетитовой решетки. На стыке двух стихий. Золото в железной оправе. Железный шпат. Не все золото, что блестит. ...Серный или железный. Пистолет для запрещенной зоны. ...Лучистый, магнитный и другие. Плиниан, или мышьяковый колчедан. Стеклянная голова и творец Мефистофеля

43

7. Алая кровь и дыхания ритмы

78

Не только краситель. Коварный заместитель. В роли спецкурьера. В сердце каталазы. У одного взял — другому отдал. Гемоглобин и вьюшка. «Железное вино» и опилки с сахаром. Бледные листья. Железные бактерии. О том, как бактерии чуть метро не съели. Витаминные дрожжи и железо

78

8. Быль и небыль, или Сказки Сидериады

89

Небесные драгоценности, или раз о метеоритах. Следы в пирамиде Хеопса. Сидерос и хунны. Открытие подмастерья. И еще из истории овладения. Петровский железоделательный. Шерше ля фам, или Шаль с кистями. Заново рожденный.

89

9. От сваренного чугуна до спеченного порошка

106

Для магнита и для печки. Чугун не только для каши. Воздух техники. А порошок — лучше.

106

10. От гвоздя до атомного реактора

113

Дороже золота. «Зловреднейшее орудие», или Смерть оружейника. «Гримлютъ сабли о шеломы. Трещатъ копиа харалужны». «Сим орудием прорезываем мы землю...». «...Сим орудием выстраиваем мы домы». Кровяные соли. Палитра солей железа. Как черную икру подкрашивали. Шелк и железные стружки. Профессии солей, квасцов и купоросов. В роли копировальщика. Виновник ускорения. Железо-промотор. О том, как отправили железо. Защита для железа. Гвоздь атомного реактора.

114

11. Места рождения и находок

126

На западе. На востоке. Про телеграмму с шифром. На самом востоке. Березовские сидериты. Кручина и Аленгуй. Никита Землянский, или Как искали один элемент, а нашли три. На севере диком. Нептун — БАМу. Забайкальская железорудная.
126

Часть II. ТАЛИСМАН
142

1. Талисман — хранитель тайны племени
142

Связь времен. Кровь на скалах. «Если потереть чурингу жиром или охрой, она превратится в другую ипостась человека». Красная охра — огонь, а скорее — кровь. Символ крови в усыпальницах.
143

2. Талисман самоцветов
152

Виновник обманчивости обманок. Семейство бериллов. Гранатовый браслет. «Непьяный» самоцвет и другие кварцы. Сидерос в самоцвете из Нуристана. Талисман на каждый день.
153

3. Сердоликовые талисманы

162

Камень надежды. Хранитель тайны братства. «Храни меня, мой талисман»

164

Часть III. РАДУГА

175

1. В путь-дорогу

175

2. Борщовочные самоцветы

182

Кривоносовские ширлы. Сверкуновские тяжеловесы. Судьбы самоцветов. Свидание с морской богиней. Нас ждут дорогие утесы.

182

3. Сердоликовое ожерелье

У моря Торейского. Сказка белого озера. От Невы до Тулдуна. Оранжевые перекаты. Витим.

200

4. Трехглавая кладовая

220

Ширловые копи. Сокровища старого чулка. Главная взятка.

220

5. Каменная радуга
231

Таинственный незнакомец. Семенова охота. Камень-оборотень. Загадочный помощник металлургов и художников. Трагедии и победы. Фтор всеразрушающий. Фтор вездесущий. Отчего радуга во флюорите. Не флюоритом единым. Про то, как эскимос нашел теплый лед. Теплый лед в холодных гранитах и вездесущий фтор. На службе у человека. Помощник металлургов и электросварщиков. Строитель, стекловар и защитник. Работает кристалл. Самая сильная кислота. «Повивальная бабка» алюминия и других «летающих» металлов. Сто профессий рукотворных фторидов. На смену углеводородам. Кровь холодильников. Вечный каучук. Забайкальская флюоритоносная провинция. Чем больше, тем дороже. Числом — больше, качеством — лучше. Исторические заметки. Там, где гуран лакомился. О том, как вода и твердая нефть флюорит окрасили. Путешествие в жиле. Нашли «...руду около руды». Калангуйские узоры. Ожила Семенова радуга. Радуга в колеснице.
231

Дерзайте!
292

Краткий словарь терминов
302

Рекомендуемая литература
303

Часть I
КОЛЕСНИЦА

Разве можно знать и понять, когда спит чувство, когда не волнуется сердце, когда нет каких-то чудных, каких-то неуловимых обширных фантазий...
...Мне представляются разум и чувство тесно-претесно переплетенным клубком: одна нить — разум, а другая — чувство...

Вернадский, 1886 г.

Эта книжка родилась после долгих раздумий и путешествий.

Раздумий о роли в человеческой истории двух важнейших элементов мироздания — железа и фтора, о роли и значении многих драгоценных камней, которые стали таковыми только благодаря им.

В мире прекрасного камни занимают особое место, красота их непреходяща.

Красота и совершенство самоцветов радовали глаз и пробуждали мысли и чувства во все времена.

Путешествия дали возможность увидеть, как в недрах Земли в противоборстве стихий рождаются, живут и умирают камни.

Путешествия в колеснице времени и пространства дали возможность познать частицы тайн многоцветья каменной радуги.

... железо; в нем сильное зло и польза для людей.

Аль-Бируни, Минералогия

ВМЕСТО ПРЕДИСЛОВИЯ

Нас было трое.

Полуденное солнце проникало в каждую клетку усталых тел. Рубахи затвердели от пота. Во рту пересохло. Губы растрескались, из трещин сочилась кровь.

Мы шли, шли и шли, а легендарный, волшебный и целительный кроваво-красный камень никак не давал-

ся. Мы верили, что старые легенды, которые заманивали наш маленький отряд вглубь монгольских степей, не вымысел, и упорно продолжали путь.

Рюкзаки, утром казавшиеся легкими, теперь резали усталые плечи. Карабин, который я с трепетной гордостью вызвался нести, стал тяжелым и неудобным, постоянно сползал, мешая двигаться. И только отполированные рукоятки геологических молотков легко скользили в мозолистых ладонях: мы то и дело перебрасывали их, чтобы то опереться концом рукояти на крутом подъеме, то добыть из почвы заостренным концом молотка обломок вулканической породы. Но напрасны были наши старания. Казалось, есть и базальты и пустоты от былых газовых пузырей в них, и даже — халцедоновые миндалины. Нет главного — таинственно прятавшегося сердолика, который обещали нам древние легенды.

Отчаявшись ,мы одолевали очередной подъем, как вдруг ветер принес прохладу, а внизу, за гребнем, открылась желто-зеленая долина, по которой катилось... расплавленное золото.

Не сразу дошло до сознания, что это игра света и воды степной реки. Солнце уже коснулось горизонта, и лучи его скользили по мелкой ряби. Они резко искрились на перекатах и медленно погружались в глубины тихих заводей.

...И повеет прохладой влаги внизу,
И заалеет луч солнца в том камне,—

вспомнились мне слова старого монгола. И я понял, о чем он хотел сказать в ту памятную студеную ноябрьскую ночь в теплой юрте на берегу полноводного Орхона, недалеко от города, носящего теперь имя прославленного Сухэ.

...Зачарованные, смотрели мы вниз, а река то тускнела, то с новой силой сверкала золотым сиянием. Не зря в старинных монгольских песнях поется:

Голубой Керулен,
Золотой Онон.

Медленно спускаясь по склону, мы приближались к реке. Базальты круто оборвались на краю долины. Бегом, одним махом, слетели к реке. И вот уже на ладони у каждого из нас — по золотисто-красному камню.

Мы нашли сердолик, и солнце зажгло в нем волшебные краски.

Так на заре геологической юности, почти мальчишкой, я встретился с чарами великого металла. Но тогда я почти ничего не знал о его необыкновенных свойствах, я просто любовался огненной стихией света в камне. Еще одно воспоминание. 1956 год... Разгар жаркого лета...

Громадный карьер, по красно-бурому дну и стенам которого как черные гусеницы, извиваясь, ползают короткие поезда-рудовозы.

На уступах скрежещут зубами о камень экскаваторы, хватают ковшами тонны вишневой, буро-красной руды, с лязгом поворачивают длинные негнущиеся шеи, со скрипом открывают нижние челюсти и с грохотом швыряют свою добычу в пустые думпкары. Поодаль, на соседних площадках ударно-канатные станки пробивают в скале рыбьими хвостами долот широкие скважины для взрывчатки.

Взрывом оторвут огромные глыбы и разобьют в куски и пыль.

Продвинется сюда на широких гусеницах экскаватор и опять будет вертеть шеей, пока не перетаскает всю разрыхленную массу. Таким запомнился Бакал — одно из месторождений железа на Южном Урале.

Четыре года спустя, уже в Забайкалье, когда мы вели государственную геологическую съемку в долине Кручины, во время одного из длинных переходов нас поразили черные, звенящие от удара молотка скальные выходы. Они притягивали магнитную стрелку: мы находились почти в центре уже разведанного к тому времени Кручининского месторождения титаномагнетитов.

В августе 1965-го мне посчастливилось почти целый день идти по железным рудам Чинейского массива, расположенного к югу от медного Удокана. В то время только еще начинали бурить скважины на Магнитном и других участках в истоках Калара, на Чине.

Геологи Удоканской экспедиции только предполагали тогда возможность медного и никелевого оруденения. Теперь-то мы знаем, что Чинейский массив основных горных пород — сродни лополитам Бушвельда Южной Африки, Седбери Канады и нашим Норильским.

Полдня мы взбирались по крутому склону долины Ингамакита, а под молотком все звенели и звенели обохренные титаномагнетиты. Было жарко, солнце палило нещадно, и казалось, что этой железной горе, высотой, более двух километров, не будет конца. Как в полусне отбирали образцы, делали схематичные зарисовки и шли дальше и выше. Рюкзаки становились все тяжелее, а гора круче...

Поздно вечером, у костра, после простейшего ужина — сухарей с тушенкой,— мы пили густой чай, под треск смолистых коряг кедрового стланика обсуждали виденное и мечтали.

Мы уже знали о широком развитии железистых пород в пределах Удокана, побывали в гольцах Бурпала, где в бассейне Калакана видели мощные пласты железистых кварцитов. Мы уже знали о Южно-Якутских месторождениях железа, меди и угля, к которым проектировали подвести БАМ еще в 30-х годах.

Теперь рельсы БАМа приблизили нас к этим богатствам, которых становится все больше. Коронки буровых станков уже дали знать о первых миллиардах тонн чаро-токкинского железа.

В то время была уже закончена разведка Березовских сидеритов близ Нер-Завода.

И тогда появилось желание попробовать узнать про железо побольше, узнать — и рассказать. Осуществить эту затею сразу не удалось. То было горячее время разведки Удокана, и изучение этого гиганта до конца шестидесятых годов стало нашей главной задачей.

Затем началось десятилетие увлечения рудоносным кварцем, время от времени властно захватывала любовь к «солнечному камню» — флюориту и самоцветам, работа в Афганистане, а записи о железе лежали в картонных папках и потихоньку желтели. Но вот они извлечены из старого шкафа, и ожили воспоминания, возобновились поиски всевозможных сведений о самом главном металле.

Хотелось воскресить в памяти свойства железа, его поведение в земной коре, узнать о новых областях применения и истории освоения этого обычного и, как пришлось убедиться впоследствии,— совсем непростого химического элемента.

Сначала казалось: в самом деле, что может быть удивительного и интересного в рассказе о железе? Что

может быть скрыто в кухонном ноже или, например, в гвозде? Что может быть проще ржавой проволоки?

Но чем больше накапливалось различных сведений, тем больше захватывал меня этот элемент.

Красные гранаты и драгоценные полихромные турмалины, огненные сердолики и фиолетовые аметисты, шелковые ткани и наскальные рисунки древних художников, источники радиоволн, радио и телевидение, электрические машины и автомобили, современные здания и железные дороги, атомные ледоколы и космические корабли — везде главную роль играют атомы железа.

Оказалось, что без него нет жизни теплокровных животных и человека, без него немыслима современная промышленность и техника, оно явилось тем рычагом, которым человек преобразует мир.

Он стал той самой колесницей, в которой человечество стремительно несется в будущее.

Железо не встречается на нашей планете в чистом виде

Вильгельм Дрёге, 1962 г.

1. Путешествие в суть атома

Давайте на минуту представим себе, что есть на свете музей химических элементов. Первым его придумал и описал один из основателей геохимии — академик Александр Евгеньевич Ферсман в своей знаменитой книжке «Занимательная геохимия». Этот музей, или выставка химических элементов, у Ферсмана получил название элементария. В нем можно увидеть не только сами элементы, но с помощью современных электронных микроскопов — и их атомы, а среди атомов различить изотопы.

Заглянем же в это символическое здание, в просторных комнатах которого расположены все элементы менделеевской таблицы, а оттуда по дорогам истории отправимся вглубь веков, к истокам овладения великим металлом и попытаемся понять его роль в сложнейших процессах жизни.

Итак, вперед! Мы — у элементария, жилища эле-

ментов. Невидимый поток завлек нас в лифт.

Летим вверх. Остановка. Двери лифта распахиваются, теплая мягкая волна выталкивает нас и влечет в самый конец длинного коридора. Бесшумно расходятся двери, и мы попадаем в комнату с яркими цифрами в витринах, в которых выставлены элементы восьмой группы таблицы Д. И. Менделеева.

ИЗОТОПЫ У ЖЕЛЕЗА?

На табло — 26. Это атомный номер железа. Слева — в миниатюре — знаменитая индийская игла Кутуб, выполненная из почти чистого железа. Рядом — громадная подкова магнита, вокруг которой вьются магнитные силовые линии. Вот где разгадка влекшей нас сюда таинственной силы! Справа — модели четырех стабильных и шести радиоактивных изотопов металла-работяги. Атомные веса стабильных изотопов 54, 56, 57, 58. Причем одному из них, железу-56, обязаны мы развитием индустрии, ибо этот изотоп составляет 91,64 процента его атомов. На долю железа-54 приходится 5,81 процента, а железо-57 и 58 составляют всего 2,21 и 0,34 процента природных изотопов.

На наших глазах неустойчивые изотопы теряют часть себя или приобретают какую-нибудь элементарную частицу и переходят в другие элементы (заветная мечта алхимиков имела-таки под собой основу!).

Я специально сделал эту табличку, чтобы поразить читателя полудюжиной радиоактивных изотопов железа, продолжительностью их жизни, характером изменений.

Изотоп	Вес изотопа	Период полураспада	Вид радиоактивного превращения
Fe-52	—	0,346 суток	Приобретает электрон,
Fe-53	52,96218	534 сек.	Приобретает электрон, Испускает гамма-лучи
Fe-55	54,95604	2,9 года	К-захват
Fe-57	—	$1{,}1 \cdot 10^{-7}$ сек.	Гамма-излучение
Fe-59	58,95350	45 суток	Бета-излучение
Fe-60	—	3,5 суток	Бета-излучение

Как видите, железо бывает разное и даже радиоактивное.

ГЛАВНЫЙ ЭЛЕКТРОН

Железо находится в восьмой гуппе периодической системы, а точнее — относится к так называемым элементам триад. Триады расположены в серединах больших периодов менделеевской таблицы. В каждой триаде — по три элемента. В одной из них, принадлежащей первому большому периоду, поселились железо (№ 26), кобальт (№ 27) и никель (№ 28). Эти элементы очень близки по свойствам и различаются тем, что у кобальта на один, а у никеля на два протона в ядре больше, чем у железа; кроме того, на предпоследнем электронном уровне у железа —14, у кобальта —15, у никеля —16 электронов. На последнем энергетическом уровне у всех трех атомов количество валентных электронов одинаковое — по два.

Известны еще две триады близких по свойствам металлов. Одна из них включает рутений, родий и палладий, другая — осмий, иридий и платину. Все шесть элементов характеризуются очень близкими свойствами, являются благородными металлами и объединяются в семейство платиноидов. Элементы триад называют еще сидерофилами (любящими железо). Одним боком к ним пристало и золото — оно ведь тоже относится к благородным металлам.

Железо, кобальт и никель составляют семейство железа. Из всех элементов триад железо — самое распространенное, на его долю приходится около полутора процентов общего числа атомов земной коры.

Железо — самый общительный из девяти элементов триад, оно легче других вступает в химические реакции, и прежде всего — с кислородом. В обычных условиях оно двухвалентно и отдает два электрона с последней оболочки, а при избытке кислорода способно отдать и один из четырнадцати электронов с более глубокой, предпоследней электронной оболочки.

Это уникальное свойство железа и одного из его электронов сделало его главным и незаменимым элементом механизма кислородного дыхания живых существ. Биологическая роль железа огромна, и о ней мы будем говорить особо.

Читинская областная
БИБЛИОТЕКА
им. А. С. Пушкина

С.-675306-

Соединения железа с кислородом — одна из самых распространенных форм существования его в земной коре. Окисел железа — гематит, смесь окиси и закиси (Fe_2O_3 FeO) — магнетит и гидроокиси его, известные под названием железных охр, или лимонитов, бурых железняков, составляют главную массу железной руды.

Но не только с кислородом, а с серой или с серой и мышьяком очень охотно вступает в соединения железо и образует серные (пирит, марказит, мельниковит), мышьяковые (арсенопирит) и медные (халькопирит) колчеданы. О всех этих колчеданах, их происхождении и использовании мы будем говорить позже.

Железо соединяется почти со всеми кислотами, образуя всевозможные соли соляной, серной, угольной, фосфорной, азотной и других кислот. Известно множество соединений железа с органическими кислотами и соединениями.

Громадное количество железа рассеяно в виде примесей в силикатах — основе земной коры. Железо в них входит или в кремнекислородные тетраэдры, вытесняя кремний или алюминий, или в катионную часть слюды, пироксенов, оливина, роговых обманок, гранатов, улучшая или ухудшая их полезные свойства. Многие силикаты от незначительной примеси железа изменяют или приобретают окраску и становятся ювелирными камнями: железо облагораживает их.

Чистое железо очень устойчиво к воздействию воздуха и воды. Но, к сожалению, получить его в таком виде чрезвычайно трудно.

Долгое время железная колонна Кутуб в столице Индии Дели, почти не подвергающаяся коррозии, была загадкой. Колонна изготовлена в 415 году н. э. и не заржавела до наших дней. Высота ее 7 м, масса 6 т. Состоит она из 99,72-процентного железа.

Теперь, когда развитие электротехники потребовало большое количество трансформаторного железа, научились получать в больших масштабах технически чистое железо («армко-Fe»). Оно содержит до 0,16 процента примесей, в их числе — углерод, марганец, кремний, фосфор, сера и медь. Это железо пластично и практически не ржавеет.

«Каждое природное тело представляет собой «мик-

рокосмос»,— писал Владимир Иванович Вернадский, то есть пусть даже в ничтожных количествах содержит все или большинство химических элементов. Поэтому освобождение металлов от примесей — очень сложная задача.

Толчок развитию технологии чистых металлов дали потребности атомной и полупроводниковой техники. Особое значение имела очистка все той же трансформаторной стали. Дело в том, что она должна содержать небольшое количество кремния. В обычной технологии легирования ферросилицием вместе с кремнием привносили и многие посторонние примеси, что ухудшало электрические и магнитные свойства стали. С этим до поры до времени мирились, но после разработки принципиально новых методов очистки трансформаторная сталь стала чище.

Сегодня нужно железо не только химически чистое, но чистое физически,— нужны монокристаллы или кристаллы с направленным распределением дислокаций. Для этого выращивают монокристаллы железа в виде нитей толщиной в микрон. Они отличаются очень высокой прочностью, близкой к теоретической (более 1000 кг/мм^2), что почти в 1000 раз выше прочности обычного технического железа. Кроме того, они не окисляются.

МИФИЧЕСКАЯ КИСЛОТА

Химики давно установили, что многие соединения железа есть не что иное, как соли железной кислоты H_2FeO_4. Минералогам известны минералы, представляющие собой ее соли. Но до сих пор ни один химик в свободном виде ее не получил. Не дается в руки и ее ангидрид FeO_3.

А вот всевозможные ее соединения делаются очень просто. Натровые соли железной кислоты — Na_2FeO_4 — получаются сплавлением окиси железа с перекисью натрия или воздействием хлора на гидрат окиси железа в концентрированной щелочи. Известны ферраты калия, бария и других элементов. Все они быстро окисляются.

Больше распространены ферриты — соли железистой кислоты. Они имеют структуру шпинелей. К ним, например, относится широко распространенный ми-

нерал-ферримагнетик — магнетит. Правда, магнетит — антиферромагнетик, но об этом — в свой черед.

Все ферриты — хорошие полупроводники. Они характеризуются самыми разнообразными магнитными свойствами и поэтому широко используются в технике.

...Камень же этот по имени месторожденья магнитом
Назван был греками, так как он найден в пределах магнетов

Тит Лукреций Кар

2. От Магнессы до сверхпроводимости

ГЕРКУЛЕСОВ КАМЕНЬ

Платон оставил нам запись о том, что Еврипид первым в своих драмах назвал черный магнитный железняк «камнем из Магнезии», а затем — и магнитом. Никандр, а вслед за ним и Плиний любили рассказывать притчу о сказочном волопасе Магнисе, железная палка и шляпки гвоздей сандалий которого прилипали к черным камням.

Так или иначе, в древней Греции действительно есть провинция Магнезия (по современной географии это территория Турции), а город, вблизи которого находится гора с магнетитом, назывался Магнесса. Но... не черные камни, а жителей ее звали магнетами, и Тит Лукреций Кар совершенно официально в стихах поэмы «О природе вещей» сообщил нам об этом.

Для нас же важно, что слово появилось. А имени перейти от человека к камню, видать, совсем нетрудно.

В 80-х годах прошлого столетия русский географ В. А. Теплов посетил Магнезию и сообщил о том, что есть там гора Сипил, на которой до сих пор можно найти куски магнетита. Гора же эта у греков знаменита еще и тем, что притягивает молнии. Кстати, в гору Магнитную, в скалы, слагающие Чинейское месторождение титаномагнетитов, да и в отдельные сопки Железного Кряжа на востоке Забайкалья тоже чаще,

чем в другие места, ударяют молнии.

Все это говорит о том, что Еврипид был наблюдателен и знал толк в минералах, а также и о том, что в каждой легенде есть доля истины.

Но... легенды не могут не быть сказочными, и поэтому одна из сказок Плиния о чудодейственной силе магнетита украсила «Тысячу и одну ночь». Помните легенду о горе Зимир в Эфиопии, которая вытягивала из кораблей все гвозди вместе с остальными железными частями?

В Древней Греции жили бродячие артисты, называемые кабирами. Переходили они из города в город, из села в село и удивляли обывателей своими фокусами.

Одно из самых таинственных представлений было причиной благоговейного почтения к их могуществу: перед любопытными жителями какого-нибудь селения они демонстрировали связку ничем не скрепленных тяжелых железных колец. Кольца висели одно под другим, не отрываясь и не падая на землю. И казалось суеверным грекам, будто сам всемогущий Зевс был помощником кабиров и поддерживал невидимой дланью тяжелые железные кольца. А кольца-то были сделаны из «геркулесова камня» (магнетита), который в изобилии водился в неведомой Маниссе.

БАЗАР В КАБУЛЕ

В современном Кабуле на старом Пул-и-Хишти, что значит по-русски «кирпичный мост», недалеко от мечети того же названия встретил я однажды седобородого старца в белой чалме. Все правоверные почтительно звали его Ходжа-саиб. Это означало, что он совершил паломничество в Мекку и поклонился праху Магомета. Старец сидел, поджав ноги, а перед ним на ветхой тряпице лежали порыжевшие затертые бруски, на которых, пристально вглядевшись, можно было увидеть арабскую вязь священного заклинания — калиму. Старик сказал мне, что это — старинное приворотное средство — «камень любви». Он приносит счастье и молодым и старым. И чтобы доказать правдивость своих слов — тронул бруском обыкновенный гвоздик, который тут же прилип к нему.

Я любил бродить по кабульским базарам и по-

стоянно находил что-нибудь интересное. Часто попадались обломки минералов, а то и прекрасные их кристаллы. Поэтому всегда носил в кармане флакончик с кислотой, лупу и кусок белого фарфора, на котором легко определять цвет черты минералов.

Взяв у старика брусок с заклинаниями, я провел ребром его по кусочку фарфора. Он оставил на белой поверхности коричневую черту, явный признак минерала магнетита.

Так вот чем торговал мой Ходжа-саиб!

— Откуда у вас священная нарса (так называют на Востоке амулеты)? — спросил я у него.

— Из благословенной Мекки,— ответил старец.

Мы подружились.

Почти каждый четверг, когда базары особенно грандиозны и любой уважающий себя мусульманин спешит закончить в этот день самые важные дела, я отправлялся на торжище. Сначала встречался с менялами, у которых непременно можно было купить какую-нибудь старинную, позеленевшую от времени монету или увидеть («Ничего не скроешь от дотошного доктора Санги кеймати!» — так звали меня торговцы, зная как специалиста по драгоценным камням) только вчера вытащенную из соляной кислоты медную подделку, а то и посеребренную копию греческой тетрадрахмы: охочие до экзотики туристы-хиппи все купят, только бы постарее выглядело. Затем я шел к серебряных дел мастерам и по пути на базар ,у мечети Пул-и-Хишти, снова встречался с седобородым торговцем «камнем любви».

Однажды, когда солнце уже собиралось на покой и гул базара начал стихать, а запахи корицы, гвоздики, индусских благовоний, плова, шашлыка и пота ишаков чувствовались острее, чем обычно, мы сидели с ходжой перед его богатством, а он вспоминал о двадцатилетней давности путешествии в Мекку.

— Там, в благословенной Мекке, доктор-саиб, — говорил старик, привычным движением кисти правой руки творя священное поглаживание бороды и мысленно произнося «бе исм-алла-и-рахман-рахим»,— в священном храме Каабы есть часовня Пророка. А под ее сводом парит железный сундук с его прахом. Он никогда не касается свода, но никогда не падает и не упадет. Святые стражи аллаха (нет бога, кроме Алла-

ха, а Магомет — пророк его!) освятили мои камни: сила, поддерживающая сундук с прахом Магомета, и сила, притягивающая эти железные вещицы к моим святым камням с калимою,— одна и та же.

Старик закончил рассказ, произнес привычное «алла-и-ак-бар», что значит «велик аллах», дарственным жестом передал мне один из заветных брусков и умолк.

Стало совсем тихо. Солнце село...

И вдруг на всю округу с минарета разнеслось пение муэдзина, приглашающее к вечернему намазу...

Сказав слова благодарности, я простился со старцем и пошел домой вдоль набережной полувысохшей Кабулки, мимо закрывшихся дуканов, мастерских, харчевен...

Я шел и чувствовал прикосновение давно ушедшего в историю, но вдруг чудом вернувшегося и застывшего на миг прошлого. Мне казалось, что я вне времени. И только маленький кусочек магнитного камня с арабской вязью калимы напоминал о том, что все пережитое не сон, я только что говорил с человеком из средневековья, что все это было и есть на самом деле и что с каждым шагом я приближаюсь к реальному миру двадцатого века: в полукилометре возвышался массив современных домов из железобетона, по асфальту, на который я уже ступил, несся фешенебельный кадиллак, а сквозь пыльную лёссовую пелену просвечивало голубое небо, прочерченное розовыми инверсионными следами реактивного самолета, успевшего исчезнуть в бездне...

Мой кабульский знакомец Ходжа рассказывал один из вариантов легенды о храме, под сводом которого парит железный сундук, удерживаемый в воздухе действием магнитных сил. А вот другой вариант легенды.

ХРАМ АРСИНОИ И ЛЕТАЮЩИЙ АНГЕЛ

...Птолемей, один из сподвижников Александра Македонского, решил увековечить память красавицы сестры Арсинои и, по сведениям, Плиния, заказал архитектору Хинократу (или Тимохаресу) храм в ее честь. Архитектор решил строить свод храма из маг-

нитного камня с тем, чтобы отлитая из железа фигура Арсинои парила в воздухе как живая. Но Птолемей умер, архитектор тоже, и нет у нас достоверных сведений о воплощении этой идеи в камне. Однако, во многих книгах по истории религии авторы независимо друг от друга сообщают, что в Александрийском храме Сераписа изваяние бога Солнца на глазах у молящихся вдруг медленно взлетало к потолку, влекомое силою большого магнита, спрятанного в сводах храма.

В сороковых годах прошлого века славился «Храм очарований, или механический, оптический и физический кабинет Г. Гамулецкого де Колла», созданный известным русским иллюзионистом Гамулецким. Перед посетителями представала широкая лестница, устланная коврами и украшенная золочеными канделябрами. Она вела к площадке с дверью в кабинет. Над дверью в горизонтальном положении парила в воздухе золоченая фигура ангела величиной со взрослого человека и с валторной в руке. Как только посетители входили на площадку, ангел подносил валторну ко рту и, как писали, «играл на ней, шевеля пальцами самым естественным образом». Сам Гамулецкий рассказывал:

— Десять лет я трудился, чтобы найти точку и вес магнита и железа, дабы удержать ангела в воздухе. Помимо трудов немало и средств употребил я на это чудо.

Замаскированными магнитами пользовались и спиритуалисты, чтобы дурачить охочих до таинственных явлений участников спиритических сеансов.

А в наши дни, например, на ВДНХ в павильоне «Наука» можно было увидеть, как в колбе с дымящимся гелием, ни к чему не прикасаясь, над постоянным магнитом парит металлическая шайба.

Почему же здесь все наоборот: магнит не сверху, а снизу?

Шайба под действием своей массы, естественно, стремится упасть на дно колбы. Но ей это не удается. Почему? Когда шайба падает, то пересекает магнитные силовые линии, и в ней появляется электрический ток. Известно, что тело, по которому проходит электрический ток, становится электромагнитом. А раз шайба стала магнитом, то она отталкивается от ле-

жащего внизу магнита и не может упасть, так как полюса их одноименны.

— А при чем тут гелий? — спросите вы.

— А при том, что при температуре жидкого гелия шайба становится сверхпроводником, возникающие в ней токи не затухают, и шайба может парить в колбе как угодно долго.

...Божественная сила магнита передается от железа к железу подобно тому, как вдохновение музы передается через поэта его рассказчику и слушателю.

Платон

Мир магнитен. Магнитен от гигантских далеких туманностей до элементарных частиц.

В. Карцев

3. Магнитное веретено, именуемое спин

Явление магнетизма, как видим, стало известно людям очень давно. Но природа его выясняется только в наши дни.

Магниты и магнитные силы — вокруг нас и в нас.

Действительно, все тела построены из тех или иных атомов, а атомы — из положительно заряженных ядер и отрицательно заряженных электронов. Каждый электрон и каждое ядро постоянно совершают вращательные и колебательные движения.

Их орбитальные (по определенным орбитам) и внутренние (вокруг собственной оси) движения порождают внутриатомные микроскопические электротоки. Эти токи создают в окружающем их пространстве магнитные поля, определяющие силы отталкивания или притягивания между носителями тока, ядрами, электронами или целыми ионами и их ансамблями. Движение электрона вокруг своей оси получило название спин, что по-английски значит «веретено».

Каждый вращающийся электрон и каждое ядро представляет собой атомный магнитик, поэтому и сообщества атомов определенного сорта или химические

элементы, — также представляют собой магнетики (вспомните племя магнетов!). Магнетики составляют вещественную часть окружающей нас материи. Но существует и другая форма материи — электромагнитная. К ней относится весь спектр окружающих нас излучений — видимый свет, инфракрасный, ультрафиолетовый, рентгеновские и гамма-лучи, радиоволны. Все они тоже обладают магнитными свойствами. Следовательно, все, что окружает нас в природе, от атома и до Галактики, имеет магнитную природу. Но абсолютное большинство тел слабомагнитны, и о магнитности их мы не можем судить из нашего повседневного опыта.

По отношению к магнитному полю все вещества разделяют на две группы: диамагнитные и парамагнитные.

Диамагнитные сопротивляются прохождению магнитных силовых линий больше, чем вакуум. Поэтому магнитное поле старается как бы вытолкнуть эти вещества за пределы поля. В результате такого взаимодействия внешнего магнитного поля и тела оно разворачивается перпендикулярно направлению силовых линий.

Парамагнитные тела пропускают магнитные силовые линии лучше, чем вакуум, и поэтому внешне магнитное поле втягивает в себя такие тела. Парамагнетики располагаются параллельно магнитным силовым линиям.

Раз магнитные поля одни вещества выталкивают, а другие — втягивают, придумали способ определять магнитные свойства веществ. Магнитность веществ... взвешивают... на специальных весах. Вещества запаивают в стеклянную ампулу и подвешивают ее к чашке весов. Кладут на другую чашку столько гирь, чтобы уравновесить ампулу. Под чашкой с ампулой помещают электромагнит таким образом, чтобы она находилась как раз между его полюсами. Включают электромагнит и смотрят, как ведет себя ампула с веществом. Если магнитное поле ее выталкивает и чашка весов с гирьками опускается, мы имеем дело с диамагнетиком, если же ампула втягивается, находящееся в ней вещество — парамагнетик.

Практически поведение веществ в магнитном поле зависит от характера их внутренних магнитных полей.

Ведь в каждом веществе, как мы теперь знаем, могут быть элементарные магнитики, обусловленные особенностями строения электронных облаков их атомов. Если все элементарные магнитики замкнуты друг на друга, то эти внутренние замкнутые поля как бы препятствуют прохождению силовых линий внешнего магнитного поля. Вещество оказывается диамагнитным. Большинство веществ так и устроено.

Но — не железо.

У него всегда есть неспаренные внутренние элементарные магнитики. Поэтому оно обладает как бы избыточным магнитным моментом. Магнитый момет обусловлен четным (у диамагнетиков) и нечетным (у парамагнетиков) числом электронов на определенных уровнях.

Вещества, у которых парамагнетизм выражен очень сильно, называются ферромагнетиками. Такое название говорит само за себя: это такие магнетики, как железо. Действительно, ферромагнетики — это железо, кобальт и никель (знакомая уже нам триада). Для каждого из них есть определенный температурный предел существования ферромагнетизма — у железа это 769 градусов Цельсия, у никеля — 358, а у кобальта —1130. К ним по этому свойству при температуре ниже 18 градусов Цельсия присоединяется и гадолиний, один из редчайших элементов из группы редких земель.

Уильям Гилберт, человек, с именем которого связано первое более или менее полное описание магнетизма, записал следующее: «Плиний, выдающийся человек и лучший из тех, кто делал выписки (ведь он передал потомству не всегда и не преимущественно то, что он видел и открыл сам, а чужое), списал у других сказку, ставшую в новое время благодаря частым пересказам общеизвестной: в Индии, у реки Инда, есть две горы; природа одной, состоящей из магнита, такова, что она задерживает всякое железо; другая, состоящая из феамеда, отталкивает железо. Так, если в обуви имеются железные гвозди, то нет возможности оторвать подошв от одной из этих гор, а на другую нет возможности ступить. Альберт Великий пишет, что в его время был найден магнит, который одной стороной притягивал к себе железо, а другой, противоположной, отталкивал его».

Гильберт не усмотрел зерна истины в сообщении об отталкивающем магните, именуемом феамедом. Ведь тогда еще не знали о том, что вещества делятся на парамагнетики и диамагнетики. Кто знает, может, и был какой-то диамагнетик под названием феамед. Не медь ли это была? И, может быть, тогда люди были чувствительнее к магнитным силам и чувствовали отталкивание железа от этого феамеда?

Во всяком случае, я счел интересным рассказать об этом после рассуждения о сути магнетизма. Хотя, если говорить честно, о магнетизме мы знаем еще далеко не все, и загадок тут очень много.

Разгадывать их — дело физиков. А лирики, уверен, согласились бы со стихами Джона Андейка, которые называются «Танцы твердых тел»:

Ферромагнитных свойств ясна причина —
Непарный электрон в них виноват:
Все атомы по направленью спина,
Глядящего вперед или назад,
Построены, как войско, на парад.
Во внешнем поле, разрушая стены,
Сливаются соседние домены.
Так создает гармонию Вселенной
Ничтожных сил суммарный результат.

Следует испробовать, не производит ли электричество... каких-либо действий на магнит...

Ганс Христиан Эрстед, 1813 г.

4. Черный камень за работой

Любопытство человека, именем которого названа единица измерения напряженности магнитного поля, было не бесполезным.

ДВЕ СТОРОНЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ МЕДАЛИ

Действительно, ферромагнетики замечательны не только тем, что притягиваются магнитами или втягиваются в магнитное поле: под действием магнитного поля или кругового электрического тока они сами ста-

новятся магнитами. И это их уникальное свойство человек уже давно успел заметить, изучить и использовать.

Тут надо вспомнить еще одну особенность — чистое железо может быть магнитным (быть магнитом) только в то время, пока находится под действием электрического тока, а сталь, которая, как мы расскажем об этом позже, отличается примесью углерода и структурой, — сохраняет однажды приобретенное свойство быть магнитом. Эти различия между чистым железом и сталью используют в технике. Чистое железо идет на изготовление электромагнитов, магнитное поле которых должно быть кратковременным. Из стали и других сплавов железа делают постоянные магниты.

В чем же суть ферромагнетизма? В настоящее время физики остановились на «доменной» модели этого явления. Предполагают, что ферромагнетики состоят из отдельных частиц-«доменов», размеры которых около одной сотой миллиметра. Каждый «домен» представляется как элементарный магнитик. В ненамагниченном ферромагнетике все они располагаются так, что нейтрализуют друг друга. Внешнее магнитное поле очень легко ориентирует их, и они располагаются параллельно ему и друг другу. Это и ведет к намагничиванию железа и его сплавов.

СОКРОВИЩЕ БЕЛОГО ВЕРБЛЮДА, ИЛИ КРАСАВИЦА АНДЖЕЛА

Первыми, кто в повседневной практике стал использовать магнитные свойства железа, были китайцы. Уже из школьного курса истории все знают, что они изобрели компас. Правда, вид его был необычен: больше всего он напоминал ложку, положенную на расчерченную диагоналями прямоугольную доску. Подобное изображение его можно видеть на одной из китайских почтовых марок. Но так выглядела, вероятно, не первая модель компаса, так как возраст ее всего около тысячи лет. Есть литературные сведения о древнейшем происхождении этого прибора.

Жил-был в Китае собиратель сказок и легенд по имени Су Ма-тзен. Все собранное им за многие годы он объединил в библиотеку старинных летописей. В одной из них, относящейся к 1110 году до н. э., записа-

на легенда о белом верблюде. Вот она:

«...Идут караваны по бескрайним гобийским пескам... Далек путь из императорских пагод на берегах Янцзы до минаретов кушанских царств. Трудно пришлось бы караванщикам, если бы не было в караване белого верблюда. Белого верблюда с его бесценным грузом. Бесценным, хотя это не золото, не жемчуг и не слоновая кость. Защищенный деревянной резной клеткой между горбами белого верблюда совершал свой путь через пустыню глиняный сосуд, в котором на пробке плавал в воде небольшой продолговатый кусок намагниченного железа. Края сосуда были выкрашены в четыре цвета. Красный обозначал юг, черный — север, зеленый — восток и белый — запад. Глиняный сосуд с кусочком железа в нем был примитивным древним компасом, указывавшим караванщикам путь в бескрайних песках...»

Возможно, что в этой легенде и есть доля правды: были, быть может, такие компасы. Но не было нужды в них караванщикам: они прекрасно ориентируются по солнцу, а караванные пути проторены десятками тысяч ног, и лишь неопытный караванщик ошибется в пути. Скорее всего — это просто живописный рассказ.

В действительности же компас потребовался человеку в эпоху освоения морских пространств, где он необходим и ночью, и в непогоду, и вдали от берегов. И поэтому в старинных китайских энциклопедиях рассказано о том, что между 300 и 400 годами н. э. действительно пользовались компасами мореходы.

В Европе магнетит удлиненной формы, подвешенный на нитке или положенный на плавающую в сосуде с водой дощечку, употреблялся как компас и назывался маринеттой. Такое название вполне указывает на связь с морем. Облик компасу, приближенный к современному, придал итальянец Флавио Джойя из города Амальфи.

Джойя был ювелир и инкрустатор, а еще — остроумный и ловкий парень. А компас ему пришлось изобрести, чтобы добиться руки красавицы Анджелы, дочери богатого рыбака Доменико. Отец Анджелы потребовал, чтоб ювелир стал моряком и научился плавать по прямой в утреннем тумане и темной ночью.

Флавио любил Анджелу и принял условия будущего тестя.

В Италии в те времена инкрустации делали не только золотом и серебром, но и железом. Дело это тонкое и кропотливое. Флавио часто для удержания мелких кусочков железа пользовался магнетитом. Был он парень наблюдательный и любознательный и охочий до всяких опытов.

Как-то он захотел узнать, какой величины магнитный камень может удержать на воде пробка. Он изготовил несколько магнитных брусочков разной величины и столько же одинаковых пробок. Положил на каждую пробочку по одному кусочку магнетита. Пробки покрутились в воде и... остановились таким образом, что все магнитные бруски повернулись концами в одну сторону и встали взаимно параллельно. Он развернул их — они снова заняли то же положение.

И тут настал звездный час Флавио Джойя — он догадался, как можно использовать магнитный брусок для ориентировки в тумане или ночью и... изобрел компас, стрелка которого привела прямой дорогой к любимой. Дальше все было делом техники. А уж техники в любой тонкой работе Флавио было не занимать.

Так ювелир из Амальфи, как сообщают летописи, в 1302 году обессмертил свое имя дважды: создав компас и женившись на любимой Анджеле,— в потомках. Они до сих пор с гордостью носят фамилию своего предка и любуются им, увековеченным в памятнике, построенном в Неаполе в 1902 году, в честь шестисотлетия свершения славного дела.

Сегодня без компасов, различной точности буссолей, радиокомпасов невозможно представить себе работу геологов, геодезистов, топографов, штурманов морских и воздушных кораблей.

ТЫСЯЧИ ПРОФЕССИЙ МАГНИТА

В наше время трудно найти области человеческой деятельности, где бы не находил применения магнит.

А начало самому широкому применению магнетизма в технике было положено опытом Эрстеда, который он демонстрировал студентам.

Дело было так. 15 февраля 1820 года Эрстед проводил занятия со студентами по электричеству и маг-

нетизму. Во время опыта, когда профессор замыкал электрическую цепь, идущую от вольтова столба, стрелка компаса вздрагивала и поворачивалась по направлению к проводу, по которому протекал ток. Так впервые было доказано влияние электричества на магнетизм. Опыт в присутствии видных ученых Дании (а Эрстед был датчанин и тезка знаменитому сказочнику Гансу Христиану Андерсену), Эрстед повторил в июле 1820 года и установил, что направление движения магнитной стрелки перпендикулярно направлению движения электрического тока (направлению проводника). Теперь это правило, которое впоследствии было сформулировано Ленцем, знает каждый успевающий школьник, а тогда этому не хотели верить ученые: опыт Эрстеда противоречил третьему закону Ньютона.

21 июля 1820 года Эрстед опубликовал памфлет о своем открытии (на латыни) и уместил его на четырех страницах. Проблема электромагнетизма заинтересовала многих, и уже в том же 1820 году французский физик Франсуа Араго показывал всем желающим проволоку с током и висящими на ней железными опилками. Чуть позже великий Ампер показал, что спираль с электрическим током (соленоид) также притягивает железные предметы, как и природный магнит. Наука вплотную подошла к созданию электромагнита, но изобретен он был только через пять лет и 23 мая 1825 года Уильямом Стерджеоном продемонстрирован Обществу... искусств. Его электромагнит весил 200 граммов, а удерживал — 3600. Это уже было гораздо лучше того, что умела делать природа.

Мы слушаем радио, записываем речь или какое-то событие на магнитофонную ленту, смотрим телевизионные передачи, часто через спутники, у нас на кухне работает холодильник, все в доме электрифицировано. Но разве мы задумываемся о том, что в основе работы всех этих приборов и аппаратов — явление магнетизма? Скорее всего — нет.

Теперь магнитные свойства железа и его сплавов используются очень широко — специальное трансформаторное железо идет на изготовление сердечников трансформаторов, различных электромагнитов — маленких и больших. Без них нет и электромагнитных подъемных кранов, и громкоговорителей. Специальные

сплавы железа с кремнием и другими элементами — ферриты — находят самое широкое применение в радиотехнике (магнитные антенны и др.), в радиоэлектронике, в исследовании структуры вещества. В электронных микроскопах и электронографах, позволивших увидеть молекулы, вирусы и даже святая святых мироздания — атомы, линзами, сквозь которые несутся с громадными скоростями электроны, служат своеобразные кольцевые электромагниты.

МАГНИТО-ТЕПЛОВОЙ ДВИГАТЕЛЬ

Магнитные свойства железа различны при разных температурах. Ферромагнетизм исчезает при переходе железа через так называемую «точку Кюри», которая для железа равна 769 градусам Цельсия. Переход железа из ферромагнитного состояния в парамагнитное при нагревании и наоборот использован в конструкции магнитно-теплового двигателя. К краю диска, который проходит между полюсами электромагнита, прикрепляют небольшие магниты. Если один из них нагреть чуть выше точки Кюри, то он потеряет свои ферромагнитные свойства. При этом равновесие нарушится и диск повернется, а другой магнит попадет в зону нагрева. Пока второй диск греется — первый остынет (перейдет через точку Кюри). После этого второй диск станет парамагнитным, выйдет из зоны действия полюсов электромагнита и опустится. Таким образом, диск станет вращаться. Модель такого двигателя была успешно опробована.

МАГНИТНЫЕ РУЛИ РАКЕТ

Очень интересны карбонильные производные железа. Одно из них — желтоватая жидкость $Fe(CO)_5$. Если ее сжечь на воздухе, образуется очень чистый красноватый порошок окиси железа. Она идет на изготовление активного слоя магнитофонных лент.

Если же нагревать карбонил железа без доступа воздуха, то уже при 130 градусах Цельсия эта жидкость разлагается на угарный газ и мелкие очень твердые шарики карбонильного железа. Эти шарики очень легко намагничиваются и размагничиваются. Поэтому их пристроили к делу. Они используются в

специальных порошковых муфтах сцепления на ракетах для управления газовыми рулями. Действие их простое.

Пусть нам надо передать вращение от одного вала к другому. Или, наоборот,— прекратить передачу движения. В замкнутой муфте находятся концы этих валов, а между ними — железный порошок (иногда с примесью окиси цинка). Эта муфта находится между полюсами электромагнита. Если электромагнит выключен — порошок рыхлый и не может передать движение от конца одного вала к концу другого. Как только включается электромагнит, железный порошок сразу как бы цементируется, прилипает к концам валов и передает движение.

Такие устройства для передачи движения незаменимы при дистанционном управлении, а еще тогда, когда один из валов все время вращается во время беспрерывной работы двигателя летящей ракеты.

В РОЛИ ТЯЖЕЛОВЕСА И ЧИСТИЛЬЩИКА

Как только изобрели электромагнит, его тут же определили на работу. С каждым годом круг его обязанностей расширяется. Прежде всего электромагниты приспособили для подъема тяжестей, для пробивания отверстий в металлических плитах. Когда изобрели автомобили и поставили их на колеса с надувными шинами, появилась необходимость в чистильщиках дорог... от гвоздей и других острых предметов, которые протыкали дорогие резиновые шины. В 1928 году доктор Бради из форта Байярд в Нью-Мексико сократил число проколов шин своей машины на 75 процентов, поставив на ней магнит диаметром 30 см. При этом он собрал две тонны гвоздей. Журнал «Сайнтифик Американ» сообщал, что на любой автомобиль можно на высоте 5—10 см над землей подвесить магниты, которые и будут выполнять роль чистильщиков дороги. Используя такую машину, за год собрали около 12,5 т железа.

В России «Общество конно-железных дорог и омнибусов» использовало электромагниты с целью очистки овса от гвоздей: ведь тягловой силой на «конке» были лошади!

Магнитная очистка зерна широко применяется и теперь на всех элеваторах и мельницах.

В наше время пошли дальше и научились с помощью тончайшего железного порошка в магнитном поле очищать семена клевера, льна и люцерны от семян горчака, плевел и других сорняков. Всем известно, что семена культурных растений гладенькие, а сорняков — шероховатые со всякими зацепками, чтоб лучше распространяться. Хитрость сорняков обратили против них: если засыпать неочищенные от сорняков семена культурных растений железным порошком, то частички железа обязательно застрянут в углублениях и шероховатостях семян сорняков, и они легко извлекутся магнитами.

Машины для очистки зерна от мелких частиц железа стали прообразом электромагнитных сепараторов, которые очень широко используются при обогащении руд и угля. Вообще-то говоря, принцип магнитной сепарации был высказан еще в 1792 году, когда об электромагнитах и знать не знали. И только в 1847 году Артур Воле получил патент на магнитный сепаратор с электромагнитом. В 1854 году французу Шено выдали патент на сепаратор с вращающимися магнитами.

В Советском Союзе электромагниты были впервые применены для обогащения углей и позволили резко снизить их зольность.

С помощью электромагнита можно, например, избавиться и от немагнитного сульфида железа — пирита. Его нагревают до 270—300 градусов Цельсия в паровоздушной среде, он покрывается магнитными окислами железа и оттягивается электромагнитами. С помощью магнитов удаляют из руд еще один сульфид железа, пирротин, который сам магнитен.

В Соединенных Штатах Америки в штате Нью-Джерси есть город Эдисон-Сити, получивший свое название по имени великого изобретателя. Дело в том, что, гуляя однажды по берегу Лонг-Айленда, Эдисон обнаружил в пляжном песке мелкие обломки магнетита и гематита. У него родилась идея извлекать железосодержащие минералы из песка, просыпая его между полюсами магнитов. Так он разрешил одну из важнейших горно-рудных проблем: обогащение бедных железных руд. А город Эдисон-Сити как раз рас-

положен там, где находятся месторождения бедных железных руд.

Но электромагнитами очищают не только зерно и железные руды. В природе известно множество полезных минералов, обладающих электромагнитными свойствами. К ним относятся гематит, вольфрамит, танталит, сподумен, турмалин, сидерит и многие другие. При обогащении руд надо, например, отделить электромагнитный вольфрамит от оловянного камня — касситерита или освободить электромагнитный вольфрамит от ферримагнитного магнетита.

Давайте заглянем в цех доводки вольфрамового концентрата на обогатительной фабрике Орловского горно-обогатительного комбината в Забайкалье. Здесь черновой вольфрамовый концентрат пропускают сначала в сепаратор со слабым магнитным полем. Ферримагнитный магнетит тут же устремляется к полюсам электромагнита, а вольфрамит и другие минералы не притягиваются к слабому магниту. Весь магнетит таким способом удаляют из концентрата. Затем увеличивают напряженность магнитного поля на полюсах электромагнита, и к нему притягивается весь вольфрамит, а примесь диамагнитных кварца, полевых шпатов, топаза и других минералов остается в хвосте. Так сначала в слабом магнитном поле освобождаются на обогатительной фабрике от магнетита, а в сильном — от немагнитных минералов и получают чистый вольфрамитовый концентрат. Он поступает в бункер, а оттуда — в белые крепкие мешки и отправляется в путь к металлургическим заводам, где из него получат вольфрамовую проволоку для электроламп, сверхтвердые карбиды под названием «победит», соединят его с железом и получат сверхпрочные стали.

Но применение магнетизма этим, конечно, не ограничивается. Магниты используют в криминалистике для дактилоскопических исследований, для подъема вещественных доказательств со дна водоемов, железных предметов с затонувших судов, для создания поездов на магнитной подушке, для транспортировки предметов по трубам, для создания магнитной обуви космонавтам и так далее.

Магнитные силы становятся самым мощным орудием познания микромира и овладения гигантскими энергиями ядра атома.

В 1923 году Петр Леонидович Капица предложил для определения массы и энергии элементарных частиц, следы полета которых можно наблюдать в камере Вильсона, суть которой знает каждый старшеклассник, поместить ее в магнитное поле и наблюдать отклонения в полетах частиц. Эта идея стала основополагающей для целой эпохи в ядерной физике.

Уже в 1932 году американец К. Андерсен в такой камере Вильсона открыл антиэлектрон: этот электрон упорно вел себя как положительно заряженная частица с массой электрона. Так сбылось предсказание Поля Дирака 1928-го года. Теперь эта частица называется позитроном.

Но в пятидесятых годах в СССР, в США и других развитых странах были построены ускорители частиц, в которых они развивали громадные скорости и пролетали сквозь камеру Вильсона без задержки и почти не отклонялись в магнитных полях. Поиски индикатора частиц пошли по пути использования вещества, состояние которого было бы настолько неустойчивым, чтобы равновесие могло быть нарушено всего навсего одной элементарной частицей и ее след можно было бы фиксировать, например, пузырьками газа испаряющейся жидкости. И этой жидкостью в так называемых пузырьковых камерах могут быть диэтиловый эфир, жидкий водород и, конечно же,— продукт переработки Забайкальской каменной радуги — флюорита, знакомый всем нам фреон. Советская фреоновая пузырьковая камера для изучения элементарных частиц имеет диаметр 115 см, глубину 50 см, а непременный атрибут любой пузырьковой камеры — магнит весит 72 тонны и дает напряженность магнитного поля 62 500 эрстед.

Но для решения многих задач такой напряженности оказывается смехотворно мало. Уже в 1925 году П. Л. Капица в результате использования соленоида, который работал в режиме короткого замыкания, сумел получить напряженность поля сначала в 270, а затем в 320 тыс. эрстед.

Приведу отрывок из письма Петра Леонидовича Резерфорду в Каир:

«Кембридж. 17 декабря 1925 г.

Я пишу Вам это письмо в Каир, дабы рассказать, что мы уже сумели получить поля, превышающие 270 тыс... Мы не смогли пойти дальше, так как разорвалась катушка, и это произошло с оглушительным грохотом, который, несомненно, доставил бы Вам массу удовольствия, если бы Вы слышали его...»

Эти поля позволили Капице изучать магнитосопротивление, магнитострикцию и другие явления.

Так магнит помогал познавать сам себя.

Проблемы получения устойчивых сильных магнитных полей продолжают существовать в связи с необходимостью изучить свойства элементарных частиц в фотоэмульсиях.

В разное время физики использовали для ускорения частиц циклотроны, затем — синхрофазотроны, микротроны. Везде необходимы мощные магнитные поля, часто переменные. Старые циклотроны сейчас используются как фабрики для разделения изотопов.

Магниты работают теперь и при исследовании кристаллической структуры минералов и чистых веществ. В суровые годы Великой Отечественной войны не замирала творческая мысль советских физиков. В 1944-м, в Казанском университете с помощью кажущегося сегодня простого электронного устройства Е. К. Завойский открыл важнейшее свойство электрона, находящегося в кристаллической решетке твердого вещества,— электронный парамагнитный резонанс. Генераторная лампа в годы войны была большой редкостью, и необходимо было громадное упорство и талант, чтобы в те трудные годы поставить и осуществить эксперимент.

Читателю уже известно, что электроны, вращающиеся по орбитам вокруг ядер атомов и вокруг своих осей, обладают магнитным моментом и имеют свое магнитное поле. Если на них воздействовать сильным внешним электромагнитным полем определенной частоты, то наступает резонансное поглощение энергии и векторы магнитных полей изменяются. Если же снять переменное внешнее поле, то в результате релаксации выделяется энергия определенной частоты или длины волны. Эту энергию резонансного погло-

щения и энергию, выделяющуюся при релаксации, можно записывать в виде спектров специальными самописцами или выделение ее в виде волнообразного всплеска наблюдать на светящемся экране осциллографа.

Годом позже в США в результате работ Феликса Блоха и Е. Перселла родился ядерный магнитный резонанс. Ядра атомов также обладают магнитным моментом, и их тоже можно в магнитном поле переводить в несвойственное им возбужденное состояние, при котором будет возникать резонансное поглощение, сопровождающееся после снятия внешнего поля релаксацией с энергией определенной частоты.

Так как электрон каждого элемента, находящийся на определенной орбите, и ядро каждого атома, находящееся в определенном веществе, имеют собственную частоту резонансного поглощения, то настроив на них аппаратуру, можно узнавать, есть ли они в том или ином веществе.

При помощи этих методов уже познают тайны строения кристаллов и — что самое важное — их дефекты, недоделки природной мастерской. В то же время эти методы дают возможность контролировать процессы изготовления самых различных органических соединений — полимеров и выращивание кристаллов с заданными свойствами.

Сокращенно ядерный магнитный резонанс называют ЯМР, а электронный парамагнитный резонанс — ЭПР.

МАГНИТНАЯ БУТЫЛКА

В век энергетического бума и энергетического кризиса все острее становится проблема топлива, проблема источников энергии.

Но — проблемы этой, по сути дела, нет. Ведь энергия имеющихся в недрах Земли урана и тория в сотни раз больше энергии угля и нефти вместе взятых, хотя и их запасы далеко не исчерпаны. А если взять воду, которая является топливом в реакциях термоядерного синтеза, то тут и вообще никаких забот у человечества быть не должно. Академик И. Е. Тамм однажды заметил, что из дейтерия, содержащегося всего в одном

литре воды, можно получить энергии столько же, если бы мы сожгли 350 литров бензина.

Поэтому одна из главных проблем человечества — найти способ управления, сдерживания катастрофической силы энергии реакции термоядерного синтеза. Это значит — надо запрячь в колесницу истории энергию водородной бомбы. Кстати сказать, опосредствованно через дрова, уголь и нефть человек с доисторических времен использует термоядерную энергию Солнца. Но человеку всегда мало того, что у него есть. И он хочет сам сделать Солнце на Земле.

Всем известно, что, для того чтобы началась термоядерная реакция синтеза, надо сообщить ядрам атомов дейтерия или трития такую большую энергию, чтобы электростатические силы отталкивания были преодолены. Это возможно лишь тогда, когда газ нагрет до температуры в несколько миллионов градусов, то есть доведен до состояния плазмы. Но плазму, однажды получив, надо уметь удержать. На это способны только магнитные поля. При этом форма их должна быть необычной. Как показали советские ученые в 1950 году, форма магнитной ловушки должна напоминать бутылку. Впоследствии оказалось, что не только форма, но и характер распределения комбинированных магнитных полей. Затем использовали магнитное поле самой плазмы, продольные магнитные поля. В конце концов была создана система Токамак (ток, камера, магнитные катушки). Уже в 1975 году установка Токамак-10 показала, что ученые на правильном пути. В 1985 году Токамак-15 дал ток в несколько миллионов ампер.

Так, используя когда-то таинственные магнитные силы, исходившие от черного камня Магнессы, человек подходит к торжеству овладения величайшей тайной управления термоядерной реакции, и, как писал академик Л. А. Арцимович, «вряд ли есть какие-либо сомнения в том, что в конечном счете проблема управляемого термоядерного синтеза будет решена».

Магнитное железо «..возвращает красоту и здоровье... девушкам»
Вильям Гильберт из Колчестера, лейб-медик королевы Англии.

5. Магнит и жизнь

В 1975 году в журнале «Генетика» появилось сообщение о том, что постоянное магнитное поле вызывает мутации поколений живых организмов. Все живое с момента его возникновения на Земле существовало под воздействием постоянного магнитного поля. Так не в этом ли причина эволюции жизни?

Если уж говорить о влиянии магнетизма на живое вещество, то надо вспомнить древних халдеев и египтян, которые почитали магнит как средство для достижения бессмертия. Древние жители Азии использовали магнит как наружное целебное средство. Его рекомендовали для избавления от дурного расположения духа: приложил к виску или, скажем, к затылку кусок магнитного железняка — и обиды или головной боли как не бывало. Заманчиво, правда?

В V веке жил знаменитый врач Аэций д'Амида, который успешно использовал магниты при конвульсиях и болях в суставах. Вполне серьезно средневековые эскулапы прописывали магнит и от водянки. А в XVII веке европейская медицина уже не сомневалась в лечебных свойствах магнетизма.

Особых успехов добился в 1754 году французский аббат Ленобль. Он наладил изготовление постоянных магнитов и уверенно лечил ими нервные болезни. Снималась ими и зубная боль. Что здесь было важней — самовнушение или действительная польза магнитов,— осталось тайной. Этот французский священник был не только предприимчив, но и широко образован. Уже в 1777 году на заседании Королевского медицинского общества в Париже он докладывает ученому обществу о результатах своих работ по применению магнетизма в медицине. Королевское общество назначает специальную комиссию из компетентных врачей, и она приходит к выводу о том, что магнетизм оказывает прямое и непосредственное воздействие на нервы, и указывает, что действие это так же несомненно, как и действие магнита на железо. Комиссия высказала на-

дежду на то, что придет время, когда магнит в медицине будет так же полезен, как и в физике. Но надо отдать должное французским медикам того времени: они предупреждали, что вряд ли стоит верить всем чудесам, о которых рассказывают сторонники широкого использования магнетизма в медицине.

Несколько лет тому назад одна японская фирма организовала производство миллионов магнитных браслетов, снабдив их заманчивой рекламой, в которой они сравнивались с панацеей от всех нервных болезней и гипертонии. Но пользу от ношения этих браслетов на запястье получили далеко не все. В 1966 году в Москве состоялось Первое Всесоюзное совещание по изучению влияния магнитных полей на биологические объекты. Во время его работы было сделано два доклада о магнитных браслетах. Профессор Л. Андреев из Ростовского медицинского института рассказал о благотворном действии браслета на больных-гипертоников, а доктор медицинских наук Н. Тягин из Ленинградской военно-медицинской академии им. С. М. Кирова сообщал, что магнитные браслеты улучшали самочувствие больных с нервными и сердечно-сосудистыми заболеваниями. Но это улучшение выражалось в основном в ослаблении или использовании субъективных симптомов, например, головных болей.

Академик А. Мясников так оценивал действие магнитных браслетов и магнетизма вообще: «Думаю, что воздействие магнитных браслетов чисто психологическое, я бы даже сказал, утешительное... Нельзя отрицать влияние магнитных токов на организм человека, но эта область еще далеко не изучена».

Действительно, не влиять магнитные поля на человека, тем более на такую его жизненно важную систему, как кровь, не могут: ведь все, что ни есть в окружающем нас мире, да и мы сами,— суть различные электромагнитные поля.

Имеются сведения также и о том, что магнитное поле влияет на рост и развитие растений. Некоторые связывают его с намагничиванием воды, являющейся главным переносчиком питательных веществ в растениях. Оказывается, как выяснил советский ученый А. В. Крылов, растения и их корни изгибаются в сторону южного магнитного полюса.

Сообщают также, что трехнедельные мышата в

магнитном поле растут и развиваются медленнее, чем в обычных условиях.

Сейчас уже умеют получать изображения электромагнитных полей мускулатуры человека. Особенно интересно, что изменение этого поля может произойти даже при одной мысли о движении.

Железо является важнейшей составляющей частью в строении планеты.
Н. Мезенин, 1971 г.

6. От ядра до морского дна

ОДНА ДВАДЦАТАЯ — СКОЛЬКО ЭТО?

Железо вездесуще в природных процессах и в человеческих делах. Оно встречается везде — в метеоритах, в лунном грунте, в ядре Земли, в земной коре и на ее поверхности. В растворенном виде оно — в водах морей и океанов. В виде тончайших аэрозолей — в атмосфере.

Главного металла в земной коре очень много, по подсчетам академика А. Е. Ферсмана — 4,2 процента. Это грандиозная цифра.

В наше время принято считать, что земной шар состоит из нескольких слоев или оболочек. Земная кора в среднем имеет толщину 16 километров, и в ней содержится, как было сказано, 4,2 процента железа, а по другим данным — 4,5 процента. В следующей более глубокой оболочке — в мантии — около 13,5 процента, а в центре, который состоит из железа, никеля и кобальта, железо составляет более половины его объема. Если учесть, что плотность Земли в среднем равна 5,5 г/см^3 и рассчитать объем ядра, то окажется, что наша планета на 34,63 процента состоит из железа. Но это — пока только расчеты, а не факт. Достаточно точно мы знаем содержание железа только в доступной наблюдению оболочке земного шара — в его силикатной коре.

Попробуем, взяв нижний предел содержания желе-

за, равный 4,2 процента, сосчитать количество его так, как будто это содержание присуще планете в целом. Если масса Земли составляет примерно 6 000 000 000 000 000 000 000 ($6 \cdot 10^{21}$) тонн, то железа она содержит ни много ни мало — 252 000 000 000 000 000 000 ($252 \cdot 10^{18}$) — двести пятьдесят два миллиарда миллиардов тонн. Такое количество трудно даже и вообразить. Вы сомневаетесь? Пожалуйста!

Подсчитано, что книжка, содержащая только миллион (миллион!) страниц, имеет толщину, равную ста метрам (на десять метров больше футбольного поля!). Книга, содержащая миллиард страниц, была бы толщиной в сто километров. А у нас получилась цифра в двести пятьдесят миллиардов большая. Для сравнения можно сказать, что толщина такой книги ($252 \cdot 10^{11}$ км) была бы неизмеримо больше расстояния от Земли до Солнца ($150 \cdot 10^{6}$ км).

Ведь только живое вещество Земли содержит около 10 миллиардов тонн железа. Вот как распределяется оно в разных видах живых существ (в миллиграммах на килограмм сухого веса):

Млекопитающие —10—80
Морские животны —40
Наземные животные —16
Водоросли —100
Наземные растения —14
Бактерии —25
Домашние животные —30—190.

Замечательно, что растения и животные усваивают из пищи и почвы лишь столько железа, сколько им нужно. От недостатка железа они болеют, а избыток — не потребляют. Ровно столько, сколько нужно для здоровья человека, содержится железа в капусте: в ней в готовом виде присутствует кроветворный комплекс из меди и железа. Видать, недаром Александр Македонский, мудрец и воитель, говорил, что «...она придает воинам мужество, трезвый расчет, хладнокровие» и «...поддерживает постоянную бодрость и веселое, спокойное настроение духа»,— добавлял Пифагор.

Если из значительного количества железа только 10 миллиардов тонн приходится на живое вещество, то в неживом, то есть в минеральном,— все остальное.

Кто же главный концентратор этого металла? Железо в основе многих минералов и присутствует везде.

Давайте утром пойдем в окрестности любого города или поселка Забайкалья, вооружившись куском намагниченного железа — постоянным магнитом. Найдем русло сухого ручейка. Возьмем наш магнит и сунем его в песок. Вытащим и посмотрим, что произошло. Оказывается, на наш магнит налипли какие-то черные живчики и висят, свесив хвосты. Но на самом деле мы извлекли из песка знакомый уже нам магнетит или, что бывает реже,— метеоритные шарики. Снимем эти живчики с магнита и бросим в воду,— они утонут. Попробуем их теперь выплеснуть из банки или чашки. Не тут-то было. Они, оказывается, очень тяжелы.

О том, как попал магнетит в песок,— разговор впереди. Здесь же только скажу, что обломочный магнетит извлекают большими магнитами из россыпей на берегах, например, Черного моря и добавляют в буровой глинистый раствор вместо дорогого и тоже тяжелого минерала барита (природного сульфата бария) при бурении глубоких скважин. Возможности получения его в долинах рек Забайкалья практически неисчерпаемы. При этом отпадает необходимость ввозить в область дорогой барит, промышленных месторождений которого в Забайкалье пока еще не открыли.

Вы увидели, насколько просто обнаружить минералы железа даже в самом обычном лесу, у ручья. В связи с высокой химической активностью оно входит в состав огромного количества природных химических соединений.

Всего известно более 300 минералов, содержащих существенное количество железа. Это и окислы различной валентности, и их гидраты, это — сульфаты с водой и без воды, карбонаты только железа или в сообществе с кальцием, магнием и марганцем, фосфаты и арсенаты. Даже кислоты таких металлов, как вольфрам, тантал и ниобий дают соответственно вольфраматы, танталаты и ниобаты железа. Эти соли представляют собой важнейшие для промышленности минералы — вольфрамит, пирохлор, ферротанталит. Присутствие в них железа определяет их магнитные свойства, и человек научился их использовать для обогащения руд. Железо входит в состав большой

группы слоистых силикатов, к которым относятся слюды и хлориты. Огромная армия так называемых породообразующих минералов — пироксенов, роговых обманок, эпидота, минералов группы оливина — все они в тех или иных количествах содержат атомы железа, которые изменяют их облик и свойства.

Минералы двадцать шестого элемента распространены во всех частях и оболочках земного шара: от ядра до биосферы.

РАЗЛИЧИЕ ОТ ДВУЛИЧИЯ

В природе железо известно в двух- и трехвалентной формах. На земной поверхности в условиях атмосферы в зависимости от так называемого окислительного потенциала, парциального давления кислорода и углекислоты, преобладания щелочных или кислотных сред оно может изменять свою валентность и переходить в ионное состояние. При этом оно вовлекается в движение различными агентами — водой, воздухом и другими. На путях этих перемещений оно может рассеиваться или концентрироваться, образуя месторождения.

Двухвалентное железо в недрах Земли преобладает над трехвалентным и, как только поступает в сферу действия кислорода,— легко и неизбежно переходит в трехвалентную форму. Эти два иона одного и того же элемента столь отличаются один от другого, что академик А. Е. Ферсман вынужден был в 1937 году заметить: «...двух- и трехвалентное железо настолько различны по своим свойствам, как например, различны кальций и редкие земли, кремний, и титан, и во всяком случае геохимически железо и никель гораздо ближе друг другу, чем двухвалентное и трехвалентное железо».

В самом деле, железо в закисной форме играет роль только катиона и может быть только основанием. Окисное же, трехвалентное железо может быть и катионом, и основой для формирования различных комплексных анионов типа $(Fe_2O_4)^{2-}$. Присоединяя к себе различные катионы типа двухвалентного железа, магния, хрома, эти анионы образуют уже известные нам соли — ферриты. Это те самые ферриты, соли железистой кислоты, которые используются в различных

магнитах. В природе они известны под названием шпинелей (в том числе и благородных).

Часто трехвалентное железо входит в состав всевозможных силикатов (солей кремниевой кислоты), фосфатов и сульфатов. Это случается при недостатке алюминия и избытке железа в природных растворах, из коих вырастают минералы. Входя в решетку таких минералов, железо изменяет их свойства.

В природных растворах трехвалентное железо может присутствовать только в узких рамках определенных условий. В большинстве случаев происходит гидролиз, и оно в форме гидрата $Fe(OH)_3$ коагулирует (свертывается), буреет и выпадает в осадок. Особенно чувствительно оно к электролитам. А известно, что раствор солей в воде — прекрасный электролит. В самом простом случае — это морская, а иногда и озерная вода, содержащая в растворе соли кальция, магния, калия, натрия и других щелочных и щелочноземельных металлов*. Поэтому громадное количество железа, приносимого реками в океаны, моря и озера немедленно и быстро высаживается, образуя осадочные железорудные месторождения.

Только надо знать, что это происходит быстро не в обычном, общепринятом человеческом понимании времени. Здесь мы говорим о времени геологическом. Быстро — значит, многие годы, а то и целые сотни тысяч лет.

Осаждение трехвалентного железа идет медленно или почти приостанавливается лишь в тех случаях, когда появляются коллоидные растворы — очень тонкие взвеси, а также гумусовые вещества — продукты разложения живых организмов, отмерших животных и растений. При этом трехвалентное железо может даже переноситься водными растворами на далекие расстояния. Нередко гумусовые вещества вступают с железом в химические соединения, так называемые железоорганические комплексы. Они оказываются очень стойкими к действию электролитов и разлагающему

---

* В старину химики окислы часто называли землями. Металлы второй группы таблицы Д. И. Менделеева — кальций, магний, барий, стронций, т. к. они дают окислы (земли) и слабые основания (щелочи), по традиции до сих пор называются щелочно-земельными элементами.

действию воды и способствуют дальнейшему путешествию металла.

Двухвалентное железо при недостатке кислорода и отсутствии щелочей способно довольно долго пребывать в растворенном виде, а значит, и перемещаться на значительные расстояния в форме сульфатов, хлоридов и бикарбонатов, образуя в определенных условиях громадное количество самых разных минералов, важнейшие из которых для практики — анкерит и сидерит. Но о них — позже.

Интересно, что в глубинах Земли, там, где высокие температуры и давления, где испытывается явный недостаток кислорода, мы встречаемся с минералами, в составе которых двухвалентное железо преобладает над трехвалентным. Здесь вместо гидроокислов (то есть водных окислов) железа мы имеем дело преимущественно с никелем, кобальтом, ванадием, титаном, хромом, вольфрамом, магнием, двухвалентным марганцем, мышьяком и другими тяжелыми или маленькими атомами в соединении с серой или кислородом, характерными для глубин земных недр. Причем соседство это очень тесное: эти элементы группами могут входить в один и тот же минерал.

В слоях земной коры, образовавшихся в условиях атмосферы или гидросферы, железо обособляется от этих элементов или сосуществует с их высоковалентными формами. При этом в одном минерале они уже сосуществуют редко, а стремятся каждый создать свое кислородное соединение. Здесь железо соседствует с алюминием, фосфором, бором, редкими землями.

В исключительных случаях двухвалентное железо и пятивалентный фосфор, с водой и кислородом объединяясь, дают прекрасный синий минерал вивианит. Недавно в африканской стране Камерун обнаружили крупные кристаллы ювелирного вивианита.

В Забайкалье вивианит известен среди фосфатных отложений системы Беклемишевских озер. Этот минерал еще с древнейших времен пользуется славой как прекрасная синяя краска. Много его в железных рудах Керчи, Чешской мульды, Поволжья.

Интересно, что попадая в глубинные части земной коры при горообразовании, где доступа кислорода нет, где высокие температуры и давления, вода и, в меньшей мере, кислород из всех минералов железа (как,

впрочем, и других) вынуждены уходить, а сами кристаллические решетки минералов уплотняются и освобождаются от таких крупных построек, как вода. Вода же без дела не остается. Она медленно начинает растворять на своем пути многие минералы горных пород, уносить их в трещины и отлагать там свой груз в виде альпийских жил. В них часто находят и минералы железа.

РЕДКИЕ САМОРОДКИ

В чистом или, как говорят минералоги, в самородном виде железо в природе встречается относительно редко.

В существенных количествах самородки его известны в Карелии и в Гренландии. Здесь в 1870 году в Овифане, на южном берегу о. Диего железо залегало в базальте, который прорывал слои каменного угля. В 1905 году геолог А. А. Иностранцев в районе острова Русского на Дальнем Востоке наблюдал пластообразные залежи самородного чугуна. Тут тоже магматические породы прорвали соседствующие слои железистых и углистых отложений. Б. Левшин в 1789 году в «Словаре коммерческом» указывал, что «в Сибири во многих местах находят самородное железо». Совсем недавно стали находить его и в болотных рудах под торфяниками. В бассейне реки Хопер в ядрах округлых выделений гидроокислов железа нашли шарики и линзочки самородного железа, а около Вологды — состоящие из него мелкие прослойки «икряной» руды. Найдено оно и в каменных и бурых углях. Образовалось оно здесь потому, что минералы железа находятся совместно с органическим веществом (торф и угли), которое при разложении без доступа воздуха поглощает весь кислород, не отдавая его железу. Промышленных же скоплений железа в самородном виде мы еще не знаем. Уж очень оно общительно, очень охотно отдает электроны кислороду и сере. Поэтому-то оно сразу не далось в руки человеку.

ПРИШЕЛЬЦЫ ИЗ КОСМОСА

Давно уже люди знают о том, что с неба падают камни. И всегда в них находили много железа. Эти

камни называют метеоритами.

Есть сведения о том, что ежедневно на Землю прибывает в среднем шесть тысяч тонн вещества. Из этой громадной массы вещества львиная доля принадлежит тонкой метеоритной пыли, размеры частиц которой едва превышают микрон. На долю крупных метеоритов приходится в среднем триста тонн. Лишь немногие из них падают на глазах у людей: ведь заметить их можно только ночью.

Падая, метеориты зарываются в землю, а самые крупные образуют громадные воронки. В Чертовой долине в Аризоне имеется кратер, ширина которого 1200 м, а глубина — около 200 м. В доисторические времена здесь упал железный метеорит, вес его оценивают в 10 тысяч тонн. Об этом событии в преданиях племени индейцев Навахо говорится: «В этом месте в незапамятные времена огненный дух сошел с неба на землю».

Несколько лет тому назад на аэрофотоснимке бразильских джунглей обнаружили кратер диаметром 3 километра и глубиною полкилометра. Гигантское количество железа упало с небес зимой 1947 года в хребте Сихотэ-Алинь.

Была целая эпоха, когда метеоритному железу поклонялись, обожествляли его, затем пришло время сомнений в небесном его происхождении. Теперь же любой минералогический музей почитает за честь иметь кусочек космического пришельца.

Здесь мы будем говорить только о строении и составе железных метеоритов, а время и место легендам о них будет позже, в заметках об истории овладения нашим героем.

Все метеориты подразделяются на железные (сидериты), железо-каменные (сидеролиты) и каменные. Каменные метеориты еще называют аэролитами. Они подразделяются на хондриты (содержащие хондры,— мелкие округлые кристаллы оливина и других силикатов), и ахондриты — не содержащие хондр, а оливин и пироксен в них вместе с никелистым железом распределены равномерно. Самое большое количество метеоритного железа содержится в сидеритах, минимальное — в каменных. Больше всего падает каменных метеоритов — их упало на Землю в 32 или в 16 (по разным данным) раз больше, чем железных.

Знаменитое Палласово железо весом более 600 кг, найденное кузнецом Медведевым в 1749 году южнее Красноярска и доставленнное в Петербург в Академию наук П. С. Палласом в 1772 году, оказалось железокаменным метеоритом.

Самый большой в мире железный метеорит Гоба, найденный в Западной Африке в 1920 году, весит 60 тонн и имеет размеры 3×3×1 метр.

На территорию нашей страны самый большой железный метеорит упал во время сихотэ-алиньского железного метеоритного дождя 12 февраля 1947 года. Он весит 1745 кг, а его младшие братья —500, 450 и 350 килограммов. Всего же в этот день на Землю выпало более тысячи тонн железных метеоритов.

Встречаются метеориты и в Забайкалье. В 1960 году в желонке, поднятой из скважины ударно-канатного бурения в долине реки Кручины, геолог Г. И. Кириллов обнаружил округлый камень размером 4×5×3 см и принес его мне. Камень был тяжелый, с неровной поверхностью, серый, на стенках каверн в ней были даже кристаллики цеолитов. Спектральный анализ дал присутствие в нем никеля, кобальта и железа. Необычной в этом камне была структура, которую получили травлением кислотой его полированной поверхности.

Под микроскопом мы сразу же увидели так называемые видманштедтовы фигуры. Они встречаются только в метеоритах. Эти фигуры представляют собой пересечения пластинок и балок. Ширина их бывает различной — от долей миллиметра до двух миллиметров. Балки широкие, шероховатые и матовые. Они состоят из железа с примесью никеля, обычно не превышающей 7 процентов, и сложены камаситом. Пластинки, в отличие от балок,— узкие и блестящие и окаймляют эти балки. Они состоят из сильноникелистого железа: количество никеля в них 24—25 процентов. Называются они тэнитами. Балки, отороченные пластинками, образуют решетчатый рисунок, который впервые наблюдал Видманштедт. Углы между пересекающимися балками зависят от направления среза относительно ориентированности октаэдрических (восьмигранных) кристаллов метеоритного железа. Такие метеориты называются октаэдритами.

Октаэдритом оказался и погребенный метеорит из отложений Кручины.

Если же железные метеориты состоят из кубических (гексаэдрических) кристаллов, то на срезах наблюдается так называемые неймановы линии, которые наблюдал Нейман. Наиболее четко эти линии проявлены в срезе метеорита Богуславка, упавшего на Дальнем Востоке 18 октября 1916 года и состоящего из двух частей весом 199 и 57 кг. Такие метеориты называются гексаэдритами.

Летом 1980 года геолог Николай Стрелов во время полевых работ между Хапчерангой и Хавергой на водоразделе в гранитной дресве нашел бурую очень тяжелую пятигранную гальку. Отец Николая, Анатолий Михайлович Стрелов летом 1981 года принес ее мне. Посоветовавшись, решили сделать аншлиф. От гальки отрезали алмазной пилой небольшой кусочек и отполировали. И что же?

Мы с Софьей Артемовной Аксеновой, большим знатоком рудной микроскопии, протравили его азотной кислотой. На гладкой однородной поверхности тут же стал появляться причудливый рисунок, не похожий ни на видманштедтовые фигуры, ни на неймановы полосы.

Анатолий Михайлович к этому времени получил результаты спектрального анализа, который дал почти чистое железо. Лишь десятые и сотые доли процента кремния, меди, никеля, кобальта были обнаружены в этом экзотическом образце...

Мы продолжаем изучать этот необычный железный камень, который скорее всего окажется метеоритом.

Если бы любознательные и внимательные забайкальцы сообщали нам о всех подозрительно тяжелых и ковких железоподобных камнях, наши знания о забайкальских метеоритах сразу бы расширились.

Для чего нужны метеориты в наше время? Ведь железо из них добывать нет смысла, украшения делать — слишком большая редкость, да и красивее есть камни.

Дело в том, что метеориты — это вестники из других районов Солнечной системы и Вселенной, это — обломки разорвавшихся планет или астероидов. Существует представление, что между Землей

и Марсом была еще одна небольшая планета, которую называют Фаэтон. Полагают, что она разрушилась, а обломки ее так и продолжают роем свой путь по бывшей орбите легендарной минипланеты. Когда Земля, двигаясь по своей орбите, приближается к траектории Фаэтона, на ее поверхности выпадает метеоритный дождь.

Изучая химический и минеральный состав метеоритов, а также их структуру, мы можем приблизиться к пониманию состава и строения вещества Солнечной системы. Правда, с изобретением спектрального анализа Кирхгофом, мы многое уже познали о составе и строении Солнца, многих звезд, минуя метеоритный канал информации. Особых успехов добились в последние двадцать лет, когда появилась возможность устанавливать спектральные системы вне земной атмосферы — на космических кораблях.

Но спектральные исследования пока еще мало дают для изучения состава и строения внутренних частей нашей планеты и ее аналогов. А метеориты это делать позволяют. Ведь только после установления их химического и минерального состава можно было прийти к выводу о существовании железо-никелевого ядра планеты, а также о тех минералах, которые есть, например, на Луне. Прямые наблюдения на ее поверхности и изучение лунных образцов подтвердили правильность выводов, полученных при изучении метеоритов.

Ведь даже изотопный состав химических элементов метеоритов и тех, что распространены на Земле,— одинаков. В метеоритах до сих пор не обнаружено ни одного нового химического элемента, а в ощутимых количествах (более одной десятой процента) встречается не больше двадцати из известных на Земле.

В метеоритах находят, за редким исключением, те же минералы, что и в недрах нашей планеты. Было время, когда троилит (есть такой сульфид железа, и соотношения изотопов серы в нем приняты за эталон) считался сугубо космическим минералом, а теперь его находят в морских осадках.

Железные метеориты имеют такой усредненный состав, выраженный в процентах (он приведен в книжке А. Е. Ферсмана «Занимательная геохимия»):

железо (90,85), никель (8,5), кобальт (0,6), медь (0,02), фосфор (0,17), сера (0,04), углерод (0,13). Серебра и золота на тонну метеоритного вещества приходится по 5 граммов, а платины в четыре раза больше. Другие элементы присутствуют в ничтожных количествах.

Оказывается, метеориты, которые падают на Землю, образовались не в одно время, а формирование их происходило на протяжении трех с половиной миллиардов лет: возраст разных метеоритов варьирует от 600 миллионов до 4 миллиардов лет.

Может быть, 600 миллионов лет тому назад закончилось формирование последнего астероида, который затем разрушился?

...Начало сентября 1978 года.

Новосибирский Академгородок вписан в чуть тронутую осенним золотом западносибирскую тайгу. Считанные дни отделают меня от жаркого воздуха и жарких событий революционного Кабула, откуда я прибыл на XI конгресс Международной минералогической ассоциации (ММА) и оргкомитету которого передал приветствие министра горных дел и промышленности афганского революционера Исмаила Данеша. Впечатления преобразований в Афганистане были свежи, полтора года жизни в совершенно необычной для советского человека обстановке мусульманского мира настолько изменили восприятие окружающего, что даже желтеющие листья берез и синь неба представлялись как оправленная в золото бирюза минаретов.

Работа конгресса проходила по комиссиям. Одной из них, Международной комиссией по космической минералогии, бессменно уже многие годы руководит профессор Ленинградского горного института Дмитрий Павлович Григорьев. В рамках XI конгресса ММА комиссия проводила свой третий симпозиум. На нем было много интересных докладов. А. К. Лаврухина и Г. В. Барышникова, например, рассказали, что метеориты сохраняют в своем составе и структуре память о событиях, происходивших в космосе. Метеориты хранят следы ударов, которые зафиксированы в изменении плагиоклаза в другой минерал — маскелинит, оливина — в рингвудит, появился новый гранат — меджорит за счет пироксена, в железных ме-

теоритах обнаружены алмазы. Все эти минералы образуются при сверхвысоких давлениях, которые развиваются только во время катастрофических столкновений.

Интересно, что метеорит Доронинск из Забайкалья прожил «легкую» жизнь: в его памяти не сохранились следы катастроф.

На симпозиуме рассказывали о содержании в камасите золота, серебра (нашли 38 граммов на тонну!) и платиноидов — в сумме до 35,4 грамма на тонну,— больше, чем в земных платиновых рудах.

Здесь же геологи С. Г. Желнин, А. А. и Л. Н. Пляшкевичи, С. М. Сандомирская рассказали, что 10 июля 1977 года на территории Билибинского района на Чукотке в долине речки Майнгы-Пауктуваам при производстве горных работ рабочий А. Я. Чередниченко в речных отложениях ручья Свеча нашел железный метеорит, получивший название Алискерово. Метеорит находился на контакте галечников верхнеплейстоценового возраста и подстилающих пород. Это свидетельство того, что метеорит упал несколько миллионов лет назад. Размеры метеорита Алискерово довольно внушительны: 440×310×110 мм. Вес — 58,4 кг. Он имеет клиновидную форму. С одной стороны — он плоский, а с другой — выпуклый. Главный минерал этого метеорита — камасит, составляющий до 70 процентов площади изучавшихся шлифов. Особенность метеорита — сочетание видманштедтовых и немановых фигур. В результате изучения структуры метеорита в нем установили три или четыре стадии его преобразований. Здесь и оплавление, и перекристаллизация, и диффузия никеля при кратковременном повышении температур. Интересно, что в этом метеорите присутствует тэнит, в котором никель преобладает над железом (ведь обычно содержание никеля не превышает 27 процентов). Кроме этого, тут же наблюдали и фосфид никеля и железа — штрейберзит, а также совсем экзотику — сульфид хрома и железа — добреелит, которые в земных породах и вовсе не обнаружены. Зато это указывает на возможность образования их в ядре Земли, что особенно важно.

В «Занимательной геохимии» А. Е. Ферсмана сказано словами академика Вернадского, что в природе

мы имеем дело «не со случайным падением отдельных метеоритов, болидов, космической пыли на Землю, а с большим планетным процессом, с материальным обменом нашей планеты с космическим пространством».

Вот поэтому изучение метеоритов имеет непреходящее значение.

ГЛАВНЫЙ ИЗ «БЛЕСКОВ»

Около 80 процентов всех железных руд составляют железистые кварциты, а в них главный минерал — гематит. Почти всегда с ним вместе присутствует и магнетит, который, легко окисляясь, переходит в гематит.

В название раздела мы поместили слово «блеск», а говорить о нем вроде и не собираемся.

Очень даже собираемся. Все дело в том, что в минералогии почти каждый минерал имеет несколько имен. Связано это с тем, что в разное время в разных странах народы независимо друг от друга открывали для себя свою Америку.

Первыми, вероятно, с природной окисью железа (Fe_2O_3) имели дело греки. Они за вишнево-красный цвет порошка и дали ей название «эматос» — что означает «кровавый». Первым из тех, чьи записи дошли до нас, это название употребил Теофраст в 325 году до н. э. Видимо, окись железа им встречалась не в виде хорошо образованных кристаллов, а как вкрапленность в породу или как массивные руды.

Немецкие рудознатцы (они же были и минералогами) имели дело с кристаллами гематита из жил. А кристаллы гематита очень эффектны и имеют сильный блеск. Отсюда и название — железный блеск — эйзенгланц (Агрикола, 1546 г.). Вообще, надо заметить, немецкие рудознатцы, а Георг Бауэр, более известный как Агрикола, в особенности, любили давать сложные имена минералам. Эти имена состояли из названия металла и добавки «блеск». Сульфид свинца — галенит — они назвали свинцовым блеском, сульфид сурьмы — антимонит или стибнит — сурьмяным блеском и так далее. Во многом это было оправдано, так как блеск минералов является одним из важнейших диагностических признаков. В связи с

тем, что большинство первых русских минералогов учились у немцев, а некоторые русские минералоги были выходцами из них,— эти названия были широко распространены в XVIII—XIX веках в России. Очень хорошо иллюстрирует сказанное богато изданная в России в 1906 году книга Рейнгарда Браунса «Царство минералов»: в ней около десятка различных «блесков».

Прекрасные образцы железного блеска в виде железных роз известны, например, из Сен-Готарда в Альпах, из Ахматовской копи на Урале, из Лиственичного месторождения в Забайкалье. Такие образцы часто напоминают махровые розы или черные георгины.

Изящные, ажурные, тонкие, просвечивающие кроваво-красным цветом пластинки гематита или их сростки находили мы в альпийских жилах на Удокане.

Часто тонкие пластинки гематита называют железной слюдкой. Порошковатые и плотные массы гематита у горняков известны под названием красного железняка.

Чистый гематит содержит 69,94 процента железа и является важнейшей его рудой. Кроме того, чистые порошковатые массы применяют как красные краски. Из него же делают красные карандаши. А плотный тонкопорошковатый гематит («кровавик») используют как полировочный материал.

Очень часто гематит возникает при окислении магнетита с сохранением форм его кристаллов. Такой гематит называют мартитом. Практически большая часть магнетита, выходящая на дневную поверхность, превращена в мартит. Отличается мартит от магнетита по цвету порошка. У магнетита он буро-коричневый, а у мартита — вишнево-красный.

На Удокане в меденосной толще, особенно в нижней ее части, все геологи, изучавшие это месторождение, отмечали косослоистые железистые песчаники и кварциты. В слоях песчаников и кварцитов на желтовато-сером их фоне отчетливо видны косые и косоволнистые темно-бурые, часто с ржавыми потеками слойки. Толщина этих слойков изменчива. Они то тоненькие, почти с волос, то, постепенно утолщаясь, становятся толще ладони. На свежем изломе они от-

свечивают сталью или свинцом. Под микроскопом открывается для неискушенного непривычный и совсем новый мир. То, что оказалось сплошной стально-серой массой, оказывается сложенным из множества округлых, часто с мелкими вмятинами и зазубринками зерен. Зерна эти ни черны и не серы. Они в поле микроскопа — белые или только чуть сероватые. Часть из зерен имеет форму октаэдрических кристаллов, свойственных магнетиту. А если включить специальное приспособление, называемое анализатором поляризованного света, капнуть специального иммерсионного масла и чуть поцарапать зернышко, то при вращении столика микроскопа то вспыхивают, то гаснут красные всполохи внутренних рефлексов, так характерные для гематита. В части зерен, особенно тех, что имеют форму октаэдров, в центрах их можно увидеть кремовые или желтовато-розовые участки, как бы разъедаемые гематитом. Причина в том, что почти все зерна косых слойков сложены псевдоморфозой гематита по магнетиту — мартитом. В отдельных зернах мартита удавалось наблюдать даже мельчайшие золотинки. Если же из обломка породы, содержащей косой слой, сделать прозрачный шлиф,— в нем можно найти обломки полевых шпатов, кварца, слюду. Но не они будут главными. Главными будут тут тяжелые минералы — турмалин, циркон, монацит, эпидот, ортит. Ибо черные слойки — это природой отмытый тяжелый шлих, оставленный здесь морской водою.

СЕРЕНДИБИТ, ИЛИ ОТКУДА ВЗЯЛСЯ УДОКАН

Однажды петрографу М. Е. Бердичевской посчастливилось найти в издробленном образце такого слойка из песчаника Удокана редчайший минерал серендибит. Этот триклинный алюмоборосиликат кальция, магния и железа был открыт в 1901 году индусом Кумарасвами в Гангапитига около Амбакотта в Индии. Американцы Ларсен и Шаллер в 1932 году описали его из месторождения в штате Нью-Йорк недалеко от Джонсбурга. В 1939 году Ричмонд описал серендибит из Калифорнии. Наконец, Л. И. Шабынин и Н. Н. Перцев в 1956 и Д. П. Сердюченко с А. В. Гле-

бовым в 1961 году описали находку этого минерала из древнейшей (более двух миллиардов лет) верхнеиенгрской толщи архейского возраста Южной Якутии.

До М. Е. Бердичевской серендибит был обнаружен, следовательно, только в четырех местах земного шара. На Удокане, в железистых песчаниках с ручья Скользкого, сделана была пятая находка этого минерала на Земле. Бердичевская нашла обломки размером всего 0,01—0,05 мм. Это были осколки пластинок и табличек. Минерал был красивого голубовато-зеленого цвета в одном направлении и интенсивно голубого — в другом.

Однажды зимой 1964 года я смотрел под микроскопом шлиф железистого песчаника, сделанный из образца, взятого из знаменитой канавы № 6. Вдруг между индивидами полевых шпатов и мартита появилось зернышко, которое изменяло окраску при вращении столика микроскопа от желтоватого и серосинего до синего. Мне показалось, что в зернышке чередуются полоски желтоватого и серо-синего цвета. Я поставил объектив с увеличением в 20 крат и убедился, что зерно полисинтетически сдвойниковано.

И тут мне вспомнилась находка Бердичевской.

Все верно — плеохроизм в синих тонах, полисинтетическое двойникование, косое погасание, высокие показатели преломления! Все сходится!

Но... Этих данных мало!

Надо замерить показатель преломления. Пришлось снять с шлифа покровное стекло. И под микроскопом извлекать зернышко размером менее десятой доли миллиметра, переносить его на другое предметное стекло, закреплять каплей растворенного в воде желатина и готовить закрепленный иммерсионный препарат, чтобы не потерять эту редчайшую драгоценность.

Целый день потом измерял показатели преломления, подгоняя иммерсионные жидкости. К счастью — все сошлось. Серендибит оказался серендибитом!

— Для чего надо было столько возиться с одним зерном? — спросите вы.— Неужели это оправдано?

— Еще как,— скажет вам любой геолог, занимающийся проблемой происхождения месторождений. А нам надо было выяснять, откуда взялась на Удо-

кане медь, откуда принесены громадные массы обломков мартита.

Все дело в том, что осадочные породы (а песчаники, содержащие медь Удоканского месторождения, таковыми и являются) образуются в результате переноса и переотложения обломков каких-либо разрушившихся в процессе выветривания более древних пород или осаждаются из водных растворов на дно морей и озер в виде солей, например, гипса, доломита.

Песчаники Удокана и входящие в их состав обломки гематита, мартита и других минералов, поскольку возраст удоканской серии определен большим, чем два миллиарда лет, должны были образоваться за счет пород архейского возраста. Такие породы есть на Чарской глыбе и в Южной Якутии на Алданском щите.

В древних породах иенгрской серии архейского возраста в Южной Якутии как раз очень много магнетита, содержащего магний. Там целая группа месторождений железа. Богаты магнием и мартиты Удокана. В породах иенгрской серии, как показал Д. П. Сердюченко, много эпидота и особенно его редкоземельной разновидности — ортита. Это же есть и в песчаниках Удокана. Там и тут высокая золотоносность мартита, там и тут совместно с железом широко распространена медь. Там и тут — сходные по составу и свойствам турмалины.

И вот еще одно однозначное сходство — Удоканский серендибит совершенно похож на Южно-Якутский. Одно у них отличие — в Якутии он коренной, аутигенный, а в железистых песчаниках Удокана — обломочный, принесенный. Но это-то нам как раз и на руку.

Как видите, не зря пришлось повозиться с синим редким минералом по имени серендибит. А он — тоже содержит железо.

ЦАРСТВЕННЫЙ КАМЕНЬ

Магнетит сначала напугал, а затем поразил воображение человека, узнавшего его впервые. Греки называли минерал «особым камнем», «камнем Геркулеса». Он же и любящий камень: он прижимает железо, произведенное из него, как мать прижимает дитя.

Называли его и царственным камнем, а чтоб не терял он своих чудесных свойств, хранили в красном сукне, ибо это одеяние царствующих сильных мира сего, а магнетит почитали царем среди камней. Поистине велика сила этого камня: под действием магнитного поля кусочек железа будет изменять форму, объем и размеры! Это явление называется в физике магнитострикцией и связано с переориентированием и перемещением электронных облаков в металле.

Но главное назначение его, конечно же, не в этом. Главное — в том, что лучше магнетита нет руды для получения железа.

Узнать магнетит среди других черных минералов очень легко: при поднесении куска магнетита к стрелке компаса она начинает беспокоиться, крутиться вслед за направлением движения куска минерала.

Название магнетита восходит к древности, но у Плиния (77 г. до н. э.) он назывался еще и сидеритисом и гераклионом, а Честер, английский минералог, живший в прошлом веке, звал его гераклиновым камнем. Первое название от «сидерос» — железо, а второе и третье созвучны уже известным геркулесовым камням. Михайло Ломоносов называл его просто магнитом. Чаще же, особенно горняки-добытчики зовут его магнитным железняком.

Магнетит — черный, блестящий, тяжелый, часто красноватый и буроватый по трещинкам. От гематита отличается не только по формам кристаллов (а они — чаще всего восьмигранные, октаэдры, или комбинации кубов и октаэдров), но и цветом черты — у магнетита она черная, иногда черно-коричневая. В сплошных рудах на Кручине, в Железном Кряже на востоке Забайкалья встречаются в пустотах массивных руд целые друзы кристаллов цвета вороньего крыла — иссиня-черные.

В магнетите — 72 процента железа, больше, чем в гематите. Он — не простой окисел, а соль железистой кислоты и является одним из природных ферритов. Формула его пишется, как у соли — $FeFe_2O_4$, или для краткости — Fe_3O_4. Магнетит замечателен еще и тем, что в нем одновременно присутствуют обе валентные формы железа. Поэтому образуется он только при недостатке кислорода. А это бывает в большинстве

случаев при высоких температурах и давлениях на больших глубинах. Находят, правда, магнетиты и в озерно-болотных рудах, но пока эти находки редки.

Главная масса магнетита заключена в различных древних железистых кварцитах, где он соседствует с гематитом, и в так называемых основных магматических породах — в габбро. Здесь магнетит нередко содержит большие количества титана — очень прочного и легкого металла, и называются такие магнетиты титаномагнетитами. Месторождения их известны у нас в Забайкалье: Чинейское — рядом с Удоканом и Кручининское — недалеко от Читы, на реке Кручине.

ПОД НЕБОМ АДРИАТИКИ И ЗАБАЙКАЛЬЯ

...Июль тысяча девятьсот семьдесят первого.

Над Моно-Титано бездонное целестиновое небо. Город в ослепительном блеске золотых лучей солнца. Кривая узкая улочка в игрушечной стране Сан-Марино ведет вдоль открытых кафе, мимо фотогеничных полицейских, мимо президентского дворца.

Передо мною — сверкающие витрины ювелирной лавки и улыбающееся лицо ее владельца.

— Фердинандо Арчилли,— представляется он и спрашивает: Парле итальяна? Шпрехен зи дейч?

— Яа, их шпрехе дейч!

— Битте, синьор,— и начинается священнодействие торговли драгоценностями.

Здесь все зовет, все манит, все ослепляет. Все — на фоне черного бархата. Он должен усилить блеск великого и всесильного металла.

Но... Он лишь оттенил скорбь и боль, что тысячелетиями сопутствовали золоту.

И не блеск и очарование кладовых Эрмитажа или Алмазного фонда вспомнил я. Я услышал воскрешенный лапидариями Плиния гром обвалов древнеримских арругий и рев гигантских масс воды, сметающих на своем пути громады разрушенной золотоносной породы. Это было в Иберии, в эпоху всемогущего и растленного Нерона.

Я вижу ослепших от темноты и гибнущих от жажды и удушья рабов. Я вспоминаю каторгу на Урюме

и Каре, где гибли лучшие люди России. Мне чудится, что голубая даль Адриатики сливается с синими далями тайги Забайкалья, и фартовый приискатель, скупивший весь красный бархат Сан-Марино на портянки, вдруг загуляет по ресторанам и кабачкам игрушечного города, одаривая налево и направо черноглазых синьорит русским золотом...

— Кванта коста квеста оро, синьор?* — спрашивает кто-то у торговца, и видение исчезает.

А блеск золота на черном бархате уже не так манящ и загадочен: он холоден и деловит. Да, именно, деловит!..

Время прогулки по Сан-Марино кончалось, мы простились. На память у меня осталась изящная реклама ювелирной фирмы «Омега».

Все еще переживая виденное, я медленно пошел к Пьяцца Титано, вышел на улицу Антонио Оркифо, к Порта Франческо.

Отсюда, со скалистого черного массива Моно-Титано, открывалась величественная панорама адриатического побережья Северной Италии, а вдали, на севере, в мареве горячего южного неба взору открывались сине-голубые предгория Альп. Я всматривался в силуэты далеких гор, а в памяти неожиданно выплыли синие дали хребтов Забайкалья. Словно в забытьи дошел до автобуса, который должен увезти нас в Римини. В уютном кресле мною полностью овладели милые сердцу образы забайкальской тайги.

...Поздняя осень 1960 года.

Тайга уже сбросила нарядное золото лиственниц и берез. Долина Кручины выше Верхнего Стана, где некогда предприимчивые старатели да люди братьев Шумовых гнули спину на золотопромышленников, где риск да фарт решали все: сегодня богат, а завтра — зубы на полку,— постепенно теряла обжитой вид, отвалы промытой породы попадались все реже, а затем совсем исчезли. Кругом бурела, серела жухлая трава, на заводях белели забереги, медленно поднималось из-за сопки красноватое солнце. И день не обещал ленивого тепла на открытых солнцепеках.

Мы шли вверх по реке тропою первооткрывателя

---

* Сколько стоит это золото, синьор? (итал.).

месторождения железа, титана и апатита Никиты Семеновича Землянского. Он шел вверх по следам шлихового золота, а вышел к месторождению титана и железа.

Справа появились покинутые, сделавшие свое дело избы и тепляки буровых установок — остатки Лиственной Горки: мы достигли пределов Кручининского рудного поля, где, кажется, только что смолк гул буровых, сверливших глубины недр...

Железо и золото... Соседство их в недрах закономерно и определено химическими свойствами. Соседство в делах человеческих имеет другую природу. Слитки желтого металла на протяжении тысячелетий по крупицам добывались изнурительным трудом рабов, закованных в железа...

Выше Лиственной Горки дорога поднимается вверх и ведет нас по склону к далеким верховьям Кручины, к пади Зубкоша, к бывшему прииску Веселый. На памяти многих стариков, доживавших свой век в Ильинском, были веселые времена, когда на прииске этом брали с бутары по полпуда желтого металла в сутки.

Спутник мой был прекрасный добрый забайкальский мужик Саня Беломестнов. Был он широк в кости, круглолиц, по-забайкальски скуласт, силен, спокоен и хваток. Работал он у нас в партии горняком — копал канавы (до трехсот кубов в месяц выдавал в охотку) и глубокие шурфы на выброс с раскидкой в кучки для опробования полуметровых интервалов. Редкий горняк был. Каждую зиму после поля собирался купить «новый костюм, мехову шапку, пальто с добрым воротником» и — жениться. Действительно, все это он покупал, но носил недолго, потихоньку все у него исчезало, и часто дымным вечером зимней Читы я встречал его на пожогах, которые раскладывали на Ленинградской, на улице Бутина, чтобы копать канавы. Зиму он перебивался в городе, а чуть запахло весной — подавался к геологам и снова работал в тайге до глубокой осени. Последние годы пути наши не сходились.

Мы шли с Саней, говорили о том, о сем. Слева от дороги показалось обнажение титаномагнетита. Он принялся расспрашивать о железе, о титане, о минералах, и рассказал я ему...

ПРО ТО, КАК В МАГМЕ ЖЕЛЕЗО С ТИТАНОМ СОЕДИНИЛИСЬ

— Много сотен миллионов лет прошло с тех пор,— начал я,— когда в крупных полостях земной коры раскристаллизовывались, застывая, пришедшие из глубинных недр магмы, грандиозные массы нагретого до тысячи с лишним градусов природного вещества. В этих расплавах были магний, кремний, кальций, железо, фосфор, титан, кислород, углерод, сера и даже бор, фтор и хлор.

Огромные массы воды насыщали расплав. Но воды как таковой при таких высоких температурах не может быть, не может быть и водяного пара: давления превышают сотни тысяч атмосфер.

Все элементы находятся в магме в особом ионизированном — плазменном состоянии. Молекул вещества еще нет, но все атомы уже возбуждены — они отдали или получили необходимое количество электронов. Все находится в беспорядочном движении. Теперь для того, чтобы все эти ионы смогли дать молекулы, нужно, чтобы из магмы выделилось тепло.

Проходит время. Много времени — тысячелетия, а может, и миллионы лет. Тепловой поток устремляется во все стороны. Постепенно охлаждаясь, магма перестает быть очень жидкой. В ней зарождаются кристаллы окислов металлов — железа, ванадия, хрома, магния, титана. Образуются различные шпинели — соединения металлов со знакомой уже нам железистой кислотой.

Если катионом становится железо, мы получаем железную шпинель — магнетит $FeFe_2O_4$, если магний — магниевую шпинель — магнезиоферрит $MgFe_2O_4$.

Часто вместо трехвалентного железа в анионную часть входит хром, и тогда мы имеем уже железохромовую шпинель, или хромит. Хромит — это источник хрома, металла блестящих хромированных пленок на железных деталях.

Когда же в анионной части вместо железа становится титан, мы получаем титановую шпинель, или ульвёшпинель. Она крайне редка и устойчива только при высоких давлениях и температурах. В условиях земной поверхности она быстро разрушается. При высоких температурах, которые были во время кри-

сталлизации магмы на Кручине и Чине, эта шпинель могла неограниченно растворяться в магнетите. Кристаллизуясь, магнетит захватил весь титан из магмы в виде ульвёшпинели и стал титаномагнетитом...

Мы миновали крутяки, где обнажались титаномагнетиты, долина Кручины опять стала шире, а ноги то и дело ступали на полуокатанные глыбы и гальки с титаномагнетитом.

Вскоре кончились и они. Стало теплей, и запели редкие осенние птахи. Вверху на сухой лесине барабанил пестрый дятел, и мы остановились поглядеть на него. Треснула под ногой ветка. Стук дятла смолк: он услышал нас, вспорхнул и полетел прочь.

— Интересно ты, паря, рассказываешь, да только не все я понял — химию-то в школе не жаловал, опять всего семь классов, может, и вовсе у нас ее и не было,— вдруг молвил Саня и после минутного молчания (видать, шибко много сказал!) еще и добавил.— А што потом-то с имя стало, с железом и титаном этим?

— А дальше, Саня, было вот что...

Мы двинулись дальше. И я принялся сочинять..

ПРО ТО, КАК УБЕЖАЛИ ТИТАН С МАГНИЕМ ИЗ МАГНЕТИТОВОЙ РЕШЕТКИ

— ...Прошли годы, Саня,— много миллионов лет. Магма застыла и стала красивой горной породой, похожей то на рябчика, то на косача. Вода, воздух, ветер и солнце разрушили и смыли толщу горных пород, некогда вмещавших магматический массив, и обнажили в бортах долины, извилистой Кручины, быстрой, пенистой на перекатах Чины и яростного Ингамакита богатейшие титаномагнетитовые руды. Некогда связанный жесткими узлами кристаллической решетки магнетита титан восстал против неволи. Распалось единое государство шпинелей, и уже вместе с магнием образовал он в теле магнетита многочисленные мельчайшие (но свободные!) тельца собственного минерала ильменита — железомагниевой соли титановой кислоты — $FeMgTiO_3$. А вездесущая вода, воздух и солнце продолжали свое дело и частично разрушили габбровый массив, видишь,— валяются под ногами его обохренные обломки, превратили со-

ставлявшие его крупные кристаллические зерна минералов в песчинки, разрушили и титаномагнетит. Теперь потоки воды разделяют их по удельному весу — тяжелый магнетит остается недалеко от места разрушающегося материнского массива, а более легкий ильменит уносится чуть дальше и собирается природой в ильменитовую россыпь. При этом частично освобождаясь от железа и магния, он переходит в рутил — двуокись титана. Из россыпи человек будет добывать крылатый металл — титан.

Так в борьбе с огненными стихиями земных недр, жаром и давлением,— заканчивал я рассказ,— объединялись усилия двух великих металлов: железа — металла древности и современности и титана — металла современности и будущего, который уже используется в ракето- и судостроении.

Когда же необходимость в борьбе против сильного и общего врага отпала,— они разошлись по зову крови и пошли каждый своей дорогой, от века определенной внутренней сутью их атомов...

В разговорах не заметили, как солнце уже перевалило за полдень. Мы вышли на веселое солнцепечное место и решили развести костер, подкрепиться пахнущим осенним дымом густым таежным чаем.

До захода солнца мы должны были достичь зимовья на Веселом. В верховьях Кручины горному отряду предстояло вскрыть и оценить запасы открытых ранее Борисом Сидоровичем Блиновым флюоритовых жил. Богата Кручина — и железо, и титан, и флюорит, а было — и золото. Может, есть оно? Не все взяли? Скорей всего — не все: по завету Агриколы и Михайлы Ломоносова руду ищут около руды.

...Автобус резко затормозил. Я очнулся: мы въезжали в Римини. Два дня спустя были в Венеции, оттуда Ил-18 доставил нас домой. Мне предстояли встречи с месторождениями железа и золота Кузнецкого Ала-Тау в Хакасии.

НА СТЫКЕ ДВУХ СТИХИЙ

Месторождения, образовавшиеся при застывании и кристаллизации магмы, в геологии принято называть магматогенными. Мы вели речь о месторождениях железа — о крупных его скоплениях. Но почти во

всех горных породах, образовавшихся из магмы (магматических) или из осадков морей и океанов, рек и озер (осадочных), есть железо, и довольно много.

Когда магма внедряется в осадочные породы, происходит расплавление и взаимопроникновение их вещества: из магмы выделяется железо, а навстречу ему из вмещающих пород, различных известняков, доломитов, песчаников, сланцев,— движутся кальций, магний, иногда углекислота. Таким образом образуются своеобразные, богатые минералами контактовые породы, называемые скарнами. Они часто оказываются настолько богатыми рудными минералами, что становятся рудами и образуют месторождения. Таковы знаменитые месторождения магнетитовых руд в Швеции (Кируна-Вара, Гелли-Вара), у нас в Горной Шории, Кузнецком Ала-Тау, Саянах, знаменитая гора Магнитная на Урале. Множество их и в Забайкалье. Это и Железный Кряж, и Култума, и Быстринское поле, и Коротковское, и Баляга и десятки других.

Но о них — чуть позже.

ЗОЛОТО В ЖЕЛЕЗНОЙ ОПРАВЕ

Магнетит — очень интересный минерал. Он может содержать, кроме титана, еще ванадий, хром, марганец и золото. Давно отработаны золотоносные магнетиты Калиостровского месторождения в Красноярском крае около Коммунаровского рудника. Здесь золото пронизывало тоненькими прожилочками магнетит.

Но недавно Павел Иванович Журба, а затем Юрий Владимирович Онищук обнаружили золото в магнетитах по Каре. Прошло немного времени, и золотоносные магнетиты стали появляться в других местах Забайкалья. А старая Кара, еще в прошлом столетии выдавшая не один десяток тонн россыпного золота, вновь становится объектом внимания геологов-золотарей, и уже открыто целое золото-магнетитовое месторождение. Разведка его сулит новую жизнь району Забайкалья, некогда славившемуся только как место самой беспощадной эксплуатации и каторги, где гибли самые блестящие умы российской интеллигенции,

принесшие свои жизни на алтарь освобождения Отчизны от царского самодержавия.

ЖЕЛЕЗНЫЙ ШПАТ

Немецкие рудознатцы всем минералам, которые легко раскалывались при ударе с образованием гладких блестящих поверхностей, давали название «шпаты» от немецкого «шпальтунг».

В земных недрах много таких хорошо и ровно раскалывающихся минералов-шпатов: полевые шпаты, исландский шпат (прозрачная двупреломляющая разновидность кальцита), тяжелый шпат (барит). Есть — и железный шпат. Другое название, ныне более распространенное,— сидерит. Сидерит — карбонат железа. Уже само название выдает его железную суть, ибо «сидерос» — по-гречески и есть железо. Состав его очень прост $FeCO_3$ (62,1 процента окиси железа и 37,9 процента углекислоты), чистого железа в нем может быть 45—48 процентов.

Он образует довольно красивые серые, желтоватые, а то и бурые кристаллы, грани которых часто — идеальные ромбы.

Отличительная черта сидерита — способность при ударе раскалываться на мельчайшие ромбоэдрические обломки с ровными блестящими поверхностями. При воздействии на него горячей соляной кислотой он с шипением растворяется, выделяя углекислый газ. Этот минерал составляет большую долю руд осадочных месторождений. Очень много его в рудах нашей забайкальской Березовки.

НЕ ВСЕ ЗОЛОТО, ЧТО БЛЕСТИТ

В природе очень распространены соединения серы и различных металлов, которые называются сульфидами. Все они — соли сероводородной кислоты. Сульфидами являются главные руды меди, молибдена, свинца, цинка, висмута, сурьмы, ртути, никеля, кобальта, а в последние годы на Чукотке на Тамватнейском месторождении даже вольфрам нашли в промышленных количествах в форме его сульфида — тунгстенита, который раньше считался экзотикой.

Часть сульфидов, например, железа, меди, кобаль-

та, называются колчеданами: железным, медным, лучистым, магнитным, серным, мышьяковым, кобальтовым и так далее.

...СЕРНЫЙ ИЛИ ЖЕЛЕЗНЫЙ

Самый обычный бросающийся в глаза минерал — серный или железный колчедан. Чаще он называется пиритом от греческого «пир» — «огонь», так как при ударе дает искры. Таким именем называли его грек Киокрид и римлянин Плиний Старший. Глокер нарек его ксантопиритом, Честер — сидеропиритом, Шеппард — теласпирином, если он содержал теллур.

Пирит — это FeS_2. Очень, на первый взгляд, простое соединение. Но простота эта только кажущаяся: на самом деле соответствующего формуле соотношения серы и железа в нем никогда не бывает. И поэтому этот броский светло-желтый, латунно-желтый, с красивой радужной пленкой побежалости минерал научились использовать для оценки, например, золотоносности жил, в которых он находится, для оценки того, какую часть месторождения подарила нам природа — нетронутое разрушением, смытое эрозией наполовину или только корешки почти уничтоженного.

ПИСТОЛЕТ ДЛЯ ЗАПРЕЩЕННОЙ ЗОНЫ

Работавший в шестидесятых годах в Забайкалье геолог Георгий Иванович Князев заметил, что пириты, происходящие с различных месторождений, дают отличающийся по величине и знаку электрический ток, если их нагревать в паре с каким-нибудь проводником.

В физике появление тока при нагревании двух разных металлов называется термоэлектродвижущей силой или сокращенно термо-ЭДС.

Пирит относится к полупроводникам, но в нем тип проводимости изменяется от электронного до дырочного в пределах не только одного месторождения, но и кристалла.

Прежде чем рассказать об использовании типов проводимости, надо кое-что вспомнить об основных понятиях физики полупроводников. Дело в том, что в них есть три зоны: «валентная», «запрещенная» и

«проводимости». Электроны в кристаллах и атомах могут, оказывается, обладать только некоторыми, вполне определенными величинами энергий. Из этих возможных величин энергий в атомах образуются энергетические зоны. Количество электронов в каждой энергетической зоне в соответствии с принципом Паули не может быть больше какого-либо максимума.

Если в зоне нет электронов — она не будет участвовать в электропроводности. Не будут участвовать в электропроводности и электроны целиком заполненной зоны. Ведь там нет свободных уровней, куда бы могли перемещаться электроны и создавать таким способом электрический ток.

Проводимость, оказывается, возможна только в частично заполненной зоне. Поэтому к телам с таким распределением электронов относят металлы, и они характеризуется электронной или металлической проводимостью. Исходя из этого, тела, у которых энергетический спектр электронных состояний состоит из заполненных и пустых зон, относят к диэлектрикам или полупроводникам. Целиком заполненные зоны в атомах кристаллов называются валентными зонами. Частично заполненные и пустые — это зоны проводимости. Энергетический барьер между этими двумя зонами называется запрещенной зоной.

Диэлектрики и полупроводники различаются как раз по ширине (энергии) запрещенной зоны: если для ее преодоления электрону требуется энергия больше трех электрон-вольт, то кристалл считают диэлектриком, а если меньше — полупроводником. Значит, чем меньше ширина запрещенной зоны, тем ближе кристалл по типу проводимости к металлу и больше вероятность электронного типа проводимости.

Оказалось, что электрический ток могут создать при перемещении не только электроны, но и освободившиеся от них... «дырки». «Дырки» в кристаллах — это места, которые освобождаются на том или ином энергетическом уровне электронами, перешедшими на другой энергетический уровень. «Квартиру», освобожденную переселившимся электроном, занимает его сосед, но у того тоже была квартира, а на ее месте появилась дырка. Теперь на эту новую жилплощадь переселяется еще один сосед, а на его месте опять образуется дырка. Получается перемещение дырок как бы

назад и все в одном направлении. Так возникает дырочная проводимость.

Среди кристаллов пирита и других сульфидов в зависимости от вакансий или примесей преобладает дырочная или электронная проводимость. Раз тип проводимости зависит от особенностей состава кристалла, а состав связан с условиями его образования, то, если определить соотношение случаев дырочной и электронной проводимости, можно узнать, например, с глубоких или близповерхностных частей месторождения взят тот или иной кристалл или группа кристаллов. Определить же тип и интенсивность электропроводности можно, используя упоминавшуюся нами термо-ЭДС. Тепло можно получить нагреванием, а можно — и ударом.

Есть в Чите Забайкальский комплексный научно-исследовательский институт Министерства геологии СССР, а в институте этом — единственная в стране лаборатория физики минералов. Создал ее человек с уникальной работоспособностью и гигантским творческим размахом. Зовут его Виктором Ивановичем Красниковым, а среди друзей и товарищей — просто Дядей Витей. Он высок ростом, худ и длинноног. Поэтому и успевает в год облазить дюжину месторождений в разных концах Союза, да еще с каждого из них привезти тысячи образцов с колчеданами — пиритом, халькопиритом и другими. Виктор Иванович организовал изучение минералов-полупроводников на таком уровне, что теперь со всех концов страны едут в Читу учиться и поработать на единственных в стране установках, где почти все автоматизировано. Помощники Виктора Ивановича Александр Самойлович Гурьевич, Валерий Григорьевич Романов, Вячеслав Михайлович Лапушков придумали специальный миниатюрный пистолет для определения прямо в поле типов электропроводности пирита и других минералов. На него выдали авторское свидетельство. В этом пистолетике использованы самые последние достижения электроники. А тепло для термо-ЭДС получают ударом бойка о минерал.

Но не только тип электропроводности пирита может помочь отыскивать месторождения руд. Давно уже минералоги и кристаллографы заметили, что формы кристаллов пирита в рудных телах и за их

пределами различаются. Оказалось, что вдали от руды пирит вырастает в виде кубиков, а по мере приближения к ней — сначала становится кубооктаэдром, а затем кристаллы превращаются в шарообразные двенадцатигранники. Каждая грань имеет форму пятиугольника, а называются такие кристаллы пентагондодекаэдрами.

Теперь, как видите, пирит, ненужный раньше минерал, стал ариадниной нитью, ведущей геологов от пустой породы к рудному телу.

Вы узнали о новой роли пирита в театре человеческих дел.

В Англии, Японии и других странах, где нет хороших месторождений железа, серный колчедан уже давно служит его источником. В нем часто содержатся высокие концентрации селена, теллура, золота, и поэтому при переработке пирита в сернокислотном производстве эти металлы получают попутно.

...ЛУЧИСТЫЙ, МАГНИТНЫЙ И ДРУГИЕ

Если отправиться на любое из угольных месторождений Забайкалья, то в массе угля, там, где в них есть прослои глин, очень часто можно заметить латунно-желтые, снаружи часто сероватые шары, лепешки, картофелеподобные и других форм выделения.

Давайте разобьем одну из таких тяжелых картофелин. И сразу же она раскроет свое сверкающее лучистое содержимое. Ясно, что мы нашли лучистый колчедан, или марказит. По составу он почти не отличается от пирита, но всегда серы в нем немного не хватает, а железа — небольшой избыток.

Но главное отличие его от пирита заключается в том, что структура и формы кристаллов у него другие. Пирит чаще дает кубические и пентагондодекаэдрические кристаллы, а марказит никогда не бывает кубическим. Он образует таблички в виде коротких наконечников копий или стрел, чаще же — радиально-лучистые их сростки. Нередко кристаллики марказита нарастают на кубики пирита. А названий у него — больше, чем у любого другого минерала. Один Агрикола менял их, как шляпки какая-нибудь модница: лучистый, копьевидный, гребенчатый, листоватый, белый железный и, наконец, водный колчедан. Прав-

да, причин для смены названий гораздо больше, чем у модницы: ведь все они отражают удивительное многообразие форм агрегатов этого почти ненужного минерала.

Брейтгаупт и Вернер в 1866 году описывали марказит как гепатопирит — печенковый камень, вероятно, из-за его формы и цвета, обусловленного корками буро-красных гидроокислов железа.

Очень интересен марказит, переходный к пириту, у нас в Калангуе.

Часто, особенно в рудных жилах, вместе еще с двумя,— медным (золотистым халькопиритом, $CuFeS_2$) и мышьяковым (стально-серым, иногда белым арсенопиритом, FeAsS) колчеданами находится и магнитный колчедан. По составу он близок пириту и марказиту. Но в отличие от них в его формуле $Fe_{1-x}S$ только один атом серы, а в зависимости от дефицита железа у него бывает разная структура — то моноклинная, то гексагональная.

Пирротины, богатые серой,— ферримагнетики, а бедные — парамагнетики. Но в целом почти все пирротины — магнитны. Если пирротины образовались при высоких температурах — они слабомагнитные, а при низких, с избытком серы,— сильномагнитные. По магнитной восприимчивости пирротинов можно даже оценивать температуру образования месторождений. Прекрасные пирротины есть в жилах Дарасунского месторождения. Там они встречаются вместе с халькопиритом.

Цвет пирротина — коричнево-розовый, бронзово-желтый. Часто цвет как бы бежит по свежему сколу минерала. А кристаллы его бывают в виде небольших бочонков. Но они редки — не всякий минералог их видел.

Пирротин вместе с марказитом и пиритом в старину называли печенковым колчеданом, или печенковой железной рудой.

Часто пирротин бывает золотоносным, иногда с ним вместе идет, как, например, на Малом Ойнагоре в Западном Забайкалье, молибденит. Иногда в пирротинах содержится серебро, висмут, медь и кобальт.

Из пирротинов, как и из пиритов, извлекают полезные примеси или пускают их в производство для переработки на серную кислоту. Но это бывает в тех

случаях, когда их добывают попутно с какими-нибудь рудными минералами меди, никеля, золота и других металлов.

ПЛИНИАН, ИЛИ МЫШЬЯКОВЫЙ КОЛЧЕДАН

Немецкий минералог Брайтхаупт любил давать минералам имена-характеристики. Однако в разные годы один и тот же камень он мог называть по-разному. Так было с минералом, который мы теперь почти всегда именуем арсенопиритом. В 1835 году Брайтхаупт называл его даларнитом, через одиннадцать лет — плинианом (видимо, решил отдать дань Плинию), еще через десять лет он предпочитает отметить этот минерал названием одной из долин, где обнаружили, видимо, чем-то отличавшийся от других арсенопирит — тальгеймит.

В настоящее время укоренилось название арсенопирит, которое отражает состав минерала: пирит с мышьяком. «Мышьяк» — это слово русское от «мышь+яд», а «арсеникос» — греческое и означает «мужественный». Впервые в Греции оно было применено к другому минералу мышьяка — к золотисто-желтому аурипигменту, так как из него готовили сильнодействующее средство.

Арсенопирит — FeAsS — сульфид железа и мышьяка. Часто вместо железа в нем бывает кобальт, и тогда он называется глаукодотом — голубым камнем.

В Забайкалье арсенопирит можно найти на любом золоторудном месторождении и на многих полиметаллических. Помню, в 1961 году мы осматривали темные углистые сланцы недалеко от Бырки. В них на черном фоне сланцев выдавали себя белым металлическим блеском арсенопириты.

Особенно красивы арсенопириты Казаковки. Здесь они находятся в голубоватом кварце и коричневом биотите. Кристаллы — короткие, ромбовидные, с четкой штриховкой, почти всегда покрыты тонкой пленкой побежалости и от этого кажутся зелеными. Если же отколоть кусочек кристалла, то сразу открывается серебряно-белое или оловянно-белое его тельце. Отполированный, он кажется белым. А в рудах Балея, на фоне белого полосчатого кварца, его зернистые массы кажутся черными. На многих месторождениях За-

байкалья арсенопирит соседствует с черными иглами или снопами и солнцами турмалина, например, на Шерловогорском оловорудном. А знаменитая голубая земля, в которой прячутся аквамарины Шерловой горы, есть не что иное, как продукт изменения арсенопирита — скородит.

Часто арсенопирит — показатель возможной золотоносности.

Не проходите мимо этого минерала. В нем вред и польза. Вред его знали очень давно и издавна им пользовались. В истории остались рассказы о ядах Клеопатры, в Риме черной славой пользовались яды Локусты. В Венеции при дворе за плату постоянно служили отравители. А в России в январе 1733 года Анной Иоанновной даже был издан закон, запрещающий частным предпринимателям продавать «...купоросное и янтарное масло, крепкую водку, мышьяк и цилибуху».

Но мышьяк — это и лекарство, известное почти всем, кто бывал у зубных врачей. Мало кто знает, что мышьяковые препараты усиливают кроветворение.

В последние годы интерес к мышьяку возрос, потому что он идет на получение арсенидов галлия и индия, которые используются в полупроводниковых лазерах, при изготовлении туннельных диодов. Мышьяк добавляют к обычным полупроводникам — кремнию и германию для их улучшения.

А охотникам, видимо, полезно знать, что дробь свинцовую нельзя получить без мышьяка — без него она не становится шарообразной.

Много мышьяка добывают в Забайкалье на Дарасунском месторождении: но часто не находит он применение, все больше беспокойства о том, куда девать этот попутный компонент.

Для нас же с вами важно еще раз вспомнить, что мышьяк в недрах Земли почти всегда бывает не сам по себе (хотя это — не редкость), а в соединениях с железом.

СТЕКЛЯННАЯ ГОЛОВА И ТВОРЕЦ МЕФИСТОФЕЛЯ

Гематит неустойчив на земной поверхности и под действием воды изменяется, переходя в водосодержа-

щие окислы железа, или гидроокислы («хидрос» — «вода» по-гречески). Цвет гематита по мере увеличения содержания в нем воды изменяется от красного у лепидокрокита и гидрогематита до ржаво-бурого у гетита и охристо-желтого у гидрогетита. Оба эти минерала названы в честь великого минералога XVIII столетия Иоганна Вольфганга Гёте, того самого, что создал бессмертного «Фауста».

Группа минералов-гидроокислов железа очень распространена в природе, и около половины всех железных руд на Земле состоит из них. Эти минералы содержат 50—63 процента железа. Часто из-за причудливых форм натечных и радиально-лучистых слоистых агрегатов, поверхность которых нередко блестит как стекло, называют их стеклянными головами.

Добрую половину руд Березовского и Беклемишевского месторождений у нас в Забайкалье составляют гидроокислы железа — всевозможные лимониты и охры. А вообще гидроокислы железа распространены почти повсеместно. Истолченные в порошок лимониты охристо-желтого цвета с древнейших времен и по сей день идут на изготовление лучших сортов охры — желтой, бурой и коричневой, и красок — масляных и гуаши.

В гидроокислах железа очень часто содержится много золота — не проходите мимо них. Сообщайте о своих находках геологам.

Кроме перечисленных минералов, железо добывается также из своеобразных слоистых слюдоподобных образований. Среди них наибольшее количество железа (до 25—30 процентов) находится в шамозитах, тюрингитах и других лептохлоритах. В Забайкалье они не имеют промышленного значения.

Итак, магнетит, гематит, гидроокислы железа и сидерит — вот главные железосодержащие минералы, входящие в состав забайкальских железных руд.

...Лишившись трех граммов железа в своей крови, он бы прекратил свое существование...

Академик Ферсман

Доколе ты живешь, до того времени и он с тобой неразлучен бывает...

Исаак Голанд

7. Алая кровь и дыхания ритмы

Мы с вами дышим, у нас по жилам течет животворная красная жидкость, сложнейшая жидкая система с громадными функциями питания, защиты, согревания, дыхания. Мы дышим и радуемся жизни, вдыхаем ароматный свежий воздух, резвимся на морозце, и щеки наши розовеют. Мы здоровы и счастливы. Все это происходит самой собой по заведенному от века порядку.

Но попробуем на минуту остановить дыхание и бег крови. Нам тяжело, мы бледнеем, синеем. Глоток воздуха оживляет нас. Вдохнем полной грудью.

Раз, другой, третий...

И — мы забыли, как плохо было без дыхания.

А задумывались ли вы, как мы дышим, как проникает в кровь кислород, как он превращает пищу в энергию, в мышцы, в другие ткани?

Давайте же заглянем в обычный микроскоп на каплю размазанной по предметному стеклу алой крови. В поле зрения увидим, что кровь неоднородна. Да и каждый школьник знает, что кровь состоит из плазмы и разных телец. Нас интересуют только одни — красные. Все знают, что это эритроциты, и почти все знают, что в их состав входит гемоглобин, этот красный краситель крови. А только ли краситель?

НЕ ТОЛЬКО КРАСИТЕЛЬ

А если не только краситель, то что же? И почему?

Прежде чем ответить на этот вопрос, посмотрим, нет ли тут нашего героя. Оказывается, — есть, и совсем не случайно: природа не любит случайностей. В ней все закономерно.

Вы нечаянно разрезали острым ножом палец, брызнула алая кровь, и через несколько минут она стала уже бурой, ржавой. Да, да, именно ржавой. Железо — составная часть крови — тут же на воздухе окислилось и превратилось в ржавчину.

Рассказывают, что на рубеже XVIII и XIX веков, когда уже кое-что знали о химическом составе крови, один пылкий влюбленный юноша решил подарить невесте обручальное кольцо из железа, которое он хотел добыть из собственной крови. К сожалению, он не смог осуществить свой рыцарский замысел. Ему пришлось бы использовать всю свою кровь, и все равно ее не хватило бы, ибо железа в ней не более двух граммов, а во всем его теле — не более четырех.

Мы не ошиблись! Организм взрослого человека содержит всего около четырех граммов железа. Из них чуть больше половины входит в состав гемоглобина.

Вы можете резонно заметить: так стоит ли заводить разговор, когда в организме человека железо не составляет и одной сотой доли процента. В самом деле, при среднем весе человека 70 килограммов 4 грамма составляют всего 0,0057 (пятьдесят семь десятитысячных!) процента.

Но в том-то и дело, что большинство химических элементов, входящих в состав живых организмов, имеют приставку — микро. То есть количества их микроскопически малы, а роль гигантски велика.

Железо концентрируется в нашем теле не только в крови, но и в печени и селезенке, в костном мозге и в сердце — во всех важнейших органах.

Но вернемся к нашему препарату под микроскопом.

Оказывается, примерно одна седьмая часть, а точнее — 14,5 процента от веса крови, приходится на гемоглобин, который и входит в состав эритроцитов,— красного пигмента крови.

Каждая частица гемоглобина имеет громадный молекулярный вес — 68000 атомных единиц. Но при таком громадном весе она содержит всего четыре атома железа. А каждый атом железа способен связать, присоединить к себе, по одной молекуле кислорода.

Вот тут-то мы и подошли к главному свойству ге-

моглобина, обусловленному присутствием в нем железа. Но прежде чем мы перейдем к роли этих редких (на фоне атомов углерода, водорода, кислорода, из которых построена матрица гемоглобина) атомов железа в гемоглобине, посмотрим, где же оно еще концентрируется в организме человека.

Из всех органов наиболее обогащены железом печень и селезенка. Печень содержит железо в составе молекул каталазы, а в селезенке железо накапливается, как на складе сырья.

КОВАРНЫЙ ЗАМЕСТИТЕЛЬ

Железо часто находят в желчных камнях, которые вырастают при желчекаменной болезни в желчном пузыре или желчных протоках. Концентрации железа в этих камнях в среднем составляют 0,3 процента (было исследовано 207 камней от 120 человек). Больше всего железа обнаружено в фосфатно-белковых камнях — до трех процентов. А в одном камне вместе с соединениями железа мы нашли даже мелкие жемчужины и мельчайшие, как маковое семя, черные и бурые зернышки железо-марганцевого состава. Оказалось, что больше всего железа содержат желчные камни у людей, оперированных в возрасте 50—59 лет.

Желчным камням и причинам их образования медики всегда уделяли много внимания. Теперь к ним присоединились минералоги и геохимики. И опять пришлось столкнуться с железом. В опытах с животными (мышами, морскими свинками) свердловские ученые А. И. Кортев, А. П. Ляшева, Г. И. Донцов еще в 1969 году установили, что если в корм добавлять алюминий, то образование гемоглобина тормозится. Перестали добавлять алюминий — все шло нормально. Стало также известно, что алюминий в определенных концентрациях вызывает разрушение эритроцитов.

Медики знают, что гемоглобин способствует растворению в крови холестерина. Нарушения в образовании гемоглобина ведут к атеросклерозу и выпадению холестериновых камней в желчном пузыре. В камнях всегда присутствует и алюминий.

После того как мы проанализировали сотни кам-

ней и результаты этих анализов обработали на ЭВМ, оказалось, что в камнях содержания железа и алюминия взаимосвязаны. Вспомнили, что во многих минералах: слюдах, хлоритах, роговых обманках, турмалине и других — алюминий часто находится в их кристаллических решетках на месте трехвалентного железа. Явление замещения близких по свойству элементов, наблюдаемое в минералах, геохимики и минералоги называют изоморфизмом. Выражаясь научно, алюминий может изоморфно замещать в минералах железо. Ведь размеры ионов алюминия и трехвалентного железа близки и равны соответственно 0,65 и 0,57 ангстрема (один ангстрем —0,00000001 сантиметра!). Поэтому, пользуясь одинаковой валентностью и почти одинаковыми размерами, алюминий может обмануть матрицу гемоглобина, влезть на законное место железа и творить свои коварные дела.

Вот так и родилась гипотеза о причине разрушения гемоглобина, о его неспособности содействовать растворению холестерина и выполнять другие функции в тех случаях, когда вместо железа в нем оказывается алюминий.

Вот что означает замена в крови только небольшой части железа на другой элемент.

В РОЛИ СПЕЦКУРЬЕРА

А теперь снова вернемся к дыханию.

Чтобы жить, любой живой организм должен иметь источник энергии и строительного материала для восстановления отмерших клеток у взрослых особей и роста — у молодых. Основной источник энергии и стройматериалов — это пища. Но ее надо расщепить, сделать усвояемой. Для этого важнейшее значение имеет реакция окисления углерода, который извлекается из пищи. Окисление, как все знают, происходит при участии кислорода и сопровождается выделением энергии.

Кислород поступает в организм человека через легкие. Легкие вместе с трахеей, бронхами и другими своими частями представляют собой своеобразные мехи с общей поверхностью около 90 квадратных метров (то есть с хороший огород или квартиру из пяти комнат) при вдохе и 30 квадратных метров при

выдохе. Стенки и перегородки в легких влажные и тонкие, не более 0,004 мм. Поэтому они позволяют кислороду проникать в громадную по площади поверхности систему кровеносных сосудов, которые буквально обволакивают легкие.

И вот здесь происходит соединение кислорода и гемоглобина крови. Соединение это временное, непрочное. Но оно дает кислороду уже качественно новое состояние — он соединился с органическим, живым веществом. Кислород, соединенный с гемоглобином, разносится током артериальной крови по разным тканям тела. В тканях гемоглобин освобождается от своего груза. Отщепившийся кислород тут же набрасывается на органические вещества частиц пищи, подготовленной к дальнейшим превращениям, и окисляет их. Процесс окисления идет с выделением энергии, которая расходуется на терморегуляцию организма, на дальнейшее преобразование продуктов окисления пищи и другие процессы.

А что делает гемоглобин?

Гемоглобин, отдав кислород, готов теперь принять новый груз. Он захватывает получающийся при окислении углерода углекислый газ и теперь в составе уже венозной крови транспортирует его в легкие. Там углекислый газ отщепляется от гемоглобина и при выдохе выделяется наружу. Как видите, гемоглобин ведет себя тут как заправский курьер: в организм везет окислитель, а из него — ненужные продукты окисления, так сказать, отработанные газы.

Но роль гемоглобина, а в особенности находящегося в центре его молекулы атома железа, не только чисто транспортная. Он, оказывается, еще и организовывает сам процесс окисления, то есть является катализатором процесса дыхания. И первую скрипку тут опять играет железо. Дело в том, что это ведь элемент переменной валентности — он то отдает один электрон, то забирает его, то поддается окислению, то восстанавливается. Поэтому, находясь в гемоглобине в двухвалентной форме, он и может в определенных условиях связываться с кислородом, а в других, уже в тканях,— отдавать его сильному восстановителю,— углероду.

В легких, в атмосфере воздуха, железо захватывает кислород. Но в тканях, где кислорода мало, а уг-

лерода много, оно не способно с ним конкурировать. Вот так редкие по сравнению с количеством других атомов, особенно водорода, атомы железа обеспечивают дыхание, а значит, и саму жизнь.

В СЕРДЦЕ КАТАЛАЗЫ

Но этим не кончается работа железа в нашем теле. Мы уже упоминали о каталазе. Что это такое? Тоже органическое соединение. Очень сложное. Простейшей, или,как говорят химики-органики, простетической группой каталазы является протогематин — гидроокись феррипротопорфирина IX.

Вот это — название! Сразу и не выговоришь! Но ничего не поделаешь — большинство органических соединений очень сложны. Таковы же их названия. Для нас важно в названии то, что это гидроокись ферри — и так далее. Уже из этого мы заключаем, что в составе вещества есть гидроокись трехвалентного железа. Она находится в центре крупной молекулы из пятерных колец и связана с ними через атомы азота.

Роль каталазы в живых организмах огромна. Она защищает организм от ядовитого действия перекиси водорода, которая постоянно образуется в нем при биохимических процессах. Поэтому каталаза постоянно содержится в наших тканях: количество ее достигает 1—2 грамма на килограмм сухого веса печени или эритроцитов.

В растениях каталазы меньше. Совсем нет ее в анаэробных бактериях, то есть таких, которые не дышат кислородом.

А вся хитрость действия каталазы заключена в том же, в чем и гемоглобин — в способности соединений железа то получать кислород, то отдавать его — то есть в способности изменять валентность. Процедура разрушения перекиси водорода (H_2O_2), как думают химики, происходит очень хитро в два приема.

У ОДНОГО ВЗЯЛ — ДРУГОМУ ОТДАЛ

Если обозначим каталазу как К—FeOH, то действие ее можно написать так:

1. $К—FeOH + H_2O_2 \rightleftarrows К—FeOOH + H_2O$
2. $К—FeOOH + H_2O_2 \rightleftarrows К—FeOH + H_2O + O_2$

Хитрость тут в том, что сначала каталаза забирает у одной молекулы перекиси водорода ион кислорода и превращает ее в безвредную воду, а затем этот же ион кислорода отдает другой молекуле перекиси водорода, которая с выделением энергии захватывает этот ион, и, не справившись с ним, превращается в молекулу воды и кислорода. Польза двойная. А молекула каталазы? Она снова вернулась в исходное состояние и готова разрушить еще две молекулы ядовитой перекиси водорода, дав живому организму живительный кислород и безвредную вездесущую воду. Производительность труда одного атома железа в составе одной молекулы каталазы — гигантская. Он может разрушить в минуту до пяти миллионов молекул перекиси водорода.

Вот вам и железо! Оно не только дает нам возможность получать энергию и силы для пищи, но и спасает от ядов, возникающих при этом.

ГЕМОГЛОБИН И ВЬЮШКА

А угар? Каждый, кто жил или живет в доме, который обогревается печкой, знает, что если закрыть задвижку трубы прежде, чем пробежали и затихли по жарким углям голубые и синие мерцающие огоньки и вспышки, то можно угореть.

Ведь причина угара — это угарный газ CO, проникающий в дом из печки. Угарный газ образуется при горении угля (древесного тоже) при нехватке кислорода. Достаточно содержания в воздухе всего одной десятой процента угарного газа, как уже можно угореть. Каков механизм этого явления и при чем тут железо?

А дело опять-таки в гемоглобине крови и атоме железа в его молекуле. Как только в воздухе появляется угарный газ, с воздухом он попадает в легкие, часть гемоглобина немедленно соединяется с ним и теряет способность транспортировать необходимое количество кислорода.

Спасти положение может только чистый воздух, а еще лучше — кислород. Но, к счастью, реакция сое-

динения гемоглобина с угарным газом обратима. Как только соотношение кислорода и угарного газа станет больше чем 200:1, гемоглобин начинает освобождаться от угарного газа в легких и отдавать его в атмосферу, связывая при этом кислород и разнося его током крови по всему телу,— в мозг, в мышцы, печень.

«ЖЕЛЕЗНОЕ ВИНО» И ОПИЛКИ С САХАРОМ

Железные лекарства, как это ни непривычно для нашего слуха, в действительности есть. Можно найти в старинных журналах советы и рецепты различных железных лекарств.

Издавался в старину «Экономический журнал». В 1783 году один из его авторов (видимо, известный лекарь) рекомендовал железную воду, железный снег, а также прописывал: «В некоторых случаях и болезнях и самое железо составляет весьма хорошее лекарство, и принимаются с пользой наимельчайшие оного опилки либо просто, либо обсахаренные». Рекомендовалось также: «...виноградное кислое вино, как например, рейнвейн, настоять с железными опилками — и получится железное или стальное вино и вкупе весьма хорошее лекарство».

Современные рецепты не такие витиеватые, тем не менее железо в них тоже прописывается, но — в других формах: молочно-кислое, яблочно-кислое, сульфат закиси железа, железоаскорбиновая кислота и таблетки Бло.

Когда же железо плохо усваивается, его надо подтолкнуть витамином В — соединением кобальта.

— Если железо участвует в таких важнейших функциях нашего тела, то сколько же надо съедать с пищей, чтобы его постоянно хватало? — спросите вы.

Действительно, на первый взгляд,— его надо много. Но факты показывают совсем другое. Оказывается, ежедневно каждый взрослый мужчина должен съедать всего пять миллиграммов железа, а женщина — в два раза больше.

Разумеется, пить стальное вино или есть обсахаренное железо ни к чему. Не надо, как это делают

ради рекламы и заработка некоторые западные рекордсмены и чудо-люди, съедать гвозди или кузова автомобилей. Железа вполне достаточно в обычной пище, и только в особых случаях нужны лекарства. Много железа содержится, например, в яблоках. Ведь окисление железа на свежем срезе или изломе яблока через несколько минут является причиной возникновения светло-бурой пленки.

В таежных поселках или заимках Забайкалья и Сибири верным источником железа исстари была голубица да печень косули, изюбра или сохатого. Впрочем, никто никогда об этом не думал и не знал. Заготовляли голубицу бочками, добывали зверя, сколько нужно для пропитания, и не больше.

К голубице у большинства городских жителей, особенно не местных, избалованных магазинными фруктами, отношение прохладное. А зря.

И только теперь, когда они сами, получив возможность на автомобилях уезжать от города подальше, а еще оттого, что многие горожане — бывшие жители тайги, все больше стало появляться голубицы на столе, но — в виде варенья. А лучше заготовлять этот источник железа и витаминов в сыром виде, как это делают жители таежных сел. Лучшее время сбора голубицы — конец августа, когда она уже поспела, но еще крепкая. В сентябре она начинает уже морщиться и становится ярко-голубой. Она осыпается при первом прикосновении к голым кустикам. Возьмешь в руки голубой шарик, а он лопается, и брызжет из него пурпурно-алый ароматный сок.

БЛЕДНЫЕ ЛИСТЬЯ

Железо необходимо многим растениям. Но оно должно быть в виде солей гуминовых кислот. Если растворимых его соединений в почвах мало, растения усвоить его не могут. Признаки нехватки железа у растений сразу же появляются на листьях: они бледнеют. Особенно часто от недостатка железа страдают многочисленные плодово-ягодные культуры, картофель, капуста и овес. Растения плохо усваивают железо на щелочных почвах. Причина здесь в том, что железо переходит в нерастворимые гидроокислы типа

гетита, гидрогетита и лепидокрокита. Такие почвы надо подкислять.

ЖЕЛЕЗНЫЕ БАКТЕРИИ

В природе известны железобактерии. Достоверно известно также, что они занимаются окислением двухвалентного железа до трехвалентного. Они поглощают из окружающей среды соли двухвалентного железа и кислород. В их организме протекает реакция, которую можно записать примерно так:

$$4Fe(HCO_3)_2 + 2H_2O + O_2 \longrightarrow 4Fe(OH)_3 + 8CO_2.$$

Энергию, получающуюся при окислении, бактерии используют для поддержания своей жизнедеятельности. В их организме железо при дыхании заменяет углерод.

Колонии железобактерий живут в болотах, прудах, железистых источниках, в водопроводных трубах. За время жизни в их оболочках накапливается гидрат окиси железа. После смерти тельца их падают на дно водоемов и за многие тысячелетия могут привести к накоплению болотных или озерных железных руд.

Полагают, что Керченское, Липецкое, Тульское и многие другие месторождения железа образовались в результате жизнедеятельности железобактерий. Ощутимые количества минералов фосфора, в частности керченита, вивианита, также могут быть свидетелями жизни бактерий. Ведь фосфор входит в состав многих живых организмов.

О ТОМ, КАК БАКТЕРИИ ЧУТЬ МЕТРО НЕ СЪЕЛИ

В 1975 году журнал «Химия и жизнь» рассказал такую историю.

В Киеве прокладывали очередную линию метро. Ствол тоннеля проходил в песчаных породах. Они были насыщены водой. Чтобы предотвратить доступ воды, в забои под давлением подавали воздух.

Прошло какое-то время, и строители заметили сильную ржавчину на всех железных конструкциях тоннеля, а болты за один-два месяца разъедались наполовину.

Стали выяснять, в чем дело. И оказалось, что в

подземной воде растворено огромное количество серной кислоты. Она-то и разъедала железо. Но откуда взялась кислота?

На помощь пришли микробиологи. В песчаных породах около тоннеля они нашли громадное количество тионовых (серных) бактерий. Их было тут в сотни миллионов раз больше, чем в той же породе в десяти метрах от стен тоннеля. Эти бактерии живут за счет окисления серы кислородом. Серы в виде сульфидов железа — пирита и марказита — было предостаточно. Окисляя серу до сульфатиона, бактерии превращали ее в серную кислоту.

Вот так фокус — сера из минералов железа разрушила железные конструкции метро!

Стали думать — почему резко увеличилось количество бактерий и они так активизировались? Ведь до этого на протяжении 30 миллионов лет жили они себе тихо-мирно и никого не трогали. Виной всему оказался избыток кислорода, закачивавшийся с воздухом в забои: ведь для жизни тионовых бактерий нужна сера и кислород. Серы в минералах было сколько угодно, а окислитель в достатке привнес человек. Ну, бактерии ему и отплатили.

Осталось отплатить тем же и бактериям.

Их лишили кислорода, перестав закачивать воздух. А чтобы вода не заливала забой,— тоннель проходили с проморозкой. Микробы тут же утихли. И до сих пор ведут себя смирно.

А железные поезда метро на железных колесах по железным рельсам день за днем перевозят сотни тысяч пассажиров.

ВИТАМИННЫЕ ДРОЖЖИ И ЖЕЛЕЗО

Витамин B_2 (рибофлавин) синтезируют специальные дрожжи Кандида гуиллермондии (Candida guillermonodii). Они обладают завидной работоспособностью — колония объемом всего один кубический сантиметр дает до 0,176 миллиграмма витамина.

Если дрожжам давать меньше железа, чем им нужно,— они резко уменьшают работоспособность. Дело в том, что присутствие знакомой уже нам каталазы нейтрализует появляющуюся при дыхании перекись водорода. Поэтому недостаток железа, входя-

щего в состав каталазы, ухудшает жизнеспособность дрожжей. Однако и чрезмерные количества железа (всего-то чуть больше 0,0001 миллиграмма на миллилитр!) угнетают маленьких работяг.

В природе, как и в искусстве, как говорил Рафаэль,— все должно быть соразмерно.

...доисторические времена делятся на периоды... по материалу орудий и оружия: каменный век, бронзовый век, железный век.

К. Маркс, Ф. Энгельс

8. Быль и небыль, или Сказки Сидериады

Когда железо вошло в жизнь человека? Когда он сумел первый раз опереться на железный посох, ставший его опорой, его силой, его руками в овладении сокровенными тайнами и сокровищами матери-Земли?

Жил-был в Дании коммерсант Христиан Томсен Юргенсен. В 1816 году ему поручили руководить Королевской комиссией по охране и содержанию памятников старины. Комиссия сия до этого заседала много лет, но ничего не сделала.

Юргенсен подошел к делу с коммерсантской хваткой. Прежде всего он систематизировал все находки археологов. Расположив их в хронологическом порядке, он увидел, что всю древнюю историю можно разделить на три периода: каменный, бронзовый и железный.

Когда начался железный век? С первого момента пользования человека железом или когда он научился выплавлять его из руды? Скорее всего, с момента открытия металлургического процесса. Но сначала железо попало человеку готовым.

НЕБЕСНЫЕ ДРАГОЦЕННОСТИ, ИЛИ ЕЩЕ РАЗ О МЕТЕОРИТАХ

Первое железо, с которым имел дело человек, было... космическим. Не удивляйтесь! Это было имен-

но так! Достаточно того, что он, этот косматый, сильный древний человек сам был нимало удивлен тем, что тяжелый серый блестящий камень, который прошлой ночью упал с неба в распадок, что отходит от правого берега Онона, оказался очень прочным и при ударе о него камнем чуть-чуть ковался. А это уже много значило для человека. Из него можно было сделать нож, наконечник стрелы, украшение. Новый знакомец был гораздо тверже драгоценной меди и оставлял на ней глубокие царапины. А это значит, что им можно будет обработать медное изделие.

О том, что примерно так человек познакомился с железом, свидетельствует культ железа у древних жителей Ближнего Востока и Египта. На коптском языке, по свидетельству А. Е. Ферсмана, оно называется камнем неба. От египтян к арабам перешли древние легенды о том, что сначала с неба в Аравийскую пустыню падали капли золота, которое на земле превращалось в серебро, а затем уже становилось железом. И это превращение расценивалось как наказание тем племенам, которые стремились завладеть небесным даром.

Ведь и культовый небесный камень мусульман, почитаемый как святыня в Мекке, есть не что иное, как крупный метеорит.

Древнейшее украшение — ожерелье из прокованных полосок метеоритного железа, найденное в Египте, имеет возраст более шести тысяч лет: оно изготовлено в IV тысячелетии до н. э.

Примерно в 3100 году до н. э. из метеорита был изготовлен кинжал с позолоченной рукояткой, который нашли при раскопках шумерского города-государства Ур. Изделия из метеоритного железа были уже у ацтеков Мексики. Они встречаются в обиходе индейцев Северной Америки. Даже эскимосы Гренландии пользовались орудиями, сделанными из металла, подаренного небом.

В середине второго тысячелетия до нашей эры фараоны Египта носили на руке золотой браслет, в котором как величайшая драгоценность и святыня был вправлен маленький удлиненный обломок метеоритного самородного железа.

СЛЕДЫ В ПИРАМИДЕ ХЕОПСА

Тысячелетия понадобились человеку для того, чтобы научиться выплавлять железо из руд. Не потому, что было мало и не потому, что железные руды бедны металлом. Нет! Медные руды встречаются гораздо реже железных, а железа в самой богатой руде — минерале магнетите — более 70 процентов. Но не мог человек вырвать у природы тайну его извлечения. Слишком крепкий орешек это был для древнего человека, много зубов пообломал он, прежде чем однажды радостным воплем огласил окрестность.

Не так-то просто было отнять у железа кислород и получить высокую температуру — 1530° Цельсия. Медь плавится всего при 1084, а бронза при 700—900° Цельсия. С ней было проще.

В середине второго тысячелетия до новой эры, больше трех тысяч лет тому назад, железо все-таки научились выплавлять из его руд. Первыми это сделали металлурги Древнего Востока на территории современного Закавказья, где жил легендарный народ по имени халибры. Уже около 1500 г. до н. э. у них было много железа, которое они получали из руд.

А клинописные таблицы, найденные в Месопотамии, на территории нынешнего Ирака, сообщают о получении железа жителями этой территории около 1200 года до новой эры.

Предки армян и грузин уже в конце II тысячелетия до новой эры обрабатывали землю железными орудиями, а немногим позже железо распространилось так широко, что даже предки нынешних жителей на Каме умели выплавлять его из болотных и других руд.

Обломки железных орудий нашли в щелях между плитами пирамиды фараона Хеопса. От египтян секрет получения железа узнали греки. И уж потом, лет через 500, железо стали плавить древние металлурги Индии, а затем и Китая.

В Забайкалье железо пришло только через восемьсот лет — в VI веке до новой эры.

СИДЕРОС И ХУННЫ

По свидетельству досужих археологов во многих местах Прибайкалья есть остатки сыродутных горнов, в которых плавили железо. Найдены и железные шлаки. Горны были совсем маленькие. Они напоминали перевернутый вверх дном глиняный горшок, в котором по бокам были сделаны дырки для дутья через них воздуха. Конечно же, эти прообразы домен позволяли получать очень мало железа. Но все-таки позволяли! Уж несколько ножей или наконечников для стрел можно было из него сделать. А это было по тому времени не мало.

Позволили раскрыть эти тайны распространенные в Забайкалье плиточные могилы. В них-то вместе с покойником погребали драгоценные вещи, без которых, как думали наши предки, он никак не мог обойтись в таинственном и неведомом потустороннем мире. Для жизни и сражений с ним погребали стрелы с железными наконечниками. Ножами, железными бляхами и пряжками украшали его одежду. Удила лишь остались от истлевших узд низкорослых монгольских лошадок.

Приход гуннов, грозных и коварных, наводнил древнее Забайкалье железными изделиями, и с тех пор оно вытеснило бронзу и медь, а вместе с ними и верный камень.

Но как же, спросите вы, сумели древние люди добиться температуры больше 1500 градусов, ведь в костре такой жары никогда не бывает, а в горнах тоже больше 1200 градусов Цельсия не достигнешь, хоть лопни от натуги при дутье.

ОТКРЫТИЕ ПОДМАСТЕРЬЯ

Всему, по-видимому, помог случай. О, как много раз в истории любознательного человечества случай помогал делать великие открытия!

В середине второго тысячелетия до новой эры люди уже умели делать меха, они ими пользовались для выплавки меди и бронзы в примитивных горнах.

Однажды в середине XVIII века до новой эры один из кузнецов Закавказья поручил своему ученику навести порядок в кузнице и сообщил, что вер-

нется через несколько дней. Ученик очень обрадовался возможности побыть в кузнице одному и сразу же принялся вычищать все углы. В одном из них подмастерье обнаружил кучу буро-желтых камней, похожих на красную медную руду, из которой его учитель умел выплавлять красную медь, а если надо было получать бронзу — добавлял оловянного камня. Ученик решил, что про кучу этой руды кузнец давно забыл и отважился попробовать выплавить из нее медь самостоятельно. Он разогрел горн, положил на горячие угли слоем один к другому куски бурой руды, а сверху снова покрыл слоем угля. Раздувая мехами пламя, он заметил, что руда покраснела, зашипела и стала раскаляться добела, и чем больше он вдувал воздуха, тем меньше становились кусочки руды и быстрее сгорал уголь...

Но тут раньше времени вернулся хозяин. Когда подмастерье узнал об этом, то зная крутой нрав кузнеца, быстро выгреб из горна остатки руды, спрятал в углу кузницы и снова раздул горн будто бы для работы.

На утро следующего дня до прихода хозяина любознательный подмастерье решил посмотреть результат своего опыта. Велико же было его удивление, когда вместо ржавой руды он увидел в углу кузни ноздреватые корки светло-серого металла. Он тотчас же положил их на наковальню.

Удар, еще удар! Но что это — камень не рассыпался на куски, как это случалось прежде! Он расплющился! И тут бедный подмастерье, не помня себя от радости и страха, побежал к хозяину.

Всю ночь у них полыхал горн, валил из трубы черный дым, а к утру был готов первый железный кинжал. Подмастерье рассказал все хозяину, и тот вспомнил, как однажды ему сбыли под видом медной руды какие-то бурые комья, из которых он выбрал красные куски куприта и зеленые — малахита, пошедшие на выплавку меди. Бурые куски он оставил лежать в углу кузни и забыл о них. И вот теперь любопытство ученика привело к открытию.

Создатели первого изделия из железа не знали, что придумали домну: аппарат, которому суждено было стать праотцом черной металлургии.

Они не знали, сколько крови прольется от удара

железного оружия, прежде чем оно навсегда станет могучей опорой человека во всех его добрых делах. Они не знали, что через три с половиной тысячи лет и у нас в тайге Забайкалья по царскому указу будет построен железоделательный завод имени Петра Великого, а еще через двести лет этот завод станет современным высокомеханизированным предприятием.

И ЕЩЕ ИЗ ИСТОРИИ ОВЛАДЕНИЯ

С начала овладения железом и до середины XVI века железо получали сыродутным способом. Он был очень непроизводителен — около полукилограмма железа в час. Целых три тысячелетия получали металл в виде крицы — губчатого железа, содержавшего в качестве примесей шлаки. Крица получалась восстановлением железа с помощью древесного угля.

Кричное производство железа требовало обязательного продувания многослойного пирога, состоявшего из слоев руды и угля с помощью мехов, которые приводились в движение водяным колесом. Этот способ получения железа был удобен тем, что оно получалось ковким.

В процессе плавления шлак постоянно стекал из бокового отверстия вверху горна или кричной печки. После того как шлак вытекал и плавление заканчивалось, рабочие с помощью железных стержней и ломов выкорчевывали из нижней части горна губчатую железо-шлаковую массу — крицу. Затем ее проковывали тяжелыми молотами, уплотняя и выдавливая шлак, разделяли на части, которые в результате дальнейшей проковки превращали в штыковое или брусковое железо.

Позже придумали шахтные печи с выпускным порогом и мехом для дутья. В такую печь загружали руду и уголь сверху, а для извлечения крицы в нижней части печи разбирали кирпичную стенку.

Первые сыродутные горны были небольшие. Объем их составлял 1—2 кубометра. Затем их стали делать побольше. Но с увеличением объема печей в расплаве стало оставаться больше углерода: он не успевал выгорать. Температура плавления при этом понижалась и часть металла вытекала вместе со шлаком. Эти «сливки» были очень хрупки, легко разбивались

молотом и их просто выбрасывали, не зная, что получали чугун. Позже узнали, что чугун можно очистить переплавлением в атмосфере воздуха — углерод в это время выгорал, но сути процесса, конечно, не знали. Тем не менее оказалось выгоднее сначала получить чугун, а затем пускать его в «кричный передел». Появились домницы, которые по мере их увеличения в размерах превратились в домны. Переплавленный чугун научились переделывать в сталь.

Лишь в 1709 году англичанин Абрахам Дерби заменил древесный уголь коксом. Затем отделил топливо от чугуна, чтобы сера из угля не переходила в сталь и не портила ее. Когда чугун разжижался в пламени находящегося за порогом угля, полученный расплав пудлинговали, то есть перемешивали. Пудлинговщик (теперь нет такой профессии, как нет и каталей, которые катали вагонетку-козу в домницу) брал длинный железный стержень и перемешивал расплавленный чугун. В него добавляли песок, флюорит, известь, чтоб лучше окислялся углерод, и образовывались шлаки, впитывающие в себя всевозможные вредные примеси. Весь этот расплав называется ванной. Ванна бурлит, кипит, лопаются пузыри. Она разжижается, а железные зерна и кристаллы собираются в комки.

Пудлинговщик своим железным орудием разделял всю массу расплава на несколько частей, которые по старинке назывались все же крицами. Когда они застывали, их еще красными вытаскивали из печи и направляли на проковку кузнецу, который приваривал в каждой крице по железному стержню и проковывал крицы в «колбаски». В прокатном станке эти «колбаски» прокатывали в полосы. Часто накладывали одну на другую по четыре полосы и сваривали в прокатной машине. Так получалось сварочное железо, или сталь.

Но сварочный металл был неоднороден, хотя и крепок и мог бороться с коррозией. Поэтому для достижения однородности сварочное железо решили переплавлять. Так пришли к идее о литой стали. Появились опыты переплавления сварочной стали в огнеупорных тиглях. Первым это сделал английский часовщик Бенджамин Ханнтсмен.

Отцом сталеплавильного дела считается Генри

Бессемер, который 17 октября 1855 года получил патент на выплавку стали методом продувки воздуха через жидкий чугун. Метод называется бессемеровским. А тигель — конвертером. Однакс метод этот внедрялся плохо, так как чугун еще при температуре красного каления ломался из-за больших примесей фосфора. Но, как избавиться от фосфора, никто не знал.

Решил эту задачу писарь одного из лондонских полицейских участков Сидней Джилкрист Томас, проживший всего 35 лет. Он предложил изменить состав огнеупорной футеровки, которой выложены внутренние стенки конвертера, с кислого на основной. Добавляя в шихту известь, можно получить шлак, который хорошо извлекает из чугуна фосфор с образованием фосфатов кальция и железа — апатитоподобных минералов. Конвертеры с основной футеровкой стали называться томасовскими.

Любой конвертер имеет форму груши, подвешенной на оси так, чтобы ее можно было переворачивать. Когда в нее загружают чугун и необходимые добавки, прежде всего, известь и флюорит, загрузочный люк повернут кверху. Для продувки кислорода в дне этой груши имеются отверстия. После окончания плавки, а она длится всего 20 минут (каждые 20 минут — 20 тонн чугуна превращается в сталь), конвертер наклоняют. Сначала через верхний люк выливают шлак, а затем наклоняют еще сильнее — и выливают сталь.

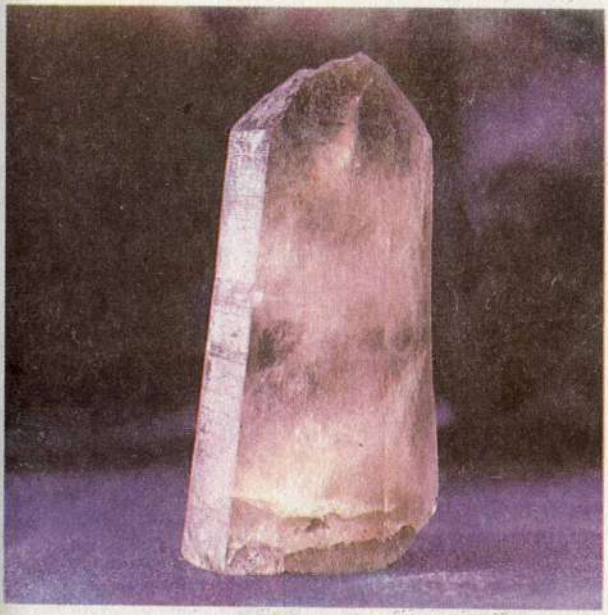
Для переплавки чугунов и железного лома в стали используют регенеративные или электрические мартеновские печи. Регенеративную печь изобрел Вильгельм Сименс, а Пьер Мартен усовершенствовал ее и первым сварил в ней сталь.

Теперь все методы — бессемеровский, томасовский и мартеновский используются в черной металлургии.

Домны ныне имеют объемы до 5000 кубометров. Каждая из таких доменных печей, установленных, например, в Кривом Роге, дает в год более четырех миллионов тонн чугуна.

Советская черная металлургия, вобрав в себя лучшее, что было сделано во всем мире и использовав богатейший отечественный опыт, теперь самая пере-

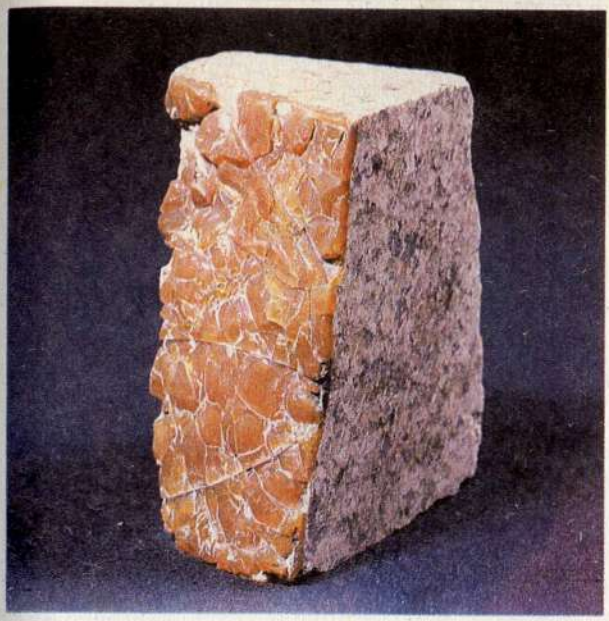
Двуглавый аметист. Урал, Ватиха



Раухтопаз. Забайкалье, Тулун

Сердоликовое чудо. Онон

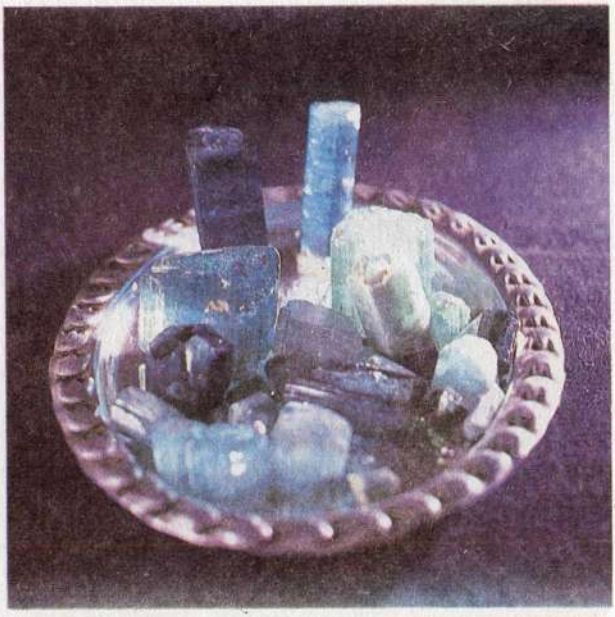
Северное сияние. Агат. Тиман



Огненный опал. Казахстан

Сардоникс. Зея

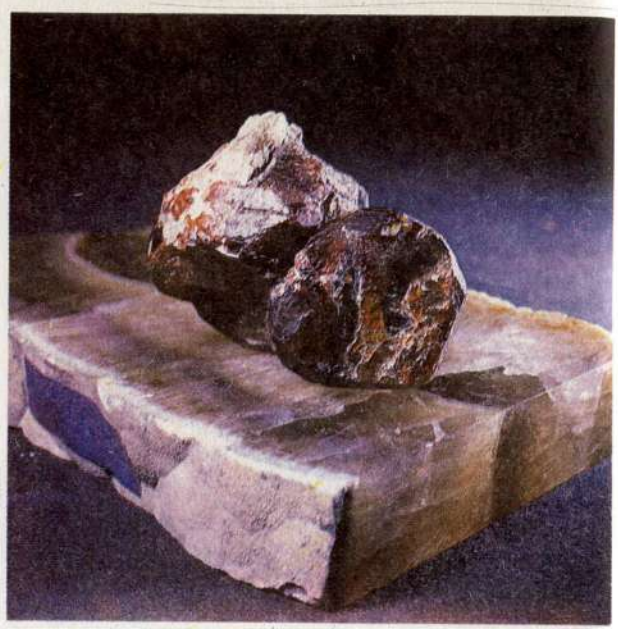
Арбузный турмалин. Забайкалье, Малханский хребет



Сокровища копей царя Соломона. Турмалины. Афганистан, Канакан

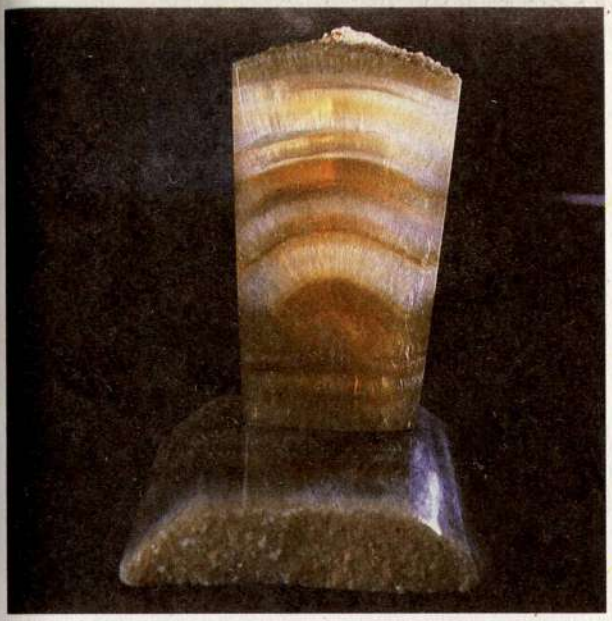
Гелиодор на раухтопазе. Забайкалье, Шерловая Гора. Из коллекции А. Куща

Лепидолит и зеленый турмалин в альбите. Афганистан, Гурсалак



Спессартин. Нуристан, Друмгал

Каменная радуга во флюорите. Забайкалье. Усугли. Из коллекции А. И. и П. А. Котовых



Солнечный камень Забайкалья Начир

Семенова радуга. Усугли. Из коллекции А. И. и П. А. Котовых

Ритмично-полосчатый флюорит. Забайкалье, Абагайтуй. Из коллекции А. И. и П. А. Котовых

Аметистовый флюорит. Забайкалье, Калангуй. Из коллекции А. И. и П. А. Котовых

довая в мире. Наша страна выплавляет самое большое количество чугуна и стали.

ПЕТРОВСКИЙ ЖЕЛЕЗОДЕЛАТЕЛЬНЫЙ

И. И. Комогорцев в «Очерках истории черной металлургии Восточной Сибири» сообщает, что «...металлоплавильные печи действовали в Забайкалье в районе Петровского и Нерчинского заводов и в Телембинском остроге. Телембинское железо шло не только на поделку сошников, топоров и прочих орудий труда, но использовалось для изготовления оружия при защите крепости Албазин в 1676 году».

Следы железоделательного производства около Телембы видны и теперь. В литературе есть упоминание и об Иркинском железоделательном заводе, который находился в 60 верстах к северу от Нерчинского завода и действовал в 40 годах XVIII столетия. Он выпускал кайлы, лопаты, ломы и тачечные колеса для Нерчинского сереброплавильного завода. Других сведений о нем нет.

До наших дней дожил лишь Петровский завод. Основал его купец Бутыгин в содружестве с кузнецом Шелоховым. Внимание его привлекла богатая магнетитовая руда на реке Баляге. И у слияния Баляги и Мыкырты начал Бутыгин в 1788 году строить железоделательный и чугуноплавильный завод. Через год, в 1789 году он был уже готов, и, по свидетельству старожилов, на фронтоне заводской стены до 1909 года была видна выложенная кирпичами дата «1789».

ШЕРШЕ ЛЯ ФАМ, ИЛИ ШАЛЬ С КИСТЯМИ

Это был предприимчивый, хитрый и знающий человек. Давно он хотел начать большое дело.

Допустим, что однажды, ранней осенью 1788 года по пути из Верхнеудинска в Читу он остановился ночевать в доме кузнеца Шелохова. Участие Шелохова в этом деле истории уже известно.

...Крестьянский двор с кузницей. Вечереет. У наковальни работает дюжий молодой мужик в кожаном фартуке, с засученными рукавами длинной рубахи.

Нарастает и вдруг смолкает стук колес и звон колокольчика. Взлаивает пес. Кузнец слышит молодецкое:

— Тпруу!!

А затем, к удивлению кузнеца, во дворе появляется известный в Забайкалье купец Бутыгин.

— Вечер добрый, мил человек!

— Доброго здоровьица! Милости прошу.

— Припоздал я, — пояснил Бутыгин и попросил, — переночевать не пустишь?

— Отчего ж не пустить, коли нужда,— радушно ответил кузнец, не ведая, с чем пожаловал к нему именитый гость.—Да и куды ехать на ночь глядя? — добавил он и пошел отворять широкие, обитые железом ворота.

— Товар, вишь ты, при мне,— вроде как оправдывался купец, идя с ним рядом,— вот и опасаюсь.— И выйдя за ворота, крикнул:

— Петька! Заводи коней во двор да распрягай!

— В избу милости прошу,— пригласил Шелохов. На крыльце появилась красивая раскосая кузнецова жена.

— Принимай да потчуй гостя дорогого.

Бутыгин взглянул на Шелохову жену, про себя отметил красоту ее и головою только приветствовал: «Здравствуй, матушка».

— Проходи, батюшка, Ляксей Иваныч, гостем будешь.

Они прошли в горницу. Пока Бутыгин снимал шапку, крестился на образа, огляделся, вошел Шелохов. Марья дождалась мужа и отправилась к печи.

Уже сидя на широкой лавке, Бутыгин решил прикинуться, будто толком и не знает, к кому в гости пожаловал:

— А не Иван ли Семенов Шелохов ты?

— Он самый и есть,— улыбаясь, ответил кузнец.

— Слыхал я, работящий ты мужик,— подпустил леща Бутыгин.

— На силушку не жалуюсь, Ляксей Иваныч! Што ж не робить, коли земля родит. Твоему приказчику прошлый год пшеницы, почитай, пудов тридцать продал.

— Добра пшеница у тебя,— снова похвалил Бутыгин.

Тут вошла Марья с самоваром. Поставила его на стол. Сняла полотенце с хлеба, стоявшего в плетенке на столе. Мигом на нем появились крынки со сметаной, вареньем, куски меда в сотах.

— Откушай, батюшка, чем бог послал.

— Благодарствую, дай те бог счастья, — поблагодарил купец, и, сев за стол и наливая чай, продолжил разговор с кузнецом.— Приметил я давеча: кузня у тебя на подворье.

— Верно заметил.

— А где железо берешь?

— Да сам плавлю,— ответил Шелохов, положив на хлеб кусок золотистого меда. Бутыгин залюбовался его ловкости обращения с едой.

— Э-эвон, ловкий ты мужик какой. А кто учил тебя?

Иван как бы нехотя, как о само собой разумеющемся высказал:

— Да у нас мыкыртински мужики исстари железом промышляют.— Подлил в блюдце чаю и, видя, что Бутыгин еще от него что-то ждет, добавил: — Стары домницы от дедов храним.

— А нову исделать можешь? — не вытерпел Бутыгин.

— Отчего ж, можно.

И тут, делая вид, что только теперь понял, каков кузнец Шелохов и сколь талантливы мужики в округе, гость высказал:

— То-то, гляжу я, мужики тутошни, да и по всей округе, железо привсзно не шибко жалуют.

— Своно хватает,— с достоинством молвил Иван.— И лучше оно привозного, потому как руда добра, да и секрет, как железо делать, дедами нам завещан.

И по всему было видно, что сумел-таки Бутыгин задеть за живое кузнеца, и решил он его заманить выгодой от большого дела: — Слышь-ко, Иван Семенович, а што, ежели мы с тобой завод поставим? А? И приварок от железоваренья добрый получим,— сказал так купец, аж самому понравилось, а кузнецу,— видит,— не особенно. Тот знай себе чаек попивает, да хлебушко в сметанку помакивает. Правда, и гость не отстает.

— Да мне, Ляксей Иваныч, и так всего хватает:

корова, кони, кузня. Марья, детишки вот. Куды мне завод-то?

От такого спокойного и рассудительного отказа Бутыгин чуть не осерчал. Но вовремя вспомнил, что в гостях, а заметив, что Марья появилась за столом и слушает их, ласково так будто и пожурил Ивана:

— Я же дело предлагаю, а ты — корова, кузня... Опять же — седни ты здоров, а завтра, тьфу, тьфу, не дай бог, случись что, кто детей да бабу кормить, да одевать, да обувать будет? А тута у нас — дело. Что, ты сам спину гнуть будешь? Мужиков наберем. Сама государыня велит заводы закладывать,— и, ища поддержки у Марьи, добавил: — Да и Марьюшку, как боярыню, разоденешь. Дело-то доходное! — Бутыгин аж вспотел, сказав все это, а увидев, что задел все-таки кузнеца, обрадовался.

— Много ты больно наобещал, Ляксей Иваныч. Ежели дело заводить, то поглядеть надо: сколь руды на Баляге-речке, место доброе выбрать,— спокойно и деловито вроде бы поддержал Шелохов купца.

А тот, видя, что дело сдвинулось, и совсем уж себя выдал:

— Вот ты и погляди, сколь руды надо, как ее поспособней взять, да и мужиков-то, мужиков сманивай.

— Это, выходит, я супротив своих же мужиков пойду? — возмутился Иван.— Их хозяйство рушить? Не подбивай меня на недоброе дело.

Увидел тут Бутыгин, что лишку хватил, а отступать — не хочет, да и некуда.

Решил он теперь Марью на свою сторону переманить. Перестал чай пить. Откинулся от стола, спиной к стенке прислонился. Бороду погладил, зевнул и будто безразлично так и промолвил:

— А я тебя, Иван Семеныч, не неволю. Попокладистей мужика, поди, тоже найти не штука. А и тебя враз не прошу ответа дать. Подумай. С женой посоветуйся.

Марья сидела вся как на угольях. На Ивана молнии глазами кидала. Однако хватилась вовремя: знала, что только лаской можно его к чему-нибудь склонить. Тут же, будто ничего и не слышала, принялась гостя умасливать:

— Батюшка, Ляксей Иваныч, да ты што кушал-то мало. Аль не добро потчевала?

— Что ты, голубушка, да уж лучше не бывает. Благодарствую,— хитро улыбнулся и крикнул:— Петька!

— Чево, Ляксей Иваныч? — ответил из сеней Петька, кончавший, наконец, дела свои хозяйственные.

— Неси-ка короб с шалями цветастыми,— и подмигнул Марье, уже почуявшей, к чему дело идет.

— Чичас,— пообещал Петька.— И через минуту вошел, таща большой короб.

— Вот он!

— Ставь сюды,— показал Бутыгин на лавку около себя. Когда короб был перед ним, он не спеша отпер его, поднял крышку, запустил руку внутрь и выудил оттуда с полдюжины цветастых шалей с кистями, поднял их одной рукой, а другой растрепал концы так, что в горнице крыльями петухи замахали. Играет он с шалями, а сам на Марью поглядывает. А та застыла вся, как завороженная, глаз с красоты неописуемой отвести не может.

— Выбирай, Марья Саввишна! Котора поглянется, та и твоя.

У той аж дух захватило. Слова вымолвить не может. Наконец пришла в себя:

— Да ты что, батюшка, господь с тобой, нешто можно мне красоту такую носить? Для княжон да царевен шали эти!

— А ты чем не княжна? — подмигнул, беря самую красивую, сказал купец, и подал ей:— Носи на здоровье, авось, муженек твой сильней любить будет.

Марья зарделась, глаза потупила, но шаль с кистями взяла, накинула на плечи, волосы смоляные поправила, в зеркало погляделась, прошлась по горнице.

— Ой батюшки, красотища-то какая! Ва-ань! Погляди!

А Иван глядел на свою Марью и наглядеться не мог. Но — промолчал.

— Ну и слава богу,— облегченно вздохнул Бутыгин.— Вкусно потчевала, красивой будь. Семеныча своево красотой ублажай,— помолчал, а потом, вроде между прочим: — Твоя шаль-то.

А Марье только того и надо было. Уж знала она, сделает ей купец подарочек.

— Спасибо, Ляксей Иваныч. Век доброты твоей не забуду,— и поклонилась низко.

Бутыгин только теперь понял, что дело выгорело, и сразу почувствовал усталость. Его потянуло ко сну. Он зевнул, перекрестив рот, и сообщил:

— Чтой-то ко сну потянуло.

Петька тут же закрыл короб и собрался было выйти, как Марья остановила его, усадила за стол ужинать, а мужа отправила проводить гостя ко сну. Пока она возилась у печки, Петька поел и пошел спать на сеновал с Шелоховым подмастерьем, которого знал ранее.

Когда горница опустела, Марья вновь накинула шаль, погляделась в зеркало и лебедью прошлась по комнате. Она и не заметила, как вернулся ее муженек, как он глаз оторвать от нее не мог. И только когда он тихонько кашлянул, Марья почуяла его, подбежала, обняла и горячо заговорила:

— Ванюша, соглашайся! Добра-то вон столь нажить можно. При твоей-то силушке да светлой головушке любо дело исделать можно.

Не в силах перечить жене, но и не сдаваясь сразу, Шелохов заметил:

— Ловко он тебя подарочком приманил.

Через несколько недель кузнец Иван Шелохов появился в конторе у купца Бутыгина.

— День добрый, Ляксей Иваныч.

— Здравствуй,— ответил купец, сидя за столом и щелкая счетами,— садись, гостем будешь. В самый раз поспел ты, Иван Семеныч. С чем пришел?

— Так что, согласный я.

— Ну и добро! По рукам!

— По рукам! — ответил Семен и крепко пожал купеческую ладонь с дорогим перстнем.

— Значит, так,— перешел к делу Бутыгин,— я капитал вкладываю, ты — уменье свое и... с богом. Грамоту разумеешь?

— Обучен. Я, стало быть, места-то глядел. Рудица, что на Баляге-речке добра, и, ежели с раченьем дело вести,— годов на сто хватит.

— Там и завод ставить будем? — поинтересовался купец.

— А где же! Лучше, чем на стрелке Мыкырты

и Баляги места не сыскать,— посоветовал Шелохов,— и вода рядом, и лес.

— И то верно,— похвалил Бутыгин,— и лес-то строевой нужен.

— И на уголья дрова для домницы,— добавил Иван.

— Стало быть, коло Мыкыртинского поселка и будем строить. Мужики-то пойдут к нам?

— Ежели попервости справно платить,— пойдут.

— И то верно,— подтвердил Бутыгин, чуя кузнецову деловую хватку, и продолжил: — Я тута кумекал: чугун лить надобно? Надобно.

Иван заметил, что одним чугуном не обойдешься. Бутыгин согласился и предложил строить два завода: чугуноплавильный и железоделательный. Шелохов настоял еще и на молотовой да плющильной (потеперешнему — прокатной) фабриках для кузнечных работ, потому что не просто железо, а топоры, лопаты, кайлы, плуги, бороны, листовое железо и многое другое можно было с выгодой сбыть по всему обширному забайкальскому краю. На том и порешили.

Бутыгин позвал приказчика и велел ему записать все, что они с Шелоховым обговорили:

— Стало быть, пиши: два завода построим — чугуноплавильный и железоделательный. Фабрик токмо три поставим — доменну, формовочну, молотовую с горнами и кричными молотами для переделу чугуна в железо. Сторожеву избу надобно при молотовой, стальну да укладну избы для приготовления стали и укладу, плющильну разную да якорную фабрики, мехову избу, кузницу, плотину, чтоб кричны двигать водою Мыкырты. Дале — контору заводскую, магазейнов — два для хранения изделий железных, казармы и госпиталь. Кабаки не забудь! Смету мне через семь дни представишь, а потом — с богом. Иди.

* * *

Так было решено построить этот завод. Он был по тем временам большим делом.

Построили его уже в 1789 году, а 29 ноября 1790 года на Петровском железоделательном заводе из балягинской руды был получен первый забайкальский чугун.

История Петровск-Забайкальского завода драматична. Через два года постройки он уже передан в казну. В 1803 году весной пожар вывел его из строя. Затем он многократно перестраивался. С ним связаны имена многих декабристов. Кандалы для них делались на Петровском заводе. Мария Волконская рассказывала в своих «Записках» о том, что Бестужев выковал из кандального железа декабристам и их женам кольца, которые они сохраняли долгие годы как память братства в ссылке.

В книжке историка Ивана Ивановича Комогорцева и бывшего директора завода Николая Степановича Тарасова приведен рапорт ревизора при Главном управлении Восточной Сибири по чугуно-железному производству инженера генерал-майора Бароцци де Эльса (на какие доходные должности только не пробирались в царской России французы, бельгийцы да немцы!) от 3 апреля 1859 года:

«По прибытии в Петровский Завод я осмотрел все изделия, приготовленные там по заказам, на вольную продажу и для округа Нерчинских заводов, и нашел, что все оне приготовлены правильно, тщательно и из добротных материалов. Горные же инструменты для добычи серебряных руд, как, например, кайлы, оковываются даже с педантическою кузнечною отделкою».

В 1901 году производительность Петровского завода по выработке сортового железа достигла 1600 тонн. Но затем она стала падать, а в 1905 году выплавка чугуна и железоделательное производство прекратилось. Выпускались только чугунное литье, механические и кузнечные поделки. Домну снова задули через два года, в 1907 году, а еще через год передали в аренду купцам Рифу и Полутову, которые расстроили производство и распродали оборудование.

Только после возвращения завода «кабинету его величества» в 1913 году снова начали строительство домны и воздухонагревательной установки.

Первая мировая война дала новый толчок развитию завода, и он стал поставлять свою продукцию

во Владивосток, Иркутск, Хабаровск, Красноярск и Туркестан.

После Октябрьской революции на заводе был создан хозяйственный совет в составе пяти человек, который действовал в соответствии с «Положением Забайкальского горного Совета об управлении Петровским чугуноплавильным, литейным и механическим заводом». Рабочие завода работали с таким энтузиазмом, что удалось увеличить выпуск продукции и наладить снабжение Забайкалья изделиями из чугуна и железа.

В годы гражданской войны и интервенции большинство рабочих Петровского завода ушло в партизанские отряды. Среди них И. И. Комогорцев называет Александра Архиповича Андреева, Михаила Ивановича Кузиванова, Тихона Дмитриевича Панова, Григория Дмитриевича Афанасьева и других.

8 марта 1920 года Петровский завод освобожден от белых.

В этом же году на заводе выплавлено 16 403 пуда чугуна и произведено 19 025 пудов литья. Уже в 1923 году продукция его поставлялась в Китай и Японию.

С Балягинского рудника построили узкоколейную железную дорогу, а в 1925 году — удлинили ее почти на полкилометра.

Тогда Петровский завод был единственным во всей Восточной Сибири металлургическим предприятием с доменной печью, вагранкой и станком. Здесь выпускали штыковой чугун, чугунное литье, железнодорожное оборудование и многое другое.

Но завод оказался слабым, технически плохо оснащенным, и предполагалась его реконструкция с созданием полного металлургического цикла: домна — мартен — прокат. Тем не менее было принято решение о строительстве нового завода с упрощенным циклом — мартен — прокат — и ориентировании его на переработку металлолома. Решение выполнялось трудно, со срывами. К строительству основных цехов приступили лишь в 1935 году, двигалось оно медленно. Поэтому 13 декабря 1937 года состоялось специальное совещание с участием будущего академика Ивана Павловича Бардина, который тогда работал заместителем начальника Главного управления

металлургической промышленности. Он сумел выяснить основные трудности, неполадки, и дело пошло.

Днем рождения забайкальской литой стали стало 6 апреля 1940 года. Так встретили петровчане приближавшуюся 70-ю годовщину со дня рождения В. И. Ленина. В июне 1941 года перед самой войной заработал прокатный цех.

Начавшаяся Великая Отечественная война потребовала резко увеличить выпуск металлургической продукции. С юга страны, с Донбасса, на Петровск-Забайкальский завод эвакуировали и установили прокатное оборудование. В 1942 году приехали и специалисты-металлурги. Через несколько месяцев производство резко возросло, и уже в 1944 году завод смог дать сверх плана 1500 тонн стали и 6500 тонн проката.

С тех пор прошло много лет. Завод реконструирован. Сталь забайкальских металлургов — в арматуре железобетона Братской и Красноярской ГЭС, она идет на строительство Байкало-Амурской магистрали и в революционный Афганистан.

Необходимо повышать прочность металлоизделий, усилить борьбу с коррозией, быстрее развивать порошковую металлургию, а также производство заменителей металла.

Материалы XXVI съезда КПСС

9. От сваренного чугуна до спеченного порошка

Поняв великую преобразующую роль железа, человек стал искать возможность использовать его в самых разных сплавах и сочетаниях с другими материалами.

ДЛЯ МАГНИТА И ДЛЯ ПЕЧКИ

При изготовлении постоянных магнитов и сердечников электромагнитов используются различные оксидные магнитные материалы. Среди них самый интересный — феррит бария $BaO \cdot 6(Fe_2O_3)$. Эти барие-

вые магниты обладают очень высокой коэрцитивной силой, в несколько раз большей, чем металлические магниты. Кроме того, удельное сопротивление их очень высокое — от миллиона до миллиарда ом. Это сразу же позволило использовать их в высокочастотной аппаратуре.

Лучшими свойствами обладают марганец-цинковые оксиферы (то есть смеси кислородных соединений железа и других элементов). В магнитных усилителях, вариометрах и преобразователях частоты используется никель-цинковые оксиферы. Различные оксиферы помогают также закаливать сталь токами высокой частоты.

Железо входит в состав самых различных сплавов с высоким удельным сопротивлением и высокой жаростойкостью. Среди них известны различные ферронихромы и множество железохромалюминиевых и железохромникельалюминиевых сплавов. Все они по удельному сопротивлению и жаростойкости намного превосходят широко известные константаны, нихромы и манганины, с которыми мы каждый день сталкиваемся в электроплитках и утюгах. Например, нихром с 80 процентами никеля и 20 процентами хрома имеет удельное сопротивление 1,03 ом.мм^2/мм, а ферронихром с 65 процентами никеля, 15 процентами хрома и 20 процентами железа — 1,08 ом.мм^2/мм. Эти сплавы выдерживают температуру 1100—1150 градусов Цельсия.

Однако удовлетворить запросы современной металлообрабатывающей техники, металлургии и научных лабораторий они не могут. Здесь нужны спирали, выдерживающие 1200—1400 градусов Цельсия и больше. До недавнего времени чистая платина, молибден и другие дорогие металлы шли на их изготовление. Но слишком дорого обходится использование редких и драгоценных металлов. Да и условия для их нормальной работы должны быть особыми.

Поэтому инженеры и ученые в последние десятилетия пошли по пути поисков дешевых сплавов на основе железа. В нашей стране были получены железохромалюминиевые сплавы — фехраль и сплавы № 1, 2, 3 и 4. Они обладают высоким удельным сопротивлением и низким температурным коэффициентом удельного электросопротивления (то есть, сопро-

тивление их мало зависит от изменения температуры). Температура их плавления — от 1500 до 1680 градусов Цельсия. Они успешно выдерживают 1000—1456-градусную жару.

Проволока из этих сплавов идет на изготовление спиралей печей, в которых выплавляют редкие металлы, такие, как титан, бериллий и другие.

Давно уже человеку понадобилось иметь конструкционные материалы, которые отличались бы прочностью, не боялись кислот, кислорода, жары, холода, ударов и различных других деформаций, гнулись бы да не ломались, пружинили бы и легко ковались, резали бы металл и не истирались. Оказалось, что всеми этими свойствами можно снабдить различные стали, если облагораживать или, как говорят металлурги,— легировать их различными металлами — хромом, никелем, молибденом, вольфрамом, титаном, марганцем и другими.

Но вот беда: прямые добавки этих металлов плохо усваиваются сталью. А раз беда — не отворяй ворота, а ищи, как от нее избавиться. Провели серии опытов и выяснили: если вносить добавки в расплав в виде различных ферросплавов — все получается очень хорошо, быстро, добротно, дешево.

Дело в том, что получить легирующие металлы в чистом виде иногда бывает трудно. Но хитрость — подруга успеха.

Взять хотя бы вольфрам: температура его плавления — 3800 градусов Цельсия. Где такую взять? А ферровольфрамы очень нужны металлургии. Пошли на хитрость. Ферровольфрам готовится так: смешивают в определенных соотношениях концентрат вольфрамовых минералов (шеелита или вольфрамита), алюминиевую крупку, железную стружку, известку, железную руду и ферросилиций. Все это загружают в специальную ванну и нагревают. При нагревании алюминиевая крупка и железная стружка воспламеняются, горят и создают нужную температуру. При этом нагревание смеси происходит всего 1 час 40 минут до температур, не превышающих 1300—1500 градусов Цельсия.

Через 16 часов ванна охлаждается, и сплав готов. Затем его используют при выплавке вольфрамовых сталей. Так получают стали для изготовления резцов

металлорежущих станков, орудийных стволов, деталей машин, работающих с большими механическими нагрузками при высоких температурах.

Среди таких сплавов громадное значение имеют ферросилиций и ферромарганец, без которых немыслимо вообще производство и легирование электротехнических (трансформаторной и динамной), рессорно-пружинных, инструментальных и высокомарганцовистых сталей. Без ферросилиция нельзя получить ферросплавы ванадия, молибдена, вольфрама и других. Ему мы обязаны получением чистого водорода. Среди других ферросплавов громадное значение в металлургии и машиностроении имеют феррохром, феррованадий, ферромолибден, ферровольфрам, ферротитан, ферониобий, ферробор ферроборал и многие другие «ферро».

Здесь, как видите, сплавы железа с другими металлами и металлоидами — оружие для производства сортовых сталей и чугунов, без коих современная индустрия существовать не может.

ЧУГУН НЕ ТОЛЬКО ДЛЯ КАШИ

Мы сказали слово «чугун», и немедленно перед глазами возникает чугунок со щами или гречневой кашей, вынутый только что из русской печки. Однако каждый школьник, каждая домохозяйка и каждый мало-мальски деловой человек прекрасно знает, что из чугуна делают и печные дверцы, и раковины для умывальников, и жаровни, и сковородки, и колосники, и станины крупных машин и всяких двигателей и многое другое.

Каких только чугунов не выпускает сегодня металлургическая промышленность!

По цвету различаются белые и серые чугуны. Природа различия, конечно же, не в цвете, а в том, в каком виде в них находится углерод. Если он весь связан прочно с кристаллической решеткой железа и его как бы не видно,— чугун белый. Если в чугуне углерод находится в форме тонких пластин графита,— он серый.

Когда же графит образует не пластинки, а шарики,— чугун становится ковким, эластичным. Шарики графита как бы поворачиваются при нагрузках.

Выплавляют и легированные чугуны. Их известно около десятка. Добавка фосфора понижает температуру плавления чугуна, он дольше может находиться в жидком состоянии. Медленно остывая, он хорошо заполняет мелкие изгибы форм. Поэтому фосфорсодержащие чугуны используются для художественного литья.

Для переработки руды ее надо издробить. И для этого нужны дробилки с крепкими щеками. Их отливают из марганцовистых чугунов.

Часто бывает нужно сделать зеркала, которые будут находиться в таких условиях, где стекло не выдержит, и тогда на помощь опять приходит железо в виде зеркального чугуна, который содержит марганец уже в количестве до одной пятой своего веса.

Хромистые чугуны прочны и легко переносят воздействие сильных химических реагентов. Их используют в химическом аппаратостроении. Хромникелевые чугуны очень прочные, не боятся коррозии газами и поэтому широко используются в двигателях внутреннего сгорания всевозможных машин.

Медистые чугуны имеют уже два полезных свойства — они прочные и тяжелые. Это как нельзя лучше подходит для изготовления коленчатых валов, маховиков, станин. Ведь одно из основных их достоинств — быть массивными и тяжелыми для увеличения инерции.

Титановые чугуны содержат всего около семи десятых процента титана. Но этого достаточно, чтобы они приобрели совершенно необычное антифрикционное свойство в паре с другими металлами.

Если в чугун добавить 20—24 процента алюминия, он становится устойчивым к раскаленным до 1000 градусов газам. Поэтому во всех печах арматура делается из алюминиевого чугуна.

ВОЗДУХ ТЕХНИКИ

Без стали просто невозможно себе представить технику наших дней. В конце семидесятых годов годовая выплавка стали достигла почти 600 миллионов тонн. Теперь нужна не просто сталь. Для каждой отрасли промышленности нужны свои сорта этого сплава. К настоящему времени в промышленности

уже применяется около 80 марок сталей. Только разные соотношения углерода, кремния, марганца, фосфора и серы дают 11 разновидностей нелегированных сталей, из которых делают гвозди, отвертки, сверла, лопаты, наковальни, молотки, пилы, клещи, ножи, ножницы, чеканочный инструмент, напильники, развертки и многое другое.

Среди легированных выделяются клапанные, жаропрочные, теплоустойчивые — для лопаток турбин на электростанциях, с добавками молибдена и вольфрама, ванадия и тантала — для лопаток газовых турбин реактивных двигателей с температурой около 600 градусов Цельсия.

Кроме того, для резьбонарезного инструмента, зубил, наконечников пуансонов, пил по металлу выплавляют специальные сверхтвердые вольфрамовые стали.

Для того чтобы делать машины разведчикам недр Крайнего Севера, Арктики и Антарктиды, где пятидесятиградусные морозы — дело обычное, в Институте черной металлургии им. академика Бардина придумали новую марку стали. Ее варят с добавками молибдена, меди, ванадия и ниобия. Но это не все. В нее добавляют еще несколько сотых процента редкоземельных элементов.

Такие стали получаются вязкими даже при очень низких температурах.

Марганцовистые стали содержат до 12—15 процентов марганца и один-два процента углерода. Из них делают работающие части дробильных машин, шары в шаровых мельницах. Но главный потребитель этой стали — железные дороги. Ведь только она может выдержать многотонные удары колес современных восьмиосных вагонов.

Ниобистые стали идут для изготовления конструкций и арматуры современных самолетов и космической техники.

Изобретение нержавеющих сталей было целой революцией в машиностроении. Появилась возможность использовать «нержавейку» для изготовления труб, кранов, автоклавов, реакторов в химической промышленности. И даже в атомных реакторах малой и средней мощности, например, атомной электростанции около Билибино, строительство которой мне посчаст-

ливилось посетить в 1972 году во время изучения месторождений Чукотки. Как рассказывали монтажники, многие детали, в том числе и теплообменник, сделаны из нержавеющей стали особых марок.

А ПОРОШОК — ЛУЧШЕ

Создаваемые сегодня машины и механизмы должны обладать способностью работать при низких и сверхнизких температурах, при больших скоростях и нагрузках, в химически агрессивных средах или под действием радиации. Они должны выдерживать громадные давления и быть приспособлены к глубокому вакууму. Для изготовления таких машин металлы, полученные литьем, уже не годятся. Они должны получаться из... порошка.

Вот тебе раз, скажете вы! Как же из порошка можно получить металл лучше, чем литьем из расплава?

Оказывается, можно, и к тому же проще и выгоднее.

Сегодня твердый и сверхтвердый металл получают спеканием порошков этих металлов. С помощью порошковой металлургии машиностроители делают подшипники, шестерни, втулки, поршни, гайки, шайбы и многое другое. Из порошка делают быстрорезы, коронки для буровых инструментов. А космическая техника и атомная энергетика вообще не могут обойтись без спеченных металлов и сплавов.

Все вы прекрасно знаете, что гусеницы тракторов, детали мельниц для дробления горных пород истираются. Раньше истертые детали отправляли на переплавку. Теперь же их ремонтируют, восстанавливают, напыляя на них железный порошок. А когда надо — и наплавляют.

Еще лет тридцать тому назад порошковая металлургия была привилегией тантала, ниобия, вольфрама и других редких и тугоплавких металлов, теперь она должна служить железу и его сплавам. Теперь железо и его сплавы перешли из разряда заменителей дорогостоящих цветных металлов в главный объект внимания порошковой металлургии.

Из чего же делают порошки железа?

А из бросовой, уже отработанной железной окали-

ны. Она всегда получалась как отходы при прокате углеродистых сталей. Получалась — и выбрасывалась. В лучшем случае шла на переплавку. Количества ее ежегодно достигали десятков тысяч тонн. Наконец-то ей нашли достойное применение, и чем ее больше, тем лучше. Но не будешь же специально переводить в окалину готовую сталь. Поэтому сегодня уже решается другая проблема — получение железного порошка прямо из руды, минуя доменный и мартеновский процессы. Не зря Д. И. Менделеев еще в 1899 году писал: «Я полагаю, что придет со временем опять пора искать способов прямого получения железа и стали из руд, минуя чугун».

Время это пришло. И существует уже несколько способов получения железа прямо из руды. Главное здесь — возможность полного использования не только богатых, но и бедных железных руд любого состава.

Часть порошка получают просто распыляя жидкий металл. Для получения порошков могут пойти и стружки и опилки. Ведь только одной стружки у нас в год получается до 2 000 000 тонн!

А отходы при изготовлении шарикоподшипников — уже почти готовый порошок. Собирай, очищай и спекай. Порошковая металлургия — металлургия будущего. А что она может — видно на фотографиях, которые мне прислал фотокорреспондент журнала «Техника и наука» Юрий Александрович Рыбчинский, с любезного разрешения которого их поместили в книжку.

Железные рудокопи доставляют человеку превосходнейшее и зловреднейшее орудие.
Плиний Старший

10. От гвоздя до атомного реактора

С момента знакомства с железом человек неустанно совершенствовал способы его получения и находил все большее и большее применение. Уже в древности области его использования были чрезвычайно широки.

ДОРОЖЕ ЗОЛОТА

Ценность железа в первое время была настолько велика, что, по свидетельству древнегреческого писателя Страбона, африканские народы отдавали десять фунтов золота за фунт железа. Если вспомнить гомеровскую «Одиссею», то нельзя не обратить внимание на такой факт: победитель игр, устроенных Ахиллесом, получал два приза, из которых один был куском золота, а другой — железа.

В древности из железа делали только наконечники острия мечей или кинжалов, а остальную часть — из бронзы.

В Вавилоне и Ассирии куски железа весом в десятки килограммов охраняли самые сильные и свирепые стражи.

«ЗЛОВРЕДНЕЙШЕЕ ОРУДИЕ» ИЛИ СМЕРТЬ ОРУЖЕЙНИКА

Из железа в первую очередь стали делать оружие. «...Железом производим брани,— писал Плиний Старший,— битвы и грабежи и употребляем оное не только вблизи, но мещем, окрыленное, вдаль то из бойниц, то из мощных рук, то в виде оперенных стрел. Самое порочнейшее, по моему мнению, ухищрение ума человеческого». Эта зловредная роль железа определена была ему навеки.

Еще в те времена, когда метеоритное железо тоже шло в дело, приказал как-то эмир Бухарский искуснейшим из оружейников своего двора выковать меч из «небесного железа». Ничего не смогли сделать оружейники, сколько ни бились, сколько ни нагревали в горнах кусок метеорита.

Эмир приказал отрубить им головы. Кузнецы погибли, ибо не знали, что никелистое метеоритное железо куется только холодным, а горячее становится хрупким и ломается. Много позже, в XVII веке, этот секрет разгадали, и у властителя «индийского княжества Джехангира в те времена,— как сообщает А. А. Гусовский,— были две сабли, кинжал и наконечник пики из метеоритного железа. Есть сведения, что из этого же материала были изготовлены шпаги Александра I и Боливара — героя Южной Америки».

Вогул Степан Чумпин в 1735 году на Урале у горы Благодать поднял с земли тяжелый камень. Он показал его штейгеру Ярцеву. Камень оказался магнитным железняком. Ярцев осмотрел месторождение и поспешил доложить о находке в Екатеринбург. Люди Демидова разнюхали о находке. И пустились за Ярцевым в погоню вооруженные стражники некоронованного короля Урала, который никак не хотел упускать новое месторождение. Ярцев сумел удрать от погони и известил Горную канцелярию, которая вознаградила первооткрывателей. Но через некоторое время Степан Чумпин был убит из-за угла.

Так открытие железа, которое было источником богатства, привело к трагедии.

«ГРИМЛЮТЪ САБЛИ О ШЕЛОМЫ, ТРЕЩАТЪ КОПИИ ХАРАЛУЖНЫ»

В подзаголовке известные стихи из «Слова о полку Игореве», которые означают, что

Гремят сабли о шлемы,
Трещат копья булатные.

О булате в «Слове» есть еще прекрасные строки:

Ваю храбрая сердца
В жестоцемъ харалузъ скована
А въ буесте закалена.

Эти слова Баян пел о славных русских воинах. В переводе они означают:

Ваши храбрые сердца
Из крепкого булата скованы
И в смелости закалены.

Харалуз — это булат. Загадки булата долго не давали покоя человечеству.

Булат и дамасская сталь по химическому составу такие же, как и обычная нелегированная углеродистая сталь. Но почему же тогда булат одновременно и гибок и тверд? Все дело в том, что в массе булата правильно, закономерно распределены ветвеобразные кристаллы-дендриты тугоплавкой и мягкой стали и тельца углеродистой, твердой, заполняющей пространство между дендритами.

Секрет булата раскрыл Павел Аносов. Он взял чистое кричное железо, поместил его в открытый ти-

гель, поставил тигель в горн с древесным углем. Железо плавилось и набирало углерод. В шихту был добавлен кристаллический доломит $CaMg(CO_3)_2$ и чистая железная окалина. Расплавившееся железо покрылось шлаком. Шлак впитывал в себя вредные кислород, серу, фосфор и кремний. Самым главным оказалось подобрать режим охлаждения. Получившийся расплав охлаждался очень долго прямо в горне, раскаленный уголь в котором оставили.

Поэтому происходило не просто охлаждение, а кристаллизация. Сплав получился из дендритов мягкой стали и полосок, линз углеродистой стали.

Дальше закалка этого сплава продолжается уже в кузнице. Получившийся двойной сплав под ударами молота не разрушается. Более того, происходит изгибание и взаимопроникновение дендритов углеродистой стали. Появляется своеобразный рисунок булата или дамасской стали.

Но дамасскую сталь получают часто кузнечной сваркой многочисленных полосок или проволочек из стали с разным содержанием углерода. По сути, все получается так же, как и в булате. Нередко количество тончайших проволочек достигало огромного числа. Например, в структуре одного старинного японского клинка обнаружили около четырех миллионов тончайших стальных нитей.

Лучшее холодное оружие сделано из булата-харалуза.

В наше время тоже очень много железа, особенно в виде молибденовых и вольфрамовых броневых сталей, идет на производство брони танков, артиллерийских стволов. Из ниобистых сталей делают фюзеляжи самолетов.

«СИМ ОРУДИЕМ ПРОРЕЗЫВАЕМ МЫ ЗЕМЛЮ...»

Как только у людей стало побольше железа, они тут же сообразили, что очень полезно его употреблять для обработки земли. Особенно помогло оно грекам: они живут на каменистой земле.

В наше время нельзя себе представить сельское хозяйство без самых разных плугов, борон, культиваторов, косилок, молотилок, тракторов, комбайнов (зерноуборочных, хлопкоуборочных, свеклоуборочных

и всяких других), картофелекопалок и всякого другого инвентаря — от гвоздя до водяного насоса в скважине.

Железо настолько прочно вошло в жизнь каждого, что и представить-то себя без окружения железными предметами просто нельзя.

Но ведь «прорезываем мы землю» ныне не только для того, чтобы вспахать или обработать под посевы. Прорезываем мы ее для того, чтобы искать, разведывать и передавать народу месторождения полезных ископаемых, железорудных в том числе.

Каждый год в Советском Союзе, и в Забайкалье тоже, пробуривают многие сотни километров буровых скважин. Буровой снаряд, оснащенный армированными твердыми сплавами или алмазами, стальными коронками, приводится в движение от шпинделя бурового станка через посредство буровых штанг или бурильных труб. Они делаются из стали определенных марок. И чем глубже вгрызаются в недра коронки буровых снарядов, тем длиннее становится колонна бурильных труб, тем больше тратится железа и энергии.

Чтоб меньше тратилось железа и энергии, придумали забайкальские буровики специальный снаряд — «Тарбаган», который из одной скважины под землей позволяет набурить их целый куст или веер. Всего-то несколько килограммов железных деталей — пружин, шарниров, отклонителей и других — позволяют управлять стволом скважин, выходить под землею в заданную точку. Сотворили «Тарбаган забайкальский» Юрий Сергеевич Кости, Вадим Васильевич Перминов и их помощники. Теперь железные забайкальские «Тарбаганы» прорывают норы к месторождениям во всех концах Союза и даже в других странах.

«...СИМ ОРУДИЕМ ВЫСТРАИВАЕМ ДОМЫ»

Раньше при строительстве домов использовали из железных материалов — гвозди, скобы, шпингалеты да кровельное железо.

Теперь не только заводы, ангары, гаражи, павильоны делают из металлоконструкций. Не только радио- и телевизионные башни, не только опоры для линий электропередач, но и жилые дома строят, при-

меняя стальную арматуру. Ее вплетают в бетон, она укрепляет его и превращает в прочный железобетон.

Железобетон — это и есть панели, готовые комнаты и другие узлы современных домов, в которых мы живем. Железобетонные дома — самые устойчивые против землетрясений. В строительстве сейсмостойких сооружений стальные каркасы являются той опорой, той связкой, которая не позволяет бетону развалиться.

Оказалось, что лучшим материалом для арматуры является сталь, легированная ниобием.

КРОВЯНЫЕ СОЛИ

Ферроцианид калия, или желтая кровяная соль, и феррицианид калия, или красная кровяная соль, широко используются в фотографии, а также для определения минералов. В старину желтую кровяную соль получали сплавлением отбросов боен (в частности, крови) с поташом и железными обрезками, откуда и пошло ее название.

Сегодня, как пишет крупнейший советский химик Б. В. Некрасов, основным исходным продуктом для получения ферроцианида калия служит очистная масса газовых заводов, так как в ней скапливаются цианистые соединения, которые выделяются при сухой перегонке каменного угля.

ПАЛИТРА СОЛЕЙ ЖЕЛЕЗА

Ферроцианиды под названием «железной лазури» давно уже используют как минеральные краски. Густота синего цвета зависит от количества калия: чем его меньше, тем гуще синева.

Калиево-железистая соль щавелевой кислоты имеет устойчивый золотисто-желтый цвет и используется в фотографии.

В химических анализах применяют бледно-зеленую «соль Мора» $(NH_4)_2[Fe(SO_4)_2]\cdot 6H_2O$.

Среди других цветных солей железа можно вспомнить также черно-коричневый аланат двухвалентного железа $Fe(AlH_4)_2$, красный оксохлорид $OFeCl$. Из гематита действием серной кислоты можно получить желтый сульфат железа $Fe_2(SO_4)_3\cdot 9H_2O$.

Красно-фиолетовые кристаллы $KFeS_2$ образованы

цепями из двух молекул пирита, между которыми располагаются катионы калия. Феррицианид калия образует коричнево-красные кристаллы, переходящие при растирании в желтый порошок, легко растворяющийся в воде с зеленовато-желтым окрашиванием. А так называемый нитропруссид натрия рубиново-красного цвета, соединяясь с ионом серы, становится красно-фиолетовым, а с SO_3 — розово-красным.

Светло-зеленые кристаллы нитрата двухвалентного железа годятся для протравы тканей перед крашением.

КАК ЧЕРНУЮ ИКРУ ПОДКРАШИВАЛИ

В 1975 году журнал «Химия и жизнь» рассказывал как в лаборатории академика Несмеянова построили «икрометную машину» и как она эту икру «метала». Так как основой нововыметанной икры является наряду с жирами, белками также и желатин, то тонкую пленку-оболочку икринок-гранул получили дублением ее танином, извлеченным из отходов зеленого чая.

После того как икринка оформилась, ее надо окрасить в серо-черный цвет. Помогли это делать те же таниды. Взаимодействие их с солями трехвалентного железа и приводило к образованию вещества черного цвета: промыли икринки в растворе трехвалентного железа — они и окрасились в нужный цвет.

ШЕЛК И ЖЕЛЕЗНЫЕ СТРУЖКИ

Даже железные стружки и обрезки кровельного железа, оказывается, можно использовать. Их обрабатывают азотной кислотой и получают красивые светло-зеленые кристаллы нитрата двухвалентного железа, или бледно-фиолетовые призмы, или прозрачные кубы нитрата трехвалентного железа. Бледно-фиолетовые содержат девять молекул воды, а прозрачные бесцветные — шесть. Если их оставить на время на воздухе, они расплываются в кисель. Эти соли применяются для протравы хлопчатобумажных тканей при их крашении.

Все замечали, что шелк как бы струится, льется между пальцами, упруго колышется на легком ветру. Он кажется тяжелее обычных тканей. Так оно и есть.

И утяжеляют его — при специальной обработке — кристаллы нитратов железа.

ПРОФЕССИИ СОЛЕЙ, КВАСЦОВ И КУПОРОСОВ

Хлорное железо $FeCl_3$ очищает воду, эмульгирует ртуть, легко внедряется в графит. Если графит, пропитанный хлорным железом, обработать металлическим натрием, то получается ферромагнитный графит, выдерживающий агрессию концентрированной кислотой.

Хлорное железо получают обработкой хлором раствора железа в соляной кислоте. Оно применяется при производстве органических красителей.

Это — вроде бы обычно. Но далеко не все знают, что $FeCl_3$ вызывает быстрое связывание белковых веществ, и поэтому его раствором иногда пользуются вместо йода для остановки кровотечений при мелких порезах.

А железные квасцы, представляющие собой двойные сульфатные соли щелочных металлов и железа, используются в аналитической химии, в медицине, для выделки кожи.

На способности трехвалентного железа соединяться с органическими соединениями основано, например, удаление с тканей пятен ржавчины с помощью лимонной кислоты.

Теоретически известна железная кислота H_2FeO_4. Железо здесь шестивалентно. Есть множество ее солей ферратов. Например, калийная соль этой кислоты K_2FeO_4 — темно-красная, железнокислый барий $BaFeO_4$ — фиолетово-красный. Но все попытки получить свободно железную кислоту пока тщетны. Все ферраты — сильнейшие окислители. А соединения двухвалентного железа — восстановители.

Йодистое железо позволяет получать йодистый калий из свободного йода.

Калиевый фторид железа дает своеобразные бронзы, которые используют как блестящие краски.

Всевозможные ферриты никеля, цинка, марганца — прекрасные полупроводники с очень разнообразными магнитными свойствами и широко используются в технике. Образуются они при сплавлении

карбоната металла с порошком окиси железа.

Железо — один из главных компонентов палочных аккумуляторов. Действие его очень просто:

$$Fe + 2Ni(OH)_3 \underset{\text{зарядка}}{\overset{\text{разрядка}}{\rightleftarrows}} Fe(OH)_2 + 2Ni(OH)_2.$$

Щелочные железно-никелевые аккумуляторы гораздо прочнее, и их используют на передвижных установках.

Железные купоросы — сульфаты железа образуют бледно-зеленые кристаллы, которые на воздухе интенсивно выветриваются и буреют. Железным купоросом травят вредных насекомых, извлекают медь из ее руд, им пользуются при окрашивании мехов, для приготовления чернил и т. д.

В РОЛИ КОПИРОВАЛЬЩИКА

Геологи, проектировщики, строители и все, кто работает с чертежами, планами и их синими светокопиями (или синьками), постоянно пользуются услугами железа.

Так что железо — прекрасный копировальщик.

Бумага для светокопий пропитана смесью растворов зеленого ферриоксалата калия (соли щавелевой кислоты) или феррицитрата калия (лимонной кислоты) и феррицианида калия. Если на эту бумагу наложить кальку с чертежом и осветить ее сильной лампой, то в незакрытых линиями чертежа местах бумаги железо перейдет из трех- в двухвалентное. После «засветки» бумагу опускают в воду. Все засвеченные места бумаги покроются слоем синей железной лазури, а отвечающие чертежу незасвеченные линии останутся белыми. Так и получается синяя светокопия (синька), которая точно передает все детали карты или плана.

ВИНОВНИК УСКОРЕНИЯ

Железо и его соединения — хорошие катализаторы, ускорители реакций. При этом многие катализаторы обладают замечательным свойством усиливать скорости реакций большого количества вещества. Например, одна молекула фермента каталазы, содержа-

щего железо в виде его гидроокиси $FeOH^+$, разлагает в минуту до пяти миллионов молекул перекиси водорода на воду и кислород.

Явление способности некоторых веществ вызывать различные превращения веществ или усиливать их было открыто в 1806 году Н. Клеманом и Ш. Дезором. Они заметили, что окислы азота ускоряют окисление сернистого ангидрида и превращение его в серный ангидрид. Они воспользовались этим для того, чтобы ускорить получение серной кислоты. В 1811 году изобретатель спектроскопа К. С. Кирхгоф был поражен, увидев, что крахмал превращался в сахар гораздо быстрее, если добавить разбавленную кислоту. Тремя годами позже он уже сумел эту же реакцию ускорить ячменным солодом, вернее, диастазой, которую умудрился выделить из него.

Само же понятие катализа ввел в науку И. Берцелиус в 1835 году.

Сведения о способности железа ускорять реакции были получены позже,— в двадцатых годах нашего столетия. Очень большую роль сыграли каталитические свойства железа для преодоления инертности азота. Теперь с помощью металлического железа вместе с окислами калия и алюминия при высоких давлениях стал возможным синтез аммиака из азота.

Аммиак — основной исходный материал для получения соединений, которые необходимы для производства удобрений, азотной кислоты, селитры, аммонита и других веществ.

Вот видите: с помощью железа получают аммонит — взрывчатку, без которой не добудешь и тонны ни железной, ни другой руды.

Аммиак (NH_3) получают соединением азота и водорода. Если азота в воздухе сколько угодно, то с водородом дело обстоит сложнее. Где его взять? Скорее всего из воды, скажете вы. Но как?

Конечно, электролизом это можно сделать. Но это дорого и трудно. И тем не менее водород получают из воды, но взаимодействием окиси углерода (угарного газа) с водяным паром в присутствии опять-таки окисножелезных катализаторов.

Но не только само железо и его искусственные соединения заслужили славу хороших катализаторов, но и... «колчеданные огарки»: при контактном полу-

чении серной кислоты наряду с платиной (!) используют остатки от обжига минерала пирита, которые содержат окись железа и окись меди, почти всегда попадающую в пиритовые концентраты в процессе обогащения колчеданных медных или полиметаллических руд.

Еще одна особенность. Для катализа часто специально получают окись железа в виде кристаллов кубической симметрии. В природе она тоже известна в виде редкого минерала маггемита. Эта форма окиси железа — прекрасный катализатор. Но она неустойчива и постепенно переходит в тригональную, превращаясь в обычный гематит и теряя свойства катализатора.

Железо ускоряет реакции полимеризации окисей олефинов, оно же наряду с благородными металлами — платиной, палладием,— убыстряет окислительно-восстановительные реакции.

Железо может быть не только ускорителем действия катализатора, но и инициатором начала реакции. Например, для окисления расплавленного парафина используют стеарат железа. Эта соль стеариновой кислоты нужна только в самом начале. Она сдвинет всю реакцию с места, и дальше помощь ее уже не требуется.

ЖЕЛЕЗО-ПРОМОТОР

Что еще за новость! — скажете вы.

Да, новость, но не такая уж и новая. А суть ее вот в чем.

То, что существуют катализаторы, ускорители химических реакций, известно каждому школьнику. Но и катализаторы, оказывается, иногда не мешает подстегнуть, чтобы они быстрее и лучше справлялись со своими обязанностями.

Вот вещества, которые сами не участвуют в реакции, более того, как говорил Борис Владимирович Некрасов,— «...сами по себе не влияют на данную реакцию, но сильно ускоряют ее, будучи примешаны в небольших количествах к основному катализатору»,— называются промоторами. Железо-промотор часто используют в виде толкача для ускорения реакций, где катализатором выступает платина.

О ТОМ, КАК ОТРАВИЛИ ЖЕЛЕЗО

Если железу, например, поручено соединять азот и водород и превращать их в аммиак (то есть, оно у нас — катализатор), то присутствующие в реакторе вода, угарный газ, кислород могут его отравить. Отравленное железо уже не может ускорять реакцию синтеза аммиака. Оказывается, кислород или его соединения, прилипая какой-либо своей частью к активному центру железа, не пропускают к нему реагирующее вещество. Реакция синтеза того же аммиака прекращается или замедляется.

Но здесь беду можно поправить. Надо просто в реактор подать свежую смесь очищенных азота и водорода, железо очистится и будет работать дальше. Гораздо хуже приходится железу, когда в реактор попадают соединения серы — сероводород, сернистый углерод (CS_2). С ними само железо охотно вступает в реакцию, превращаясь в сульфиды. Эти пиритоподобные вещества обволакивают железный катализатор, залезают во все поры его тела. Тут уж очищением реагирующей смеси не поможешь. Железо как катализатор отравлено необратимо. Ему одна дорога — на свалку железного лома, а оттуда в новую металлургическую переделку, или, как говорят металлурги,— на передел, в мартеновскую печь.

ЗАЩИТА ДЛЯ ЖЕЛЕЗА

Расул Гамзатов, дагестанский поэт, сказал, что кинжалу «конечно, нужны и ножны: без них кинжал заржавеет». А потом добавил: «И хорошо, когда они красивые».

Все это можно сказать не только о кинжале, но и о железе вообще.

В самом деле, оглянемся кругом, и везде увидим железо в ножнах.

Вот старинная кровать: спинка ее, ее ножки, а если сохранились, то и шарики на спинках сверкают никелем. Дверные ручки, ножницы, антенна телевизора — все блестит и сверкает. Присмотритесь внимательно к «Жигулям», «Москвичу» или к «Волге» — везде вы увидите железо в хромовой или никелевой оболочке. То же видим мы, любуясь новыми часами

со стальным браслетом. Действительно, «нужны ножны... и хорошо, когда они красивые».

Но это — в быту, дома. В промышленности, в технике железу и его сплавам приходится куда как трудно. Там и горячий пар, и вода с зубастыми растворенными в ней солями, и кислоты, и щелочи. Все они хотят породниться с железом, особенно вездесущий кислород. Поэтому здесь для защиты труб, паровых котлов, задвижек, корпусов кораблей и многого другого придумали множество самых различных способов. Железо хромируют, никелируют, используют специальные нержавеющие стали, смазывают, красят.

Например, в аппаратуру топки парового котла устанавливают сопло. Оно качается вверх, вниз, по сторонам и сбивает высоконапорной струей горячей воды со стенок топочных экранов (экраны бывают, как видите, не только в кинотеатрах или у телевизора) разные вредные отложения.

Из стали делают разные штампы или пресс-формы для штамповки или литья деталей определенной формы. Чтобы эти штампы были прочнее, их обмазывают специальной обмазкой, которую делают на основе окиси бора. Стойкость обмазанных штампов и пресс-форм увеличивается в 8—10 раз.

ГВОЗДЬ АТОМНОГО РЕАКТОРА

В любом агрегате, где идет реакция с выделением тепла, для его получения необходимо термодинамическое тело, которое отбирало бы это тепло и передавало дальше для преобразования его в другие виды энергии — механическую, электрическую, световую.

В атомных реакторах во внутренних горячих зонах тепло отбирает расплавленный литий или другие легкоплавкие металлы. Они должны циркулировать по трубам, не подвергающимся коррозии и жаростойким. Эти трубы делают из особых сталей или сплавов на основе молибдена и железа. Канадские инженеры, как сообщает журнал «Химия и жизнь», придумали для ядерных реакторов защиту и отбор тепла новым способом: «стальные баки», заполненные мелкими (несколько миллиметров диаметром)

стальными шариками. Тепло, которое выделяется при прохождении радиоактивных лучей, уносит текущая через бак вода». Большинство узлов в реакторе и на электростанции — тоже из железа. Так что поистине железо — гвоздь атомного реактора.

По запасам железных руд с Забайкальем могут спорить лишь восемь ведущих стран мира.

11. Места рожденья и находок

Забайкалье не считалось богатым рудами железа. Но постепенно, десятилетие за десятилетием, все больше становилось на карте полезных ископаемых края значков, обозначающих железорудные месторождения.

Теперь на западе и на востоке, в Центральном Забайкалье и на севере — везде — открыты, разведаны или разведываются месторождения главного металла.

Пойдем по Забайкалью, посмотрим их и убедимся, что по запасам 26-го элемента более сотни стран мира окажутся позади, и лишь не более десятка из них могут поспорить с нашим регионом.

НА ЗАПАДЕ

Одно из первых месторождений, если прослеживать хронологию открытий,— Балягинское.

Баляга находится в 25 километрах к северо-западу от Петровского Завода, на восточном склоне горы Рудничной. Эксплуатация Балягинского месторождения, как мы уже знаем, началась еще в 1789 году и продолжается до наших дней Петровск-Забайкальским металлургическим заводом. Руды его теперь используются для снабжения мартеновских печей, так как к металлолому надо добавлять и руду.

Это месторождение относится к контактовым, оно образовалось на стыке известняков и прорывающих их гранитов. Руда состоит из магнетита и змеевика, кстати, очень красивого и вполне пригодного для

облицовки жилищ. Содержание железа в руде составляет 38,4—50,3 процента (в среднем 45,4), это хорошая руда. Рудное тело — линза длиной 550 м и мощностью 20—40 м. В ней содержится 3,2 миллиона тонн железа. По современным требованиям это совсем немного, но для нужд передельного завода вполне достаточно на многие десятилетия.

Здесь же, на западе Забайкалья, в Красночикойском районе, в 10 км от деревни Коротковой находится Коротковское месторождение, известное еще с прошлого столетия. Гнезда и линзы магнетита залегают на контактах пегматитовых жил и роговообманковых гнейсов. Руда содержит 52,5 процента железа, а также серу, марганец, фосфор, титан, медь, хром и кобальт. Это месторождение тоже невелико — запасы можно оценить всего в 7 миллионов тонн. Коршуновский горно-обогатительный комбинат в Иркутской области, например, отработал бы оба месторождения за один год.

НА ВОСТОКЕ

Большое количество месторождений железа контактово-метасоматического типа находится в Восточном Забайкалье. Здесь они значительно крупнее, чем на западе.

Множество месторождений железа нашли на речке Быстрой, недалеко от села Тайна близ Газимуровского Завода. Одно из них, Яковлевское, было открыто в 1930 году и получило название от поселка Яковлевка. Оно располагается в трех километрах к западу от него. Здесь вскрыто более десяти рудных тел, содержащих гематит и магнетит. Длина их — многие сотни метров, а рудное тело № 7 достигает 1300 метров при мощности 20—50 метров. Среднее содержание железа — 45,5 процента, концентрации фосфора едва составляют 0,5—0,32 процента, а серы еще меньше — 0,02—0,06 процента. В месторождении заключено почти 19 миллионов тонн железа.

Вблизи от Яковлевского месторождения расположено и Быстринское. Здесь магнетитовые рудные тела имеют форму мелких линз и гнезд. Содержание железа в рудах более 44 процентов. Вместе с железом в промышленных концентрациях в них обнару-

жены медь и цинк. Магнетитовых скарнов здесь немного, и запасы железа едва могут достигнуть одного миллиона тонн.

В этих местах разбросано множество железорудных месторождений: Восточное, Западное, Малый Медный Чайник и другие. Название первых двух объясняется очень просто, а причины столь странного названия последнего пока неизвестны, хотя, если учесть, что здесь богатые железо-медно-вольфрамовые руды, понять эпитет «медный» — можно. В рудах встречаются прекрасные кристаллы магнетита и гранатов: желто-зеленого гроссуляра, желтовато-коричневого андрадита. Пирит и медный минерал халькопирит тоже образуют хорошие кристаллы. Вольфрам содержится в белом с маслянистым блеском минерале шеелите, названном так в честь великого Шееле, того, кто открыл в нем вольфрамовую кислоту. О Карле Шееле мы вспомним в рассказах о флюорите. Малый Медный Чайник, так же как и Восточное месторождение, по размерам и количеству руд можно отнести к мелким, но когда придет время отрабатывать железорудные месторождения этого чрезвычайно интересного участка земной коры, они пойдут в дело.

А вот Западное уже может быть сопоставлено с Яковлевским. Здесь магнетитовые руды содержат и редкие элементы, повышающие их ценность. Разведанные запасы этого месторождения составляют 15,4 миллиона тонн железа. В этом же районе находятся и месторождения пади Шивия, пади Листвянка и Урюмканское. Последнее открыто в 1953 году в левом борту пади Листвянка в восьми километрах к северу от тракта Сретенск — Нерчинский Завод. В отличие от магнетитовых руд других месторождений района окрестностей Газимуровского Завода здесь главный минерал — гематит. Рудное тело протягивается на 640 м при мощности до 25 метров. Вместе с гематитом, который образует тут красивые пластинчатые кристаллы и сростки, в руде обнаружены прекрасные, почти шарообразные сростки желтоватого кальцита. Запасы железа можно смело оценить в 5 миллионов тонн.

Теперь, если идти от Газимуровского завода вниз по Газимуру, минуя Батакан, на левом склоне живо-

писной речушки Култумушки, которая впадает в него слева, в двух с половиной километрах от поселка Култума, можно увидеть следы разведки железорудного месторождения. Оно было открыто в 1928 году геологом В. А. Мелиоранским.

Култуминское месторождение располагается в зоне соседства некогда бушевавшей магмы и морских известняков, большая примесь магния в которых позволила назвать их геологам доломитизированными. Руды сложены магнетитом, серпентином, форстеритом, водятся тут шпинель и флогопит. Известен пирит. Встречаются минералы бора — людвигит и ашарит. Все они образовались от воздействия магмы на доломитированные известняки и залегающие с ними песчаники и сланцы. Эти могучие процессы протекали здесь очень давно — около 100 миллионов лет тому назад, на границе юрского и мелового периодов. Они дали начало месторождению, в котором заключен 31 миллион тонн железной руды. Это больше чем все запасы железа Швейцарии или Греции, Южной Кореи и Таиланда, вместе взятых. Это больше чем половина всех запасов Италии. И все-таки это меньше, чем надо, чтоб построить современный завод.

ПРО ТЕЛЕГРАММУ С ШИФРОМ

Разведкой Култуминского месторождения руководил Иосиф Минеевич Адельсон. Последние годы изучает он геологию Балейского района. Этому неугомонному талантливому геологу с изящными пальцами фокусника и тонкому знатоку забайкальской природы никогда не изменяет чувство юмора. Одно время он увлекся разведкой участка Андрюшкино. Очень хотелось ему открыть месторождение. Случилось так, что буровые скважины достигли, наконец, рудных тел тогда, когда он был на курорте на Черном море. Отдыхал вдали от Забайкалья, но не забывал свое родное Андрюшкино и интересовался у жены о ходе дел в письмах. Зная характер Иосифа Минеевича, Анна Иннокентьевна послала ему телеграмму примерно такого содержания: «Андрюшкина разродилась, вес двенадцать». Понял он, что к чему.

Окрыленный, Иосиф Минеевич вскоре вернулся и вплотную занялся своим детищем. Но оно оказалось

строптивым. Чуть поманило, чуть зазвало, а затем — опять концы в недра. Поди их поймай, когда сверху метров триста шадоронских эффузивов лежит.

Потом Иосиф Минеевич разведывал другие месторождения, забот было много. Но не оставляло его Андрюшкино. Нет-нет да и трепетало сердце.

...Каждый геолог верит в возможность месторождения. А раз верит — значит, оно есть, только упрятала его природа-мать в потайное место.

* * *

Заканчивая краткое описание железорудных месторождений окрестностей Газимуровского Завода учтя, что здесь неподалеку находится Ново-Широкинское полиметаллическое месторождение, на базе которого строится ГОК, что в этих местах находятся Солонечное и Брикачанское, Звериное и Кутешинское флюоритовые месторождения, можно только удивляться природе, сумевшей создать такой интересный и своеобразный рудный узел. В самом деле запасы железа достигают здесь 65 миллионов тонн, а если учесть, что часть их еще не разведана,— и все 100.

НА САМОМ ВОСТОКЕ

Еще один железорудный район Забайкалья находится близ восточных его границ.

С 1852 года известно месторождение, имя которому дал богатый рудами Железный Кряж. Расположено оно в 40 километрах от Калги. Выходы рудных тел на поверхности занимают 80 тысяч квадратных метров. Главный рудный минерал — магнетит. Он вкраплен в известняки и доломиты и образовался при продвижении сквозь них железосодержащих горячих растворов.

Рудные тела имеют форму пластов или больших линз. Самые крупные из них —450—1100 метров в длину при мощности 10—90 м. Всего обнаружено около 70 магнетитовых тел с содержанием железа 48—55 процентов. Это хорошие руды. Сера и фосфор, главные вредные примеси, присутствуют в небольших количествах и составляют меньше одной десятой доли процента. Запасы железа в месторождении более 55 млн. тонн.

Юго-западнее находится еще два месторождения: Донинское и Калганское. Они очень невелики и не представляют промышленного интереса, но зато Донинское (или Никольское) — замечательно тем, что в недрах небольшой горушки размером 100—150×100 м можно найти до 50 различных минералов, из которых половина — редкие. Здесь минералы свинца, цинка, железа, бора, марганца, титана и других элементов. Тут находится единственное в Забайкалье скопление прекрасного родонита, великолепных розовых гранатов, фисташково-зеленых эпидотов, различных гумитов, флюоборита, людвигита и других. Для минералога — это сказка.

На склонах горки растут дикие абрикосы и пионы — марьины коренья. Набегает по утрам легкий июньский ветер, и волнуется белое море цветов, покрывающих это царство минералов.

Если теперь поехать к Кличке, то в пади Тарбазитуй можно увидеть еще одно месторождение железа. В 1930 году геолог В. Н. Руднев открыл здесь скопления магнетита, расположенные в известняке, вплавившемся в гранит. Содержание железа в магнетитсодержащей породе достигает 40—60 процентов. Запасы железной руды составляют 1,3 миллиона тонн.

БЕРЕЗОВСКИЕ СИДЕРИТЫ

В 10 километрах на юг от Нерчинского Завода находится крупнейшее в Восточном Забайкалье Березовское месторождение. Оно было открыто в XVIII веке Георги, а в 1932 году академик С. С. Смирнов указал на его большую промышленную ценность.

На дневной поверхности руды месторождения можно увидеть в пяти местах. На севере бурые железняки обнажаются на трех горах — Безымянной, Железной и в Железном хребте, а на юге — на горе Ягодной и Ольховой.

Полное описание месторождения дали геологи Ю. П. Писцов и И. И. Муратова. Они разведали месторождение и подсчитали запасы руды. Достоверных запасов оказалось более полумиллиарда тонн (537,49 миллиона тонн, а вместе с прогнозами — 685,2 миллиона тонн).

Железорудная толща имеет мощность от 80 до

300 метров. Она прослеживается на протяжении 10 километров. Рудоносные пласты, словно слоеный пирог, заполняют крупный прогиб в земной коре, который образовался в меловой период в процессе горообразования. Эта толща сложена безрудными и рудными конгломератами, песчаниками, глинами. Больше всего здесь конгломератов, а крупные обломки, слагающие руду, сцементированы мелкими обломками и примесью сидерита. Если сидерита в цементе много, эти конгломераты называют железистыми. Они-то и составляют первичную руду месторождения. В верхних частях, где они соприкасаются с атмосферными водами и кислородом, в так называемой зоне окисления, сидерит превращен в бурые железняки — гидроокислы железа. Окисленные руды составляют более трех четвертей (примерно 85 процентов) всех руд. Среднее содержание железа в рудах 33,5 процента. Примечательно, что около половины всех руд Березовского месторождения не требует обогащения, часть же их годится к использованию в мартенах для производства стали.

Руды Березовки образовались в древних озерах. Железо здесь сначала высаживалось в виде гидроокислов из растворов, принесенных реками в озеро. Затем уже на дне озера и придонных частях песков и других осадков, насыщенных водой, эти гидроокислы под действием углекислоты превратились в растворы бикарбоната железа. Они проникали вглубь нижележащих грубообломочных пород и воздействовали на их цемент.

Двигаясь по трещинам и растворяя кварц и другие минералы цемента, растворы освобождались от углекислого железа, давая сидерит. Когда подошвой конглемератов и брекчий оказывались трещиноватые известняки, растворы устремлялись в них и, замещая своим железом кальций в известняках, образовывали сидеритовые железные руды.

В связи с тем, что вблизи от железорудного узла, включающего в себя Березовское и другие месторождения (Железный Кряж, месторождения Быстринского рудного поля по Газимуру), нет коксующихся каменных углей, на базе этих месторождений может быть создан крупный комбинат для производства железного порошка. Порошок можно получать пря-

мым восстановлением железа из руды, минуя доменный процесс. При этом как топливо и как восстановители могут быть использованы дешевые харанорские бурые угли.

Вольфрамсодержащие магнетитовые руды Восточного месторождения и Малого Медного Чайника можно будет использовать как добавки для получения ферровольфрама. Руды некоторых месторождений могут стать прекрасным сырьем для производства ферробора, ферроборала, которые используются как раскислители сталей. В то же время добавка бора в стали лишь в количестве 0,0025—0,003 процента улучшает ее механические свойства. Если же насытить бором поверхности стальных изделий, износостойкость их увеличивается в несколько раз.

Мы рассмотрели целый рудный узел, в котором только разведанные запасы железа достигают почти трех четвертей миллиарда тонн. При этом не учтены совершенно неясные еще перспективы Чичатского, Зерентуевского, Кактолгинского и других месторождений и рудопроявлений. Хотя одно только Чичатское месторождение, открытое в 1915 году горным инженером К. М. Чарквиани в 13 километрах от разъезда Малые Ковали, оценивается от 4 до 180 миллионов тонн.

КРУЧИНА И АЛЕНГУЙ

Теперь, если перенестись в Читу и отправиться вверх по рекам Кручине или Аленгую, то в верхнем течении обеих рек мы встретим месторождения титаномагнетитов — Кручининское и Аленгуйское. Они однотипны по своей природе, но отличаются по размерам и полезным примесям — если в рудах Кручининского месторождения крупные запасы минерала плодородия — апатита, то Аленгуйские обогащены ванадием — главной легирующей примесью машиностроительной стали. Оба месторождения расположены в левых бортах живописнейших долин таежных рек, в обоих случаях над месторождениями — магнитные аномалии. Там и тут — возможность отработки открытым способом. О том, как образовались такие руды, уже говорилось выше.

Запасы железа в Аленгуйском месторождении

составляют 31,2 миллиона тонн металла, а в Кручининском — более полумиллиарда. Таким образом, эти два месторождения по общим запасам железа примерно равны железорудному узлу, тяготеющему к Березовскому месторождению, и могут быть в будущем сырьевой базой для самостоятельного крупного горно-металлургического предприятия, где производились бы фосфорные удобрения, железо, титан и ванадий.

НИКИТА ЗЕМЛЯНСКИЙ, ИЛИ КАК ИСКАЛИ ОДИН ЭЛЕМЕНТ, А НАШЛИ ТРИ

На истории открытия Кручининского месторождения стоит остановиться особо: ведь искали-то не железо, а золото. Поэтому и признание открытия самого месторождения длилось очень долго.

Давно это было, в 1932 году. Жил на Ильинском прииске неугомонный человек. Он никогда не сидел на месте, искал золотоносные россыпи даже тогда, когда никто не верил в успех и денег на поиски не давали.

А он верил, зажигал других и добивался успеха.

О том, что Н. С. Землянский открыл Кручининское месторождение, сообщила газета «Забайкальский рабочий» в 1956 году. Однако газетные строки скупы. Чтобы узнать историю открытия, надо было побывать в Геленджике, где живет Никита Семенович. И вот в мае 1982 года у него в гостях мы пьем чай, рассматриваем полувековой давности фотографии и слушаем рассказ старого геолога, которому выпало счастье открыть промышленное золото в Первой рудной зоне Балея, монацитовые россыпи, месторождение ртути, множество золотоносных россыпей. Несмотря на свои 80 лет, он поражает удивительной памятью о событиях, датах, людях, о названиях падей, ручьев, горушек, обо всем, чему был свидетелем в молодости.

Мы слушаем и представляем себе кабинет геологоразведочного бюро Кручининского приискового управления. Уже вечер, и косые лучи солнца освещают бревенчатые стены, полки с образцами и пакетами проб. На одной из стен — карта Забайкалья; на гвозде, слева от входа, на ремешке висит лоток. На сто-

лах — рулоны карт, разрезов, папки с бумагами, геологическая фуражка, на спинке стула — полевая сумка, рядом — гелогический молоток с длинной до блеска отполированной рукояткой с разметками. А вот и их хозяин — высокий, стройный, темноволосый голубоглазый молодой геолог в галифе и полевой куртке...

— Летом 1932 года с целью найти объекты для поисково-разведочных работ,— продолжает Никита Семенович,— я с опытным смотрителем Залманом Павловичем Подащевым выехал для обследования правобережья реки Кручины выше прииска Вознесенского. Здесь, на выработанных россыпях по Кутанге — правому притоку Кручины, и в ее верховьях у прииска Веселого, были старые старательские разрезы. Первый наш маршрут в тот день начинался с устьевой части долины Болтасуна, правого притока Кручины. Оставив при устье спутанных верховых лошадей, мы пошли вверх по течению Болтасуна. Подащев шел по руслу и с помощью азиатского ковша отмывал шлихи. А я, время от времени интересуясь его результатами, осматривал горные породы, слагающие окаймляющие долину склоны. Километрах в двух-трех от устья мы встретили воронки старых, давно завалившихся шурфов. В зарослях травы в остатках выкидов крайних левых шурфов обратили на себя внимание обломки черной породы с ощутимо повышенным удельным весом. Они были совершенно неокатаны, значит, они были добыты из коренных пород, встреченных шурфами. В нижней части левого склона вблизи тех шурфов я нашел ту же самую породу как в высыпках, так и в коренных обнажениях. Наиболее тяжелые образцы давали на фарфоре черную черту и заметно влияли на магнитную стрелку, это были признаки магнетита, или, как чаще тогда говорили,— магнитного железняка. Я решил проследить распространение высыпок и коренных обнажений, чтобы получить представление о масштабе магнетитового оруденения. Шлиховое опробование по руслу Болтасуна не давало положительных результатов на золото. Я отозвал к себе Подащева, познакомил его с магнетитом, проинструктировал, на что обращать внимание, что искать, и мы, изменив маршрут, стали продвигаться вверх по склону.

Обнажения и высыпки привели нас на водораздел между Болтасуном и падью Козулькино, еще одного лежащего выше по течению правого притока Кручины, затем в долину пади Козулькино, а через ее левый водораздел — в долину Ангашана, следующего притока Кручины, и на водораздел между Ангашаном и Кручиной (на «стрелку» между ними).

Никита Семенович достал из старой папки зарисовку местности и продолжил свой рассказ:

— Общее протяжение оруденения по его простиранию составляло примерно 7 километров, а ширина полосы, где встречались высыпки и обнажения, была около 200—250 метров. Образцы найденной руды я отправил в «Гинзолото» в Иркутск. Содержание железа, по результатам лаборатории, составило 35 процентов. Имея такие сведения, месторождение оставалось считать магнетитовым, как я предполагал и в поле. О своей находке я заявил Восточно-Сибирскому геологическому тресту Наркомата тяжелой промышленности СССР в Иркутске и управлению Забайкальского горного округа в Чите и в оба адреса отправил посылки с образцами.

Через два года после поступления заявки габброидный массив междуречья Козулькиной и Ангашана изучали геолог Ирина Сергеевна Валицкая и старший коллектор Бессолицын. Они нашли выходы руды в девяти точках. Но горные работы тогда не проводились. Все участки были опробованы по естественным обнажениям и свалам.

Ирина Сергеевна Валицкая работала в Восточно-Сибирском геологоразведочном тресте. Она считалась хорошим петрографом, любила изучать горные породы и минералы под микроскопом в тончайших срезах — шлифах. Собрав в поле образцы руд, уже в лаборатории Ирина Сергеевна обнаружила в шлифах большие скопления апатита — фосфата кальция, важнейшей фосфорной руды. По ее заказу в химической лаборатории треста проанализировали десять штуфных проб. Кроме железа, фосфора, серы и кремнезема химики обнаружили еще и содержания титана и других химических элементов. Заведующий лабораторией И. Ф. Шепетунин тут же написал об этом в трест докладную записку и приложил копию результатов.

И вот через двадцать лет, 3 июня 1957 года, комиссия по первооткрывательству Читинского геологического управления постановила первооткрывателем Кручининского титаномагнетитового месторождения считать Н. С. Землянского. Способствовавшими открытию признаны геолог И. С. Валицкая, бывший директор Кручининского приискового управления И. Т. Петрунин, бывший горный смотритель этого управления З. П. Подащев и помощник техрука А. Е. Таскаев.

Прошло почти двадцать лет после открытия месторождения, прежде чем в 1955 году на Лиственной Горке появились первые палатки геологоразведочной партии, которую возглавлял Иван Максимович Зуб. К 1960 году разведка месторождения была завершена. Страна получила большой прирост запасов титана, железа и фосфора.

Смолкли моторы буровых станков, погасли огни на вышках, и все стихло. Надолго ли? Скорее всего,— нет. Все больше и больше нужно стране железа и титана. И хоть имеются у нас на Украине, в Зауралье и других местах россыпи титановых минералов, придет время, понадобятся и кручининские титаномагнетиты.

И вечно будут чувствовать люди присутствие частицы труда забайкальского геолога Никиты Семеновича Землянского в корпусах морских судов, в сигарах ракет, в крыльях сверхзвуковых самолетов.

НА СЕВЕРЕ ДИКОМ

А теперь покинем гостеприимные и обжитые долины юга и центра Забайкалья и отправимся на север. Здесь, в Кодаро-Удоканской и Удокано-Каларской зонах,— будущее горнодобывающей промышленности. Здесь создается мощная сырьевая база не только для черной, но и для цветной металлургии. Громадны природные ресурсы забайкальского Севера.

С открытием Удокана интерес к нему возрастает с каждым днем. Удокан дал толчок для всестороннего изучения этого сурового края. Оно принесло свои плоды. Здесь выявлен не только целый меденосный пояс. Геологи Читинского геологического управления

во главе с В. С. Чечеткиным по-новому оценили богатства древнейшего Чинейского массива основных горных пород. Оказалось, что он — громадный вогнутый слоеный пирог, нижние горизонты которого начинены железом, титаном и ванадием, а по бокам в нем и вмещающих его горных породах скрыты запасы меди лишь вчетверо меньше удоканских.

Предварительные испытания и подсчеты, которые были сделаны сотрудниками ВИМСа В. М. Федотовой и А. А. Савченко, показали, что железо-титаново-ванадиевые руды — отличное сырье для производства всевозможных сталей. Запасы чинейских руд никак не могут быть менее двадцати миллиардов тонн. Это лишь очень осторожный прогноз. Это — минимум.

НЕПТУН — БАМУ

Если мы обратимся непосредственно к самому Удокану, то и здесь сосредоточено не менее 400 миллионов тонн железа. Толщи Удоканской серии, а также архейских пород, слагающих Чарскую глыбу, пестрят горизонтами железистых пород. Общие запасы железа в них по предварительным расчетам не меньше 3—4 миллиардов тонн.

Во всяком случае в предгорьях Кодара уже сейчас в сложнейших горно-геологических условиях идет разведка древнейших в Забайкалье Чаро-Токкинских железистых кварцитов.

На совещании 9—10 сентября 1975 года, которое проходило в Читинском Доме политпросвещения, бывший тогда заместителем министра геологии СССР профессор Алексей Дмитриевич Щеглов поставил задачу уже в X пятилетке довести запасы этой группы месторождений до 1,5—2 миллиардов тонн. Задание это выполнено, и разведчики уже доказали присутствие более 2,5 миллиарда тонн железа.

На многие километры протягиваются архейские железистые кварциты в бассейне Калакана. Мощность пласта магнетитовых кварцитов достигает 15—25 метров.

Например, Л. И. Салоп в своей огромной книге «Геология Байкальской горной области» рассказывает о том, что «...более чем на 60 километров от устья р. Катугина через бассейны р. Сакукан до вер-

ховьев р. Чунчуяу» протягиваются пласты железистых кварцитов и гнейсов. Мне приходилось бывать в бассейне Калакана и удивляться громадным масштабам проявления здесь железных руд. В этих кварцитах и гнейсах содержание железа составляет 24—44 процента, а в некоторых местах — до 55 процентов. Все эти железистые горные породы — продукты глубокометаморфизированных осадочных толщ или контактовых процессов.

Очень часто, особенно на Удокане, можно видеть так называемую косую слоистость, которая образуется в прибрежных частях морских побережий на пляжах, на косах рек или в подводных дельтах. Косые слойки, эти свидетели быстротекущих древних водных потоков, представляют собой не что иное, как захороненный концентрат, состоящий из магнетита или окислений его разности — мартита, циркона, нередко очень красивого — золотистого или сиреневого турмалина, зеленого эпидота, ортита (минерала из группы эпидота с торием и редкими землями) и золота.

Громадное значение имеют железные руды севера Забайкалья в зоне, прилегающей к Байкало-Амурской магистрали, так как они увеличивают сырьевую основу для создания на юге Якутии четвертой в нашей стране базы черной металлургии.

ЗАБАЙКАЛЬСКАЯ ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ

Если сложить все запасы железа в Забайкалье, мы получим внушительную цифру. Получается, что Забайкалье хранит в своих недрах более 6 миллиардов тонн железа. Пусть не все запасы отнесены к разведанным. Но прикидки наши обоснованны. Поэтому уверенно можно говорить о специфической, очень интересной железорудной провинции, в которой есть почти все генетические типы месторождений железа. Особенность наших месторождений — природная легированность их полезными добавками. А это намного повышает их ценность.

Вы уже знаете, что железа в земной коре много. Но общие запасы железа в пригодных для добычи рудах в капиталистических странах сегодня не очень

велики. Они оцениваются в 220—230 миллиардов тонн. Из них доказанные разведанные запасы на начало 1978 года составляли только 79—80 миллиардов тонн, причем около половины из них находится всего в трех странах: в Бразилии, Канаде и Индии. В наиболее развитых странах теперь вместо металла в слитках стремятся получить железный порошок. Одно из преимуществ железного порошка — возможность получения его при помощи химического выщелачивания железа из бедных руд различного состава, из металлолома. Это, конечно, не от хорошей жизни, а от низкого содержания железа в рудах: уже чувствуется железный голод главных металлургических и индустриальных держав.

США, имея всего 10 миллиардов тонн железа (предполагаемые запасы — 17,3 миллиарда тонн), при среднем содержании металла в рудах 33 процента ежегодно добывают около 70—80 миллионов тонн, а потребляют 120 миллионов тонн руды в год. Для удовлетворения нужд промышленности в США ввозится из Канады, Либерии, Австралии и других стран каждый год около 40 миллионов тонн железной руды. При теперешних аппетитах железных королей Соединенные Штаты обеспечены своим железом лишь на 100—170 лет при условии ввоза четвертой части потребного количества руды.

Еще труднее приходится Японии. Доказанные запасы железа там составляют всего 30 миллионов тонн! В 1968 году она ввезла 68 милилонов тонн железной руды, в 1972 году — 90 миллионов тонн, столько, сколько добыли в 1968 году США. В 1977 году в Японии переработано 133 миллиона тонн руды. Почти вся она привозная: из Австралии (63 миллиона тонн), Бразилии (24 милилона тонн) и Индии (18 миллионов тонн).

В больших масштабах ввозят железную руду ФРГ, Великобритания, Бельгия и другие страны.

А общие запасы железа в СССР составляют примерно 400 миллиардов тонн, из которых достоверных — около 130 миллиардов тонн. Они больше чем в полтора раза превышают достоверные запасы всех стран мира, вместе взятых. Один только бассейн Курской магнитной аномалии заключает в себе более 80 миллиардов тонн достоверных запасов железа.

Запасы Кривого Рога (24 миллиарда тонн) более чем в два раза превосходят запасы США. Громадны ресурсы Западной Сибири. Только один Колпашевский железорудный бассейн в Томской области оценивается в 144 миллиарда тонн железа. На этом фоне общие запасы железа Забайкалья, которые можно определить в 6 миллиардов тонн, конечно же, выглядят скромно. Но если сопоставить их с запасами других стран мира, то оказывается, что лишь пять из них превосходят Забайкалье (в миллиардах тонн): Канада (19), Австралия (14), Бразилия и США (по 10), Индия (9). Страны, традиционно славящиеся своей черной металлургией, такие, как Швеция, Англия, Франция, имеют запасы железа в пределах 2—3 миллиарда тонн.

Месторождения железных руд в Забайкалье изучены пока слабо. Но уже известны довольно крупные объекты (Березовка, Кручина, Чина и Чаро-Токка), из которых два находятся в очень выгодных экономических условиях, комплексный характер руд некоторых месторождений, повышающий их ценность, позволяет говорить, что в Забайкалье есть железорудная база для производства высококачественных природно-легированных сталей. И теперь, когда уже построена Байкало-Амурская магистраль, будет создано единое энергетическое кольцо, объединяющее все восточносибирские электростанции, мы станем свидетелями расцвета черной металлургии в Забайкалье. Во всяком случае запасы в 600—700 миллионов тонн в каждом из рудных узлов — Березовском и Кручининском — обеспечат работы на сто лет горнорудного предприятия, которое перерабатывало бы 5—6 миллионов тонн руды в год. Что же касается руд Чинейского, Чаро-Токкинского, Удоканского, Южно-Якутских месторождений, — они с успехом могут перерабатываться на месте или вывозиться в уже освоенные районы.

Дарю тебе железное кольцо:
Бессонницу — восторг — безнадежность.
Чтоб не глядел ты девушкам в лицо;
Чтоб позабыл ты даже слово: нежность.
...Когда ж к твоим пророческим кудрям
Сама любовь приникнет красным углем,
Тогда молчи и прижимай к губам
Железное кольцо на пальце смуглом.
Вот талисман тебе от красных губ,
Вот первое звено в твоей кольчуге,
Чтоб в буре дней стоял один — как дуб,
Один как бог — в своем железном круге.

Марина Цветаева, март 1919

Часть II
ТАЛИСМАН

...Употребление краски — охры, найденной уже возле древнейших (около 300 тысяч лет до н. э.) шалашей... говорит лишь о наличии обрядовых предпосылок к искусству, но не о самом искусстве...

Вяч. Вс Иванов, 1972

Цветное охряное пятно, хорошо знакомое уже неандертальцам, наконец, входит в число важнейших изобразительных средств, и на стенах... пещер вспыхивает фреска.

А. Д. Столяр, 1972

1. Талисман — хранитель тайны племени

Кажется, все, что хотелось рассказать о железе, его минералах, месторождениях, роли в человеческом прогрессе,— рассказано.

Но... это только кажется...

СВЯЗЬ ВРЕМЕН

Если коснуться таких сторон человеческого бытия, как становление искусства, развитие ремесел, развитие верований и культов, то есть духовного начала в эволюции человечества, то окажется, что и тут железо сыграло не последнюю роль.

Железо во всех его проявлениях было тем катализатором, который помог вырвать человечество из тьмы доисторического тления и зажег искру, из которой возгорелось пламя стремительно развивающейся истории осознанной деятельности. Железо стало двигателем истории. И поэтому совсем не зря Фридрих Энгельс отметил, что оно — «важнейшее из всех видов сырья, сыгравших революционную роль».

Но железо во многих своих проявлениях оказалось и хранителем святынь, произведений духовного начала в человеке. Через него, как носителя информации, реализованного в орудиях, красках, архитектуре, машинах, печатающих книги, магнитофонных лентах, передается человеческий опыт и знания.

Оно и есть та нить, что осуществила «связь времен», — ушедших, присных и грядущих. Оно — как талисман-хранитель на длинном и тернистом историческом пути.

КРОВЬ НА СКАЛАХ

Давно уже ученых привлекает искусство древних художников, оставивших свои картины на скалах. Возраст древнейших из них — около 300 тыс. лет до н. э. Эти картины и рисунки получили специальное название — петроглифы. Известный советский ученый-археолог Алексей Павлович Окладников долго изучал петроглифы Забайкалья, а затем — и Монголии.

В Сибири, в Забайкалье, наскальные рисунки были известны давно и назывались емким истинно русским словом — «писаницы». Вот как оценивал значение писаниц Алексей Павлович: «Забайкалье, край, расположенный на рубеже тайги и степей, между Северной и Центральной Азией, издревле представляло территорию, где проходили свой исторический путь многие племена и народности, различные по

своему происхождению. На его просторах веками скрещивались культурные влияния и возникали самобытные культуры. Обо всем этом по своему выразительно и наглядно рассказывают забайкальские писаницы.

...В них выступает столь же своеобразный, как и мало известный очаг художественной культуры отдаленного прошлого...»

Все это хорошо, скажете вы, а при чем здесь железо? А при том, что все красочные писаницы нарисованы... минералами железа. В Забайкалье наскальная живопись встречается в основном в долинах крупных рек: Онона, Селенги, Уды, Шилки, то есть там, где большая вероятность находок в рыхлых отложениях слоев различных железистых минералов, в том числе и охр. Можно также предполагать, что древние живописцы дробили гематит или мартит, в изобилии встречающийся во многих местах Забайкалья как в жилах, так и в массивных агрегатах скарновых месторождений, очень широко распространенных на всей территории Забайкалья: выходы их в скалах по берегам рек тоже не редкость.

Но сначала о самих писаницах.

В 1925 году А. К. Кузнецов в работе «Развалины Кондуйского городка и его окрестности», изданной во Владивостоке, привел сведения о писаницах в Забайкалье, недалеко от развалин Кондуйского городка в урочище Мехачинихе: «...Красная краска, цветом очень похожая на мумию (так называется толченая окись железа.— Ю. Г.)... состоит, вероятно, также из окиси железа с жирным веществом... Изображение ряда людей с множеством точек, а над ними животного, может быть, символизирующего божество, есть, вероятно, письменный памятник о людях, а может быть, при помощи этих условных, непонятных нам знаков должно было сохраниться в памяти потомства воспоминание о каком-либо выдающемся общественном событии из жизни аборигенов Урулюнгуйской долины, напр., об одержанной победе над врагами...» (С. 55—56).

Недалеко от с. Петропавловка река Джида огибает возвышенность Сарбадуй. Здесь, на южном ее мысу, Алексей Павлович Окладников описал удивительную по совершенству исполнения писаницу. Она

уникальна и тем, что тут видны разные по времени исполнения рисунки. Древние рисунки человечков сделаны краской мумией, а более поздние, изображающие всадников с колчанами стрел и другими атрибутами,— красно-желтой охрой. Видимо, краска была приносная. Так как за несколько тысяч лет, разделяющих, вероятно, ранний гематитовый или гидрогематитовый рисунок и поздний гетит-гидрогетитовый, столь сильное изменение описанных форм железа в одном месте вряд ли могло произойти.

На горе Сарбадуй известна пещера, вход в которую, как сообщает А. П. Окладников, по рассказам местных жителей, «...завалили недавно, боясь гигантского «змея», который там обитал («Петроглифы Забайкалья», т. 1, с. 46). В этой пещере тоже обнаружены рисунки, выполненные разными красками. Все схематично нарисованные человечки изображены красной краской, а часть расположенных отдельной группой крестиков, похожих на птиц,— оранжевой. «...Желтой, почти оранжевой краской, как и всадники на писанице из пункта 1» (там же, с. 44), нарисованы еще 19 рисунков человечков, верблюдов, иногда с четкими двумя горбами, отпечаток детской руки. Одна из фигур напоминает всадника, а другая «...в такой позе, как у изображений буддийских божеств. Это впечатление усиливается обрамлением из округлых пятен в нижней части фигуры, как бы воспроизводящим сидение из цветка лотоса, на котором восседают буддийские боги» (там же, с. 45).

Эти сравнения, а также тот факт, что абсолютное большинство (33 из 35) примитивных человечкоподобных рисунков из других мест нарисованы красной краской, могут указывать на разные источники краски в разное время. Кроме того, смена верований людей могла отразиться на цвете рисунков. Ведь известно, что один из главных цветов у буддистов — жёлтый.

Так смена религии влечет за собою замену гематита на гидроокислы железа в качестве исходного сырья для наскальных рисунков.

И если гематитом рисовали свои тотемы и охранные знаки-талисманы люди общинно-родового строя, то гетит и гидрогетит использовался для изображения легенд, выдающихся событий, а иногда и охран-

ных знаков — будд — у предков современных бурят и монголов.

А. П. Окладников приводит единственный случай изображения красной краской подобие оружия на «...писанице на правом берегу р. Селенги, против Селендумы». На ней три фигуры. Две — явно антропоморфные. Относительно третьей приведем фрагмент описания А. П. Окладникова: «...третья фигура: кинжал с узкой рукоятью и круглым навершием. Это единственный случай, когда на писаницах Забайкалья, выполненных красной краской и связанных с «дворами», можно видеть изображение боевого оружия, кинжала или меча» (с. 51).

Все-таки однозначно нельзя сказать, судя по изображению писаницы, что это — боевое оружие. Если же это и оружие, то может быть, бронзовое, а может,— и кремневое. Во всяком случае есть все основания, учитывая стиль исполнения писаницы, по возрасту считать ее аналогом древних красных гематитовых рисунков.

А вот еще один случай эволюции цвета краски и ее сырья.

«В 21 км от пос. Гусиное Озеро и в 5 км к западу находится падь Сонгино. На одной из сопок ее, на склоне, поросшем редкими елями, на самой вершине, имеются отвесные скалистые обнажения (в 500 м над уровнем озера). Одно из них размером 12×10 м заполнено рисунками. Природа защитила сверху эту плоскость очень удобным «козырьком», что способствовало сохранению рисунков. Большинство рисунков выполнено белой краской; одна композиция сделана в цвете. Но есть рисунок, принадлежащий бронзовому веку, выполненный красной краской... Рисунок этот состоит из расплывшихся фигур» (Петроглифы Забайкалья, с. 59).

Как видите, и здесь красная краска,— показатель относительной древности рисунка.

Про многоцветную композицию, которая выполнена опытной рукою позднего мастера, говорят разное. Местные жители без сомненья утверждают, что это никто иной, как Чингисхан. А вот Алексей Павлович Окладников пишет, что «на самом деле это, очевидно, Саган Убугун, буддийское божество. Обувь и пояс на костюме желтого цвета (явно написаны

лимонитовой охрой.— Ю. Г.), ноги подобраны, и вся фигура покоится на светло-зеленой подушке (зеленая глина — волконскоит или толченый малахит? — Ю. Г.). Лицо в обрамлении окладистой бороды, коричневое (смесь бурых лимонит-гетитовых охр или толченого магнетита-мартита с лимонитом.— Ю. Г.). Левая рука сжимает короткий жезл, увенчанный головой оленя. В правой руке, спокойно опущенной,— четки» (там же). Далее приведены детали это композиции, которые для нашего повествования не очень важны. Интересующиеся же могут узнать это из прекрасной монографии, которую мы выше цитировали.

«ЕСЛИ ПОТЕРЕТЬ ЧУРИНГУ ЖИРОМ ИЛИ ОХРОЙ, ОНА ПРЕВРАТИТСЯ В ДРУГУЮ ИПОСТАСЬ ЧЕЛОВЕКА»

В Австралии в Кимберли до сих пор для местных племен имеют глубокий священный и таинственный смысл изображения мифических существ Ванджина в пещерах-галереях. Ванджина изображаются с сияниями вокруг голов. Их лица лишены ртов. Как утверждают аборигены, сияния — это радуга. Сами Ванджина — символы плодородия, и змеи-радуги, изображаемые здесь же, символизируют родящие силы природы.

Чтобы вызвать дожди и напоить сухую землю животворной влагой и чтобы души еще не родившихся детей воплотились в живых людей, аборигены Кимберли до сих пор в сухое время года обновляют свежими красками, в том числе и охрами, смесью глины и охры, древнейшие изображения Ванджина.

А чуринга — это абстрактный символ мифической истории племени австралийцев, представляющий собой раскрашенную гальку.

Так древний миф воплощается в магическом действии или рисунке. И происходит это не без использования железных охр.

Некоторые лингвисты на основе анализа древних языков пришли к выводу, что древние евреи и китайцы не знали синего цвета, в некоторых тюркских языках нет различий между синим и зеленым цветом. Скорее всего, причины преимущественного владения красным, желтым, черным и белым для рисования и ритуальных красок были в том, какие мате-

риалы имел древний человек под рукой.

Синие и зеленые минералы, из которых можно было бы делать краску, не применяя особых ухищрений, первобытному человеку не попадались. Если он и встречал малахит, лазурит, бирюзу, лазурит или фосфат железа вивианит,— приготовить из них устойчивую краску было трудно.

А порошковатые железные охры красного, оранжевого, коричневого и желтого цветов встречались особенно в Африке и Австралии, где широко развиты латериты и коры выветривания, практически везде. Лучшей черной краской был уголь или гидроокислы марганца, а белой — белые глины, обожженный известняк или мрамор, который очень легко превращается в известку. Технология этого ясна каждому.

У австралийцев цвет имеет определенное смысловое значение.

Красный цвет — мужской цвет, цвет силы, действия, энергии, видимого и невидимого огня, а также духовной внутренней силы. Это — цвет радости. Поэтому красной охрой натираются чуринги, в красный цвет обряжают жениха и невесту для брачной церемонии. Цвет желтой охры, лимонита,— женский. В нем — олицетворение спокойствия и прочности. Черный цвет угля или окислов марганца обозначает кровную месть.

У древних было в ходу всего четыре цвета — красный, желтый, белый и черный. Историки искусства связывают это с особенностями цветоощущения и цветопередачи древними людьми. Они находят объяснение этому в таких аналогиях: дети осваивают красный и желтый цвет раньше, чем синий и зеленый.

КРАСНАЯ ОХРА — ОГОНЬ, А СКОРЕЕ — КРОВЬ

Рисовали животных — бизонов, быков, мамонтов, лошадей и других, рисовали сцены охоты мужчин, но главной темой в творчестве древних людей Африки и Европы была все-таки женщина. Ее почитали как прародительницу, как дарующую благополучие роду, верили в ее особое магическое назначение, способствовавшее удачной охоте, считали женщину владычицей стихий, носительницей женского духа, кото-

рый передается через нее от усопших живым на протяжении поколений. Женщина была символом единственного очевидного источника человеческих жизней, в ней видели оптимистический победоносный символ нескончаемости самого круговорота жизни.

Наскальные и ритуальные рисунки, обычаи и ритуальные деяния посвящения у древних людей Азии и Восточной Европы, относящиеся к эпохе скотоводчества, эпохе, переходной от бронзового века к железному, эпохе, когда матриархат уже сдал свои позиции,— посвящены уже мужскому началу. И поэтому на скалах постоянно присутствуют мужские фигурки, олицетворяющие силу, мужество, плодородие, любовь плоти. Фаллическое божество, ставшее главным героем ранних забайкальских писаниц, имеет свои аналоги у славян в образе общенародного божества Ярилы, который объединял в себе Солнце и любовь, силу и плодородие, свежесть и мужество.

Более поздние рисунки всадников, зверей (так называемый звериный стиль) — оленя, коня, козла, сцены охоты выполнены уже красно-бурыми или желтыми охрами.

Вся наскальная живопись древних людей Европы и Азии и относительно молодых (10—12 тысяч лет) Африки различна по стилю, по характеру исполнения; различны животные и обряды, различны сочетания и действия изображенных людей. Объединяет же их одно — неистребимое стремление древних художников к самовыражению с использованием тех средств, которые давала им природа — различных соединений железа в виде бесчисленного множества оттенков охр, чистых и в смеси с глиной, с гидроокислами марганца и другими земляными красителями.

На юго-востоке Алжира недалеко от границы с Ливией, в Сахаре на плато Тасселин-Аджер, в каменных коридорах, лабиринтах, в горных массивах, в глубоко затененных нишах, куда под нависшие скалы почти не проникает палящее солнце, сохранились художественные сокровища древних коренных африканцев. Об этих сокровищах увлекательно рассказано в книге французского ученого Лота «В поисках фресок Тассили». Он приводит примеры удивительной способности древних африканцев тонко различать и использовать широкую цветовую гамму охр.

В трехметровой, наполовину стертой фреске, изображающей стадо, первобытный художник для обозначения цветовых пятен на шкурах животных использовал пять различных оттенков коричневых и желтых охр. Эти пятна создают иллюзию объемности. Для усиления контрастности и экспресии движущейся процессии другой первобытный художник, оттеняя детали, белый (глиняный) контур заполнял коричневой или темно-фиолетовой охрой (нет ли здесь литийсодержащих пурпуритов?). Часто остается только поражаться умению древних людей использовать эти охры и делать из них стойкие, выдержавшие испытания тысячелетиями картины, сохранившие не только легкость и четкость изображений, но и почти первозданную свежесть красок.

Самое интересное вот что. Древние художники живописали охрами, в которые добавляли какое-то еще не совсем выясненное связующее (А. К. Кузнецов тоже указывает на это). Подлинные рисунки в Тассили сохранились до наших дней, а выполненные там же поделки не выдержали и нескольких лет «уничтожающей критики ветра и солнца, и те, кто побывал на месте спустя пять лет после их «открытия», убедились в их «апокрифичности», и именно благодаря тому, что от них ничего не осталось» (В. Б. Мириманов, 1972, с. 382).

Краска у древних художников была приносная или добывалась на месте. Во всяком случае, художники всегда имели ее и знали, где взять.

Поскольку рисунки в основном имели тотемические смысл и назначение, то мастерством рисовальщика владели скорее всего служители культа. Об этом говорит, например, единообразный, единый стиль исполнения для каждой эпохи в пределах всей территории Забайкалья. Стиль этот, вероятно, передавался из поколения в поколение и был одним из признаков святости художника.

Определенный и единый стиль характерен для каждой отдельной части земного шара, и связан он был с особенностями уровня развития социальной структуры общества, духовного мира, культа того или иного народа. На большинстве рисунков все очень упрощено, в них сохранено только самое главное, существенное, только то, что отличает один предмет

от другого. Очень часто художник только намекает на существо предмета. Об остальном должен догадаться зритель. Одно из важнейших свойств рисунка — их симметрия. Все рисунки канонизированы. Это — свидетельство общепринятых, отшлифованных веками ритуалов, молитв, заклинаний.

Такой рисунок, имея черты реального, но предельно обобщенного бытия, должен был олицетворять его, а олицетворяя,— защищать человека, быть его талисманом.

СИМВОЛ КРОВИ В УСЫПАЛЬНИЦАХ

«Одним из погребальных обрядов, который строго соблюдался у древних племен Забайкалья, был обычай засыпать положенное в могилу тело умершего красной краской (обычно — охрой), символизирующей кровь — основу жизни. Пятна охры были обнаружены и в нижнем слое Шилкинской пещеры»,— писал М. И. Рижский в своей увлекательной книжке «Из глубины веков».

В VI—X веках в окрестностях Байкала и в бассейне Ангары жили курыканы — знатоки выплавки и обработки железа. Данные о них известны из тюркских и китайских археологических памятников.

...Осенью 1980 года в перерыве между совещаниями, которые проходили в Иркутске, я пошел (уже в который раз!) в Краеведческий музей. В одном из залов были выставлены остатки захоронения эпохи курыканов, найденные на Ангаре на острове Радном в двух километрах ниже села Олонки.

В витрине музея в окружении предметов того времени — серо-бурого шлака, сосудов с орнаментом, удил, ржавых стремян, покоится скелет женщины 20—25 лет. На затылке видна травма. Могила присыпана красной охрой. Эти предметы — свидетели трагической гибели жены умершего владетельного человека, которая должна была сопровождать его в потустороннем мире. А красная охра положена в могилу как символ, как талисман животворной крови, потребующейся, возможно, им обоим на том свете.

О том, что присыпки красной охрой не случайны, свидетельствует еще один интереснейший памятник. В 1946 году в Иркутске возводили подстанцию на ста-

дионе «Локомотив». Когда стали рыть траншею для фундамента, нашли захоронение. Прораб С. Труфанов сообщил о находке в музей. Ученые сразу же заметили, что все скелеты обильно посыпаны красно-бурой охрой. Тут же нашли и плитки черного песчаника со следами растирания охры и нерастертые куски ее. Оказалось, что больше всего охры — на черепах и фалангах пальцев.

Как видите, железо, его кислородные соединения с древних времен наделялись магической охранительной силой. В них видели сходство с животворной кровью: течет она в жилах — жизнь в расцвете, покинула она тело — жизнь увяла. Ее просто не стало.

Ушла в небытие.

Окраска (цвет) минералов, несомненно, самое замечательное и, можно сказать, самое знаменитое их свойство, первые упоминания о котором, дошедшие до нас в форме поэтических легенд и преданий, восходят к доисторическим временам.
Железо — важнейший хромофор в минеральном мире.

А. Н. Платонов, 1976

2. Талисман самоцветов

Мы знаем множество самоцветов — желтых, синих, красных ,зеленых. Чем вызвана их окраска? Что определяет изменчивость ее даже в одном кристалле, например, полихромном турмалине?

Долгое время ни минералоги, ни физики не могли дать на эти вопросы удовлетворительного ответа. И только с внедрением в практику научно-исследовательских лабораторий методов оптической спектрофотометрии и электронного парамагнитного резонанса появилась возможность подойти к разрешению задачи и к ответу на извечный вопрос.

И тут оказалось, что виновником вариаций цвета многих минералов является железо, его различное положение в структуре минералов и различная его валентность. Выяснили это советские ученые Алексей Николаевич Платонов, Анатолий Иосифович Бахтин и другие.

Возьмем, например, простое соединение — сернистый цинк. Многие видели его на светящихся циферблатах в виде зеленоватых или желтоватых точек или полосок на стрелках часов, компасов. Природное соединение такого состава называется сфалеритом, или цинковой обманкой. Он — главная цинковая руда. Обманкой его назвали не зря. Он может быть бесцветным, ярко-желтым, зеленоватым, оранжевым, как в рудах Шахтамы, или бурым, почти черным, каким видят его в бурундучных рудах Кадаи или с Кличкинских месторождений, например, с Савинского № 5.

Так вот, в светлых сфалеритах железа очень мало. Называются они клейофанами. А в черных, бурых и коричневых — может быть до десяти и более процентов двухвалентного железа, и называются они тогда марматитами. Окраска синих и фиолетовых ювелирных сфалеритов связана с переносом заряда с $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$. Красные и оранжевые сфалериты окрашены примесями олова, индия и галлия.

Есть в природе еще другие обманки — роговые. Называются они так за сходство крупных (до 10—15 сантиметров в длину) изогнутых кристаллов с рогами козы или коровы. Всего роговых обманок известно более десятка. По-другому они называются амфиболами и относятся к силикатам, солям кремниевой кислоты. Встречаются среди них белые (тремолиты, граммматиты), коричневые (крокидолиты, керсутиты), сине-фиолетовые (арфведсониты, гольмквиститы, глаукофаны) и зеленые (актинолиты, грюнериты), темно-зеленые, почти черные (обыкновенная роговая обманка, арфведсониты и так далее). Все светлые роговые обманки или амфиболы не содержат железа, или его в них мало. Все темноокрашенные — сильно железистые.

Среди темно-зеленых, почти черных роговых обманок особыми свойствами обладает железистый актинолит, в котором из-за закономерно расположенных вростков графита и кальцита в прямых лучах солнца возникает яркая четырехлучевая звезда — астер. Астериксы — звездчатые камни — встречаются не очень часто. Из них делают кабошоны и вставляют в серебряную оправу. Получаются оригинальные мужские

перстни. В старину считали, что они приносят успокоение и вселяют надежду.

Тигровый глаз, или псевдоморфоза халцедона по крокидолит-асбесту, свою переливающуюся волнами золотисто-коричневую окраску тоже получил от железа.

Все синие роговые обманки обязаны цветом своим железу, а именно тому, что оно располагается в разных, неэквивалентных позициях, и поэтому в спектрах этих минералов есть две полосы переноса зарядов с двухвалентного на трехвалентное железо.

Причина обманчивости цинковой и роговой обманок скрыта, как видите, в количестве и распределении заключенного в них железа.

СЕМЕЙСТВО БЕРИЛЛОВ

В земной коре великое множество минералов, содержащих железо в виде небольшой примеси. Возьмем несколько из них, например, изумруд, аквамарин, воробьевит, гелиодор, ростерит. Все они — драгоценные камни. И все — разновидности одного минерала — берилла.

Но если не знать этого, разве скажешь, что изумрудно-зеленый царь камней, один из самых драгоценных,— изумруд, бесцветный ростерит, нежно-голубой аквамарин и грязно-серый или желтовато-серый шестигранник обычного берилла, являющегося рядовым рудным минералом, источником самого твердого из самых легких металлов — бериллия,— по сути дела одно и то же.

Ведь различия между зеленым изумрудом, голубым, цвета морской волны аквамарином, солнечным гелиодором, бесцветным ростеритом и розовым воробьевитом заключается только в форме вхождения в их решетку железа (в воробьевите и ростерите его почти нет), щелочей, хрома, магния да еще — воды. А железа в них, даже в аквамарине, редко бывает более одной десятой доли процента.

Но сравните стоимость изумруда и аквамарина: один карат (двести миллиграммов) изумруда в камне весом один грамм стоит в 10—20 раз дороже, чем тот же карат в таком же по весу аквамарине.

Все дело в железе и в хроме, в том, как они рас-

пределены в кристаллической решетке. Кстати, чтобы обмануть покупателя и сбыть искусственные изумруды, в шихту добавляют чуть-чуть железа, чтобы они не флюоресцировали, так же как и природные.

Окраска аквамарина имеет, оказывается, двоякую природу. Американцы Вуд и Нассау детально исследовали бериллы и пришли к выводу, что там два сорта железа: в алюминий-кислородных октаэдрах часто вместо алюминия появляется двухвалентное железо, а трехвалентное в виде гидратных комплексов располагается в каналах, которые образуются алюмосиликатными кольцами каркаса решетки берилла. Под действием света происходит обмен зарядами двухвалентного и трехвалентного железа. С этим переходом и связано поглощение в голубой области спектра.

Как видите, не зря окраску аквамарина связывали в древности с морской водою: все-таки гидратные, водные комплексы железа ответственны за его волшебный цвет!

Изумруды бывают не только изумрудно-зеленые, но и чуть-чуть желтоватые. У таких изумрудов, которые мы находили в жилах с карбонатами, адуляром, зеленой хромовой слюдкой — фукситом, пиритом, магнезиальным турмалином — дравитом в горах Панджшера (Пяти Львов) в Афганистане, в решетке вместо алюминия присутствуют хром, ванадий и железо. Вот это железо и придает изумруду желтоватинку.

ГРАНАТОВЫЙ БРАСЛЕТ

Гранаты — это целое семейство минералов самых разных цветов. Непосвященный далеко не всегда сможет отнести к гранату тот или иной красный, розовый или зеленый самоцвет.

Среди красных гранатов различают густо-розовый до бордового альмандин, вишневый, розовый и малиновый — пироп, оранжевый — андрадит. Все они получили свой цвет от двухвалентного железа, а пироп — еще и от примеси хрома. Часть гранатов, например, оранжево-красный спессартин, окрашена двухвалентным железом и марганцем. Драгоценнейший алмазоподобный зеленый демантоид окрашен трехвалентным железом. Его не надо путать с изумрудно-зеленым хромсодрежращим уваровитом. При-

родный каменный крыжовник — гроссуляр — нежно-зеленого, желто-зеленого или медово-желтого цвета получил окраску тоже от трехвалентного железа.

Гранатовые бусы ярко- или густо-розового альмандина, зеленого демантоида, гранатовые браслеты и колье — все они обязаны богатством красок, полутонов, ослепительным блеском скромному атому 26-го элемента.

«НЕПЬЯНЫЙ» САМОЦВЕТ И ДРУГИЕ КВАРЦЫ

Кто может предположить, если не читать специальных книг, что великолепный камень аметист, предохраняющий, как полагали древние, от пьянства и прелюбодейства, что подобный струям водопада горный хрусталь и черный непрозрачный морион — всего лишь кварц. Да, просто — кремнезем, которого в земной коре четырнадцать процентов.

Так в чем же дело? Почему он цвет имеет разный и свойства? А дело все в железе. Кварц имеет свойство содержать ничтожное количество железа, которое в решетку входит вместо кремния. При этом из-за различия в валентности (у кремния — четыре, а у железа в кварце — три) заряды компенсируются входящими с железом вместе щелочными элементами — литием или калием, а в каналах еще часто помещаются и гидроксил со фтором.

Но само по себе вхождение железа еще окраски не дает. Кристалл надо облучить и оторвать у железа один электрон или один прибавить. И тогда из-за электронного взаимодействия $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{4+}$ возникает красящий электронно-дырочный центр аметиста. Этот центр, однако, не очень устойчив. При нагревании до 450—500 градусов Цельсия аметист переходит в густо-желто-оранжевый цитрин сорта «мадера», который ценится очень высоко. На солнце аметистовая окраска тоже выцветает, и он становится бледно-зеленым. Так что бледно-зеленые кристаллы кварца — тоже бывшие аметисты. И если он попался вам — смело ищите рядом аметисты.

Густо-зеленые и коричневые кристаллы кварца научились выращивать в лабораториях. В Советском Союзе их вырастили Л. И. Цинобер, Л. Г. Ченцова и

А. А. Штернберг из высококонцентрированных растворов, содержащих кремнезем, карбонат калия и железо.

Коричневая окраска появляется, когда содержание железа в кварце достигает одной десятой доли процента. Получилось, что это — чрезмерно окрашенные цитрины, и железо в них — трехвалентное. Зеленый цвет связан с двухвалентным железом. В обеих цветовых разностях нашли много мельчайших округлых выделений, содержащих железо.

В природе зональные кристаллы с чередованием бурых и бутылочно-зеленых полос еще в 1958 году удалось наблюдать в Казахстане, в урочище Ак-Джайляу. Там кристаллы такого кварца достигали полутора метров в длину и одного-двух обхватов в толщину. Видя впервые в жизни такие гиганты, я удивлялся им. И только. А природу их окраски узнали совсем недавно. И опять — виной всему железо.

СИДЕРОС В САМОЦВЕТЕ ИЗ НУРИСТАНА

Это было в Афганистане осенью 1977 года. Вместе с президентом департамента геологоразведочных работ, главным геологом и другими афганскими специалистами нам предстояло подвести итоги геологоразведочных работ на месторождении ювелирного турмалина и кунцита Канакан и определить целесообразность начала работы на пегматитах Гурсалак в горах Нуристана.

Ноябрь в горах Нуристана, особенно в долине горной реки Дараи Пич, днем — все еще жаркий, а ночью — прохладный.

Еще только утром мы были в Кабуле, а вечер застал нас на берегу этой живописной и своенравной реки.

Начальник партии Гульджанон — тонкий, невысокого роста, импульсивный, с горящими темно-карими глазами, очень волновался, встречая нас. Ужинали в темноте, при свете фонарей. Уже вечером нам показали кое-что из камней, месторождение которых предстояло осмотреть. Даже при неровном тусклом свете фонаря можно было увидеть великолепие здеш-

него камня: полихромных турмалинов, кунцита, воробьевита.

На следующий день, 14 ноября, встали рано, но долго собирались; долго и основательно нас потчевали. Я с нетерпением ждал того момента, когда подадут машины и мы поедем к самому селению Гурсалак, что находится на правом берегу реки.

В кишлаке, как нам рассказал афганский геолог Максут, живут несколько старателей, которые ревностно наблюдают за работой геологов и с неохотой уступают им свои владения. В Афганистане, как и везде в мире, добытчики драгоценных камней считают землю общенациональной собственностью, а значит, и своей, и раз захватив какой-то участок, не хотят с ним расставаться. Максут говорил, что некоторые из них даже жилища построили вблизи выходов пегматитовых жил и прямо из дома прошли горные выработки к продуктивным их частям.

...Около часа мы шли сначала по кишлаку, затем вдоль долины Дараи Пич, потом тропа свернула влево, мы перевалили невысокий хребтик и пошли по тропе вдоль склона. Постепенно все чаще и чаще стали попадаться выходы пегматитов и, наконец, тропа привела нас к обнажающейся части жилы. В трех местах мы заметили белые отвалы альбитизированного пегматита и лазы, ведущие внутрь жил. Осмотр отвала привел к заключению о несомненном их богатстве, прежде всего, полихромными турмалинами.

Пока все осматривали отвал, мы с Максутом договорились проникнуть в одну из выработок. Взяли электрический фонарь и начали спуск.

Еле протискиваясь вперед ногами, я полез в темноту. Сначала лаз был относительно широким — около 70 сантиметров в диаметре. Ничего, кроме альбитизированного гранита с мусковитом и черным турмалином, я не заметил. Спускаюсь глубже, скользя по осыпи, из которой торчали обломки пегматита. Так продвинулся я примерно метров на пятнадцать. Лаз сузился, повернул в сторону. Дневной свет, который чуть брезжил до этого, пропал совсем. Несколько раз я стукнулся головой об острые выступы пегматита. Прополз еще метров пять. И тут — явилось чудо. Письменный гранит сменился голубым клевеландитом, вместо мусковита появились крупночешуйчатые ро-

зовые, лиловые литиевые слюды — лепидолиты. Вдруг в массе клевеландита что-то засинело. Синь в луче фонаря заиграла. Она переливалась из края в край столбчатого кристалла. Толщиной он был с палец, длиной — до десяти сантиметров.

Все еще не веря находке, я повернулся на бок, высвободил левую руку и протянул ее к синеве. Пальцы ощутили приятный холодок гладкой исштрихованной поверхности индиголита. Я повернул голову и рядом, в 20 сантиметрах, увидел еще один, теперь уже темно-зеленый, турмалин. Он тоже был гладок и холоден. А мне было жарко. Глаза жгло от пота, очки запылились и запотели. С трудом залез в карман, вынул носовой платок, при этом нечаянно выключил фонарь. В абсолютной темноте камни, казалось мне, продолжали гореть. Снял очки, в темноте протер их. Надел. И все погасло. Стало тихо-тихо...

Максут, видимо, боясь ушибить меня камнем, остановился где-то за поворотом. Я нащупал фонарь, включил его. Камни в голубой массе жилы вдруг ярко вспыхнули, и казалось, свет лился от них. Было тихо и светло. Я лежал завороженный в святая святых недр и был с ними один на один. Из оцепенения вывел шум сыпавшегося сверху песка и голос Максута. Я продвинулся дальше, уступая ему место для созерцания открывшегося только что чуда.

Через несколько метров ход расширился. Максут подполз ближе, и уже вместе мы принялись исследовать выработку. Здесь были крупные выделения и сростки кристаллов голубого клевеландита, лепидолита и уже — полихромных турмалинов: ярко-зеленых с розовыми внутренними зонами, просто ярко-розовых, розовых с синими головками.

Тут мы были не волнующимися созерцателями, а пытливыми исследователями. Мы замечали, как переходя из клевеландита в лепидолит, турмалины из темно-бутылочно-зеленых становились розовыми рубеллитами, а затем — и ярко-зелеными верделитами. Часто бледно-розовые рубеллиты венчались синими ореолами ромбоэдрических головок или просто синими плоскостями пинакоидов. Часть розовых треугольных призм имела бесцветные ахроитовые головки. А из трещин в клевеландите в сростках с бледно-сиреневым поздним лепидолитом нередко высовывались

щетки уплощенных бледно-зеленых турмалинов, срастающихся с кремовыми табличками воробьевита.

И чем больше мы с Максутом смотрели на своды выработки, чем больше перебирали свалившиеся на дно ее глыбы и обломки, тем большее разнообразие цвета турмалина представлялось нам. Вот синий перешел в фиолетовый, а вот розовый стал сначала коричневым, а затем и желтым, контрастно выступающим в массе мелкочешуйчатого лепидолита.

Наконец, пришло насыщение молчаливым созерцанием красоты, и мы враз заговорили. Моего спутника интересовало все, но прежде всего — причины многообразия окраски одного и того же минерала — даже в одном кристалле.

— Доктор-саиб! В чем дело, почему он такой многоликий?

— Видите ли, огаи-Максут, турмалин — минерал сложного состава. В нем много примесей. Но как показали советские ученые — академик Владимир Степанович Соболев, Алексей Николаевич Платонов, Владимир Иванович Кузьмин и другие,— окраска турмалина во многом связана с распределением в нем двух- и трехвалентного железа. Оказалось, что если полиэдры Fe^{2+} и Fe^{3+}, которые входят в состав кристаллической решетки турмалина, сочленяются общими ребрами, турмалин имеет голубой или голубовато-зеленый цвет. В этом — причина появления драгоценных индиголитов.

Вся гамма зеленых, буровато-зеленых, зеленовато-желтых, бурых, коричневых и красных красок — тоже от присутствия в турмалинах железа. При этом необходимо преобладание в их составе двухвалентной его формы. Даже незначительное его присутствие (менее одного процента) создает условия для появления на спектрах полосы переноса заряда $O^{2-} \longrightarrow Fe^{3+}$ и проявлению всех окрасок, которые мы тут видим. Вот только невыцветающая ярко-розовая и малиновая окраски турмалина связываются с присутствием небольшой примеси трехвалентного марганца. А перенос заряда происходит только в момент воздействия на кристалл потока света. Тогда и возникает окраска камня. Она возникает всякий раз заново. Если кристалл осветить белым светом — рождается одна краска, красным — другая. В темноте любого цвета ка-

мень будет черным, ибо цвет минерала есть результат взаимодействия электромагнитного поля светового потока и кристаллической решетки.

Не знаю, поверил мне Максут или нет. Сказать трудно. Афганцы часто только из-за вежливости и врожденной воспитанности (а Максут был как-никак сыном патриотически настроенного генерала, которого Мухаммад Дауд отправил в отставку) могут не высказать возражения. Во всяком случае о цвете турмалина больше не говорили, а перешли к обсуждению свойств лепидолита, воробьевита, кунцита и других минералов, украшавших нашу выработку. Мы выбрали из множества образцов самые впечатляющие и достойные изучения и, удовлетворенные путешествием вглубь пегматита, полезли назад.

На поверхности нас встретили улыбками, шутками, мы рассказали о виденном, показали прекрасные образцы, сделали в дневниках краткие описания их, дали им номера и передали для упаковки мамурам — специальным чиновникам. А те — по иерархии — рабочим, которые и принесли их в лагерь.

Так завершилась еще одна из встреч с самоцветом, чье благородство, чье богатство красок, чье семицветье обусловлено вездесущим железом, которое — причина и хранитель-талисман главного свойства всех драгоценных камней — их радующих глаз блеска и цвета.

ТАЛИСМАН НА КАЖДЫЙ ДЕНЬ

Из глубины веков дошли до нас поэтические легенды о волшебных свойствах драгоценных камней. Родились они под влиянием их чарующей красоты, а еще — от незнания их природы.

В наше время, когда многие из загадок природы разгаданы, когда многие причины игры и изменчивости цвета поняты и выяснена в них роль железа, тем не менее какая-то смутная неосознанная вера в волшебство камней, в их влияние на судьбу, на переменчивость настроения упорно сохраняется в людях.

С чем это связано? Скорее всего с тем, что понимание истинной природы камня — удел специалистов, что многие из камней, по размерам и качеству отвечающих ювелирным их разновидностям, все еще не

синтезированы (гранат, циркон, аквамарин, турмалин, хризолит, королевский жад), что общение с прекрасным (а камни — высшая, совершеннейшая и вечная категория прекрасного), его созерцание, сопереживание всегда очищают душу, вызывают поток новых чувств, изменяют настроение, вселяют надежду. Общеизвестно влияние цвета на психику — красный возбуждает, зеленый умиротворяет, синий вселяет твердость духа. Все это вместе взятое, возможно, и способствует удивительной живучести веры в волшебство самоцветов.

Многие из легенд, особенно библейских, можно прочесть в книге Смита «Драгоценые камни».

Ниже я привожу календарь камней, который частично заимствован из книжки Денниса Элуэлла «Искусственные драгоценные камни», а затем дополнен сведениями из других источников, но за полноту его ручаться трудно.

Зная этот календарь, каждый может выбрать себе самоцвет по душе, приобрести его, и пусть он приносит радость, уверенность в силах, бодрость и крепость духа, успех в делах и все, что мы называем счастьем.

Ты открылся, Сезам,
Распахнулся, как крик,—
У меня задрожала ладонь:
Я не верю глазам,
Я нашел сердолик,
Я смотрел на прозрачный огонь.
В нем читается вновь —
Сквозь молочную муть,
Где прожилки и пятна внутри,
Чей-то пламенный путь,
Чья-то жаркая кровь,
Словно отблеск застывшей зари.

Леонид Кондратенко

3. Сердоликовые талисманы

Пушкин любил кольца с драгоценными камнями. Тут были и изумруд, и яшма, и бирюза, и сердолик. Он верил в чудодейственную силу вправленных в золото камней, с некоторыми из них связывал свой

КАЛЕНДАРЬ КАМНЕЙ-САМОЦВЕТОВ

Месяц	Цвет	Природный драгоценный камень	Искусственный драгоценный камень
Январь	Темно-красный	Гранат (альмандин)	Красный корунд
Февраль	Фиолетовый	Аметист Кунцит Скаполит	Выращенный аметист Фиолетовый корунд
Март	Голубой	Аквамарин (голубой) Гелиотроп Голубой топаз	Голубая шпинель
Апрель	Бесцветный	Алмаз Горный хрусталь Лейкосапфир	Бесцветная шпинель Синтетический кварц
Май	Ярко-зеленый	Изумруд Демантоид Эвклаз Хризопраз Малахит Зеленая шпинель	Синтетические изумруд, зеленая шпинель
Июнь	Кремовый или зеленый, переходящий в красный	Жемчуг Лунный камень Александрит Воробьевит	Синтетический александрит (корунд с добавками)
Июль	Красный	Рубин Сердолик Красный турмалин Лал	Синтетический рубин
Август	Бледно-зеленый	Перидот Зеленый берилл Верделит Нефрит Гидденит Гроссуляр	Бледно-зеленая шпинель
Сентябрь	Густо-синий	Сапфир Лазурит Индиголит	Синтетический сапфир

Месяц	Цвет	Природный драгоценный камень	Искусственный драгоценный камень
Октябрь	Пестрый или розовый	Опал Сардоникс Полихромный турмалин Рубеллит Алмаз Сине-зеленый аквамарин	Синтетический опал Розовый синтетический корунд
		Блекстар-астерикс	
Ноябрь	Желтый	Топаз (особенно золотистый или винно-желтый) Желтый алмаз Гиацинт Гелиодор Тигровый глаз Цитрин	Золотисто-желтый синтетический корунд или выращенный цитрин
Декабрь	Лазурный	Бирюза Прозопит Циркон (голубой) Синяя шпинель	Синтетические бирюза или лазурная шпинель

поэтический дар. Одни он хранил всю жизнь и почитал талисманами, с другими расставался в порыве добрых чувств и влюбленности.

КАМЕНЬ НАДЕЖДЫ

Одно из золотых колец с сердоликовой геммой Пушкин носил в молодости. Был этот камень фамильной реликвией или нет, когда поэт стал его обладателем,— неизвестно.

Расстался же он с ним в Гурзуфе в 1820 году летом, будучи в ссылке на юге, во время путешествия с семейством героя Отечественной войны 1812 года генерала Раевского. В общество Раевских он попал при печальных обстоятельствах.

«Приехав в Екатеринослав,— сообщал он брату Левушке в сентябре 1820 года,— я поехал кататься по Днепру: выкупался и схватил горячку по моему обыкновению. Генерал Раевский, который ехал на Кавказ

с сыном и двумя дочерьми, нашел меня в корчме в бреду, без лекарств, за кружкою ледяного лимонада. Сын предложил мне путешествие по Кавказским водам».

Так началось их увлекательное путешествие.

В Гурзуфе решили разыграть дружескую лотерею. Среди других вещей на столе было и пожертвованное поэтом золотое кольцо с сердоликовой вставкой. Оно досталось юной Машеньке Раевской, будущей княгине Волконской, той самой Волконской, которая совершила беспримерный подвиг, отправившись вслед за мужем-декабристом в Сибирь, в Забайкалье.

Твердый характер, ясный ум она унаследовала от своих родителей. Мать ее, Софья Алексеевна, была внучкой Михайлы Васильевича Ломоносова. Об отце ее Жуковский писал: «неподкупный, неизменный, хладнокровный вождь в грозе военной, жаркий сам подчас боец, в дни спокойные — мудрец».

Получив от Пушкина подарок, Мария Николаевна никогда с ним больше не расставалась, хранила его как реликвию, как воспоминание о веселом и влюбчивом поэте, о счастливых и беззаботных днях путешествия по югу России. Она хранила его как память о поре юности, когда каждое событие полно тайного смысла, чаяний, надежд: всему этому огненный камень в золотой оправе был свидетель, он был хранитель ее девических тайн и талисман.

Сердолик вправлен в тонкую изящную золотую оправу и, скорее всего, это кольцо, чем перстень. Оранжево-красный камень светел и прозрачен, он горит внутренним огнем, освещая гемму с изображением трех амуров с крылышками (а может быть, ангелов-хранителей?) в бегущей по волнам жизни ладье. Верхний левый угол геммы сколот: часть ангела и нос лодки разбиты. Может быть, поэтому кольцо так дорого было княгине? Ведь, несмотря на суровую судьбу, пытавшуюся разбить ладью ее жизни, она нашла в себе мужество и силу не покориться ей. И, может быть, пушкинский подарок теплым огоньком освещал ей тернистую дорогу и, как маяк, указывал ей путь? Этого не знает никто, не рассказала она об этом и в своих «Записках», посвященных сыну Мише. Видимо, она не хотела открывать ему самое сокровенное, и оно ушло из жизни вместе с нею.

А что же Пушкин? Пушкин всегда помнил о той, кому досталось его кольцо с сердоликовой геммой.

Я помню море пред грозою.
Как я завидовал волнам,
Бегущим бурной чередою
С любовью лечь к ее ногам.

И вздыхал в том же «Евгении Онегине» о ней: далекой в безбрежном океане пространства сибирских далей, близкой в безграничной возможности памяти возвращать минувшее:

Иных уж нет, а те далече.

Он помнил о ней и восхищался, когда узнал о героическом решении молодой княгини, хотел отправить с нею знаменитое «Послание к узникам», но не поспел за ее решительными действиями и передал Александре Муравьевой.

Пушкин горько переживал гибель руководителей восстания, арест и ссылку многих своих друзей. Сохранились его рисунки на листке бумаги с началом неоконченного стихотворения:

И я бы мог, как шут, висеть...

Весь лист испещрен рисунками профилей декабристов и двумя набросками виселицы с пятью фигурами. В память о близости Пушкина и декабристов в 1979 году выпущено две медали из порошкового железа.

Поэт хотел даже последовать в Сибирь за декабристами. Мария Николаевна вспоминает: «Пушкин мне говорил: «Я намерен написать книгу о Пугачеве. Я поеду на место, перееду через Урал, поеду дальше и явлюсь к вам просить пристанище в Нерчинских рудниках».

Много позже, в сентябре 1833 года, Пушкин выехал в пугачевские места, но дальше Уральска не продвинулся.

После гибели поэта оправленный в золото сердолик стал княгине особенно дорог, теперь уже как память о великом человеке, и обрел свойство не только семейной, но и национальной реликвии.

В душе Волконской никогда не угасала вера в волшебную силу сердоликового камня, она искала в нем надежду на спасенье от студеной сибирской ссылки,

верила в свое счастье. Он придавал ей силу, чтоб вынести все тяготы тусклого бытия жены политического каторжанина. Мария Николаевна не расставалась с этим камнем до конца дней своих. И только перед смертью передала сыну Михаилу, который стал к тому времени сенатором.

Внук княгини, Сергей Михайлович Волконский, в 1915 году передал кольцо в Пушкинский дом. К кольцу было приложено письмо на имя Модзалевского: «Прошу вас принять и передать в дар Пушкинскому дому при Императорской Академии наук прилагаемое кольцо, принадлежавшее Александру Сергеевичу Пушкину. Оно было положено поэтом в лотерею, разыгранную в доме Раевского, и выиграно бабушкой моей Марией Николаевной, впоследствии княгиней Волконской, женой декабриста, а передано мне моим отцом князем Михаилом Сергеевичем Волконским, когда я кончил гимназию в 1880 году».

Теперь это кольцо с сердоликовой геммой, которое сопутствовало княгине во время ее пребывания на Благодатском руднике, в Чите и в Петровском Заводе хранится во Всесоюзном музее Александра Сергеевича Пушкина.

ХРАНИТЕЛЬ ТАЙНЫ БРАТСТВА

Еще один, скорее всего сердоликовый, перстень был у Пушкина. Упоминание о причинах его появления находим в «Алфавите членов бывших злоумышленных тайных обществ и лиц, прикосновенных к делу, произведенного высочайше учрежденною 17 декабря 1825 года следственною комиссиею». В этом «Алфавите» означено имя Никиты Всеволодовича Всеволожского и против него помечено: «Всеволожский был учредителем общества «Зеленой лампы», которому название сие дано от лампы, висевшей в зале его дома, где собирались члены, коими, по словам Трубецкого, были Толстой, Дельвиг, Родзянко, Барков и Улыбашев».

Пушкина в этом списке, как видим, не было. Но в послании к Юрьеву он писал:

Здорово, рыцари лихие
Любви, свободы и вина!
Для нас, союзники младые,
Надежды лампа зажжена!

17 октября 1829 года Яков Николаевич Толстой направил Николаю I записку, в которой значилось, что общество «...получило название «Зеленой лампы» по причине лампы сего цвета, висевшей в зале, где собирались члены. Под сим названием крылось, однако же, двусмысленное подразумение, и девиз Общества состоял из слов: «Свет и Надежда». Причем составлялись также кольца, на коих вырезаны были лампы; члены обязаны были иметь у себя по кольцу».

Действительно, одинаковые кольца носили члены различных тайных обществ. Особенно распространено это было среди членов масонских лож. К числу таковых с определенной степенью условности можно отнести и литературный кружок «Зеленая лампа», который был связан с «Союзом благоденствия».

О том, что Пушкин имел кольцо члена этого общества, свидетельствует запечатанное им письмо к П. Б. Мансурову от 27 октября 1819 года. По этому отпечатку можно определить, что камень-вставка был геммой интальо. Рисунок представлял собой сосуд в форме античного светильника с высокой ручкой в виде птичьей головы на длинней шее.

Дальнейшая судьба кольца не известна.

«ХРАНИ МЕНЯ, МОЙ ТАЛИСМАН»

В октябре 1824 года Пушкин писал брату Леве: «Пришли мне рукописную мою книгу, да портрет Чаадаева, да перстень — мне грустно без него». Левушка был известный ленивец, и потребовалось еще одно напоминание. В декабре Пушкин пишет: «Да привези же мне кольцо, мой Лайон». Речь шла, очевидно, о сердоликовом перстне. Получив его, поэт с ним никогда не расставался. Перстень был массивный, и носил его Александр Сергеевич на большом пальце правой руки. Именно с этим перстнем на руке оставил в 1827 году потомкам образ великого поэта В. А. Тропинин.

Пушкин верил в волшебную силу подарка «ласковой волшебницы» — Елизаветы Ксаверьевны Воронцовой. Он опечатывал им часть своих писем друзьям и близким. Особенно выстраданных, в которые вкладывал свою мятежную душу. Он воспел его в знаменитых стихах, облетевших всю Россию и переведен-

ных затем во многих странах. Он почитал эту сердоликовую печатку как талисман, как хранительницу его душевных и сердечных тайн, он верил в магическую силу огненно-красного камня, вправленного в витую золотую оправу. Свидетели трепетной и благоговейной веры в силу его — известные почти каждому строки надежды и любви:

Храни меня, мой талисман,
Храни меня во дни гоненья,
Во дни раскаянья, волненья:
Ты в день печали был мне дан.

Эти стихи выстраданы в 1825-м, почти через год после «дня печали», когда опальный поэт с южной ссылки был отправлен в уединенное северное имение предков, где он вновь переживет «чудные мгновенья» встречи с «гением чистой красоты», с Анной Керн, где будут шутки и игры в семействе Вульф, где его посетит и Ленский и Онегин, где будет покорен «душою русскою Татьяны».

Но — это будет после. Теперь же, получив от Левушки свой заветный сердоликовый перстень, он снова переживет былую горечь расставанья и утраты.

И, ласкаясь, говорила:
Сохрани мой талисман...

В длинные зимние вечера под шелест веретена в ловких пальцах старой милой и доброй няни, слушая ее дивные сказки, глядя на мерцающий огонь лампады, он вспоминал воронцовскую дачу Рено, в двух верстах от Одессы, точеный профиль княгини и «сладкий час вечерней мглы», когда она, взволнованно шепча, горячею рукою в ладонь ему вложила заветный талисман. И он связал их тайную любовь волшебной силой:

...В нем таинственная сила!
Он тебе любовью дан...

Эти строки он напишет позже, в 1827-м, в Петербурге, когда их вновь сведет судьба. И на черновике «Талисмана» оставит пять оттисков сердоликовой геммы.

Но время, новые встречи, новые увлечения постепенно залечат сердечную рану, и он найдет в себе силы взглянуть на ушедшее, имея опыт пережитого, с оттенком легкой иронии, зная, что

...От недуга, от могилы
В бурю, в грозный ураган
Головы твоей, мой милый,
Не спасет мой талисман.

Перстень-талисман был не только у Пушкина. Княгиня точно такой же оставила и себе. Она опечатывала перстнем-близнецом письма в Михайловское. Опальный поэт с трепетом вскрывал послания возлюбленной. После памятной встречи с Воронцовой в 1827 году он вновь пережил событие трехлетней давности. Свидетельством тому — чудесные строки стихотворения «Талисман».

И годы спустя он вновь и вновь возвращался к этой теме.

Как сообщает Людмила Петровна Февчук в книжке «Личные вещи А. С. Пушкина», «в черновых записях поэта сохранился рисунок кисти руки с перстнем-талисманом на указательном пальце (оборот листа с автографом стихотворения «О бедность! Затвердил я, наконец...», датируемого 1835—1836 годами)».

По словам П. В. Анненкова, первого биографа поэта, Пушкин «соединял даже талант свой с участием перстня, испещренного какими-то кабалистическими знаками». Скорее всего, отношение его к перстню все же было переменчивым и зависело от настроения. Но тем не менее, отправляясь на Черную Речку стреляться с Дантесом, он не снял его, возможно, втайне надеясь на чудодейственную силу камня, хотя он и не знал значенья слов святых, что «начертала на нем безвестная рука».

Что же был это за камень, чья рука вправила его в золото, кто вырезал таинственные знаки?

Первые сведения о характере перстня известны из письма Василия Андреевича Жуковского С. М. Соковнину, которое он опечатал им 20 июля 1837 года. Вероятно, это не единственный случай, когда учитель Пушкина, как и сам он, воспользовался перстнем как печатью. В этом письме Василий Андреевич замечает: «Печать моя есть так называемый талисман, подпись арабская, что значит, не знаю. Это Пушкина перстень, им воспетый и снятый мной с мертвой руки его. Прости». В истинности сказанного в этой приписке Жуковского, сделанной спустя всего чуть более полугода со дня гибели великого поэта, сомневаться очень труд-

но. Поэтому все разговоры о том, что талисманом, подаренным поэту, был перстень с изумрудной геммой-интальо с изображением египетской богини Нейт,— всего лишь красивые легенды.

В «Лодзинском листке» в 1899 году (№ 110) появилось описание сердоликового перстня-талисмана, который был экспонатом Пушкинской выставки того же года в Петербурге: «Этот перстень — крупное кольцо витой формы с большим камнем красноватого цвета и вырезанной на нем восточной надписью. Такие камни со стихом корана или мусульманской молитвой и теперь часто встречаются на Востоке».

Пушкинист Н. О. Лернер в 1916 году в «Журнале журналов» поместил статью с интригующим названием «Кольцо Пушкина». Он рассказывает: «Это старинный золотой перстень, в который вделан восьмиугольный сердолик с резной еврейской надписью. Она гласит в переводе: «Симха, сын почтенного рабби Иосифа, да будет благословенна его память...».

Есть другой вариант перевода надписи, принадлежащий А. Я. Гаркави: «Симха, сын честного господина Иосифа, старца, да будет благословенна его память».

Как видим, надпись на сердолике вырезана самая прозаическая, и только любовное воображение юной Воронцовой, да пылкая натура Пушкина, склонная к божественной фантазии, превратили и надпись, и сам камень в чудесный талисман. Они верили в вымысел, он был их тайной — и в этом главное.

Затем перстень неоднократно был воспет поэтом — в Михайловском, когда он еще душою был в Одессе, когда

...Священный сладостный обман
Души волшебное светило...

уже «...сокрылось, изменило...», но он еще молил:

Храни меня, мой талисман,

но ни на что не надеялся и ничего не ждал:

Пускай же ввек сердечных ран
Не растравит воспоминанье.
Прощай, надежда, спи, желанье:
Храни меня, мой талисман.

Но... талисман был с ним на дуэли и не спас от пули, посланной Дантесом.

После гибели поэта, как мы уже знаем, перстень долгое время был у Василия Андреевича Жуковского.

Дальнейшая судьба его также была необычна. Приведу свидетельство Ивана Сергеевича Тургенева, изложенное в записке, которая была написана им «...специально для Пушкинской выставки 1880 года в Петербурге, на которой перстень выставлялся»* как собственность автора «Рудина», «Накануне», «Отцов и детей» и других романов, ставших гордостью русской литературы.

В записке Тургенев сообщал: «Перстень этот был подарен Пушкину в Одессе княгиней Воронцовой. Он носил почти постоянно этот перстень (по поводу которого написал свое стихотворение «Талисман») и подарил его на смертном одре поэту Жуковскому. От Жуковского перстень перешел его сыну, Павлу Васильевичу, который подарил его мне. Иван Тургенев, Париж. Август. 1880».

За четыре года до составления приведенной записки Иван Сергеевич сообщил в беседе писателю и журналисту В. Б. Пассеку, имевшему возможность, по его словам, счастье видеться с Тургеневым в Париже почти каждый день, следующее: «У меня... есть... драгоценность — это перстень Пушкина, подаренный ему кн. Воронцовой и вызвавший с его стороны ответ в виде великолепных строф известного всем «Талисмана». Я очень горжусь обладанием пушкинского перстня и придаю ему, так же как и Пушкин, большое значение. После моей смерти я бы желал, чтобы этот перстень был передан графу Льву Николаевичу Толстому, как высшему представителю русской современной литературы, с тем, чтобы когда настанет и «его час», гр. Толстой передал бы мой перстень, по своему выбору, достойнейшему последователю пушкинских традиций между новейшими писателями».

Иван Сергеевич Тургенев получил перстень-талисман от Павла Васильевича Жуковского в июле 1875 года. В 1879 году, отправляясь в Оксфорд, Иван Сергеевич взял с собою подарок, чтобы показать его востоковедам и расшифровать надпись. Она была разгадана, но записка потерялась. Казалось, перстень не хочет выдавать своей тайны, которая при жизни Тур-

* Л. П. Февчук. Личные вещи А. С. Пушкина. Л., 1970. С. 78.

генева ему так и осталась нераскрытой.

Тургенев, как и Пушкин, и впоследствии Жуковский, пользовался иногда перстнем по прямому его назначению — опечатывал письма. Одно из них, адресованное великой русской актрисе, несравненной Марии Гавриловне Савиной, отправлено Иваном Сергеевичем из Спасского 17 мая 1880 года.

...Был расцвет весны, душа жаждала счастья, которое никак не давалось: они прощались на Орловском вокзале. Он еще ощущал ее запах, нежное прикосновение ласковых рук... Прозвенел колокол, они расстались.

Быть может, навсегда.

Но осталась смутная надежда.

И снова, как и более полувека тому назад, перстень-талисман был свидетель расставания любящих сердец...

...Тургенев закончил письмо. Встал. Прошел к раскрытому окну, вдохнул аромат цветущего сада. От пруда повеяло прохладой. Он положил руки на подоконник и как бы впервые увидел блеснувший на руке пушкинский перстень. Задумался. Затем подошел к столу и стоя приписал: «Припечатываю это письмо пушкинским кольцом-талисманом».

В этом же году летом перстень был показан на Пушкинской выставке и некоторое время спустя увезен Тургеневым в Париж, где он оставался до самой его смерти, а затем по завещанию перешел к подруге русского романиста, французской певице Полине Виардо.

И только 27 апреля 1887 года, в год пятидесятилетия гибели поэта, Полина Виардо через присяжного поверенного В. Н. Герарда передала легендарное кольцо в дар Пушкинскому музею Александровского лицея в Царском Селе. Он был вложен в футляр темно-красного сафьяна. На нем золотом вытеснены буквы «П.Б.А.Л.» (Пушкинская библиотека Александровского лицея). В футляре на синем бархате сделано возвышение для перстня.

Но... через тридцать лет, 23 марта 1917 года, как об этом сообщалось в газете «Русское слово», в «кабинете директора Пушкинского музея, помещающегося в здании Александровского лицея, обнаружена кража ценных вещей, сохранившихся со времени Пушкина.

Среди похищенных вещей находится золотой перстень, на камне которого была сокращенная надпись на древнееврейском языке».

Теперь о перстне-талисмане напоминает нам только футляр, слепки сердолика и отпечатки его на сургуче и воске.

И все.

Следы его утеряны.

Нет нигде достоверных упоминаний и о двойнике талисмана, который оставался у Воронцовой.

Специалисты, видевшие перстень и читавшие надписи на нем, полагали, что стиль надписи указывает на крымско-караимское происхождение и камня, и надписи. Действительно, в Чуфут-Кале в Крыму были мастера, изготовлявшие подобные перстни. Да и сердолик в Сердоликовой бухте водился в изобилии. Но, возможно, происхождение камня и резьбы — ближневосточные. А возможно,— только обрабатывался камень в Крыму или Багдаде.

Откуда родом был все-таки этот камень? Ведь если вспомнить записи в архивах, то в Россию не завозили сердоликов из-за границы, разве что из Крыма, где его собирали в Сердоликовой бухте. Но нет таких документальных данных.

Зато не одна партия забайкальского сердолика, оранжевого, ярко-желтого, кроваво-красного камня, еще в XVIII веке поступала на Петергофскую гранильную фабрику, в разные частные руки, а через них и в Западную Европу.

Поэтому мы вправе полагать, что сердолики пушкинских колец, судьба которых так необычна, вышли из недр Забайкалья, в Забайкалье же одному из них было суждено и вернуться, чтобы стать хранителем надежд и счастья княгини Волконской.

Так проследили мы судьбу еще одного камня, чьи волшебные свойства связывали в старину с особой его окраской, которая зависит от примеси вездесущего железа. Верны ли наши предположения о далеком прошлом — покажет будущее.

...Пойдем нынче по своему Отечеству, станем осматривать положения мест и разделим к произведению руд способных от неспособных; потом на способных поглядим примет надежных, показывающих самые места рудные. Станем искать металлов, золота, серебра, и прочих, станем добираться отменных камней, мраморов, аспидов и даже до изумрудов, яхонтов и алмазов... Богатства России Сибирью прирастать будут.

Михайло Ломоносов

Часть III
РАДУГА

Дорога будет не скучна.
М. Ломоносов

1. В путь-дорогу

Мы постоянно в движении. Если не движется тело, то в движении мысль. Природа этого движения, видимо, и есть та суть человеческого бытия, без которой оно перестает иметь смысл.

Каждый год мы отправляемся на поиски того, что никогда не теряли. Так говорят в народе. Говорят не совсем верно. Мы ищем суть вещей. Ищем со дня своего появления на земле. Движение и есть способ найти сущность бытия.

И каждый год через прошлое Земли мы постигаем будущее Человека. Более того, мы его делаем. И лишь в пути, сравнивая пройденное, можно увидеть главное и на нем остановить внимание, чтобы проникнуть в его природу.

...Уже несколько дней наш автомобиль, крытый видавшим виды тентом, бежит по Забайкалью. В полдень мы отправились по направлению к Борзе и далее на Балей. Шли сначала по Нер-Заводскому тракту, а за Акураем свернули на север и через Курунзулай, Гирюнино, Ильдикан и Алию вышли на балейскую дорогу. Сначала от долины р. Борзи шла сильно всхолмленная степь. На северных склонах холмов — предгорий Кукульбейского хребта — дружные хорово-

ды и толпы березок, лиственниц. А в долине, на лугах, среди разнотравья — светло-сиреневые и бледно-лиловые астры и пушистые, еще не совсем отцветшие эдельвейсы. Они хороши, когда цветут: на белом пушистом фоне — тонкие желтенькие пестики и рыльца, о которые трутся работяги-пчелы и серые полосатые шмели.

Вот и Курунзулай, гора Змеевка. Более трех тысячелетий минуло с тех пор, когда здесь появился древний человек. Он уже умел выплавлять бронзу и делать из нее оружие. Здесь были найдены археологами известные теперь всему миру стоянки бронзового века и более молодые остатки предметов древних металлургов.

Здесь когда-то были, возможно, пределы древних кочевий, здесь начинались гигантские пути гуннов, здесь были воины Чингисхана. Дальше на север — глухая тайга, крутые склоны таежных сопок и верховья одной из красивейших речек юго-восточного Забайкалья — Талангуя. Он берет свое начало в самой высокой в Кукульбейском хребте гольцовой группе — там, где находится один из интереснейших рудных узлов, богатых вольфрамом, оловом, редкими металлами и флюоритом. Не зря тут когда-то обосновались древние рудокопы и металлурги.

Везде тут следы разведок и рудников — Антонова Гора, Арбуй, Алдакачан, Этыка. Нежно-зеленые амазониты Этыки — красивейшие в Забайкалье. Еще в 1938 году рабочие Букуки и Арбуя треста Забредмет вдохновенно готовились к первым в истории Советской России выборам в Верховный Совет, и слава об их трудовых делах гремела по таежным весям Забайкалья. Стахановцы переживающего ныне вторую молодость известного всему миру Калангуя уже в январские дни того исторического года встали на почетную предвыборную вахту. А 27 января 1938 года «Забайкальский рабочий» назвал имена героев. Это были забойщик Ли Лун, отбойщик Лозовой, коногон Орлов, сортировщица Власова.

Сегодня уснули Букука и Белуха, Арбуй и Антонова Гора. Надолго ли? Навсегда ли? Скорее всего — нет. Потому что совершенно не знаем мы поведения оруденения на глубине. Еще нет доказательств отсутствия глубоких этажей оруденения. Не знаем мы, есть

здесь слепые жилы или нет. Ведь не зря сказал когда-то Михайло Ломоносов: «Ищи руду около руды». Слова эти оказались вещими. Пример тому — возрожденный ныне полиметаллический рудный пояс, целая цепь месторождений меди около Удокана, флюоритовые месторождения — спутники Калангуя (здесь теперь подсечено и слепое оруденение), Солонечного, Усуглей и так далее. Все это вселяет надежду, что взойдет для них новая заря, и снова увидит свет знаменитый забайкальский волчец. И добрым словом вспомним мы российских геологов П. П. Сущинского, С. А. Докторовича-Гребницкого, О. Д. Левицкого.

...У Гирюнино долина Талангуя становится просторной, живописной. Талангуй петляет меж гор, то стремительно несется и шумит на перекатах, то тихо вздыхает темными заводями среди склонившихся к воде ильмов и тальников. Здесь, в бассейне Талангуя, целая симфония милых геологу названий бывших и сущих сел. Слева, на самой выси,— знаменитая вольфрамовая Белуха, так и оставшаяся загадкой. А ведь это о ней 7 ноября 1927 года сообщал «Забайкальский рабочий». Здесь был построен рудник, а четыре года спустя — первая в стране фабрика по обогащению вольфрамита производительностью 1000 тонн руды в месяц. По теперешним временам — это небольшое предприятие, но тогда, в годы первых пятилеток, когда только создавалась отечественная вольфрамовая промышленность, пуск его был делом громадной важности. Здесь кипела жизнь, энтузиазм рождал героев труда. И вот теперь — все тихо.

Но эта тишина обманчива. Потому что в душе забайкальца из тех, кто в округе пашет землю, сеет хлеб и пасет скот, теплится искра приискателя и рудознатца.

Нет-нет да и взбудоражит Белуха мечтательную голову геолога. А думать есть о чем — не только не отработано интереснейшее месторождение, но даже не разведано до конца. Как же не думать о ней?

Вот надежда Калангуя — многотрудное Жетково. Скоро, очень скоро будет выдавать оно на-гора прекрасный солнечный камень Забайкалья — флюорит.

...Уже пройден рубеж господства вольфрамовых месторождений, и с Фатимовки, история которой чрезвычайно интересна, начинается самый знаменитый

золоторудный узел. В нем — легендарный своим богатством, неистощимостью и неповторимым рисунком жильных выполнений Балей, россыпи Казаковки и Унды и заброшенные (и как теперь выясняется,— незаслуженно!) Шундуя, Мунга (ведь от мунгов — денег — происходит название) и другие места, открытые старателями.

А Фатимовку открыл некий Хатимовский. Дело было так. Предприниматели Миллер и Хатимовский от концессии кабинета его величества на землях Забайкальского казачьего войска, учрежденного в 1851 году, более половины которого составляли горнозаводские крестьяне, так или иначе знавшие и любившие горное и приискательское дело, еще в начале века вели разведку на золото. В простонародье так и называлась она Хатимовской разведкой. А затем превратилась в Фатимовскую так же, как, например, Хома превращается в Фому.

Так и стали называть прииск.

Помню, впервые я посетил его около 20 лет тому назад. От посещения тех лет осталась запись. Вот она:

«Жил здесь много. Кварц красивый. Часто образует мелкие друзы и щетки небольших кристаллов. В кварце алмазами сверкает цинковая обманка и серебрится свинцовый блеск. А вездесущий пирит, старателями именуемый просто колчеданом, а иногда даже камчедалом, блестит сильнее всего. Его блеск зазывный, игривый, а иногда даже и чуть нагловатый. Это и понятно,— не очень-то он нужен, если золота в нем нет.

Воистину, не все золото, что блестит. Скорее, ярко-то блестит как раз не золото. У него блеск благородный. Но не всегда сыщешь его.

Вот и гонялись за золотом на Фатимовке на одном лишь чутье да фарте. Жил прииск недолго. Золота давал мало. Открылось богатое золото на Балее — сразу же потребовались рабочие руки на дешевое балейское золото. И осиротела Фатимовка. Смолкли в забоях удары железа о звонкий камень, остались неразведанными жилы. Лишь серые отвалы диоритов да гранитов изредка порадуют блеском сульфидов в кварце, и снова все серо, буро и желто от вездесущих деяний холода, жары, дождя и ветра.

И смотрят пустыми глазницами старые избы, и полуразрушенный клуб на пригорке у дороги стоит укором ушедшим отсюда людям.

Остановится мотоциклетный всадник, спешащий по ягоду, осмотрит достопримечательности и поедет дальше.

А солнце каждое утро встает в надежде увидеть на этом веселом месте возрождение бойкой жизни золотого рудника».— Так заканчивалась старая запись.

...Мимо мелькают сопки, петляет дорога, шофер Гена неутомимо крутит баранку, мой московский спутник, любитель камня (кстати, известный химик, один из создателей левомицетина) Юрий Борисович Швецов восхищается неповторимыми забайкальскими пейзажами.

А я?.. Я все еще на Фатимовке, но уже в 1974-м Фатимовка, наконец, дождалась геологов.

Мы приехали туда августовским вечером. Аромат сена и дым вечернего костра, голубою пеленой стелющийся в низине, алый небосклон с тремя лучиками идущего на покой солнца, запоздалый писк птахи — все это умиротворяет душу, дает силы, и возникает редчайшее чувство родства с природой...

Лагерь спал. Было тихо. Так тихо, что казалось слышным движение падающих звезд. В такие ночи ощущается слияние с Вселенной...

Утром солнце осветило зеленый луг, на котором широким полукругом раскинулся палаточный городок геологов Забайкальского НИИ.

Здесь я снова встретил старых знакомых, увидел вдумчивую сноровку и умение быть предельно наблюдательным Юры Дюкова и педантичную напористость Олега Широкого, который искал и нашел возможность использовать скважинный вариант метода использования пьезоэффекта кварца для поисков скрытых под землею кварцевых жил. Теперь он со своими приборами объездил все Забайкалье, его методы применяют на оловорудных месторождениях Дальнего Востока, на месторождениях вольфрама Прибайкалья.

Но вернемся к Фатимовке. Уже звенят тут молотки о лежавшие десятилетия под дождями и снегом камни. Осветились улыбками геологов их свежие ско-

лы. Засверкали друзочки кварца и рассыпанные в нем кристаллы сульфидов. Заиграли скрытые доселе зеленые флюориты и белые кальциты.

Снова возникли споры о будущем непонятного еще месторождения, снова взяты для изучения сотни образцов и проб, снова надо решать, куда направить разведку. Ибо только она, разведка,— Фемида многочисленных идей геологов, она же и скажет, сколько будет руды. А то, что она будет, есть,— мы знаем. Об этом нам уже рассказали обломки кварца, столько лет ждавшие нас.

Вы можете удивиться тому, что по обломкам кварца можно судить о рудоносности жил. Несколько лет назад мы действительно не умели этого делать. А теперь с применением новейших методов исследований это оказалось возможным. Более того, из простейшего, казалось бы, соединения — окиси кремния — сейчас выуживают информацию о былых температурах, давлениях и концентрациях горячих растворов, так называемых гидротерм, порождающих жильные тела (а это и есть руда). Кварц сохраняет в себе дефекты кристаллической решетки, всевозможные примеси, появление которых обусловлено рудным или безрудным процессом минералообразования. По отклонениям от нормального состояния кристаллической решетки этого минерала, а также и сульфидов, которые интересовали раньше только физиков, теперь и мы, минералоги, научились определять не только возможную рудоносность жил или горных пород, но и степень сохранности их от эрозии, глубину распространения оруденения и так далее. И теперь такие, казалось бы, чисто физические свойства природных кристаллов, как термолюминесценция (высвечивание при нагревании), формы их инфракрасных спектров, типы их электропроводности становятся обычными помощниками при разведке и оценке богатств недр.

Не во всех жилах месторождений золота и других металлов есть в достаточном количестве сульфиды. Поэтому и возникла необходимость искать отклонения в свойствах самого, казалось бы, банального минерала — кварца, слагающего подчас всю жилу. Первые результаты не замедлили сказаться. Изучение этого простейшего вещества открыло совершенно новые горизонты познания во всей минералогии. Оно

показало необыкновенную сложность даже в простом. В этой сложности, в этом отклонении от простоты оказались скрытыми важнейшие для практики геологоразведочного дела особенности, обусловленные спецификой образования именно промышленно важных скоплений химических элементов.

Пока я вспоминал давнее и недавнее прошлое и размышлял о чрезвычайно интересных свойствах кварца, мы миновали Жетково и шли к Алие. Она просыпается. Скоро взревут здесь бульдозеры, снимут земляное покрывало древней погребенной россыпи...

Сейчас уже не только в Забайкалье, но и на Чукотке, и на Аляске, которая навсегда останется примером вопиющей близорукости царизма, этих кладезях металла, добывают его из погребенных россыпей, которые из-за их вечно мерзлого состояния отрабатывают... шахтами...

А мимо то и дело пробегают сопки одна нарядней другой — то желто-зеленые ковры солнцепечного разнотравья, то густо-зеленые березовые да лиственные сивера. Дорога перебегает с одного берега Талангуя на другой, мелькают белые перила, гремят деревянные настилы и набегают километровые столбы.

У Алии, где наш шофер Гена выпросил у шедших по обочине дороги девушек букет белых ромашек, лес почти кончился, и вдали показались изогнутые островерхие динозавровые спины Борщовочного хребта. Незаметно вошли в широченную долину Унды, щедрой золотом недр и спелых пшеничных полей. Сперва виднелось старинное село Унда, где лучший во всей округе ароматный белый хлеб. Направо побежала дорога на знаменитый Казаковский промысел, россыпи которого еще в 1838 году открыл штейгер Дубровский.

Впереди открывалась панорама Оноховской и Балейской впадин. Балейская уже раскрыла часть своих загадок. Оноховская только еще по-настоящему загадала. Разгадки — за будущим.

Так и стоит он памятником неистребимой страсти и любви русского мужика к самоцвету.

Ю. Г. А.

2. *Борщовочные самоцветы*

КРИВОНОСОВСКИЕ ШИРЛЫ

Однажды мы подлетали к Балею сентябрьским утром. После разворота на западе можно было увидеть сквозь разорванную кисею тумана возвышающиеся над тайгой останцы жил в борщовочных гранитах. Обрывки тумана цеплялись за их гребни и курчавились. Эти гребни казались когтистыми трехпалыми лапами громадных птиц или чудовищных звероящеров. Их тела поглотило небо, оставив на земле громадные судорожно вцепившиеся в самые ее недра окаменевшие лапы.

В Балее мне всегда хочется заглянуть в прошлое. В то прошлое, когда еще не известны были уникальные жилы, которые принесли ему мировое признание в двадцатом столетии. Мне хочется увидеть еще не Балей, мне хочется увидеть Борщовочный хребет прошлого века, почти нетронутый современной техникой. Ведь, если мысленно убрать следы воздействия человека,— Борщовочный хребет пострясающе красив.

Южные склоны Борщовочного хребта особенно пленительны какой-то дикой, яркой и почти сказочной красотой по утрам, когда небо чистое, а луна уже превратилась в прозрачный призрак и уступила место красному солнцу. Трепещут в объятиях утреннего прохладного ветра сусальные золотинки листьев тополя и березы и пламенеют багровые кусты черемухи и боярышника в долине Унды. Медленно высвечиваются желтые и багряные солнцепечные склоны Борщовки и удивительно четко очерчиваются островерхие гребни скал. И если смотреть на хребет из Балея, они похожи то на спины гигантских доисторических стегозавров, то на семейку диких кабанов, бегущих вверх по склону.

Эти скалы, чаще всего,— останцы жил гранит-порфиров или пегматитов, бывшие выжимки магм,

застывших на трех-, четырехкилометровых глубинах в далекую юрскую эпоху. Тогда все горные породы, слагающие ныне обрамление долины Унды, были глубинными частями земной коры, где под действием тепла переплавлялись древние нижнепалеозойские осадочные толщи. Расплавы захватывали остатки, или, как мы говорим, ксенолиты этих толщ, подымались вместе с ними вверх по расколам в земной коре или застывали на месте.

Те порции магмы, которые были богаты парами воды и летучими элементами — бором, фтором, хлором, подымались в верхние части переплавлявшихся толщ и увлекали с собой кальций, натрий, бериллий и литий. Внедряясь в трещины, они застывали, образуя пегматиты с самоцветами.

Именно здесь, на водораздельных частях хребта, в Борщовочных гранитах в 1830 году впервые были найдены нежно-голубые аквамарины, винно-желтые топазы, дымчатые раухтопазы, черные морионы, розовые турмалины — рубеллиты. Найденные здесь впервые в России малиновые турмалины назывались дауритами (от Даурии), а красные — сибиритами и сибирскими рубинами.

Первые официальные сведения об открытии в Борщовочном хребте этих камней (в частности, топазов и аквамаринов) можно найти в газете «Северная пчела» в № 112 за 1840 год. Но особенно интересна переписка директора Екатеринбургской гранильной фабрики И. И. Вейца и мастера этой фабрики М. Портнягина 1847—1848 годов. М. Портнягин был командирован фабрикой для приискания ограночного сырья. Он открыл в Савватеевской копи огромные розовые турмалины (рубеллиты) весом 8—10 функтов, а в Соктуйском кряже — «тяжеловесы желтого цвета с полевошпатовыми (и) раухтопазовыми кристаллами».

История находок этих ставших затем известными всему миру камней, так называемых «урульгинских топазов», из падей Савватеевской, Семеновой, правой Пашковой и Тулуна — чрезвычайно интересна и поучительна.

Ее начинали простые любознательные русские мужики, охочие до всякого промысла.

...1830 год. Только недавно по Унде-реке, что за Борщовочным хребтом, стали мыть золото из россы-

пи. Об этом весь грамотный горный люд узнал из описания россыпи по Унде, сделанного Александром Ивановичем Кулибиным, сыном знаменитого механика-самоучки. В Горном журнале за 1830 год было рассказано о начале добычи золота у того самого места, где через 100 лет, в 1929 году, станут добывать коренное золото и начнут раскрываться тайны и богатства теперешнего Балея.

Мужики из сел, что на Шилке-реке, не долго думая, отправились на Унду мыть золото. Видимо, таким был и Кривоносов. Как-то идя с Унды на побывку домой в Пешково, заметил он на хребте в скале гранитной будто блестки какие. Подошел ближе и увидел, что в граните-рябчике (так называли старатели письменный гранит, состоящий из закономерных сростков кварца и полевого шпата — микроклина) гнездами сидят голубые да желтоватые кристаллы. Попробовал их добыть — не тут-то было: и высоко, и без кайлы и прочего инструмента — не достать. Приметил он это место и пошел домой.

Дома избу подладил, сена коровенке в копешках поставил, а затем приготовил вроде для охоты снасть, в мешке спрятал кайлу и подался в тайгу.

Как он камни добыл и в каком месте, толком никто не знал, а сам Кривоносов тоже помалкивал. Одно только известно, что пришел он через несколько дней домой, вошел в избу, снял шапку, молча истово перекрестился на красный угол и, чего с ним раньше не бывало, дважды перед иконой отбил поклон, перекрестился еще раз, и уж затем, не оборачиваясь, к удивлению глядевшей на него жены, вымолвил:

— Авдотья, самовар ставь, ись охота, пристал я шибко.

Авдотья искоса глянула на мужика и проворчала:

— Приста-а-ал! Шасташь сколь дней кряду, а невдомек, что деньги опеть вышли. Чем ребятишек-то кормить будем? Другие вон — сеют, пашут, а у тебя все одна блажь в башке.

Кривоносов положил на лавку треух, скинул кафтан и спокойно, будто не слыхал Авдотьиных слов, сказал:

— Не ворчи. Кажись, господь молитвы услыхал. — Тут он вытащил из-за пазухи под рубахой,

подпоясанной сыромятиной, тряпицу, развернул ее и тихо и торжественно позвал:

— Глянь-кось.

На влажной тряпице в грубых ладонях Кривоносова мягко поблескивали голубоватые аквамарины. Их было много. И на их фоне, как на голубом небе, желтыми солнцами сверкали топазы-тяжеловесы. Он то прикрывал, то расправлял свои ладошки-лопаты, и казалось, что в горнице по его воле сказочным образом то светлело, то темнело. Авдотья, глядя на все это невиданное зрелище, вначале застыла, оцепенела, не смея ни слова молвить, ни глаз оторвать завороженных, и злости на мужа как и не было. Она тоже посветлела и засветилась, наконец обрела дар речи и запричитала, пока еще просто так, под действием чар красоты камня:

— Ой, батюшки, ой, красота-то какая! И где ж, ты, Иваныч, добыл их? — тут только до нее дошло, что за фарт выпал на долю ее непутевого мужичонки. И уж серьезно так утвердила:

— Поди, рублев сто отвалят за них! А?

Кривоносов, разделяя бабьи восторги, но уже отрезвевший после того дня, когда привалило ему счастье в одном из распадков Урульги, для солидности крякнул и ответил:

— Где добыл, там и добыл. Не твово ума дело. Сколько за них дадут, не ведаю. А ты язык за зубами держи.— И уже доверительно добавил:— Купца искать буду.

Авдотья сама знала, что дело тайное, подсудное и успокоила:

— Знамо дело, тайну сохраню.— Но уж очень хотелось знать, что же сулит ей Кривоносова находка, и начала снова:

— Сколь, думаешь, дадут за них, а?

— Сказано ,не ведаю,— осерчал мужик и, как бы продолжая думать вслух, добавил:— А прииск раскрывать — себе беду накликать. Вона деды-то сказывают: Гурков, что на Ширловой самоцветы приискал, и всего-то пять рублев от казны получил. За такое-то богатство!

— А ты втайне, скрытно, добывай да купцам, что подале, и сбывай,— посоветовала Авдотья.

— Догадаюсь! — ответил Кривоносов и пригрозил:

— Но, Авдотья, смотри, не брякни кому слово, особливо Сверкунихе, куме своей, не то... у меня, сама знаешь!

— Да, оспоть с тобой, батюшка, Алексей Иваныч, что ты, кормилец,— зауверяла она и принялась разливать чай.

Как долго длилось кривоносово счастье и сколько добыл он самоцветов, никто не знал. Но стали замечать в округе, особенно женщины, что в достатке живет Кривоносиха. Коровенка вторая появилась. И пошли догадки. Одни говорили, что разбоем живет мужик, отбирая с ушкуйниками золото у пришлых людей, которые носили его с Унды в Маньчжурию. Другие уверяли, что приворовывает-де он золото на Унде, третьи — что с нечистой силой водится. Так бы и жили все догадками, если бы не узнали правду.

СВЕРКУНОВСКИЕ ТЯЖЕЛОВЕСЫ

А дело было так. Или почти так.

Сидели на завалинке трое мужиков в ичигах да залатанных рубахах. Одного из них звали Сверкунов. Сидели они да комаров дымом отгоняли.

— Слышь-ко,— вдруг решившись, сказал Сверкунов рябому мужику,— Кривоносиха-то намедни моей проболталась, что мужик ейный ширлу приискал да, сказывает, вроде бы и тяжеловесы. Видать, сбывает гдей-то подале отсюдова.

Мужики так и застыли. Потом рябой-то и сказал:

— То-то справна баба стала, да и ребятишки сыты-одеты бегают. А где приискал-то?

— Так и сказала,— ответил Сверкунов,— держи карман шире. Поди, Ляксей ей-то и не сказывает.

Тут третий из мужиков, здоровенный гривастый детина сплюнул и презрительно высказал.

— Выдала кормильца.

— Баба и есть баба,— ответил рябой.

Сверкунов помолчал и предложил:

— Нам бы, тово, кумпанию сколотить и айда. Авось и мы приищем, а?

Собеседники не сразу ответили, а рябой засомневался:

— Это слово знать надобно...

— Да како там слово!.. Итить надо куды знать, да чтоб жила в граните выходила,— со знанием дела, уже готовый на все, загорелся гривастый. А Сверкунов добавил:

— И чтоб в ей, в жиле-то, просторное место с глиной было: так мужики с Адун-Челона сказывали, да и сам видел.

И теперь только до рябого мужика дошло, почему каждый раз хоронился от всех Кривоносов, отправляясь в тайгу, и почему налегке возвращался.

— А я, слышь-ка, сколь за Кривоносовым-то ни ходил, каждый раз чуял: промышляет он что-то, место, видать, знает, но хоронится.

Сверкунов эдак внимательно поглядел на рябого, а затем лицом посветлел,— осенило его, видно, и высказал:

— Смекаю, однако, в Урульгинску падь итить надо. Утесы там есть.

Много раз Сверкунов со своей компанией или в одиночку хаживал по лесистым северным склонам Борщовочного хребта, но безуспешно.

И вот летом 1839 года снова Сверкунов с мужиками идет тайгой. Они устали. Останавливаются, ищут место для отдыха. Рябому уже надоело это дело, и он, кряхтя, садится на пень, говорит Сверкунову:

— Зряшная, видно, Митрич, наша затея. Какой тут ширл? И камня-то доброго нету...

Сверкунов закуривает, садится на поваленное дерево, молчит и думает. Тяжело дыша, подходит гривастый.

— Уф! Пристал. Всю леву Пешкову падь как есть вымеряли...

— Во-во. Уж который день по распадкам шастам, а толку?.. Видно, придется вертаться не солоно хлебавши,— заскулил рябой.

Но не из таких был Сверкунов. Он решил найти ширлы и утереть нос Кривоносову:

— Эка! Вертаться!.. Зря штоль Кривоносиха-то про ширлу болтала?! Тут он гдей-то! Нам, слышь-ка,

мужики, в праву Пешкову падь ишшо сбегать надобно.

Рябой поохал, покряхтел, а делать нечего: Сверкунов все равно на своем стоять будет:

— Ну иттить, так иттить. Чем черт не шутит... Айда, мужики!

Они свернули в правую Пешкову и подались вверх по ней. Впереди виднелся утес. Продираясь через заросли багула, с трудом вышли к громадному выступу пегматитовой жилы. Сверкунов, как ищейка, будто носом чуя, куда надо бежать, не обращая внимания на усталость, на чертыханье своих спутников, понесся к отдельному выступу утеса, споткнулся, чуть не расшиб колено о глыбу, которая вдруг заиграла зайчиками между бурыми лапистыми пятнами лишайника. Он огляделся и нашел обломок красно-желтого, сверкающего на солнце единственной сохранившейся гранью тяжелого камня. Взял его. Повертел, подержал на весу, почуял, что тяжел он не в пример другим камням, и вспомнил, что видал он такие же камни, но поменьше, на Ширловой Горе. И понял, что нашел тяжеловес. Он принялся оглядывать все лежащие под ногами глыбы и обломки. И тут вроде бы заалело, зазеленело в одной из глыб. Содрал лишайник и увидел полосатый зеленый с малиновым самоцвет. Пригляделся к нему и поморщился — все кристаллы в поперечных трещинах оказались. Сверкунов знал, что все эти обломки и глыбы у подножия утеса свалились сверху. И там, наверху, можно найти гнездо.

Уж близился вечер, косые лучи солнца освещали утес. В одном месте Сверкунову показалось, будто блестит что-то. Он подбежал поближе — и увидел саженях в трех от земли в скале как бы солнечное сияние. Одному было не добраться до гнезда в пегматите. Пришлось звать мужиков, которые, потеряв всякую надежду на фарт, сидели под лиственкой саженях в ста от утеса и наблюдали за Сверкуновым. Они услышали его крик:

— Мужики, идите сюды! Нашел!

Это «нашел» их как будто подстегнуло, и они вмиг, запыхавшиеся, были уже около Митрича.

— Глядите-ка, блестит в утесе.— Все посмотрели на указанное им место и действительно увидели, как

уже не одно, а несколько солнц высвечивало из скалы.

— Да неужто нашли,— враз выдохнули оба, рябой и гривастый, и перекрестились.

— Ладно глазеть-то,— заторопил Сверкунов: уж больно хотелось ему еще сегодня, пока светит солнце, узнать, что же это там, в этом гнезде.— Иван, давай лесину,— скомандовал он гривастому. Тот выбрал средних размеров лиственницу, вместе с рябым они вмиг свалили ее топорами, подтащили к утесу, примерили, обрубили лишние ветви. Сверкунов быстро полез наверх. Чудом держась на дереве, он почти по пояс влез в громадный занорыш с глиной в кварцевом теле пегматита. Такой кварц на Адун-Челоне прозвали маткой за то, что в нем нарождались кристаллы. Загородив собой солнечные лучи, Сверкунов погасил и сказочное сияние граней кристаллов. Руки его нащупали что-то гладкое и большое, с кирпич, а то и больше. Затем он нащупал второй такой же кристалл. Мужикам внизу уж невтерпеж стало: страсть как хочется узнать, что же там Митрич возится молчком:

— Ну как, Митрич?

— Есть там што аль нет?— по очереди прокричали они.

Сверкунов, наконец, очнулся от нахлынувшей радости и завопил:

— Братцы, господь-то смилостивился, тяжеловесы тут, ей-богу. Да большущие.

Тут он попробовал пошевелить кристаллы, и они легко подались. Тогда один из них он с трудом вытащил из занорыша и от радости чуть не свалился с лесины: так заиграли золотистые грани тяжеловеса в косых лучах заходящего солнца. Мужики ошалели и не могли понять: то ли солнце в камне зажглось новое, то ли истинное вдруг замешкалось да за горизонт не закатилось. Но потихоньку камень стал бледнеть, и лишь слабые всплески желтого да красного зарева еще теплились в нем. Солнце ушло на покой. Запахло влажной прохладой. Трудный день оканчивался легкой радостью победы. Сверкунов с помощью артельщиков спустился на землю, держа под мышкой второй кристалл топаза. Его тут же подхватили мужики. Только теперь они могли обратить внима-

ние на размеры и вес кристаллов. Одному из них приписали 25 фунтов весу, а второму — и все тридцать. Отметили, что «и грань на нем бриллиантова и сбою мало».

Стало темнеть. Мужики быстро спустились к воде, развели костер и поставили вариться картошку да чай. Гуранье стегно было загодя сварено.

При свете костра каждый из них уж в который раз, бережно, как дитя, брал в руки камни. Пальцы ощущали ласковую прохладу гладких граней, а внутри кристаллов отражались разноцветными всполохами языки пламени. И все это молча: еще действовали чары первого видения тяжеловесов. Наконец Сверкунов, глубоко и облегченно вздохнув, вымолвил:

— Ну, братцы, дорогой утес сыскали мы нынче. Поди, купец-то Кондинский с тыщу рублев отвалит.

— Фартовый ты, Митрич,— с доброй завистью поддержал рябой. А гривастый Иван заключил:

— Теперь и Урульгинские горы Ширловыми стали.

Так в 1839 году Сверкунов, по сути дела, заново открыл самоцветы в Борщовочном кряже, но уже — в другом месте, «...в утесе, стоящем при вершине правой Пешковой (по другим источникам — Пашковой.— Ю. Г.), с левой стороны»,— как определил это место в рукописных заметках в 1852 году мастер Петергофской гранильной фабрики Г. Пермикин. Топазы Сверкунова в действительности оказались 24 и 27 фунтов весом. Самый крупный — чистой воды, был он продан за 1000 рублей ассигнациями купцу Кандинскому.

В 1839—1855 годах добыча топазов на Урульге имела громадное значение и дала, как сообщает А. Е. Ферсман, «исключительный по качеству материал» (Избранные труды, с. 83).

После открытий Сверкунова место при вершине Правой Пешковой стало именоваться Дорогим утесом. Так и стоит он памятником неистребимой любви русского мужика к самоцвету, памятником глубокого его понимания и трепетного отношения к нему.

СУДЬБЫ САМОЦВЕТОВ

...Осень 1976 года. В перерыве между заседаниями съезда Всесоюзного минералогического общества, в колыбели его, на кафедре минералогии Ленинградского горного института, мы сидим за длинным столом, пьем ароматный чай с кизиловым вареньем и обсуждаем судьбы русских самоцветов. Пришло время по-новому подходить к оценке самого камня, используя арсенал современных методов спектроскопии — в инфракрасной, видимой, ультрафиолетовой областях спектра. Вновь и вновь возвращаемся к истории минералогии, уникального минералогического музея горного института и его экспонатов.

...В 1840 году на сверкуновском Дорогом утесе в Борщовочном кряже нашли гигантский кристалл топаза. По измерениям Н. И. Кокшарова (1866 год), он имел 19 см в длину и 21 см в поперечнике и весил почти 32 фунта (около тринадцати килограммов). Он винно-желтого цвета с бледно-коричневым оттенком и покрыт сложными фигурами растворения. Стоит он на нижней полке пристенной витрины музея горного института и внешне очень скромен. О его забайкальском, урульгинском, происхождении свидетельствует надпись на этикетке.

Другой кристалище — размерами 16×13 см и весом 26 фунтов — был найден в этом же месте в 1845 году. Распределение цвета в нем неоднородно: белая тусклая нижняя часть его сменяется в середине дымчато-бурой, а головка кристалла — то медово-желтая, то дымчатая, в зависимости от того, с какой стороны смотреть. Это свойство по-разному пропускать свет в разных направлениях, называемое плеохроизмом и наиболее эффектное у турмалинов, в топазах встречается исключительно редко и присуще, по-видимому, только «урульгинским» топазам.

Именно об этих уникальных кристаллах известный уже нам М. Портнягин в своем донесении в 1847 году пишет И. И. Вейтцу: «В юго-восточной стороне сей горы, в утесе в $3\frac{1}{2}$саж. от россыпи найдено было богатейшее гнездо тяжеловесов (топазов.— Ю. Г.), из коих два есть единственные в свете по величине кристаллы». Действительно, по тем временам это были крупнейшие кристаллы.

Третий из добытых на реке Урульге в 1859 году уникальный кристалл топаза был поднесен М. Бутиным Александру II. Он также хранится в горном музее в Ленинграде. Вес его составил 25 фунтов 7 золотников, а длина — 64 вершка. Главное достоинство этого уникального кристалла — густой винно-желтый цвет.

Исключительным достоинством многих кристаллов Борщовочного кряжа все исследователи считают их чистоту, прозрачность, глубину и приятность окраски.

Этим не исчерпываются находки самоцветов в Борщовочном кряже. Различных месторождений самоцветов здесь открыто около двух десятков. Все они в той или иной мере изучены и описаны. Все они в той или иной мере — разрабатывались. Но ни одно не только не выработано до конца, но и не разведано. Наибольшая глубина шурфов и шахт не превышает первых десятков метров. Многие из месторождений завалены или чуть вскрыты.

В 1932—1935 годах в Борщовочном хребте поисками самоцветов занималась партия под руководством Г. В. Меркуловой. Даже несмотря на чисто проспекторский характер работ, поблизости от закрытого теперь Пешковского вольфрамового прииска (кстати, совершенно необоснованно, так как теперь работами Б. М. Тунина и других показана высокая шеелитоносность амфиболитов этого участка) на склоне сопки находили глыбы пегматитов с лепедолитом, зеленым или полихромным турмалином. Кристаллы имели в длину 15—18 сантиметров при поперечнике 3—4 сантиметра. Это ли не аналог Савватеевки?

Партия треста «Русские самоцветы» в 1932 году небезуспешно вела поиски и добычу цветных турмалинов месторождения Усовое вблизи от известного Савватеевского. Жилы с серым и дымчатым кварцем, альбитом, черным, малиновым и розовым турмалином, горным хрусталем тогда же эта партия нашла у устья пади Моховой в 15 километрах от села Савватеево. Топаз, полихромный турмалин и смоляно-черный морион обнаружен был в 1928 году А. Н. Ассовским в «яме на Сухой».

В шестидесятых — семидесятых годах возвращались к Борщовочным пегматитам геологические пар-

тии треста «Русские самоцветы» и других специализированных экспедиций. Они осматривали с поверхности старые месторождения, с использованием небольших горных выработок разведывали и отрабатывали мелкие гнезда и уходили. Но до сих пор планомерного и систематического изучения Борщовочных пегматитов не выполнено. И это, несмотря на острую нехватку высококачественного природного сырья для огранки. Самоцветные месторождения Борщовочного кряжа сейчас переживают тот же кризис недоразведанности, какой пережили в свое время месторождения топаза, аквамарина, изумруда и аметиста Мурзинки, Адуя, Липовки, Ватихи, Алабашки, Изумрудных копей на Урале, какой пережили забайкальские свинцово-цинковые месторождения.

СВИДАНИЕ С МОРСКОЙ БОГИНЕЙ

(Странички из дневника)

...25 сентября 1980 года после четырехлетнего перерыва я снова в Балее. Многое здесь изменилось, много появилось нового, но люди, мои старые знакомые, остались теми же добрыми и острыми на слово балейцами. По-прежнему хранит уникальную коллекцию балейских руд в музее Галина Антоновна Питаева, продолжает выпытывать у природы ее тайны Сергей Васильевич Чеглоков. Секретарем горкома стал Максим Юндунович Цыденов, которого я помнил еще рудничным геологом на Тасеевке. Все они чуть-чуть изменились, стали мудрее, но в глазах по-прежнему «горит огонь желанья» открыть новые земные клады.

А я приехал посмотреть на новый кварцевый материал, от которого, как от вестника возможной руды, ждут новой геологической информации.

Несколько дней смотрели мы геологические материалы, оценивали новую схему зональности, предложенную Сергеем Васильевичем; пора было возвращаться в Читу. И тут Чеглоков сообщает нам с Юрием Ивановичем Симоновым, что есть возможность съездить в Борщовочный хребет, посмотреть, что из самоцветов осталось в пади Семеновой. Мы тут же загораемся, составляем план поездки и начинаем к ней готовиться. Решаем отправиться из Балея ранним

утром, чтобы к рассвету быть там, куда можно доехать на машине.

Утро 29 сентября. За окном — туман и промозглый холодок. Проснулись рано, но выехали только в половине седьмого. До отворота в падь Семенову двигались без приключений.

А дальше не повезло: не проехав и пяти километров от отворота в Семенову, засели по самое брюхо. Потеряв почти два часа драгоценного времени на вытаскивание машины, мы отправились вверх по пади.

Дорога шла краем широкой долины. Везде в глубоких колеях стояла вода, и мы поняли, что дальше проехать все равно было бы невозможно. Засесть очень просто могли в любом месте.

Солнце быстро поднималось по ясному прозрачному голубому небу, и свет его разливался по золотым склонам долин. В золотое море осенней тайги на солнцепечных крутых склонах вписывались яркозеленые острова сосен и серые гребни скал борщовочных гранитов. А ровные плоскотины пойм, покрытые бурым голым ерником с пурпурными пятнами голубичников, оранжево-красными осинниками и ольховниками, еще не совсем сбросившими листву, зеленосерые полосы увядшей травы и кочкарника, редкие алые точки перезревших плодов шиповника, темноголубые сморщенные ягодки голубицы дополняли палитру осенней тайги.

Сначала трава и голый ерник казались белесыми от инея. Когда же иней стаял в косых лучах утреннего солнца, и трава, и кусты заиграли самоцветами капель поздней росы. Они словно предвещали удачу.

Мы шли, вдыхая полной грудью аромат осени — прелых листьев, гнили мертвых стволов уже отживших свой век лиственниц, слегка дурманящего запаха багула и чистого воздуха. Увядшая трава шелестела от прикосновения скользящих голенищ резиновых сапог, под подошвами потрескивали сухие веточки, и изредка где-то вверху старый ворон сообщал обитателям тайги о нашем вторжении в ее лениво просыпающееся ,готовящееся к зимнему покою царство.

К одиннадцати часам подошли к подножию хребтика, называемого Золотой Горой. К нему вела трак-

торная колея. У подножия увидели кострище, разбросанные батарейки к электрическим фонарикам и изуродованные штуфы письменного гранита, дымчатого кварца, обломки мелких бледных и мутных кристалликов аквамарина. Стало ясно, что тут побывали хорошо подготовившиеся к «делу» браконьеры. Наше предположение подтвердилось, когда в золе кострища обнаружились серые, обесцвеченные огнем, обломки кристаллов мориона, а на суке сосны заметили крючья из толстой проволоки.

Опять встреча с хитой*, которая никак не хочет уходить в прошлое. До чего сильно держится в некоторой части людей это собственническое начало.

Удрученные и возмущенные, начали подъем по крутому солнцепечному склону, проходя мимо осин, берез и сосен, и вскоре вышли на старую выработку, заложенную в жиле пегматита. Канава, имевшая форму буквы «Г», хорошо сохранилась, стенки ее были сложены письменной и блоковой зонами пегматита. О времени проходки канавы свидетельствовала осина высотою метров пять, выросшая на ее дне.

Письменный гранит во многих местах пронизан трещинами, на стенках которых — прекрасные, с блестящими гранями черные морионы, образующие серии субпараллельно растущих кристаллов (будто кто-то специально и старательно их приклеивал к граниту). В занорышевых пустотах — друзы угольно-черного мориона, в объятиях кристалликов которого иногда вдруг сверкнет зеркальной гранью голубой аквамаринчишко, если он не присыпан сине-зеленой или желтоватой слюдкой.

Осмотрев коренные выходы и поняв, откуда и что тут добыто, решили внимательно перелопатить и осмотреть отвалы. Не сразу и не каждому из нас улыбнулась фортуна: лишь после получаса усиленной работы что-то заголубело в смеси песка, глины, веток, хвои и обломков гранита. Сердце забилось быстрее, руки крепче сжали молоток. Вот он — трехсантиметровый красавец! Правда, природа обошлась с ним сурово — после того, как он вырос из раствора, в занорыш просочился раствор другого, не материнского состава, и вынужден был мой новый знакомец чуть-

---

* Хита — браконьерская добыча ювелирных камней.

чуть потрескаться, чуть-чуть раствориться, отдав новому раствору из своего тела часть бериллия, кремния, натрия, алюминия. И лишь когда новый раствор насытился веществом аквамарина, перестал его щекотать и теребить, снова все пришло в равновесие.

Так на гранях моего кристалла появились продольные полосы растворения, залеченные трещинки, и стал он снаружи невзрачным, лишь отдельные полоски на гранях отсвечивают морской водою в лучах полуденного осеннего забайкальского солнца.

Я держу на ладони редкую находку, поворачиваю ее к лучам светила то одним, то другим боком, и от грани к грани, от края к краю перекатываются в кристалле сине-зеленые морские волны, и будто выходит из морской пены на золоченый осенью берег прекрасная зеленоглазая морская богиня, рожденная огненной стихией подземного жара и прохладою морских пучин.

И вот уже везет не только мне. Юрий Иванович тоже радостно восклицает и любуется маленькой находкой.

Взяв образцы пегматитов, присвоив им номера и сделав необходимые записи, мы готовы продолжать путь.

Однако было уже за полдень, и было решено подкрепиться сухим пайком. После трапезы тронулись дальше. На всем пути попадались нам только-только вскрытые эрозией выходы пегматитов. В дневниках появились новые пометки, и путь продолжался.

Мы не ставили себе задачу набрать камней: надо было убедиться в том, что много жил еще не тронуто, что их надо поточнее привязать, нанести на карты, организовать специальные поисково- или разведочно-эксплуатационные отряды и серьезно вернуться на незаслуженно забытые копи и жилы Борщовки.

А ведь падь Семенова и соседний Тулун давали редкой красоты истинно аквамариновые сине-зеленые камни. С аквамарином, по свидетельству Портнягина, изредка находили и топазы. А один из них, добытый в 1853 году, по словам очевидцев, был прекрасен.

Довольные великолепным ясным днем и сбывшимися надеждами, скорым шагом, уже перед заходом солнца вернулись мы к машине, которую Григорий

Иванович развернул и вывел на сухое место. Он, как истинный таежник, без дела не сидел — в машине лежало штук сто ерничных веников-голиков.

...Утро 30 сентября занялось серенькое, но в гостиничной комнате было тепло. Собирая образцы, разложенные на столе, подоконнике, на свободной кровати, я с удовольствием брал их, рассматривал, медленно заворачивал в бумагу, складывал в рюкзак, снова переживал наш поход на пегматиты и все больше утверждался в мысли о необходимости организации эксплуатационно-разведочных работ для добычи самоцветов в Борщовочном хребте.

В одиннадцать часов утра уже запускал движки Ан-24, в креслах которого мы сидели, ожидая взлета.

Осталась внизу панорама Балея с изрытой драгами долиной Унды, с карьерами, фабриками и всем тем, что сразу же выдает горняцкий город.

И уже сверху опять открылась панорама Борщовочного хребта. Была в разгаре осень, и внизу, под крылом, двигались желтые волны осеннего таежного моря. Гребни волн — ряды зеленых сосен. Их тела — золото лиственниц и берез. Все освещено неярким мягким пастельным солнцем.

А по небу плывут серые размазанные перисто-слоистые облака...

НАС ЖДУТ ДОРОГИЕ УТЕСЫ

Александр Васильевич Татаринов, с которым нас связывает давняя дружба (да и альма-матер у нас одна — Казанский университет), долго и кропотливо изучал многие из пегматитов Борщовочного хребта. По его данным, здесь известно множество пегматитовых тел, по строению и минеральному составу близких тому же Дорогому утесу или Савватеевским копям. Изучение самих Борщовочных гранитов свидетельствует о том, что мощнейшие минералообразующие процессы с высокой активностью летучих компонентов, особенно фтора (без него — нет топазов) и бора (без него нет турмалинов), были проявлены практически везде, но вскрыты выветриванием только останцы — гребни скал — там, где уже эрозией содраны породы палеозойской кровли гранитов. Там, где эти гнейсы и сланцы сохранились, можно ожидать

еще невскрытые эрозией месторождения. Особенно плодотворными могут оказаться поиски в краевых частях остатков палеозойской кровли.

В то же время не следует, видимо, надеяться только на такие объекты, как Завитая (хотя находки их и возможны): как правило, крупные и наиболее совершенные кристаллы топаза, аквамарина, ювелирных турмалинов встречаются в сравнительно небольших по мощности и протяженности жилах. Учитывая среднюю длину жил — 100—300 метров, можно, исходя из опыта, полагать, что разведка уже известных месторождений (Савватеевское, Киберевское, Семеновское, Тулун, Ургучан и др.) необходима по крайней мере до глубин 100—150 метров со сплошной выемкой жил: ведь пропустить гнездо размером в несколько десятков сантиметров очень просто. На большинстве известных копей Борщовочного кряжа, как показали посещения их летом 1983 года, старые выработки пройдены до глубины не более восьми метров, а в отвалах прошлого века всегда можно найти морион, топаз, аквамарин, желтый или коричнево-желтый гранат, турмалин. Они — не случайность, а прямое свидетельство того, что самоцветы тут ждут своего часа.

Для решения задачи необходимо иметь поисковые и эксплуатационно-разведочные партии, хорошо оснащенные современной техникой. К сожалению, до сих пор для уникального по богатству самоцветами района нет даже специализированной карты распространения пегматитовых тел. Как же можно надеяться на успешные поиски самоцветов?

В настоящее время проблема поисков и добычи ограночного материала остается одной из важных. Решение ее в пределах Забайкалья возможно, по крайней мере, в ряде районов.

По-прежнему очень перспективными остаются Брощовочный кряж, Адун-Челон, Шерловая Гора. Уверенно заявляет о себе и Центральное Забайкалье. Правда, еще не добыто здесь кондиционного сырья, тем не менее в Яблоновом хребте в нескольких местах есть находки аквамарина, мориона и воробьевита. В юго-западной части Яблонового хребта уже добывают крупные кристаллы полихромных турмалинов, которые отличаются зональным распределением

окраски: внутренние зоны, как и везде, сложены густо-малиновым рубеллитом, а внешние — желто-оливковые. С ними вместе находятся топазы и воробьевиты. Надо заметить, что такие же кристаллы были известны в Борщовочных пегматитах. Подобное распределение окраски — и в мощных пегматитах афганского Нуристана. В настоящее время на мировом рынке особенно высоко ценятся именно густо-малиновые турмалины. К перспективным надо отнести и Каларский район, где уже известны находки топазов и воробьевитов. Особое место на севере Забайкалья и юге Якутии занимают районы, где открыты месторождения нефрита и ювелирных разновидностей лилового и сиреневого канасита, вместе с с чароитом, оранжевым тинакситом и зеленым эгирином слагающего ставшую уже всемирно известной чароитовую породу. На Бамбуйке найдены ярко-зеленые иллитсодержащие кварциты, по качеству не уступающие добываемым в Индии. Забайкальский Север дал нежно-розовые тулитовые и светло-голубые диопсидовые породы, которые с успехом можно использовать как отличный ювелирно-поделочный камень.

В этой связи хотелось бы подчеркнуть, что практику экспорта чароитового, нефритового и другого камня в сырье или в крупных грубых изделиях следует признать неправильной: продавая за границу уникальное сырье с целью легкой сиюминутной выгоды, мы совершенно обесцениваем его.

При оценке перспектив старых районов юга и юго-востока Забайкалья необходимо преодолеть пессимистические представления и организовать планомерные систематические работы по поискам и эксплуатационной разведке.

Самоцветы — особый вид минерального сырья. Поэтому при его поисках и добыче надо пресекать любую возможность утечки в частные коллекции как ограночного, так и коллекционного материала. Кстати, рациональное использование этих месторождений требует обязательного учета и добычи коллекционного штуфного и, нередко, облицовочного материала. Реализация первого через торговую сеть, а второго через поставку отделочным строительным организациям — одно из важнейших условий повышения эф-

фективности добывающих предприятий. В самом деле, чем не украшение коллекции или интерьера — со знанием дела вырезанный (а затем отшлифованный) или просто выколотый по спайности письменный гранит, запасы которого неисчислимы?

В настоящее время у нас на Урале и за рубежом снова возрождены старинные промыслы штуфов для коллекционеров-любителей. Уже более полутораста лет существует, в частности, фирма Кранца, имеющая филиалы во многих странах Запада. В наше время она вновь в расцвете сил и поставляет на мировой рынок прекрасные образцы минералов.

Раз любовь к камню непреходяща во все времена, значит, и этот вполне естественный интерес к нему, спрос на него, должен быть удовлетворен с выгодой для неразделимых частей общества — личности и государства.

Преемственность интересов поколений — залог того, чтоб «не распалась связь времен». Наша задача — способствовать этому.

Борщовочные тяжеловесы и ширлы не сказали еще своего последнего слова, свидетельством тому служит знание условий нахождения урульгинских самоцветов и сама история их открытия и освоения.

Мы смотрим на камень не как на элемент богатства, роскоши или наживы, а как на элемент красоты, частицу того прекрасного, среди которого и легче и лучше жить.

А. Е. Ферсман

3. Сердоликовое ожерелье

У МОРЯ ТОРЕЙСКОГО

Я давно мечтал увидеть месторождения цветных камней междуречья Онона и Аргуни. Давно манили меня старинные рассказы об истории находок цветных камней, самоцветов, о заброшенных теперь местах их добычи. Хотелось посмотреть огромные покровы базальтов, в которых зарождались эти удивительные творения природы — миндалинки с агатами,

халцедонами, сердоликами, аметистами. Давно хотелось увидеть истинные масштабы того, о чем раньше читал или слышал.

Еще в двадцатых годах нашего века академик А. Е. Ферсман, который по сути дела владел всеми материалами по разведке и добыче цветного камня, говорил о совершенно мизерных наших знаниях истинных запасов цветного камня. С тех пор мы почти ничего не сделали для возрождения былой камнерезной промышленности. И это — в Забайкалье, которое поставляло в Европу лучшие топазы и аквамарины! Я не говорю уже о славе зеленых аргунских яшм, обрабатывавшихся в Нюрнберге и хранящихся ныне в Эрмитаже. А «нарочито огненного цвету» сердолики, виденные на Ононе еще Палласом, а громадные жеоды с аметистами с Мулиной горы, до сих пор составляющие гордость Горного музея в Ленинграде? А удивительные полосатые сердолики и сардеры с оранжево-красными внутренними зонами Билитуя, ставшего предметом хищнических сборов теперешних собирателей камня? А базальтовые берега Тореев, усыпанные сердоликами? А полихромные турмалины и топазы Борщовочного хребта? Всего не перечесть.

И недаром А. Е. Ферсман говорил: «...огненные или кроваво-красные оттенки... огромное разнообразие моховых и дендритовых агатов все же выдвигали эти камни, и они из Забайкалья попадали в государственные гранильные учреждения».

Совершенно не знаем мы распространение кахолонга — красивого белого камня. Лишь в 1978 году появились исследования забайкальских кахолонгов. Их выполнили в Минералогическом музее Академии наук СССР им. А. Е. Ферсмана Г. П. Барсанов, М. Б. Чистякова и М. Е. Яковлева. Оказалось, что халцедоновый кахолонг очень сильно обезвожен по сравнению с другими халцедонами и опалом. И белые корочки кахолонга являются продуктами дегидратации халцедонов и опалов в сухом климате Южного Забайкалья и Монголии. Ведь и название камня — монгольское, «кашилонг» означает, вероятно, прекрасный камень. Он действительно прекрасен в изделиях. Например, из забайкальского кахолонга исполнен был на Петергофской гранильной фабрике

в 1916 году георгиевский крест для Николая II, а также его барельеф.

Той же Петергофской гранильной фабрикой очень высоко ценились забайкальские сердолики, агаты и синие халцедоны. Гранильная фабрика, по свидетельству А. Е. Ферсмана, «...пользовалась каждым случаем, чтобы побудить нерчинское горное начальство добывать или скупать эти камни, но обычно это не удавалось, и только изредка на фабрику прибывали большие партии камня (например, в 1851 г.— 1 пуд сердоликов и агатов)». «Забакалье является одним из исключительно богатых драгоценными камнями районов СССР,— заключил академик Ферсман.— Несомненно, что будущее забайкальских драгоценных камней обеспечено не только из-за богатств, таящихся в самих недрах, но и в связи с благоприятными условиями их залегания».

Я привожу эти сведения, чтобы оттенить необходимость возрождения добычи цветных камней и обработки их на месте, у нас в Забайкалье. На месте, потому что только при обработке камня выявляется его действительная художественная ценность и можно отличить ценное сырье от бросового материала, возить который на далекие растояния нет никакого смысла. Так или иначе, надо хотя бы часть наиболее интересных месторождений увидеть, оценить, пусть даже и визуально, и попробовать обработать некоторые из разновидностей камня.

...И вот мы в пути. Уже вечер. Степь в десятке километров от Онона. Луна. Догорает костер. Уже село солнце, озарив красным закатом размазанные по западной кромке горизонта перистые облака. Мы пьем чай. Пахнет дымом смоляных сосновых сучьев, сухим сеном и ночной степью. Аромат смолистого дыма привезенных нами с собою из тайги сосновых сучьев придал запахам степи особый, неповторимый привкус. Стало спокойно и даже торжественно. Степь в ясные лунные августовские ночи почти всегда торжественна. Торжественно и строго молчит всё, очарованное серебристым лунным сияньем. Даже неугомонные кузнечики почувствовали это сказочное состояние бескрайнего сияния и затихли. Костер догорел, и красные угли, по которым пробегают таинственные всполохи умирающего огня, тоже угасли.

И все с упоением отдает себя этой неземной, бестелесной власти лунного света.

Назавтра наш путь лежал к монгольской границе. Мы осмотрели громадные выходы базальтов по берегу одного из озер и нашли множество миндалин с агатами и халцедонами. Нередко в них обнаруживались жеоды с дымчатым кварцем или аметистом. Здесь были яшмы и халцедоны, пропитанные ярко-зеленым селадонитом, которые итальянские мастера прошлого называли веронской землей. Мы находили все переходы от чуть окремнелых желваков, художественная ценность коих проявляется только после распиловки, до настоящих сиреневатых и голубоватых халцедонов.

Мы радовались находкам, радовались тому, что даже простое геологическое картирование этих базальтов позволит ограничить участки, где можно организовать пробную их добычу и обработку. Во всяком случае, материала для изготовления заколок, брошей, подвесок и прочих украшений здесь более чем достаточно.

Нагрузив до предела рюкзаки ,мы отправились к Торейским озерам. Здесь по их берегам, сложенным крупными покровами базальтов, издавна известны россыпи халцедона и сердолика. О них знали далекие наши предки еще в каменном веке. Именно из них древние мастера изготовляли иглы, шилья, ножи, скребки, наконечники стрел и всевозможные украшения.

На всем протяжении пути к озеру встречались халцедоны, агаты и даже нежно-зеленые их разности, а внизу, в бечевнике на побережье озера,— и золотистые, иногда огненно-красные сердолики.

Здесь озеро вписано в дугу обрыва черного базальта. Голубое небо и вода, контрастирующие с черными и черно-бурыми скалами, придают всему ландшафту неповторимую дикую красоту. Озеро — громадное, несколько десятков километров. Оно то серо-зеленое, то пепельное, то опаловое, то ярко-голубое. Иногда оно кажется могучим бескрайним морем. Ветра нет, а волны набегают на берег и со звоном перебирают камни, отделяя драгоценные оранжево-красные сердолики от черного базальта. Вода соленая, почти горькая, как в море. Она кажется густой,

и не брызги, а соленые шарики разлетаются в стороны от удара волн о камни.

Мы остановились там, где черная стена базальта, едва покрытая травою, близко подходит к воде, оставляя узкую полосу раскаленного пляжа. Босиком ходить почти невозможно ни по пляжу, ни в воде: или обожжешь подошвы или раздерешь их об острые куски базальта. Черно-рыжая стена базальта, его глыбы и обломки, почти черный песок с ярко-оранжевыми вкраплениями сердоликов, желтовато-белые кальцитовые розы, напоминающие окаменелые морские звезды, белые и пепельно-серые агаты создают неповторимое сочетание с голубым небом и волнующимся морем.

Здесь все знойно, все пышет югом.

Все это неподвластно воображению. Оно постигается только присутствием.

Эти чары, это волшебство может быть только в самом центре Азии и нигде больше: знойное волнующееся водное пространство в черном ожерелье базальтов, украшенных огненным полыханием сердоликов.

Только теперь, воочию увидев это, я понял безудержное стремление сюда Обручева, Потанина, Козлова. Их манила необузданная, дикая и всеобъемлющая красота земли, еще не тронутой цивилизацией. В самом деле, в одну сторону, куда хватает глаз — голубые волны моря, а в другую — золотисто-зеленая рябь ковыльной степи. И кажется, что с юга появятся высокогрудые белые громады парусов, а с севера — табуны диких Чингисхановых коней с золотисто-желтыми гривами. И диким гортанным гиканьем, звоном шпор и клинков огласится окрестность, и громом среди ясного неба покажется топот десятков тысяч копыт.

И притихнет ветер. И застынут в беге своем пепельно-серые волны...

Мне не удалось увидеть, что было дальше. Из глубины веков вернул в действительность зов прозы жизни — наш шофер Гена, на все руки мастер, сварил обед.

Жарко палит солнце. Мы с удовольствием поглощаем дымящийся чай, который тоже кажется расплавленным сердоликом; прикидываем, сколько и

какого камня можно добывать на склонах окрестных сопок.

И снова и снова я пытаюсь понять, почему мы так трудно идем на возрождение этой древнейшей отрасли промышленности. Ведь именно теперь чрезвычайно обострился спрос на природный полированный камень. И как ни парадоксально,— именно теперь, когда синтез способен дать нам великолепные рубины, изумруды, фианиты, гранатиты, цитрины (лимонно-желтые разности кварца), горные хрустали, дымчатые кварцы, аметисты и даже алмазы (из... воздуха!),— вдруг люди ощутили голод в природном камне.

Как это ни парадоксально, человеку всегда хочется не того, что уже есть. Наступил предел насыщения искусственным во всем — тканях, коже и в камне. Мы стали лучше жить, и уже можем себе позволить украсить себя и жилище вечным и всегда модным камнем. Стремление к прекрасному (необходимость его!) заложена в самой сущности не только развития, но и зарождения личности. Что может быть более прекрасным (соразмерным), чем созданное самой природой?

Ничто, кроме созданного ею.

В этом и проявляется психологическая обусловленность стремиться заменить все искусственное природным. В том числе — и камни. И вот когда появилась потребность в изделиях из камня, удовлетворить ее нечем — нет еще в Забайкалье соответствующей отрасли промышленности (если не считать камнерезного цеха в организованном в 1978 году в Чите экспериментальном предприятии художественных промыслов, который, погубив массу первоклассного камня, так себя и не проявил).

Необходимость скорейшей организации государственного освоения месторождений цветного камня сейчас стала особенно остро еще и потому, что с каждым годом катастрофически возрастает число безграмотных в минералогии собирателей камня. Они не только хищнически добывают камень, но и губят все совершенно не описанные, не изученные природные минеральные образования и даже целые месторождения. Речь идет не об истинных коллекционерах,

а о лихоимцах природы, о своеобразных браконьерах — хищниках.

Известны случаи, когда лихие добытчики камня из Москвы, Ленинграда, Еревана и других центров без всякого на то разрешения вывозили сотни килограммов великолепного, подчас первосортного ювелирного сырья из южного Приаргунья и распоряжались им по собственному усмотрению.

Безусловно, возродившееся стремление украшать себя и быт вечным и непреходящим красотою своей камнем — естественно. Камень должен приносить радость людям. Но — не добытый путем хищнического предпринимательства или полученный каким-либо незаконным способом. Горные породы и минералы — суть неотъемлемая часть недр. Последние принадлежат государству. И только оно через местные Советы вправе организовать добычу и художественную обработку камня. Можно с уверенностью определить, что за последние годы усиливавшейся хищнической добычи только в Забайкалье утрачено сырья не на одну сотню тысяч рублей.

Даже простые расчеты показывают, что сувенир из агата или сердолика рядовых сортов на флюоритовой или гранитной (не говоря уже об амазонитовой или офиокальцитовой) подставке, судя по тому, что предлагается покупателю в Свердловске или Челябинске, может быть с успехом продан в магазине за 15—40 рублей.

А ведь на изготовление его расходуется не более 200—300 граммов агата или сердолика и до 1—2 килограммов материала на подставку. Стоимость одного килограмма флюорита, не говоря уж о граните, едва превышает 40—50 копеек, а труд на распиловку, шлифование и полировку по существующим расценкам едва превышает три рубля.

Главная ценность сувениров — в камне. Сувениры же для подношений делаются из лучших, уникальных камней, каждый из которых имеет громадную художественную ценность: даже в коллекциях Горного музея в Ленинграде, Минералогического музея Академии наук СССР им. А. Е. Ферсмана и Эрмитаже нет образцов, равных по ценности тем, которые так бездумно и расточительно раздаются выше- и сбокустоящим товарищам. Попав однажды в част-

ные, подчас неумные руки, эти шедевры безвозвратно утрачиваются наукой и культурой.

Разбазаривая поделочный камень, мы утрачиваем и большое количество валютного товара, который может и должен пополнять золотой запас страны.

К счастью, уже есть. Основы законодательства о земле. Нужен закон о недрах. Его применение более всего необходимо именно в деле охраны от расхищения цветного камня. Он же требует и организации разумного использования цветного камня.

Но вернемся к Торейским озерам.

Даже беглый осмотр месторождений цветных камней Торейской впадины и окружающих базальтовых покровов дал нам многое. Мы убедились, что они в числе других могут быть источником добычи сырья для камнерезной промышленности. Надо их только разведать и подсчитать запасы. Мы собрали целый рюкзак халцедонов, агатов и сердоликов. Их ждут лаборатории. Там их разрежут, отшлифуют, узнают состав. И мы познаем еще одну тайну, в которой скрыта суть вещей.

СКАЗКА БЕЛОГО ОЗЕРА

На юге Забайкалья, там, где древний золотой Онон огражден от бескрайних всхолмленных степей хребтом Эрмана, между поросших ковылем сопок покоится гладь Цаган-Нора — Белого озера. Южный берег его — коренные черные и бурые базальты. Они полого уходят в воду. Тысячелетиями набегают на берег волны, разрушают базальты и вымывают скрытые в них миндалины, каждая из которых — каменная сказка.

Волшебством веет от озера ночью... Серебристо-белая луна... Цаган-Нор... Белое Озеро... Серебристо-белые блики лунной дорожки... Расширяясь, она бежит от берега вдаль. И зовет. Зовет туда, где еще не был, туда, где другие горы и другие камни... Они на самом деле везде разные и везде — другие...

Сегодня мы облазили большую часть громадного базальтового покрова и теперь, поздним вечером, на освещенном мягким лунным светом берегу озера у догорающего костра вспоминаем азарт поисков кварцевых жеод, миндалин агатов и халцедонов. Мы до-

вольны. Наши надежды сбылись. Все было сегодня — и неожиданные вскрики радости находок голубых тонкополосчатых агатов, и восторг открытия тайн, когда под ударом молотка внезапно лопался невзрачный шарик — миндалина — и на ладони раскрывался сказочной красоты каменный цветок: в тонкой агатовой скорлупе вдруг загораются кристаллы нежно-фиолетовых аметистов или дымчатых раухтопазов.

Но к восторгу примешивается и какое-то чувство утраты — нежнейшее и совершеннейшее создание природы грубо разрушено, некоторые кристаллы сломались и никогда больше не возникнут вновь. Утешаем себя тем, что не разрушая миндалины, не узнали бы их внутреннего богатства. Но разбивать все же жалко, и другие, уже не разбивая, прячем в порядком отяжелевшие рюкзаки. Их много здесь, этих удивительно правильно образованных шариков, эллипсоидов и овоидов. Среди них нет ни одного одинакового по форме или расположению и цвету полос, цвету кристаллов кварца — от бесцветного, голубого, зеленоватого до сиренево-фиолетового.

Фиолетовых мало. Они, аметисты, бывают только в закрытых неразрушенных миндалинах. Вчера мы нашли очень крупную лепешку. Радости, казалось, не было конца. Но, увы,— уже сегодня часть фиолетовых кристаллов на солнце выцвела. Я вспоминаю старые указания академика Александра Евгеньевича Ферсмана о том, что даже на знаменитой Ватихе на Урале он замечал, как прямо на глазах бледнела или полностью исчезала фиолетовая окраска некоторых аметистов, вынутых из земли. Горщики, дабы сохранить окраску, хранили тальянчики в темноте, завернутыми в мокрые тряпицы.

Тогда еще минералоги не знали, почему обесцвечивались на солнце не только аметисты, но и флюориты и другие камни. А теперь мы знаем, что под действием ультрафиолетовых лучей солнца разрушаются многие красящие центры в кристаллах, в том числе и в аметистах. Эти красящие центры обязаны нарушениям в кристаллических решетках. Кванты ультрафиолета дают такой толчок застрявшим в энергетических ловушках по пути на свои места электронам, что те возвращаются на присущий им энергетический уровень. Разрушается дефект в ре-

шетке, а с ним и красящий центр, создающий аметистовую окраску.

Мои спутники погрустнели, увидев блеклые чуть зеленоватые аметисты. Я же попытался ободрить их, пообещав священнодействием при помощи рентгеновского или гамма-облучения вернуть былую красоту найденным кристаллам.

Шофер Гена проявил завидную наблюдательность. Он заметил удивительное постоянство последовательности в строении миндалин. На самом деле, постоянство последовательности выделения минералов в миндалинах поразительно. Сначала образуется тонкозернистая корка из халцедонов или агата. Она становится барьером между горячим раствором и быстро охлаждающимся или уже охладившимся базальтовым расплавом, излившимся на поверхность земли.

И вот теперь, когда защита от быстро меняющихся внешних условий создана ценой несовершенства первых микроскопических кристалликов кремнезема, из оставшегося менее концентрированного раствора вырастают по радиусам к центру параллельно-шестоватые сростки белого кварца. Головки кристаллов в этих сростках, если им удастся дорасти до центра, окрашиваются в фиолетовый или дымчатый цвет.

После аметиста или раухтопаза, если в жеоде еще осталось место и в растворе есть углекислота и кальций, вырастает прозрачный ромбоэдр кальцита. Если раствора больше нет или он израсходовал все растворенные в нем вещества,— остается пустота...

...Мы молчали. Небо прорезала падающая звезда и потухла. Тихо плещет вода, смывая базальты и вылизывая из них миндалины. Неугомонный Гена, поворачивая палкой красноватые угли, неожиданно спрашивает:

— А почему в одних миндалинах кристаллы фиолетовые, в других дымчатые, а большинство вообще чистые, как бы без цвета?

Мне трудно сразу ответить просто и понятно и, подбирая слова, объясняю, что в разных частях базальтовых магм, в растворах, из которых возникли миндалины, примеси были разные. Там, где их не было или они не сумели войти в узлы кристаллической решетки кварца, кристаллы его выросли бесцветным горным хрусталем. Где к концу роста в

кристалл сумели войти ионы алюминия — возник дымчатый хрусталь, или раухтопаз... А аметисты обязаны своим цветом примеси железа, потеснившего кремний в узлах решетки кварца. Это привело к ее дефектности и появлению бездомных электронов, возмущающих взаимодействие решетки и солнечного света.

Гена удовлетворился моим ответом и пошел при свете фары любоваться кристаллами. А мы с Юрием Борисовичем, моим московским гостем, страстным любителем камня, молчим, думаем о прошедшем.

А может быть, о будущем.

Льется на воду волшебный свет луны, и мне чудится, что я слышу, как кто-то невидимый навевает мне легенду о том, как когда-то, очень давно, много миллионов лет назад космический гигант, блуждая в окрестностях солнечной системы, издали увидел прекрасную голубовато-зеленую Землю. Ее огромный шлейф, совершенные формы и нежный блеск пленили его. И решил он овладеть прекрасной незнакомкой. Но не лаской, а силой своей огромной. Она отчаянно сопротивлялась. В яростном противоборстве покрывалась она ранами. Они были огромны. Они зияли. Через них выплескивалась кровь Земли — огненно-красная магма. Громадными потоками извергалась она на космического пришельца. Но не жаром, а только ласковым и теплым прикосновением показалась она гиганту, жаждущему любви.

И... растаял он в нежной ласке земной крови.

И соединились: кровь Земли — магма и тело космического гиганта. И воспылала любовью к космическому пришельцу красавица Земля, и от соединения крови Земли и космического чудища в застывшей магме, впитавшей в себя тело и соки его, возникли голубые, зеленые, желтые и огненно-красные, как в спектре радуги, агаты, отливающие неземным блеском.

А внутри их — как само совершенство — полные сверкающих граней кристаллы горного хрусталя и плоды умиротворения грозных стихий — чудесные и загадочные бледно-фиолетовые аметисты, другая часть радужного спектра.

...Видение исчезло. От костра остались лишь красные угли. По ним изредка, то вспыхивая, то угасая,

пробегают синие огоньки. И вот уже только красные всполохи и черные пятна, чередуясь и покрываясь сизой пленкой, остаются свидетелями огненной стихии.

Лишь серебристый блеск луны и лунная дорожка остались неизменные и обещали вечность. Медленно набегали на базальтовый берег волны и вылизывали из него миндалинки, тайну которых мы будем постигать завтра.

Мы осмотрим все площади распространения этих удивительных земных творений. Оценим их количество. А потом рука камнереза превратит их в радующие глаз кабошоны: подвески, кулоны и вставки перстней. И будут они приносить людям счастье.

ОТ НЕВЫ ДО ТУЛДУНА

...Пасмурное серое небо. Суровая и величавая Нева. Широкая каменная лестница. Торжественный портик, опирающийся на двенадцать колонн дорического ордера...

Перед колоннадой по сторонам лестницы — герои античных мифов, высеченные из серого камня. Слева — властитель подземного царства Плутон, овладевший Прозерпиной*, а справа — Геракл в последнем рывке уже оторвал от Земли теряющего силы Антея.

...В Ленинграде вечер. Я жду трамвай, который увезет меня в гостиницу. И хоть вижу я скульптурные аллегории Демут-Малиновского и Пименова, мысли и чувства еще там, внутри этой каменной громады на невской набережной, в зале, где в позолоченной витрине с кариатидами, которые подпирают потолки Горного музея, выставлены почти синие халцедоны, громадные сардеры и сердолики из Забайкалья. Их привезли с Тулдуна, впадающего в Еравнинское озеро, еще в прошлом столетии.

В трамвае, а затем в гостинице меня не оставляют эти камни. И уже я вижу бездонную синь неба, багровые закаты и блики солнца в лежащих на дне речки халцедонах.

Скорее домой, в Читу.

---

* Прозерпина — дочь богини растительности Деметры, ставшая владычицей подземного царства минералов и руд.

...Полночь, тихо колышут эфир фортепьянные пьесы Шопена, и ритмика звуков незаметно сливается с гармонией цвета камня.

И снова возникают чудесные каменные саги Горного музея. Мне страстно хочется узнать, где же этот сказочный Тулдун, где найдены эти необыкновенные халцедоны.

В руках увесистый том «Избранных трудов» А. Е. Ферсмана. Трепетно пробегаю предметный указатель. Вот оно — Тулдун, страница 273! Читаю: «По-видимому, исключительно богатым агатами является Еравнинское озеро, на СЗ от Читы (150 в), в Верхнеудинском округе. Здесь, при впадении в озеро речек Тулдуна и Тунгузевки, отмечается огромное количество гальки сердолика (красного и желтого).

К сожалению, мы совершенно лишены геологических описаний этой местности, и, насколько мне известно, ни один минералог не посещал этих месторождений. Между тем те образцы, которые приходилось видеть в музеях и, в частности, в Музее Горного института, рисуют поразительное богатство различными видами голубого (почти синего) халцедона, агата, сердолика густого кровяно-красного и других разновидностей. (Значит, и Александр Евгеньевич был поражен и очарован этими волшебными камнями! — Ю. Г.). Было бы весьма благодарной задачей посетить район и выяснить запасы, свойства и происхождение цветного камня».

Значит, и он загорелся идеей увидеть их. К сожалению, мечта его не сбылась. Александр Евгеньевич во время своего первого путешествия в Забайкалье летом 1915 года был слишком поглощен идеей поисков алюминиевого сырья, а фактически, как он сам сообщал в письме Владимиру Ивановичу Вернадскому 27 июня 1915 года из Верхнеудинска (ныне Улан-Удэ.— Ю. Г.), «заразился» цеолитами и набрал два пуда друз этого минерала. Позже, в 1929 году, он снова был в Забайкалье. Тогда его интересовали самоцветы Шерловой Горы и Борщовочного кряжа, вольфрамовые месторождения Букуки и Белухи, балейское золото и забайкальские флюориты. А сердолики Тулдуна он так и не увидел, хотя посвятил им многие строки в своих замечательных книгах.

Узнаю от бывалых людей, что доехать туда очень просто.

А затем выяснилось, что еще в 1934 году В. П. Рыловникова осмотрела россыпи в устье речки Тулдуна, и лаборатория треста «Русские самоцветы» признала тулдунские сердолики непригодными для ювелирной промышленности из-за малых (2—3 см) размеров.

Но ведь в музее Горного института выставлены громадные образцы — более 10—15 сантиметров. Не давали они покоя геологу Владимиру Ивановичу Финько. Через двадцать четыре года, в 1958 году, он пошел вверх по речке и тут же заметил, что галек халцедона становится все больше и больше, размеры их тоже растут. И вот оказалось, что в среднем течении речки стали попадаться камни величиной с баранью голову. Это была уже победа. Владимир Иванович занялся разведкой отдельных участков широченной и живописной долины и к 1962 году установил, что здесь можно добывать больше двух тысяч тонн прекрасного камня. А три года спустя сто семнадцатая экспедиция треста «Цветные камни» на участке всего две тысячи квадратных метров просто с поверхности собрала 600 килограммов халцедоновой гальки, из которых 123 кг оказались пригодны для технического использования и ювелирного дела. Вот вам и мелочь, негодная для промышленности!

Все это я узнал после, а пока было только страстное стремление увидеть, потрогать эти уникумы в поле.

И вот закончены сборы, мы в пути. Выехали только к вечеру, часов в пять: все что-то не ладилось, затем заправлялись, меняли колесо. Хотели уже отложить на завтра. Но решили во что бы то ни стало выехать. И поступили правильно. Заскочили по пути на потухший вулкан Кадидушка в бассейне речки Джилинды, впадающей в Витим, и на четвертый день не без приключений добрались до Еравнинских озер.

Быстро устроив лагерь ,уже вечером побежали на устье Тулдуна. Хотелось как можно скорее увидеть долгожданные «халцедоши» (так ласково окрестил тонкозернистые кварцы один из больших знатоков камня балейский геолог Сергей Васильевич Чеглоков).

В прибрежном песке и галечнике были только мелкие кусочки агатов и сердолика. Пробегав часа два, почти до захода солнца, так и не нашли ничего интересного. Вечером, залезая в спальные мешки, мы с Юрием Борисовичем обсуждали неудачу и тешили себя надеждой найти что-нибудь стоящее выше по течению реки.

Наши надежды оправдались — уже после устья левого притока речки пошли самые разные халцедоны, сердолики, агаты.

Снова вечер. Мы стоим лагерем в среднем течении Тулдуна. Поляна среди густых зарослей. Догорает костер. Языки огня быстро и жадно облизывают красные смолистые корни сухой лиственницы. Сильный ветер срывает кончики языков пламени и искрами разбрасывает их. Фонтаном красных извивающихся змей летят они ввысь и незаметно растворяются в темноте. Лишь на северо-западе, там, куда спряталось солнце, ярко светится зеленовато-желтая полоса неба. Низы облаков чуть-чуть озарены и просвечивают розоватыми краями густоокрашенного сердолика. Свет отражается в рябом зеркале заводи Тулдуна, и силуэты пушистых лиственниц кажутся погруженными в неровно светящуюся воду. Кажется, вот-вот выглянет из воды какое-нибудь сказочное существо, по ветвям деревьев взберется на небо и снимет с него покрывало туч.

Ветер разогнал тучи, и на черном небосводе зажглись первые звезды. И уже ковшом своим зачерпнула Большая Медведица тулдунской водицы, плеснула по небу, и засверкало оно яркими сердоликами.

Умиротворенные добрым началом тулдунских поисков камня, идем спать.

И пусть снятся нам сказочной красоты самоцветы, и пусть встретим мы их завтра в галечных косах и на веселых перекатах загадочного Тулдуна.

Утро было холодным и ясным. Северный ветер гнал серенькие тучки и заигрывал с вершинами лиственниц. Наскоро позавтракав, мы отправились на поиски. Камни, один великолепнее другого, стали попадаться так часто, что мы не успевали удивляться. Один из них, самый красивый, кроваво-красный, я нашел совсем случайно. Из песка высовывался лишь его бочок с пятачок. И только подкопав со всех сто-

рон влажный песок, удалось вытащить громадный, как бычье сердце, камень. Вот откуда его название: сердца лик — сердолик. Все были в восторге и прыгали от радости.

Часть камней собрали в ручье. Их очень хорошо видно, когда они отсвечивают красными бликами в рябинках воды. Тулдун был мелководен, на перекатах зарос тиной. Как длинные грязно-зеленые бороды тянутся заросли тины и ряски по воде, закрывают от нас камни. Сдираем их молотками и носками резиновых сапог, но безуспешно. Уж очень не хочет Тулдун расставаться со своим богатством.

А богатство это громадно. На протяжении более десяти километров вся его долина содержит множество технического и ювелирного камня. Ведь данные, которые получил Владимир Иванович Финько, касаются только тех участков, которые он разведал. А разведал-то всего незначительную часть громадной халцедононосной площади. Сам Владимир Иванович сообщает, что изучил россыпь только на глубину шесть метров. А что можно ожидать глубже? Ведь речные отложения Тулдуна и его притоков, слагающие всю громадную ровную его долину размерами не менее пятидесяти квадратных километров, формировались по крайней мере миллион лет, и все это время размывались миндалекаменные базальты, образовавшиеся еще раньше. Коренные выходы их остались только в верховьях Тулдуна. А ведь именно в результате разрушения этих базальтов освобождаются миндалины халцедона и агата, которые затем попадают в галечники, перемываются, окатываются и отлагаются водными потоками.

ОРАНЖЕВЫЕ ПЕРЕКАТЫ

Уже третий день мы дышали ароматом готовящейся к осени тулдунской долины и не могли нарадоваться тому, что сумели попасть сюда. Здесь необыкновенные, освещенные солнышком полянки, усыпанные ромашками, дикими астрами и эдельвейсами, густые лиственничные рощицы, разгуливающий по широкой долине легкий ветер. А Тулдун то привольно петляет по всей ширине долины, то задумчиво ше-

лестит в обрамлении густого тальника, то прозрачно и весело журчит на перекатах.

Его дно все как на ладошке. Солнце пронизывает слегка взволнованную ветерком воду и яркими искрами зажигает оранжевые, багровые и огненно-красные сердолики. Вытащенные из воды, они кажутся иногда алыми, и, если сквозь них посмотреть на солнце, может показаться, что в руках — живое трепещущее сердце,— так переливаются в камне потоки света. Но не только на песчаных косах и дне Тулдуна мы находили миндалины. Собирали их на пашне, выковыривали прямо из почвы на всем громадном пространстве долины. Они торчали в траве, выделяясь на ее зеленом фоне белыми или ржаво-белыми пятнами опаловых выпотов. Кожица бурого ожелезненного опала покрывает целые отпрепарированные миндалины. Поверхность корочки повторяет ее неровности, и она очень похожа на картошку или гигантский земляной орех. Трудно бывает сразу раскусить его, понять, что таит он в себе — оригинальный рисунок агата или сердолика или просто массивный одноцветный халцедон.

Пожалуй, именно вдали от русла Тулдуна, в надпойменных террасах его долины, сохранился самый лучший декоративный и ювелирный материал. Здесь на глубине до 5—6 м — самые благоприятные условия для превращения светлых халцедонов в сердолики. Под светло-коричневой корочкой всегда идет наиболее яркая оранжево-красная кайма. Она постепенно сменяется голубовато-сиреневой, иногда голубовато-розовой. Нередко внутри камня выявляются сине-фиолетовые линзы, или зоны, намного повышающие его художественную и ювелирную ценность.

Как же возникает сердоликовая окраска? Все, кто сколько-нибудь часто и близко имел дело с этим камнем, знают, что он встречается только в россыпях. Чаще всего — в погребенных. Густота красной и оранжевой окраски обычно уменьшается от поверхности к внутренним частям камня. Кроме того, она образует своеобразные ореолы вокруг трещин. Иногда, как это часто бывает в образцах с Билитуя (к несчастью, почти разграбленного нынешними хищниками), окраска распространяется не только от внешней поверхности камня, но и от поверхности внутренних пустот.

Так и кажется, будто камень пропитывался, насыщался животворной кровью.

На самом деле густота окраски зависит от степени окисленности и гидратированности примеси железа, которое в момент образования миндалины было в двухвалентной форме, а затем под действием кислорода воздуха и воды в почвенном и подпочвенном слоях окислилось с образованием тончайших иголочек и пластин оранжевых и красных лепидокриокита, гетита и гидрогетита.

А природа окраски голубых и светло-сиреневых халцедонов до сих пор до конца остается непознанной. Правда, в одном из светло-сиреневых образцов нашего халцедона в лаборатории доктора физико-математических наук Ивана Васильевича Матяша в Институте геохимии и физики минералов Украинской академии наук при изучении спектров электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) обнаружены загадочные парамагнитные центры, совсем не похожие на центры фиолетовой окраски аметистов. Только съемка спектров ЭПР при температуре жидкого азота может здесь помочь нам. Расшифровка природы этих центров, быть может, позволит получать искусственные кремни нежно-лиловой и нежно-сиреневой окраски. И, кто знает, может, удастся выращивать целые гроздья каменной сирени.

На берегах Тулдуна, на песчаных отмелях сопровождали нас не одни только счастливые мгновения находок различных халцедонов. Мы видели множество разбитых молотками и варварски уничтоженных уникальных камней. Это следы собирателей-хищников, не знающих камня и не понимающих его истинной ценности. Чабаны рассказывали нам, что каждое лето здесь бывают бородатые люди, которые беспрепятственно целыми мешками увозят красные камни, а после себя оставляют груды изуродованных халцедонов и сердоликов. Мы видели эти кладбища камня.

Спрашиваем у пастухов, знают ли они, что тулдунская земля хранит огромные богатства. Для всех это было откровением. Пришлось показать им наиболее красивые образцы и рассказать о необходимости беречь богатства недр от расхитителей. С сожалением ощущаешь равнодушие местных органов власти к тому, что безвозвратно гибнет валютное сырье

и прекрасные музейные образцы.

Несмотря на очевидную ценность и высокую практическую значимость, месторождение до сих пор не осваивается якобы потому, что размеры и выход кондиционного сырья невелики, хотя многие специалисты справедливо считают тулдунские халцедоны, особенно сердолики, одними из лучших в стране.

Очень часто миндалины оказываются полыми внутри, а стенки полостей устланы щетками кристаллов кварца — молочного, горного хрусталя, дымчатого раухтопаза, сиреневых и фиолетовых аметистов. Умело разрезанные, в необходимых случаях приполированные, они могут быть проданы как штуфы. Их с радостью приобретают коллекционеры. Если же внутри миндалин нет кристаллов, они с успехом могут быть оправой для настольных часов, календарей, термометров и т. д. Опыт изготовления и успешной реализации таких изделий уже накоплен в Европе.

...Время, отведеное на посещение Тулдунского месторождения, заканчивалось. Мы собирались уезжать, унося с собой радость познания камня, сожаление о его непростой судьбе и надежду, что скоро, очень скоро, багровые, огненные и оранжевые сердолики будут своим загадочным блеском радовать глаз многих. Они украсят обитые бархатом витрины ювелирных магазинов, а оттуда придут в наш дом. Они будут гореть ожерельями, бусами опоясут лебединые шеи красавиц, будут мягко светиться в оправленных черным серебром кабошонах, пламенеть во вставках и перстнях. Они принесут радость и будут охранять счастье — так говорили знатоки камня древнего Востока, так думаем и мы.

Прощальный вечер. Трещат сухие смолистые ветви старой засохшей лиственницы. Разлетаются и гаснут искры. Небо удивительно чистое. Звезд так много, что оно искрится. Луны еще нет, и на закате чуть-чуть светло. На фоне бледно-розового, почти белого неба четко очерчены вершины притихших деревьев. Ветра нет. Речка тихо шепчет тальнику ночные сказки. Он пригнулся к воде и ласково шелестит в ответ позолоченными листьями.

...Костер почти догорел. Уже ничего не видно и трудно писать. Но на смену огню подымается ночное

светило. Оно уже наполовину ущербно. И как бы отражая преломленный сердоликом солнечный свет, оно чуть-чуть подернуто красным. Оттого свет слаб и неверен. Писать больше нельзя. Надо спать. Завтра — трудное, но радостное дело полевой камеральной обработки и упаковки собранного богатства и двухдневный путь домой, в лаборатории.

Прощай, Тулдун, прощайте, светлые поляны, густые лиственничные рощицы и искрящиеся под солнцем, покоящиеся на дне твоем камни.

...Мы собрались и двинулись в путь.

ВИТИМ

Миновали широкие межгорные долины и достигли Витима. Подъехали к берегу, встали в ожидании переправы. Я вышел из кабины, подошел к облизанным водой глыбам коренных пород, выступающих из реки. На левом берегу за галечными отмелями торчали выступы серых скал. Витим уверенно катил свои волны к северу. Переправлялись с той стороны на плашкоуте люди, кони, машины. Они шли на север — на Багдарин, дарованный когда-то богом смелым и неугомонным землепроходцам, златоискателям, стремившимся на Амалат, на Лену-реку, на Карафтит.

...Вспоминались старинные царские указы и грамоты, в которых частенько предписывалось поименно «бирючам Евсютке Седельникову да Ф. Кривенцову», сотникам да воеводам о надобности «розыска и добычи» известного исстари в Сибири да Забайкалье сердолика. В 1696 году молодым Петром I нерчинскому воеводе предписывалось: «Ведомо нам, великому государю, учинилось, что по Витиму-реке, которая идет из Камена и пала в Лену-реку, есть камень сердолик. И как к тебе сия наша, великого Государя, грамота придет, а буде впредь Иркутска на тое Витим-реку и на иные реки учнут промышленные люди для своих промыслов ходить и тем промышленным людям приказывать, что они, ходя на промыслах, сыскивали каменя сердолика и иных каких вещей с собою».

Я думал о былых походах удальцов, а плашкоут уже достиг середины реки. Скрипел от натуги канат, бурлила у старого обшарпанного руля вода. Все

было спокойно и величественно, как и сто и триста лет назад. По берегам уже золотились березы и лиственницы и дул нелегкий острый ветер. Я надел свою видавшую виды кепчонку и пошел к машине.

Нам было не по пути с Витимом. Мы возвращались домой, на юг.

...На ночлег остановились, проехав километров семь от Телембы, на большой поляне с редкими крупными лиственницами.

Догорал закат, и запад светился. А когда солнце село, деревья необычайно четко, до каждой мельчайшей веточки, выделились на фоне яркого светло-желтого, почти белого горизонта. Они казались нарисованными уверенной рукой невидимого художника... Слабо очерченные перистые облака были подсвечены снизу и тоже оттеняли четкие рисунки одиноких деревьев.

Я никогда раньше не наблюдал закаты так много и так часто. Может быть, поэтому воспринимаю их необычно остро. Они каждый день разные, совершенно несхожие, но всякий раз волшебно красивы. Не любоваться ими нельзя. Как нельзя не любоваться любым проявлением красоты, особенно в самой первозданной и никогда не повторяющейся природе.

...Утро.

И снова — в путь. Впереди Чита, а затем Шерловая Гора и Адун-Челон, легенды о самоцветах которых уже пережили не одно столетие.

Здесь, как говорит предание, добывались лучшие топазы и аквамарины.

А. И. Кулибин

4. Трехглавая кладовая

ШИРЛОВЫЕ КОПИ

Прошло уже более тридцати лет, а я все еще помню сверкающие гранями золотистые топазы, выставленные в строгом старинном зале геологического музея Казанского университета. Рядом с ними крупные бледно-голубые тяжеловесы уральской Мурзинки

казались блеклыми и невзрачными.

Еще более поразили тогда длинные и прозрачные, как струи горного водопада, аквамарины. А этикетки сперва таинственно нашептывали: «Шерловая Гора», а затем призывно звенели: «Забайкалье!»

Тогда, еще первокурсником, я не знал, что суждено этим двум названиям из юношеской мечты сделаться явью, что суждено мне будет с трепетным ожиданием чуда искать в старинных отвалах Золотого отрога, Лукавой сопки, Гопеевской горы, Карамышевского отрога, шахты купца Поднебесных и других легендарных уже теперь копей топазы и аквамарины, что суждено будет коснуться месторождений самоцветов, доставивших славу России...

...Мы приехали на Шерловую после обеда. И, наскоро успев поесть, тут же побежали на изрытые в прошлом промышленниками склоны трехглавой Ширловой горы. Сколько радости было от первых находок всего лишь маленьких голубых обломков трещиноватых кристалликов! Опыт приходил быстро. И уже охотились за кусками сине-зеленой землистой скородитовой массы, которая, казалось, вся пронизана была прозрачными голубоватыми и зеленоватыми шестигранниками. А если вместе с аквамаирном попадался еще и бесцветный, а особо везучим — и золотистый топазик,— восторгам не было пределов.

Конечно, мы прекрасно знали, что найти в этих, на сто рядов перерытых отвалах что-либо из уникальных кристаллов, собратья которых прославили эту гору, было почти невозможно. Но чары легенд так одолевали, что мы забыли о времени, об усталости и о наших желудках. И только к вечеру, когда косые лучи закатывающегося за гору солнца уже не согревали нас, а пыл прошел, мы опомнились.

Вечером в одном из домов на окраине старого поселка, вплотную прилепившегося к горе, мы разглядывали наши трофеи. Лишь единицы камней могли напомнить о том, что дарила Шерловая старинным добытчикам за многие годы своей непростой истории.

Минуло более двух веков с того момента, когда нерчинский казак Гурков в 1723 году в осыпи нашел первые аквамарины и золотистые топазы. Почти год

шло до северной столицы это известие. И только в декабре 1724 года государственная Берг-Коллегия, учрежденная Петром I, постановила: «За сие открытие велено выдать ему в награжденье пять рублей».

Вот официальное признание открытия и заслуг приискателя, нашедшего громадные богатства.

Но пройдет еще более тридцати лет, прежде чем эти месторождения с ширлами и тяжеловесами посетят служившие при дворе иностранцы Е. Патрен и П. Паллас. Патрен дал первое детальное описание месторождений. Оно было настолько полным, что, по словам А. Е. Ферсмана, В. Севергин счел возможным перевести с французского эти «Заметки о минералогии Даурии», вышедшие в свет в 1791 году. «Кристаллы аквамарина имеют иззелена-синеватый или иссиня-зеленоватый цвет, величина их разная, прозрачны, обыкновенно бывают невелики». Но уже в 1796 году здесь было добыто пять пудов ограночного материала, а в 1810 и 1811 годах — по одиннадцати. К 1788 году правительство Екатерины II, после описания месторождения Палласом и Георги, приказало передать все разработки в ведение управления горных заводов, а место было названо Ширловой Горой. До этого разработки находились в ведении иркутского губернского начальника.

В старину в Сибири и Забайкалье ширлами именовали горщики аквамарин и другие столбчатые прозрачные самоцветы. Поэтому название — Ширловая — было очень точным. Когда, кто и почему трансформировал его в Шерловую — сказать трудно. Ведь шерлами называют черные турмалины, которые вместе с аквамаринами и топазами в грейзенах и жилах этого месторождения встречаются очень редко. На старых атласах и картах (даже в «Атласе СССР» 1956 года издания) значится Ширловая Гора, а вот в геологической литературе уже в начале нашего века месторождение именовалось Шерловогорским.

В течение примерно четырех десятков лет, вплоть до двадцатых годов девятнадцатого столетия, добыча ювелирного сырья на Шерловой Горе переживала необыкновенный подъем. Наиболее богатой оказалась Миллионная копь. Была она вскрыта шахтой глубиною до 17 метров и подземными выработками общей длиной до 35 метров. И сейчас еще в отвалах этой

шахты можно найти хорошие кристаллы, особенно после ливня. Потоки воды вымывают их, и они сверкают на солнце. Здесь добывали крупные, до трех — пяти сантиметров длиной, кристаллы дымчатого кварца и врастающие в них и между ними удлиненные кристаллы прозрачного аквамарина.

В то же время разрабатывались копи Гопеевской горы, описанные в 1819 году Лосевым и в 1829 — А. И. Кулибиным: «Бериллы и топазы находились в сей горе в виде наноса, прямо по вскрытии дерна, между разрушенной породой, смешанной с большим количеством железной охры... Здесь, как говорит предание, добывались лучшие аквамарины и топазы».

Добыча велась, главным образом, на южных безлесых склонах горы, хотя глыбы гранита и топазового грейзена видны были и на поросшей березами северной стороне. «Покать сия,— пишет далее Кулибин,— хотя и состоит из этого же гранита и, по всему вероятию, должна заключить месторождения тех же цветных камней, но она исследована весьма мало. Причины сего должно искать в самой неудобности такового исследования, потому что прежними шурфами, находящимися ближе к вершине горы, нежели к подошве, при углублении их более сажени не могли еще пробить россыпи, состоящей из разрушенного гранита».

Показательно и другое — каждый этап изучения и разработки месторождения ,который сопровождался затратой достаточных средств на проходку новых выработок даже с поверхности, приносил успех.

Так было с Миллионной ямой, которая дала десятки пудов кристаллов. Углубил ее читинский ювелир А. Зубрицкий в 1916 году и получил новые партии отличного ограночного сырья, которое поставлялось в ювелирную мастерскую. По предположениям, высказанным В. Х. Шамсутдиновым, она находилась в Чите, на углу нынешних улиц Профсоюзной и Калинина, т. е. там, где был ювелирный магазин. Кусанинская (Куцанья), или Миллионная яма дала, по мнению А. Е. Ферсмана, самое большое количество хороших аквамаринов. По его заключению, она «...возможно, при дальнейшей разработке даст еще немало хорошего материала».

Иркутский купец Н. Ф. Поднебесных в 1912 году на свой страх и риск организовал проходку горных выработок на косогоре, соединяющем сопки Обвинскую и Мелехинскую, почти на самой границе гранитов и роговиков. Эти работы были очень успешными. Тут находили в землистой массе окисленного арсенопирита скопления аквамаринов до одного пуда весом ,и состояли они из кристаллов длиной до 15—20 сантиметров. Кристаллы образовывали гнезда, которые рабочими назывались «ширловыми копями». Отдельные такие гнезда аквамарина весили до 15 кг. А одно из гнезд жилы «Поднебесных II» имело объем до трех кубометров! Консультировавший Н. Ф. Поднебесных геолог П. П. Сущинский в описании месторождения, ставшем теперь классическим, в 1925 году сообщает: «Добываемые здесь кристаллы аквамаринов ,за исключением тех, которые обрастают пленкой зеленого скородита, являются прозрачными, довольно приятного голубого цвета и здесь... была добыта Н. Ф. Поднебесных не одна партия аквамаринов, годных для ювелирных целей. На эту копь следует обратить особенное внимание в случае начала более правильной разработки и добычи драгоценных камней на Шерловой Горе».

Но в 1915 году уже во всю шла мировая война, и Поднебесных отвлекли от добычи самоцветов другие заботы. Копь осталась не выработанной. Сам П. П. Сущинский на старой выработке на юго-восточном склоне Гопеевской сопки нашел довольно много крупных кристаллов бесцветного топаза. За месяц работы в выработке было добыто несколько великолепных щеток с крупными (до 6—7 см высотой и до 5 см шириной!) кристаллами голубоватого топаза. Здесь же были найдены и крупные (до 15 см в длину и 4 см в ширину) кристаллы раухтопаза с мелкими аквамаринами.

По сути дела, любые геологически грамотные начинания на Шерловой Горе на протяжении почти 200 лет давали хорошие результаты.

А это что-нибудь да значит!

СОКРОВИЩА СТАРОГО ЧУЛКА

В 1967 году группа ленинградцев во главе с З. И. Жильцовой обобщила все данные по самоцветным поделочным камням Забайкалья. В этой работе они рассказали о попытках разведки Шерловой Горы, которые по сути дела так и не смогли доказать, что самоцветы там уже выбраны, но и похвастать геологам было нечем.

Самым невероятным кажется нам умение старателей почти безошибочно находить богатые самоцветами места. Ведь если посмотреть на трехглавую Шерловую Гору издали, то окажется, что старинные ямы и копи прослеживаются по вертикали почти на 50—100 метров и более, а это значит, что для поисков новых богатых топазами и аквамаринами гнезд надо углублять старые выработки. Ведь так делали П. П. Сущинский и Зубрицкий и не оставались в накладе. Ни одна выработка не вышла на глубине (а глубина-то самая большая 17 метров) из кварцево-топазовых крейзенов, в которых и находятся скопления самоцветов.

Недавно ушел из жизни один из могикан старой Шерловой Горы старатель Алексей Григорьевич Федоров. Много разного о нем говорили: и доброго и недоброго. Но было в этом сухом крепком старике выше среднего роста, с бородкой клинышком, то неистребимое уважительное отношение к камню, что и у всех русских мужиков — у Кривоносова, Сверкунова, Гуркова. Все, даже знаменитые уральские горщики Сергей Хрисанфович Южаков и Андрей Лобачев, с любовью описанные А. Е. Ферсманом, сочетали «со старанием» (старательством.— Ю. Г.) на потребу мечтательную любовь к камню». Федоров великолепно знал и Шерловую Гору и Адун-Челон. Старался он или один, или с сыновьями, которые помогали ему в свободное от работы время. Но старик не видел у них особой чуткости к камню и еще в начале шестидесятых годов как-то скорбно заметил одному из геологов: «Вот умру, и сыны дело мое забудут». Очень сожалел, что не нашлось человека, которому смог бы передать все, что знал. А знал он очень много. Да и камня первостатейного у него тоже хранилось изрядно из того, что по условиям договора со

Свердловской гранильной фабрикой он считал вправе оставить себе. Но вместе с этой глубокой бескорыстной любовью к самоцветам в нем непостижимо уживалась и мужицкая заскорузлость. Только в редкие минуты тихого и мечтательного застолья он вдруг проникался безграничным доверием к собеседнику (благо тот не просил в подарок кристаллов, а только молча слушал и поддакивал) и тогда говорил свое заветное: «Ну, старуха, неси одеяло». Это означало, что его древняя подружка должна достать старое байковое одеяло, развернуть его и дать своему Григорьичу вспомнить былое, помечтать и (чего греха таить) похвастать перед добрым человеком.

Старик брал в руки чулок и осторожно высыпал на черное одеяло голубые огни топазов.

Дело бывало под вечер, и через боковое тускловатое окошко едва проглядывал свет. И полутемная комната, и стол, и стоящие у самовара граненые стаканы с густым золотистым чаем — все вдруг озарялось. Все молча взирали на изобилие самоцветов, охваченные невиданным волшебным зрелищем. Сухая рука старика ласково перебирала вспыхивающие в косых лучах солнца кристаллы, а сам старик был не здесь, а где-то в тридевятом царстве, а может быть,— просто взору его представлялись не найденные еще, но скрытые в горе за его хибарой гнезда с самоцветами.

Затем он торжественно доставал из того же чулка топазовое ожерелье, долго держал его на ладони и говорил:

— Вот, нанизал на нитку старухе лучшие самые, в Свердловске гранили их, а она не носит. Тяжелые, говорит.— И, вздохнув, добавлял: — Так и пропадет добро.

Он складывал ожерелье в кучку к топазам, которых было не менее килограмма, все — один к одному, и мечтал:

— Эх, за бульдозер отдал бы их! Вот добыл бы камень!

С этими словами он снова складывал все в чулок, заворачивал в одеяло, а старуха убирала их в потайное место.

Сначала все молчали, затем снова пили чай. Уже темнело. И тогда Алексей Федоров утверждал:

— А главную взятку с горы еще не взяли.

И никто и ничем не опроверг его предсказаний, ибо лучше него Шерловую Гору в наше время не знал никто. Свидетельством тому служат добытые им и сданные на Свердловскую гранильную фабрику только в 1951 году 112—115 килограммов первосортного сырья.

К сожалению, он не мог, да и не хотел, видимо, преодолеть в себе собственника, и никому так и не оставил ни своих секретов, ни знания месторождения. Но это была его беда. Он был из тех людей, о которых Александр Евгеньевич Ферсман после общения с уральскими горщиками отмечал в своих заметках: «Для местных крестьян «камень божий» несомненно является продуктом общей земли, как бы национальной собственностью народа, и никому нельзя запретить его добычу. С этой психологией уживается какая-то смутная идея общенациональной собственности». Вот с такой психологией, только, может быть, чуть больше мелкособственнической, и прожил на Шерловой Горе до конца шестидесятых годов последний из подлинных горщиков Забайкалья.

Но с уходом из жизни знатоков камня самоцветы не исчезают.

Сегодня не найдется ни один геолог, который решился бы сказать, что слава Шерловой пережила ее самое, что нет больше в ее недрах благородных каменьев.

Ведь если подытожить все, что сделано, то окажется, что знаем-то мы это уникальное месторождение только на глубину до восьми метров, а до 17 метров добрались только в одной точке.

Подтверждением сказанному служит опытное возобновление добычи аквамаринов и топазов в течение непродолжительного времени одной из партий экспедиции «Байкалкварцсамоцветы», которая, даже несмотря на преступно плохую организацию работы, доказала, что камень есть, качество его хорошее и дело можно вести с прибылью.

ГЛАВНАЯ ВЗЯТКА

Давайте еще раз пробежим ее прошлое и вспомним, что же еще подарил «за пять рублев» людям

простой мужик Иван Гурков. Мощный подъем добычи самоцветов, как вы уже знаете, был в конце XVIII—начале XIX века, а затем к 1820 году он резко спал. Лишь отдельные старатели еще добывали камень тайком.

После этого почти целое столетие мало кто тревожил Шерловую. Земли были отданы б. Кабинетом царского правительства под конный завод, и только старики поминали былой фарт да добычу.

Потом пошли одно за другим открытия золотоносных россыпей на Унде, по Урюму, на Каре, Казаковке. К этому прибавилась работа в Борщовочном кряже на открытых к тому времени копях самоцветов: не до сомнительных удач тут было.

В 1910 году месторождения самоцветов на Шерловой Горе были отданы в концессию великих князей Кирилла, Бориса и Андрея Владимировичей. Эти великие мира царской России резко повысили арендную плату за горные отводы, и доступ к добыче камня прекратился вовсе.

Но тут произошло событие, которое на многие годы предопределило Шерловой Горе совсем иную судьбу.

Все началось еще в 1896 году, когда Н. А. Корзухин указал на возможность добычи россыпного вольфрамита, а М. М. Тетяев официально подтвердил это в 1911 году (правда, если уж быть точным, первым описал волчец все тот же Патрен в 1791 году).

К этому времени оживилась и добыча самоцветов Поднебесных и Зубрицкого, но с началом первой мировой войны уже не самоцветы, а инструментальная, броневая и артиллерийская сталь потребовалась стране. Понадобился вольфрам. Это вызвало увеличение его добычи, которую тогда организовали на средства Кабинета его императорского величества.

Вольфрамит на Шерловой Горе особый — сильно железистый, и называется он ферберитом. Добывали его из россыпей. Много сделал для познания минералогии вольфрамита не только Шерловой, но и других месторождений деятельный и плодовитый геолог и прекрасный минералог П. П. Сущинский.

К этому времени относится и открытие на Шерловой висмутина — сульфида висмута. Он — лучшее сырье для производства висмутовых мазей и прочих

медикаментов, столь необходимых фронту. Он же необходим и для различных легкоплавких сплавов, в том числе и типографских.

Во время войны в 1916 году Забайкалье давало стране не только вольфрам, висмут и золото. Уже в 1915 году на Рутайском руднике были добыты первые пуды молибдена.

После революции Шерловая Гора не осталась в стороне от требований разрушенного войной хозяйства Советской республики. В ответ на саботаж прежнего руководства вольфрамового рудника и копей, рабочие прекратили добычу вольфрамита и самоцветов, и предложили областному горному и хозяйственному Совету национализировать рудник. Предложение было принято, рабочие сами подготовили всю техническую и производственную документацию. Результаты сказались сразу: за четыре месяца 1918 года добыча вольфрамита составила 88 тонн против 53 тонн за 1916—1917 годы.

В 1918 году разработка месторождения велась трестами Редэлемент и Редмет.

Еще в 1917 году П. П. Сущинский предположил возможность присутствия здесь месторождений оловянного камня — касситерита. В 1928 году Анатолий Капитонович Болдырев, крупнейший советский минералог, создатель знаменитого курса «Высшей минералогии», открыл промышленные россыпи касситерита.

Заключительным аккордом открытий богатств Шерловой Горы стало коренное месторождение олова. Это сделал Н. В. Ионин в 1930 году.

Но не только оловом оказалась богата эта большая сопка, сложенная черными от включений мельчайших табличек железистой слюды — биотита — роговиками, кварцевыми порфирами и взрывными брекчиями. Месторождение оказалось комплексным — олово, свинец, цинк, индий и многое другое можно извлекать из этих очень трудных для переработки руд.

И если до сих пор не разгадана загадка шерловских самоцветов, то упорнейшие оловянные руды — тоже орешек не из простых. Запасы месторождения велики, а взять их — очень не просто.

Но уже создана на Шерловой специальная опыт-

но-методическая экспедиция Забайкальского НИИ Министерства геологии СССР, которую возглавляет опытнейший технолог-обогатитель и организатор производства кандидат технических наук Рафаил Дмитриевич Петров, и уже разработаны лабораторные варианты высокотемпературного хлорирования этих чрезвычайно упорных руд. Этот метод, пионером которого был в Забайкалье один из когорты довоенных инженеров-металлургов Валерий Иванович Буянов, получил законченность цикла кропотливейшим трудом лаборатории металлургии, которую возглавляет кандидат технических наук Гелий Федорович Цхай. Проблема переработки шерловогорских комплексных руд потребовала комплексного подхода — надо было не только решить задачу извлечения всех металлов, подбора дешевых источников хлора, выяснения самой теории кинетики высокотемпературного хлорирования. Надо было научиться еще и улавливать эти хлориды и получать готовый продукт в виде удобных для металлургии соединений.

Теперь эта задача на стадии укрупненных лабораторных и полупромышленных испытаний практически решена, и надо ее доводить до промышленных масштабов.

Пройдет время, и Шерловая Гора вновь станет в ряд крупных поставщиков олова, свинца, цинка, вольфрама, редких металлов, и будем надеяться, самоцветов, которые можно добывать попутно, а то и реализовать мечту старика Федорова — вскрыть бульдозером наиболее подходящие для этого места, да и промыть делювий.

Самоцветы тут же дадут о себе знать.

Не иссякли они.

Просто надо однажды снова поверить в необходимость серьезной разработки месторождения, и оно не замедлит ответить так же, как это было на протяжении более чем двухвековой его истории,— сверкающими друзами голубых и золотистых тяжеловесов, морской водою аквамаринов и солнечными лучиками гелиодоров.

Фтор... таит в себе грандиозные возможности, вытекающие из своеобразных свойств его сложных соединений...

А. Ферсман

5. Каменная радуга

ТАИНСТВЕННЫЙ НЕЗНАКОМЕЦ

Он украшает дом. Он помогает
Варить чугун и сталь.
Он — крылья самолетам
Дает. Он — постоянно в нас
И в тысячах вещей вокруг.
Кто он? Откуда? Кто радуги
Сиянье в камне засветил?
Кто дал нам это чудо, которое
Цветами горными зовут?

Семенова охота

Тайга... Раннее утро. Легкий ветерок рассеивает кисею тумана.

Туман медленно подымается вверх. Первые лучи солнца пронизывают его, и капли играют самоцветами на запоздалых бледно-зеленых травинках.

Вот от тумана уже остались разорванные мелкие облачки. И открылась осень лесная, во всей красе своей предстала. Внизу — кровяные листочки и сморщенные ягодки голубицы, выше — оранжевые кусты ерников и багула. Над ними — золото белоствольных берез. А совсем наверху, на сопках,— все еще яркие, зеленые маковки сосен.

Идет по лесу охотник, к лесным шорохам прислушивается. И вдруг, как только солнышко из-за сопки совсем было выкатилось, услышал он далекий изюбриный рев. Остановился охотник. Снял с плеча длинный рог и затрубил в ответ зверю. Да так затрубил, что на окрестных сопках ветер перестал в вершинах сосен шуметь, а сопки притаились, заслушались и забыли ему эхом ответить.

Опустил рог охотник, умолк и слушает: откликнется зверь или нет. Совсем тихо в тайге стало. Птички и те замерли. Ждет охотник ответного зова.

И вдруг совсем близко, на самом хребте, где солнце уже играет радугой на мокрых от росного инея

иголках сосен, раздался могучий, раскатистый, призывный зов зверя.

Протрубил зверь и затих. Чутко прислушивается, ждет ответа.

А охотнику только того и надо. Выждал он немного и снова затрубил, да так заливисто и нежно, что забыл изюбр про осторожность и пошел ему навстречу. Пошел и вдруг застыл словно каменный.

Охотник увидел его, вскинул винтовку и выстрелил. Смотрит — а зверь и не шелохнулся.

Что за диво? Выцелил он еще раз и снова выстрелил. А зверь?

Зверь как в ни чем не бывало повернул голову, затем все туловище и спокойно пошел прочь.

Охотник глазам своим не поверил. Чуть винтовку наземь с досады не бросил. Где это было видано, чтоб он, Семен Соболев, и промазал?

Он все еще не верил в случившееся и что было сил помчался к тому месту, где всего минуту назад стоял таежный красавец. Только из того места дуга-радуга к небу взмыла, коромыслом цветистым на солнце поблескивая. А земля кругом будто осколками ее усыпана, и от каждого осколка цветистого к небу коромысло тянется. И много этих коромысел от земли уходит и цвету разного такого, каков осколок ее на земле лежит. Да не просто на земле, а в землю будто вросшие, из-под земли будто растут радужные куски.

Протер Семен глаза — все как было, так и осталось.

Зажмурился сызнова. Долго стоял с закрытыми глазами. Боялся открыть их и не увидеть чуда.

Солнце уже припекать стало. А он все-то боялся глаза открыть. Однако открыл.

И что же? Радуги как и не было, пичуги кругом поют. А сойка-ронжа синебокая всему лесу уже протрещала про промашку Семенову.

Глянул Семен себе под ноги — а кругом, где будто осколки радуги были, камней цветистых видимо-невидимо.

Подошел он к наибольшему и наицветистому, от которого сине-зеленая радуга к небу шла, и оторопел — пуля-то по нему шаркнула да тут же рядом наполовину в землю и вошла. Огляделся — и вторую

тут же неподалеку увидел. И след звериный на сосновых иголках перед ним.

Перекрестился Семен и боязливо дотронулся рукою до камня. Он теплым ему показался. Со стороны солнца выцвел будто, а в тени — как была в нем радуга, так и отпечаталась, окаменела вроде. Хотел Семен поднять камень и не смог от земли оторвать.

— Шибко тяжел, видать, камень-то,— заключил Семен.

Тогда поискал он камней поменьше, цветом разных и, взвесив на ладони, убедился в их тяжести. Походил кругом — камней этих много. И показалось ему, будто кто-то рядком их уложил, да так ряд-то в аккурат там лежит, где радуга земли касалась.

Долго бродил Семен вокруг того места, полны карманы разного цвета камней набрал да в котомку два-три из них, что поболе да покрасивше, положил. Оглядывал Семен камни, а сам думал, что неспроста это все. И камень, видать, непростой, коли из дуги-радуги родится. А ежели уж и пулю от изюбра отвел, так и подавно чудо в нем како-то скрыто.

И решил Семен охотой попуститься: изюбров-де по тайге пропасть сколь шарится, а каменья эти (цена, по всему видать, им большая может оказаться) в кой-то веки еще встретятся. Недолго думая, решил он на рудник сбегать, что в Вершине Дарасуна, и рассказать обо всем геологу тамошнему Дмитрию Киндиныч у Зенкову. Уж он-то, верно, знает, что за чудо-камни такие от радуги родятся и какова им цена. Слыхивал Семен, что за находку месторождения премия большая полагается. Решил так Семен и тут же напрямки с Усуглей в Вершину Дарасуна и подался. Добрался до рудника, коня у знакомых поставил, а утречком — к своему знакомому геологу Зенкову.

Зенков Дмитрий Киндиныч начальником геологоразведки в те годы был. Молодой, высокий, в плечах широк. Но простой и душевный, хоть и в начальниках ходил.

Постучал Семен для порядку и вошел. Зенков сидел за столом. А по стенам в кабинете его — из досок сколоченные полки, заставленные камнями с этикетками. Чертежи на столах, камнями же по уголкам придавленные. Сидит он за столом, Семена не видит.

Надоело Семену за Киндинычем наблюдать.

— Здравствуй, Митрий Киндиныч! — сказал ему громко.

И только теперь увидел Зенков таежного своего друга. Он встал и пошел ему навстречу.

— А-а, Сеня, Соболев. Здравствуй, дружок. Давненько тебя не видел.

— Зиму да лето не виделись. Обещал ведь ты наведаться,— отвечал Соболев.

— Заработался, видишь, совсем,— говорил Зенков, подавая Семену руку.— Садись. Может, чайку с кипятком?

Семен сел на табуретку, поставил у ног мешок с камнями.

— Дело у меня, Митрий Киндиныч, к тебе.

Зенков тоже сел:

— Выкладывай.

Семен снял треух, провел шершавой ладонью по топорщившимся на макушке жестким волосам, хитро улыбнулся и начал:

— Стрелил я на днях зверя, да бес попутал — пронимил. А зверь — будто надо мной посмеялся, повернулся, только его и видели. Зло меня взяло. Ну, дай, думаю, погляжу, куды пуля-то вдарила...

— Что-то не верится мне, чтоб ты, Семен Соболев, вдруг смазал,— перебил его Зенков, удивляясь и еще не понимая, к чему тот клонит.

— Да я и сам в толк не возьму и — целил вроде, как всегда, и патроны добры были.

— Так что же произошло?

— Да погоди, Киндиныч, дай все как было обсказать.

— Давай.

И рассказал Семен Зенкову все, как было: и как камни цветистые на земле оказались, и как радуга потом пропала, и как он камней набрал и к нему подался. Зенков молча слушал Семена, удивлялся и не верил. Никогда он не видел его таким возбужденным. Слушал и не верил. Как только Соболев умолк, Зенков рассмеялся.

— Не знал я за тобой, Сеня, такого таланта, какой ты мне только что явил: какую красивую сказку сочинил.

— Ей-богу, не вру.

— А где же камни твои? Что не хвастаешь?

Тут только Семен сообразил, что камни-то ведь в самом дело при нем, торопливо развязал мешок и вынул сначала три камушка поменьше, а затем и большой.

Зенков, как увидел в руках Соболева цветистые камни, так и застыл от восхищения.

— Да знаешь ли ты, что ты нашел? — восхитился Зенков.— Редчайшей красоты штука. Вот это сказка! Вот это радуга-дуга!

— Да ты мне растолкуй, есть ли в нем ценность какая? — не выдержал охотник.

— Есть, Сеня, есть. Да еще какая. Это брат, плавиковый шпат, флюорит. Очень ценный минерал.

— И я так смекнул, что не дешевый,— обрадованно высказался Соболев.— Уж больно красивый. Не зря из радуги родится.

— Из радуги, говоришь, родится? Занятно! И много его там?

— Целая сопка. Как радуга прошла, так и он в землю лег. И цветом весь разный,— радовался Соболев.

А Зенков допытывался:

— И где же это случилось?

И тут только Семен заметил, что главное-то раньше времени чуть не высказал.

— Так я тебе сразу и сказал. Ты мне заявку сделай, тогда и узнаешь про место.

— Молодец,— оценил Зенков.— Дело знаешь.

Зенков тут же взял лист белой бумаги, сел за стол и, улыбаясь, заторопил охотника: уж больно хотелось узнать, откуда это таких красавцев приволок он.

— Ну давай сочиним заявку. А потом ты место покажешь. Договорились? — И хитро улыбаясь, добавил: — А то, может быть, там у тебя и было-то три куска, а?

Семен сделался серьезным и торжественным:

— Пиши, мол, Соболев Семен, житель села Усуглли. Год нынешний ставь, тридцать первый. А место — версты две от села, по Усуглинке вверх.

— Так это, выходит, недалеко от Усуглей? Очень хорошо,— сказал Зенков и дописал заявку.

— Готово. Подпишись.

Соболев поставил свою незамысловатую подпись и передал листок Зенкову.

— Теперь премия мне полагается за открывательство.

— Верно,— подтвердил Зенков.— Но надо твое месторождение сначала осмотреть, а потом разведать. Если много этого камня твоя радуга наворочала — премия твоя. Ишь ты, целую легенду про радугу сочинил.

Когда дверь за Семеном затворилась, Зенков подошел к полосатым цветистым флюоритам, взял один из них в руки, ласково осмотрел, погладил и завел мечтательную беседу с камнем, как с живым.

— Вот видишь, Семен говорит: из радуги родился ты. А ведь как красиво ему все почудилось. Как в доброй старой легенде рудознатцев. Случись это с Семеном в старину, лет двести-триста тому назад, и родилась бы легенда. И слово бы против нее никто молвить не подумал бы: ведь месторождение-то наверняка есть, а раньше его никто не видел. А почему не быть сказке? Пусть себе живет. И пусть вместе со сказкой придет на Усугли новая жизнь. Пусть обернется эта Семенова выдумка сказочным народным богатством.

И обернулась.

В том же году осмотрел место Дмитрий Анкидинович Зенков. Профессором он потом стал. В Москве геологов учил. Осмотрел и определил, что находка Семена Соболева — стоящая. Но то ли не до Усуглей тогда государству было, то ли война помешала, а только двадцать два года спустя приступили геологи к разведке месторождения. А до этого, как рассказывал мне один из удивительных забайкальских знатоков месторождений золота Владимир Иванович Лозовский, пользовался в Вершине Дарасуна волшебным свойством плавика знаменитый на весь Союз пробирного искусства мастер Петр Терентьевич Санников. Уж очень хорошо шли у него пробирные анализы на золото, когда в шихту шел усуглинский флюорит.

А в 1958 году разведка, которой руководил геолог Борис Сидорович Блинов, показала, что не зря Семен тогда охотой попустился. Больше миллиона тонн лучшего во всем свете флюорита оказалось в сопке, от-

куда взмыла на глазах у охотника цветистая радуга.

И добрым словом поминает народ смекалистого охотника Семена Соболева. Поминает и выдает нагора куски той окаменелой радуги. Отправляют ее во все концы Союза нашего, и служит она верой и правдой человеку.

И впрямь камни-то оказались не простыми, действительно чудо в них скрыто.

А чудо это — фтор.

Очень необыкновенный элемент. И заключен он как раз в этом радужном да цветистом камне — флюорите. В народе называют его еще плавиковым шпатом, а иногда и просто плавиком.

Вот и почудилось Семену Константиновичу Соболеву, что из радуги он родится. Как в сказке.

Камень-оборотень

Каков же он, этот камень? Где находят, в земле? Добывают как? Зачем он нужен?

Камень этот особый, как оборотень,— един во множестве. Он и бел-прозрачен, как лед, и фиолетов, и синь, как небо, и зелен, как трава, желт и красен, как солнце, коричнев-золотист, как мед, и черен, как ночь. И вся радуга в нем умещается.

Иногда в одном куске всю ее увидеть можно.

А кристаллы его — само совершенство: вот кубы, вот октаэдры, а вот комбинации их.

И вся эта неповторимая бездна красок и форм — одно вещество. Очень простое и очень устойчивое. Вещество это — фтористый кальций, CaF_2. Да, да,— и больше ничего. Если не считать ничтожных примесей хлора, гидроокисла да редких земель, тех самых, которые все пятнадцать от лантана до лютеция сидят в одной клеточке менделеевской таблицы.

Вся ценность нашего радужного камня — от фтора. Это элемент уникальный.

Давайте попутешествуем за фтором, начав от земных недр, где его находят геологи, побываем на рудниках, и вместе с ним пройдем по сложнейшему лабиринту его дорог в деяниях человека.

Бескрайни просторы Забайкалья. Здесь всхолмленные ковыльные степи и таежные дали, быстрые горные реки, голубое бездонное небо. Видите: идет

человек с рюкзаком? Это геолог. Он — у истоков открытия месторождений чудесного камня.

Загадочный помощник металлургов и художников

Впервые человек столкнулся с этим минералом, по-видимому, очень и очень давно. Во всяком случае, первое упоминание о флюорите появилось в научном трактате Базилиуса Валентинуса в конце XV века. Уже тогда он был описан под названием «флюоре», что указывает на его способствование плавлению руд и способность долгое время находиться в жидком, текучем состоянии, ибо «флюоре» — означает «теку». Великий Агрикола (а попросту — Георг Бауэр) в «Диалоге о металлах», еще в 1529 году изданном в Базеле, назвал минерал словом «флюс» (немецкое «флюссен» — «течь»). Тут в названии его отметил основатель горной науки способность образовывать жидкие шлаки.

Металлурги древности, видмо, уже давно заметили удивительное свойство флюорита понижать температуру плавления руды и способствовать получению высококачественных, чистых, без вредных примесей металлов. Поэтому они его и назвали флюоритом. А русское название камня «плавиковый шпат», или «плавик», также очень точно отражает существо его применения в древности.

Примерно с 1670 года флюорит стал применяться... художниками: Шванхард из Нюрнберга придумал способ наносить рисунки на стекло с помощью смеси флюорита и серной кислоты! С тех пор и стали пользоваться этим минералом для травления стекла в силикатной промышленности.

В 1725 году было сделано очень крупное открытие в истории освоения флюорита. Именно тогда Паули, смешав азотную кислоту с плавиковым шпатом, получил жидкость для гравировки стекла, и это была первая в истории человечества плавиковая, или, как теперь говорят, фтористоводородная кислота. Краковские художники Вислянский, Вычулковский и Рушиц придумали способ получения фторофортов. Эта техника дошла до наших дней. Интересно, что в творческом наследии Миколауса Чюрлёни-

са найдено более тридцати фторофортов-отпечатков на стекле.

Способы применения флюорита и его особенности выявлялись вслепую, без знания его химического состава и поведения с различными химическими соединениями. Все попытки понять его сущность не приносили успехов.

Великолепный, сверкающий в лучах солнца и светящийся при нагревании в темноте нежно-голубыми и зелеными всполохами люминесценции загадочный камень не давался в руки, упорно хранил свою тайну. И, казалось, лишь металлургия, стекольное и граверное искусство по стеклу да камнерезное ремесло были его уделом.

Его способность образовывать великолепные прозрачные и полупрозрачные кристаллы и их сростки поражала воображение древних мыслителей и алхимиков средневековья. Его природные выделения уже сами по себе являлись произведениями искусства. Человек лишь облагораживал эти великие творения таинственной хозяйки недр.

В Дербшире, в Англии, добывались великолепные фиолетовые и зеленые флюориты, обработкой (с 1765 года) которых была занята целая промышленность. Отсюда во все концы расходились прекрасные изделия английских мастеров. Свидетельство совершенства их искусства — прекрасная ваза из фиолетового разных оттенков полированного флюорита с тонкой бронзовой отделкой. Этот шедевр хранится в Британском музее и оценивается во многие тысячи фунтов стерлингов. В древности в домах римских патрициев урны и вазы из флюорита были свидетельством хорошего тона...

Примерами совершенства изделий из флюорита могут быть вазы с тонкой золоченой бронзовой отделкой, канделябры, выставленные в Павловском дворце-музее под Ленинградом.

И сегодня великолепные штуфы пурпурного, голубого, бледно-зеленого и других тонов флюорита, который добывают на месторождении в Мальмани в Южно-Африканской Республике, используются как прекрасный декоративный материал. А сколько сувениров сделано из флюорита Гарсонуя, Калангуя, Усуглей и Абагайтуя? Этого не знает никто.

Именно Забайкалье дает лучшие образцы флюорита, которые не имеют соперников по обилию и сочетанию красок и текстур. Пробные поделки из медово-желтых и коричневых жил Гарсонуйского рудного поля снискали всеобщее признание у геологов, камнерезов и любителей самоцветов. Сферы лилово-коричневых образцов Калангуя удивляют знатоков благородством звучания и переходами полутонов. А Солонечное, Усугли и Абагайтуй поставляют образцы, которые не поддаются описанию. Их нужно видеть. Недавно в Калангуе открыли жилу, предсказанную геологом Г. Кирилловым. Здесь даже просто отшлифованные пластины минерала представляют собой прекрасное украшение.

Трагедии и победы

Завесу тайны минерала приоткрыл великий швед Карл Вильгельм Шееле, когда в 1776 году установил, что серная кислота, воздействуя на флюорит, освобождает какую-то другую кислоту, содержащуюся в нем. Он назвал ее плавиковой и первый предположил существование нового элемента. Однако от идеи до получения его в чистом виде потребовалось более ста лет.

Англичанин Хемфри Дэви и француз Ампер твердо верили, что плавиковая кислота есть соединение водорода и еще неизвестного элемента, которому они дали очень точное название — «фтор», что в переводе с греческого означает «разрушительный», «уничтожающий». Это название оказалось очень точным, очень символичным и отразило все существо фтора как элемента совершенно непоседливого и очень и очень агрессивного. Сам Дэви успел познакомиться с ним настолько близко, что чуть не поплатился за это жизнью. В 1813 году он пытался выделить фтор из плавиковой кислоты электролизом, но необычная агрессивность плавиковой кислоты заставила его отказаться от этой затеи.

Попытка получить фтор в чистом виде стала причиной несчастных случаев с ним и многими другими учеными. Члены Ирландской академии наук братья Георг и Томас Ноксы были первыми жертвами на пути исследования фтора, Томасу это стоило жизни,

а Георг в течение многих лет лечился от полученных поражений.

Бельгийский профессор П. Луйе решил повторить и продолжить опыты братьев Нокс и тоже погиб. Француз Джером Никле погиб мученической смертью в результате отравления фтором. Гей-Люссак и Дэви получили тяжелые легочные заболевания в результате упорных исследований этого страшного элемента.

Но жертвы были не напрасны. Уже Эдмон Фремин, учитель Муассана, знаменитого Анри Муассана, смог получить газ при электролизе фторидов кальция и других металлов. Увы, это был еще не чистый фтор, а безводный фтористый водород. Но уже теперь химики твердо знали, что прекрасный и безобидный флюорит представляет собой фторид кальция — CaF_2. И лишь в 1869 году англичанин Георг Гор сумел, наконец, получить чистый фтор. Кстати, 1869 год для химии был великим годом — это было время, ознаменованное гениальным открытием Д. И. Менделеева периодического закона.

Фтор всеразрушающий

Анри Муассан в 1886 году получил осязаемое количество фтора, за что двадцать лет спустя был удостоен Нобелевской премии. Но только в 40-х годах нашего века было освоено промышленное получение этого чудо-элемента. Природный фтор состоит только из одного устойчивого изотопа F-19. Но человеку всегда мало того, что сделала природа. Он не только творит новые элементы, но и к известным добавляет новые изотопы. Так произошло и с фтором. Теперь у него четыре радиоактивных изотопа. Фтор-17 живет чуть больше двух минут, у него период полураспада всего 66 секунд. Секунды существуют и фтор-20, и фтор-21. И лишь фтор-18 имеет период полураспада 112 минут.

Фтор — элемент VII группы таблицы Менделеева. Атом фтора — один из самых маленьких. Его радиус всего 0,64 ангстрема. Но это не мешает ему иметь наибольшую реакционную способность из всех элементов менделеевской таблицы. А все потому, что на внешнем электронном уровне у него целых семь

электронов, и стремление заполучить недостающий до восьми один электрон настолько велико (ведь тогда он становится сродни благородному неону), что он присоединяется ко всем веществам без разбора, за исключением разве азота и, в какой-то мере,— кислорода. Он сильнейший окислитель. Если уж кислород в электрическом разряде и соединяется с фтором, то это горит не фтор, а кислород. Окисляется кислород, как это ни парадоксально! Даже химическая пустыня — благородные газы — и та подвластна фтору. Уже есть соединения с фтором и платиной чуждого всем ксенона и скрывавшегося длительное время криптона. Теперь известны даже соли ксеноновой кислоты, так называемые перксенаты. Это удивительное открытие отмечено в 1976 году Государственной премией СССР. А недавно открыты фтористые соединения пятивалентного золота. В природных процессах фтор легче всего соединяется с легкими элементами. И прежде всего с кальцием, натрием и калием, а в сложных минералах — с алюминием, кремнием, бором.

Удивительны свойства соединений фтора с углеродом. В них он занимает место водорода, и тогда получаются вещества совершенно необыкновенные. Но о них — позже.

Фтор, вытесняя все другие галогены (хлор, бром и йод), сам способен давать с ними межгалоидные соединения. Сейчас уже известны десятки фторидов хлора, брома и йода разных валентностей и более сложных веществ. Как мы узнаем позже, они оказались незаменимы в атомной технике и в обработке полупроводников. Фтор легко образует различные фториды самых высоких валентностей кремния (поэтому он легко уходит из стеклянных сосудов), урана, мышьяка, серы. Все эти соединения — легколетучие газы, которые человек уже научился использовать.

Он действительно всесилен, этот фторос, ибо даже струя воды горит в его атмосфере. В то же время его соединения с углеродом и другими элементами способны затушить любой силы пожар. Парадоксально, но это факт. Говоря о свойствах фтора, надо отметить, что это бледно-желтый газ, один литр его при нулевой температуре и нормальном давлении ве-

сит 1,71 грамма. В жидком виде фтор имеет канареечно-желтый цвет, температура кипения его минус 187, а кристаллизации — минус 218 градусов Цельсия.

Вот какой элемент вместе с кальцием построил удивительное по красоте и уникальности свойств вещество — флюорит!

Фтор вездесущий

В земных недрах атомы фтора очень подвижны, но из-за своей чрезвычайной активности они не могут жить в одиночестве — это очень общительный, хотя и очень неприятный товарищ среди других элементов. Поэтому он не встречается в свободном виде, а только в различных природных химических соединениях — минералах. И это, несмотря на очень широкую распространенность. Он составляет в среднем семь сотых процента массы земной коры. Это — многие миллиарды тонн! Это в десятки раз больше, чем, например, меди.

В различных геологических процессах он ведет себя по-разному. Если в горячих растворах и газах, отходящих из расплавленных глубин земли, его очень много и он здесь путешествует почти беспрепятственно, соединяясь то с одним, то с другим элементом, и не дает никому спокойно жить, то в условиях земной поверхности он почти не способен существовать в растворенном виде, тогда как его друзья по группе в таблице Менделеева — хлор, бром и йод — путешествуют здесь так же привольно, как в глубинах земли.

Я вспоминаю поездку на побережье Байкала. Мы отправились туда, чтобы посмотреть удивительные горячие источники, эти вестники былой вулканической деятельности. Здесь можно наблюдать, как, вздымаясь к небу, из-под земли бьют горячие ключи. Вода веками изливается на дневную поверхность и отлагает различные растворенные в ней соли. Мы с Владимиром Исаковичем Флешлером собираем в пробирочки эти осадки — минералы, чтобы узнать, что же выдают на поверхность недра. Даже приблизительный анализ порошковатых масс под микроскопом тут же, в поле, показал, что состав их крайне

необычен. Более того, мельчайшие солоноватые кубики похожи на те, которые находят в осадках горячих источников знаменитого озера Серлз в Америке.

Значит, вода отлагает фтористые соединения!

И действительно, химический анализ этих соединений в институтских лабораториях дал по 2,8 процента фтора. А рентгеновские лучи нарисовали на фотопленке диффракционную картину сульфата натрия с фтором — сульфогалита. Значит, и сегодня в глубинах идет образование месторождений минералов фтора! Вот как подвижность этого своеобразного элемента может указывать на возможность месторождения в недрах.

И только в морской воде фтора очень мало, в то время как 75 процентов хлора и 90 процентов йода, содержащихся в земной коре, растворено в океанских водах.

Фтор и кальций — неразлучные друзья. Когда путешествуют вместе фтор, йод и хлор и встречают на своем пути кальций, то фтор, как самый общительный из них, сразу же завязывает с ним «знакомство». Но попытка познакомиться с кальцием оказывается для него роковой — он уже не может с ним расстаться и образует химическое соединение CaF_2, которое даже всемогущая вода не в состоянии растворить.

А хлор, йод и бром, если и соединяются с кальцием, то только на мгновение, после общения с водой соединения разрушаются.

Так расходятся пути четырех друзей, и создается новая неразлучная пара — кальций и фтор.

Отчего радуга во флюорите

Фтор вездесущ и присутствует в очень большом числе природных химических соединений — минералов. Но главный из них — флюорит — фтористый кальций. В нем 51,33 процента кальция и 48,67 — фтора. Кроме редких земель и хлора, о которых мы уже говорили, иногда во флюорите находят уран, окись железа и битумы. А в некоторых образцах находили даже благородный и самый легкий после водорода элемент — гелий. Все эти примеси, в отличие от редких земель и хлора, входящих в кристал-

лическую решетку флюорита и замещающих кальций или фтор, образуют мельчайшие зернышки в различных частях кристаллов.

Окись железа в виде тончайших чешуек красного цвета окрашивает флюорит в красный цвет.

А примеси урана усиливают фиолетовую окраску. Распадаясь, уран выделяет три вида лучей — альфа-, бета- и гамма-лучи. Из школьной физики известно, что альфа-лучи — это поток альфа-частиц. Они есть не что иное, как ядра гелия или атомы гелия, у которых еще нет электронной оболочки. В кристалле всегда есть свободные электроны. Их-то и захватывают альфа-частицы, превращаясь в атомы гелия. Вот откуда во флюорите гелий в сочетании с ураном.

Гамма-лучи способны проникать в толщу кристаллов и загонять свободные электроны в ловушки, которые возникают в дефектных частях кристаллов из-за нехватки тех или иных атомов. Чем сильнее поток гамма-лучей и чем больше дефектов в решетке, тем больше электронов попадает в эти ловушки, тем больше возникает центров фиолетовой окраски.

Вот почему флюориты в радиоактивных участках земной коры всегда густо-фиолетовые, а иногда даже и черные.

Чернота в кристаллах, правда, бывает и от тонкораспыленных битумов. Но такие кристаллы светятся в темноте при облучении ультрафиолетовыми лучами. Возьмите черный флюорит и в темноте посветите на него синей кварцевой лампой — убедитесь сами.

Флюорит очень красивый камень: он и зеленый, и розовый, и медово-желтый, и красный, и пурпурный, и синий, и черный. Найдет геолог кристаллы флюорита и долго не может оторвать от них глаз, и размышляет, пытаясь понять его, почему он такой разный. Он пытается разгадать те тайные, еще не познанные силы земных недр, которые породили это чудо. Нет, не зря Семену он радугой показался. Возьмите в руки глыбу, ну, например, усуглинского флюорита. Вы видите ритмичное чередование групп разноцветных полос. А в каждой группе — определенная их последовательность. Как получилась она, эта удивительно закономерная и соразмерная постройка? Заметьте себе, что, кроме флюорита, фтористого каль-

ция, здесь существенного ничего нет. Так откуда же она, эта бездна оттенков, переходов, сочетаний цветов? Совершенно однозначного ответа на этот вопрос ни физики, ни тем более геологи еще не дали. Но кое-что сказать можно.

Давайте попробуем в темноте нагреть кусок флюорита и посмотрим, что будет. Смотрите — он светится! Еще грек Теофраст, составивший первое руководство по минералогии, знал удивительную способность флюорита светиться при нагревании.

Дотошным физикам очень понравилось играть с этим таинственным огнем. Они заметили, что свечение флюорита разного цвета отличается по силе и по цвету. И... записали его на листе бумаги при помощи специальных фотоэлектронных умножителей, соединенных с самописцем. Оказалось, что спектры свечения зависят от окраски флюорита и от ничтожных (менее одной десятитысячной доли процента) примесей редких земель, лантаноидов. В таблице Менделеева они занимают всего одну клетку. А их ни много ни мало — пятнадцать. Вот они-то, да еще натрий, торий и марганец, и способны залезать в кристаллическую решетку флюорита вместо кальция и организовывать беспорядок в распределении электронов, которые попадают в различной глубины ловушки. Глубины ловушек определяются тем, которая из редких земель куда и как попала, а еще от того, какой элемент входит в минерал в качестве компенсатора зарядов. Именно от этого зависят типы центров окраски и спектры свечения при нагревании, разрушающем эти дефекты и дающем толчок электрону для движения его на то место, где он должен быть в идеальной решетке флюорита. О причинах окраски забайкальских флюоритов можно прочесть в работах Оксаны Андреевны Красильщиковой. А идеальный флюорит должен быть бесцветным, и чудеса его окраски — от брака в природной лаборатории. Так что все это чудо — результат недобросовестного отношения природы к своим обязанностям. Вот, оказывается, почему так редок и ценен идеальный оптический флюорит.

Разгадка удивительной ритмики, этой гармонии повторения цвета, оказывается, может быть в повторяющемся изменении концентраций редких земель

в горячем водном растворе, из которого растут кристаллы и их сростки. Если во флюорите очень много редких земель, а это все-таки случается,— он может стать уже другим минералом, например, гагаринитом, названном так в честь Юрия Гагарина. Тогда эти мелкие зерна становятся ценнейшей рудой на редкие земли. Такой, например, как гадолиний,— самый лучший парамагнетик.

Среди флюоритов выделяются разновидности. Ратовкитом называются бледно-фиолетово-синие мелкозернистые сростки и их прослои в осадках древних морей, бывших на Украине, Подмосковье и Иркутской области.

Пиросмарагдом еще наши далекие пращуры называли флюориты, светящиеся в темноте при нагревании, в отличие от других, ярко-зеленым светом. Древние вообще многие зеленые минералы звали смарагдами или смарагдитами.

Не флюоритом единым

Не одному только флюориту счастье быть носителем фтора. Всего мы знаем около тридцати минералов, в которых фтор — один из главных элементов. А еще около 300 минералов содержат его примеси, и каждый раз даже небольшая доля фтора как-нибудь да изменит свойства минерала-хозяина.

Самые близкие родственники флюорита — виллиомит, в котором вместо кальция с фтором соединился натрий, и кароббиит — соединение калия и фтора. Оба они очень редкие минералы. Первый находят в нефелиновых сиенитах в Гвинее, у нас в Хибинах и на севере Забайкалья, а второй — только в лавах Везувия, камчатских и других вулканов, в трещинах и пустотах. Он образует мельчайшие кубические кристаллики, которые растворяются в воде. В рот их лучше не брать — они жгуче соленые.

На Везувии же найден и ферручит — борфтористый натрий. Его назвал в 1933 году по имени знаменитого итальянского минералога Ферручо Замбонини итальянец Г. Каробби. А его именем назван фтористый калий. Сделал это немецкий минералог Генрих Штрунц в 1956 году. Штрунц составил знаменитые «Минералогические таблицы», в которых

привел более одиннадцати тысяч названий минералов.

Имя другого знаменитого итальянца — Амадео Авогадро — увековечил все тот же Замбонини, назвав в 1926 году авогадритом еще один везувианский минерал — соединение калия, цезия, бора и фтора. Имя Авогадро увековечено дважды — любой школьник знает число Авогадро — количество молекул в одной грамм-молекуле любого вещества ($6{,}022 \cdot 10^{23}$).

Мы не будем перечислять все минералы фтора. Отметим лишь те, что известны теперь в Забайкалье.

Вот, например, селлаит — фтористый магний, MF_2, самый близкий флюориту из всех минералов. Еще академик Сергей Сергеевич Смирнов в тридцатых годах нашел его на Савинском полиметаллическом руднике (теперь месторождение Савинское № 5 в Кличке). Он встретился ему вместе с мелкочешуйчатым мусковитом, флогопитом, топазом, турмалином и апатитом. Позже селлаит разрушился, и на его месте возник флюорит. Произошло это потому, что кальций оказался сильнее, вытеснил магний из селлаита и залез на его место, соединившись с фтором. И только реликты фтористого магния во флюорите остались свидетелями этой геохимической драмы.

А в 1960 году очень повезло доброму человеку и прекрасному минералогу, ученице С. С. Смирнова Елизавете Ивановне Доломановой: в старой музейной коллекции, собранной еще великим русским химиком-минералогом Константином Автономовичем Ненадкевичем в зоне окисления Шерловой Горы, она обнаружила необычные серые налеты на кристаллах висмутина. Висмутин — это соединение висмута и серы. Так вот, эти налеты и корочки были с жирным полуметаллическим блеском, а в тоненьких сколах просвечивали. Когда сделали анализ этих корочек, в них нашли висмут, фтор и кислород. Рассчитали формулу и получилось BiFO. Такого соединения в природе еще не находили. И вот в 1962 году в «Докладах Академии наук» Е. И. Доломанова, В. М. Сендерова и М. Т. Янченко возвестили миру об открытии еще одного минерала фтора в Забайкалье и назвали его заварицкитом — в честь академика Александра Николаевича Заварицкого. Так что не только, как вы узнаете дальше, первый флюорит в России

был добыт в Забайкалье, но и первая находка заварицкита в мире — тоже.

На этом можно было бы и закончить историю про минералы фтора, если бы не было в Гренландии... эскимосов, а в Забайкалье — севера, так полюбившегося минералогу из Москвы Валентине Вячеславовне Архангельской.

Про то, как эскимос нашел теплый лед

На юго-западе ледяной Гренландии (что в переводе означает, как ни странно,— зеленой земли) жили себе эскимосы, ловили нерпу, строили дома изо льда, плавали по ледяной воде в утлых лодчонках и до поры до времени не ведали, что не всякий лед может растаять.

И вот однажды один из предков рокуэлловской Саламины в урочище Ивигтут увидел в розовом камне в пещерке кубики льда. А еще заметил он, что лед этот по трещинке прямо в глубь земли идет. Потрогал он кубики, гладкие они были и теплые. Удивился эскимос. Попробовал вытащить. Нажал посильнее — и добыл теплый ледяной кубик. Положил на ладошку. Думал — растает. А лед не растаял. И чем дольше на ладошке на солнышке держал эскимос странные ледышки, тем сильнее они блестели.

И появились ледяные игрушки в ледяном доме эскимоса.

В 1799 году скандинав Абилгард уже дал описание странному минералу, а годом позже д'Андрада нарек его символическим названием — криолит: «криос» — по-гречески — лед, а «литос», как всем известно,— камень. Так и появилось название у ледяного камня с ледяного острова.

Теплый лед в холодных гранитах и вездесущий фтор

Не так давно мы думали, что есть он только в Ильменском заповеднике, на Урале и в Гренландии на месторождении Ивигтут. Но оказалось, что ледяной камень есть и на Украине, и на севере Забайкалья и в других местах.

Я вспоминаю 1964 год. В разгаре была разведка Удокана. Мы сошли на утрамбованную колесами машин и самолетов грязно-желтую землю Чарского

аэропорта и, сгрузив на землю полевые пожитки, отправились узнавать у начальника базы Ганеева, когда на Удокан пойдут машины. Только немного придя в себя, мы увидели маленькую миловидную женщину с геологическим молотком. Это была Архангельская.

Уже несколько лет она изучала сложнейшие редкометалльные руды на севере Забайкалья. В щелочных гранитах и метасоматитах, богатых танталом, ниобием, цирконием, редкими землями и фтором, она нашла великое множество минералов. В этих горных породах были спрятаны целые минералогические музеи. Только все минералы здесь очень мелкие, и понадобилось большое искусство, помноженное на терпение, чтобы разглядеть их. И не только разглядеть, но и точно определить, увидеть то, что другие не видели.

Она сумела найти в этих удивительных горных породах и криолит. Зерна его были мелкие — меньше миллиметра, а скопления их образовывали гнезда объемом не больше одного — четырех кубических сантиметров. Да к тому же они еще и белые или бесцветные. Вот и путали криолит с кварцем. Теперь обогатители уже научились извлекать криолит из этих ценных руд.

Очень интересно, что они образовались при высоких температурах — от 300 до 500 градусов Цельсия и давлениях до 3000 атмосфер. В растворах, из которых они кристаллизовались, было очень много фтора, и мог бы образоваться и топаз, но его ни разу не нашли,— видимо, не хватало кремния, а натрий был в избытке. На одном из минералогических совещаний крупнейший советский минералог-редкометальщик Натан Ильич Гинзбург, рассказывая о новых достижениях в минералогии, как раз подчеркнул, что криолит в горных породах является заместителем топаза в тех случаях, когда в них в избытке натрий, алюминий и фтор, а кремния мало. Он же рассказал и о том, как искать криолит в гранитах и метасоматитах... по пустотам, которые остались, после того как криолит растворился и вымылся из этих горных пород простой дождевой и снеговой водой.

Выдающиеся заслуги Натана Ильича перед минералогией отмечены тем, что новый минерал олова,

который нашли в одном из месторождений Средней Азии, назвали натанитом.

На криолите мы остановимся еще особо, так как именно этому соединению (Na_3AlF_6) мы обязаны широким использованием фтора в производстве алюминия.

Среди природных соединений фтора большое значение имеют иттрофлюорит и флюоцерит, названные так за содержание редкоземельных очень ценных металлов — иттрия и церия. Один из минералов фтора — гагаринит, о котором мы уже говорили, был впервые найден в Казахстане, а затем и в Забайкалье.

Для многих минералов фтор — это драгоценная добавка, которая делает их благородными. Вот, например, топаз. Без фтора — это обыкновенный силикат алюминия — андалузит, силлиманит или кианит, а как только природная лаборатория добавляет в него фтор, он преобразует весь свой облик и становится очень красивым: то нежно-голубым (из жил Урала и Шерловой Горы), то винно-желтым — в далекой Бразилии и Борщовочном кряже. Помните Дорогой утес?

А если фтор добавить к обыкновенной магниевой слюде — флогопиту, ее ценнейшие свойства изолятора сохраняются даже при температурах около 1500 градусов. И это очень важно, так как эта слюда стала незаменимой в электрических системах космических кораблей. Теперь эту слюду, фторфлогопит, впервые синтезированную профессором Дмитрием Павловичем Григорьевым, в громадных количествах выращивает на заводах-лабораториях.

Ценность хибинских и других апатитов намного повышается оттого, что в их составе вместо гидроокисла находится фтор. При переработке апатитов этот фтор улавливают и используют. А как — об этом дальше. Но не только в хибинских тундрах водится фторапатит. Он — в каждом из нас. И если бы не было его — пришлось бы нам трудно. Больше всего фтора в костях и зубах. Эмаль зубов состоит как раз из гидроксил-фторапатита. Поэтому она крепкая и противостоит разрушающему воздействию нашей пищи. Самое интересное тут заключиается в том, что фтор и гидроксил могут в эмали постоянно замещать

друг друга. Вхождению гидроксила в эмаль способствует сахар. Поэтому, видимо, не зря зубы чаще болят у сладкоежек, т. к. сладость во рту не способствует вхождению в эмаль фтора.

Фтор известен не только в костях животных и человека, но и растениях. Больше всего его в чае — от 8,7 до 189,7 миллиграммов на килограмм сухого веса. А в килограмме чая из Китая, выросшего вблизи флюоритового месторождения, Рейд в 1937 году обнаружил 1757,8 мг фтора. В картофеле тоже есть фтор, но концентрируется он в кожуре. Наблюдали такое явление: картофель без кожуры, промытый фторированной водой, не чернел довольно долго. В этом случае, наверное, фтор тормозит окисление полифенолоксидазы. Из злаков больше всего фтора содержит гречиха.

Как видите, фтор — не только всеразрушающий, но и вездесущий.

НА СЛУЖБЕ У ЧЕЛОВЕКА

Мы узнали, что флюорит и его основа — фтор — обладают почти уникальными свойствами. Поэтому человек, познавая их, всегда стремился подчинить своей воле. И это ему, конечно же, удалось. Оказалось, что области применения фтора просто фантастичны. Попробуем только немного представить себе необъятную многогранность нужности этого элемента в наши дни.

Помощник металлургов и электросварщиков

При мартеновском процессе получаются шлаки, обладающие очень высокой вязкостью, плохой теплопроводностью — они плохо вытекают из ванны и усложняют процесс производства стали. Для разжижения шлака и понижения температуры плавления шихты достаточно добавить в нее всего два-четыре килограмма флюорита. Черной металлургии поставляют флюорит в виде брикетов или в кусках величиной не менее пяти миллиметров.

В наши дни очень выгодным стало выплавлять стали не в мартенах, а в громадных грушевидных конвертерах. Чтобы из сырья лучше выгорали вред-

ные примеси, в том числе и углерод, конвертеры продувают кислородом. Сейчас уже почти в 40 странах мира выплавляют сталь конвертерно-кислородным способом.

Для того чтобы сталь быстро не застывала и освобождалась от шлаков, когда ее выливают из опрокинутых конвертеров, используют флюорит. И потребление его растет и растет: ведь стали выплавляют все больше и больше. Выплавка одной тонны стали требует около пяти килограммов флюорита. А высококачественного чистого кускового флюорита становится все меньше и меньше. Поэтому у нас в стране (на Калангуе), в Соединенных Штатах Америки и в Японии из порошков флюорита, которые получают при обогащении флотацией, научились делать окатыши и брикеты.

Не только сталь, но и чугун тоже теперь выплавляют с использованием флюорита, чтобы повысить его качество. Оказалось, что потребность чугуноплавильного дела во флюорите можно очень легко удовлетворить самыми низкосортными рудами флюорита, содержащими известь. Таких руд, представляющих собою известняки с содержанием флюорита всего 3—15 процентов, у нас в Союзе сколько угодно. Раньше не знали, что с ними делать. Теперь же прямо без обогащения они идут в дело. А металлурги убивают сразу двух зайцев — добавляют в железную руду известь и флюорит, получая чугун высокой чистоты.

Фтор, например, отлично работает в электродуговой сварке. Вот разрез электрода. Он — двухслойный. Внутри — железная проволока, снаружи — серая корочка. Она чудодейственна, ибо в ее составе наш знакомец флюорит. При сварке он помогает образовать долго остывающий шлак: здесь флюорит используется в условиях, похожих на производство стали. Как и в сталеварении, все дело во взаимодействии между шлаком (сложным силикатом) и металлом. Шлак образуется из серого расплавленного покрытия электрода, который применяется при автоматической сварке под флюсом. Он тонкой корочкой покрывает металл, защищая от доступа воздуха, замедляет охлаждение и затвердевание металла и обеспечивает хорошие спайку и шов при быстроте процесса, высокой прочности и необходимой структуре металла.

Флюорит — активный помощник строителей. Вот новые современные дома. Они из стекла, бетона и металла. Для ускорения производства цемента (а без него нет бетона) в сырье, из которого получают клинкер, добавляют флюорит. Введение его в сырьевую смесь повышает производительность цементных печей в среднем на 10 процентов, снижает расход топлива на 5—7 процентов, и улучшает сам цемент.

А знаете ли вы, что, например, бетон надо защищать от разрушительного действия агрессивной среды? Оказывается, надо! И опять в роли защитника выступает фтор. Стены зданий и сооружений для этого покрывают кремнефтористым магнием.

Перед вами две лампочки: одна — прозрачная, другая — матовая. Работать при свете прозрачной, пропускающей много красных лучей, вредно, и глаза быстро устают, а вот матовая лампочка, стекло которой содержит тысячи мельчайших кристалликов флюорита и других соединений, дает мягкий ласковый свет. А ртутные лампы дневного света, излучающие много синих лучей, использовать с прозрачными стеклами вообще нельзя. Здесь фтор — наш защитник. Как видите, и в стекловаренном деле не обходятся без фтора. Более того, в связи с тем, что флюорит используют в качестве ускорителя варки стекла, а скорость стеклообразования имеет исключительно важное значение в производстве стекла, оно без этого минерала просто невозможно. Небольшие добавки фтора не только увеличивают скорость стеклообразования, но и обесцвечивают стекло, повышают прозрачность в видимой и инфракрасной частях спектра.

Каждый день по утрам мы умываемся, готовим на газовой плите завтрак. Но вряд ли кто-нибудь подумал, что белизна чугунных раковин и стальных газовых плит — тоже дело рук флюорита. Покровные эмали, которые наплавлены на чугун или сталь,— легкоплавкие заглушенные стекла. В их составе — кремнефтористые соединения, соли кремнефтористоводородной кислоты. В белых эмалях—1—12 процентов фтора. Для глушения стекол и эмалей годится лишь чистейший флюорит.

...Мчится по рельсам поезд, везет из Забайкалья

во все концы Союза добытый здесь флюорит. Рельсы лежат на шпалах. Вы знаете, что шпалы служат долго. А как вы думаете, кто защищает эту древесину от разрушительного действия всесокрушающих бактерий? Опять же наш друг фтор вместе с кремнием и цинком. Так фтор — всесъедающий становится фтором — всезащищающим.

Работает кристалл

Мы уже говорили, что в редких, идеальных, условиях из горячих водных растворов в недрах земли вырастают бесцветные прозрачные кристаллы флюорита.

Такие кристаллы часто называют оптическим флюоритом. Они обладают совершенно уникальным свойством: пропускают инфракрасные и ультрафиолетовые лучи. В то же время они обладают низким показателем преломления, малым рассеиванием света. Эти их свойства используются при изготовлении различной специальной оптической аппаратуры, а до недавнего времени из такого оптического флюорита делались линзы фотоаппаратов, которыми можно было фотографировать ночью. Оптический флюорит используют в самых различных оптических системах, например, в инфракрасных спектрофотометрах, микроскопах. Из него делают призмы спектрографов, пластинки и для приборов, излучающих коротковолновые лучи.

Если в искусственный флюорит ввести трехвалентный уран и двухвалентный самарий, относящийся к редким землям, то такие кристаллы могут служить мазерами. Это позволило использовать такой флюорит наряду с рубином в квантовой радиофизике. Кристаллы оптического флюорита могут быть и генераторами мощного остронаправленного пучка инфракрасного излучения, который способен на многое.

В связи с тем что кристаллы бесцветного оптического флюорита — большая редкость, человек стремился получить их искусственно, и уже в 1937 году Л. М. Шамовский во Всесоюзном институте минерального сырья сумел вырастить прекрасные кристаллы этого минерала, причем с заданными заранее свойствами. Он выращивается из расплава при температуре 1400 градусов Цельсия в высоковакуумных

печах в специальных графитовых и молибденовых тиглях. А чтобы избежать окрашивания кристаллов, в исходный порошок добавляют фтористый кадмий.

А цветистые флюориты! Это прекрасный поделочный камень.

В. Севергин, один из крупнейших российских минералогов XVIII—XIX веков, в 1807 году сказал о флюорите: «Можно его шлифовать и полировать, и выделывать из него разные вещи». В самом деле, его даже использовали для подделки драгоценных камней и сбывали несведущим людям как сапфир, рубин, аметист, изумруд. Такие самоцветы служили недолго: слишком мягок флюорит.

Но, несмотря на это, изделия из него всегда радовали глаз и увлекали своею красотою камнерезов. Недаром германские рабочие издавна называли его «эрцблюме» — рудный цветок. Еще у древних римлян в обиходе были муриновые вазы, описанные Плинием. Полагают, что они вырезались из плавикового шпата. По словам сатирика Петрония, сообщает А. Е. Ферсман, цена на них доходила до сотни тысяч динариев за штуку. А это по тем временам были большие деньги. К сожалению, ни одна из этих ваз до нас не дошла, и действительно ли они были флюоритами, мы не знаем.

Мы уже говорили о фиолетовых с зеленым золоченых вазах и канделябрах из Дербшира. Великолепные поделки вырезают из «синего джона» — темно-синего флюорита с желтыми и белыми полосами. Вдохновенные описания их оставил в 1932 году Бауэр.

Забайкальские флюориты сегодня выходят в первые ряды по обилию и сочетанию красок и текстур. Поэтому в наши дни, когда увлечение камнем растет, надо искать способ удовлетворить эту естественную потребность человека в красоте.

Нужна в Забайкалье камнерезная промышленность!

* * *

Мы побывали вместе с фтором в недрах земли и кристаллической решетки флюорита, в Гренландии и на севере Забайкалья, мы проследили драматическую

судьбу познания сути этого минерала и пути его овладения человеком. Но не касались главной области его использования — химии. Именно здесь он и раскрыл свои совершенно потрясающие возможности.

Самая сильная кислота

Флюорит — исходное сырье для получения фтористоводородной кислоты. Она — самая активная из всех кислот: из стеклянных сосудов она уходит, разъедая на своем пути все. Ее можно хранить только в свинцовой, резиновой или полиэтиленовой посуде. Безводный фтористый водород хранят и перевозят в стальных бомбах. В промышленных масштабах его научились получать лишь в 30-х годах XX века. До этого же фтористоводородная кислота считалась редким, малодоступным и опасным веществом. Ныне она — чрезвычайно важный продукт, без которого не может обойтись современная химическая промышленность.

Человек мудр, и он давно сумел не только укротить плавиковую кислоту, но и использовать ее алчность в своих целях. Возьмите в руки стакан. Он покрыт узорами. Эти узоры может вырисовать на стекле фтористоводородная кислота. Для этого стекло покрывают парафином, и на нем вырезают узоры. Затем заливают эти узоры кислотой и оставляют на некоторое время. Горячей водой смывают парафин. Рисунок готов.

Сказанное относится к младенчеству химии, когда люди еще боялись фтористоводородную кислоту. Сегодня человек, овладевший великим опытом предков, уверенно и смело использует в созидательных целях это всеразрушающее вещество.

Как и старый Маргграф в 1764 году и великий Шееле двенадцатью годами позже, фтористоводородную кислоту получают и теперь воздействием на флюорит серной кислотой.

И тогда, миллионы лет тому назад, насытившийся электроном кальция и дремавший в вековом сне фтор, нехотя проснувшись, как Илья Муромец, напускается на щекочущую и обжигающую его серную кислоту и вырывается из объятий кальция, увлекая на пути своем водород и кремний. Так получается фтористый водород и четырехфтористый кремний. И с этого мо-

мента, запряженный разумной волей человека, начинает он созидательное дело.

Вот как оценивает роль фтористого водорода академик И. Л. Кнунянц: «Крупнейшим потребителем фтористоводородной кислоты является алюминиевая промышленность с ее крупнотоннажным производством фторида алюминия и искусственного криолита. За производством алюминия следует промышленность фторуглеродов, вырабатывающая многочисленные органические фториды, и нефтеперерабатывающая промышленность, где фтористый водород используют в качестве катализатора для получения высокосортных авиационных топлив. В последние годы выработка фтористого водорода непрерывно возрастает в связи с потребностями атомной энергетики».

Таков лишь самый общий круг производств, где в основе лежит использование плавиковой кислоты или фтора.

«Повивальная бабка» алюминия и других «летающих» металлов

Какова же роль плавиковой кислоты при производстве алюминия? Дело в том, что температура плавления алюминиевых руд весьма высока, и алюминий из его окислов можно освободить, только используя знакомый нам криолит, фтористый калий и фтористый алюминий. При электрическом производстве алюминия криолит в расплавленном виде растворяет глинозем, и уже после этого алюминий высаживается на соответствующих электродах, помещенных в ванну. А фтористый алюминий и натрий поддерживают необходимый состав криолитового электролита, который по мере выделения натрия или алюминия «стареет».

Как видите, получение алюминия без криолита, сырьем для которого служит наш флюорит, вообще в промышленных масштабах невозможно, независимо от того, из бокситов его получают или из глинозема нефелиновых сиенитов. Электролиз глинозема при участии криолита — единственный способ получить бруски этого металла.

Алюминиевая промышленность — это, разумеется, не только автомобили, линии электропередач и сковородки. Это — космические корабли и ракеты, верто-

леты и скоростные современные самолеты. Алюминий ныне вошел в технику, промышленность, жизнь и быт каждого из нас. А совсем недавно, каких-нибудь пятьдесят — шестьдесят лет назад, он был редок. И почти не умели получать его в чистом виде каких-нибудь сто лет назад. Известно, что еще в середине прошлого века, до того как люди научились получать алюминий из бокситов при помощи электролиза, этот металл был очень и очень дорогим. Его даже называли легким серебром.

Поучителен такой пример. Когда Д. И. Менделеев в 1869 году открыл периодический закон, то наградой ему за этот величайший научный подвиг был алюминиевый кубок. Не золотой, не палладиевый, не платиновый, а именно алюминиевый, так как получение его в те времена было сопряжено с очень и очень большими трудностями и материальными затратами, и он считался драгоценным металлом.

Большое количество фтористоводородной кислоты идет для получения фторсодержащих продуктов. Ею очищают графит, на ее основе готовят борфторводородный электролит, без коего немыслимо освинцевание деталей авиационных двигателей.

Сто профессий рукотворных фторидов

Фтористый аммоний (NH_4F) используют при разделении различных редчайших металлов, а фторбериллат натрия улучшает свойства авиационных магниевых сплавов.

Научившись производить в громадных количествах алюминий, человек стал искать и вещества, при помощи которых можно было бы сваривать алюминиевые детали, ибо на заклепках долго не проживешь.

И вот оказалось, что соединение самого легкого металла — лития — и фтора способно решить эту сложную задачу, выступая в роли уже известных нам флюсов. Но не только здесь оказался полезным фтористый литий — из него изготовлены призмы инфракрасных спектрофотометров, которые позволяют проникать в тайны строения вещества, в том числе и флюорита. Оказывается, природный флюорит не совсем прозрачен для инфракрасных лучей, и с их помощью можно устанавливать дефекты в кристалличе-

ской решетке этого минерала. Так флюорит помогает познавать самого себя.

Возьмите в руки современный фотоаппарат или бинокль. Наружная поверхность линз отливает густой синью. Эти линзы просветлены тончайшей пленкой того же фтористого лития.

Атомная энергетика развивается ныне стремительно. И здесь фтор играет не последнюю роль. Высшие соединения урана с фтором — газы, и они могут использоваться для разделения в колонке легкого урана-235 и тяжелого-238. Ведь пока только уран-235 с успехом применяется в промышленных реакторах. А выделять его — непросто: он составляет только 0,7 процента от общей массы суммы всех его изотопов. Но получение шестифтористого урана не такое легкое дело, как может показаться с первого взгляда. В действительности довольно просто получить четырехфтористый уран, а дальнейшее его окисление идет с высокой затратой энергии. И вот оказалось, что здесь может пригодиться удивительное свойство фтора образовывать соединения с галогенами — бромом, хлором и йодом. Поэтому превращение жидкого четырехфтористого урана в газообразный шестифтористый производится при помощи трифторида хлора (ClF_3) или трифторида брома (BrF_3). Чтобы ускорить получение шестифтористого урана, в реакцию добавляют пентафторид сурьмы (SbF_5). Эти же вещества помогают разделять в обработанном ядерном горючем остатки урана от продуктов ядерной реакции — плутония, теллура и йода. Извлеченный газообразный шестифтористый уран захватывается фтористым натрием и образует твердое вещество $UF_6{\cdot}NaF$. Из него металлический уран получить уже совсем просто.

Уже говорилось о том, что фтор — самый сильный окислитель. А раз так, то его, естественно, можно использовать в составе горючего для ракет и космических кораблей. Расчеты показывают, что двигатели, в которых окислителем топлива вместо кислорода будет фтор, намного экономичнее и намного дешевле применяемых сегодня. Сегодня жидкий фтор уже используют в такой роли. А горючим служат водород или гидриды (соединения с водородом) легких металлов — бериллия или лития. У таких двигателей развивается удельная тяга 450 килограммов в секунду

на килограмм топлива. Но не только фтор, но и его галоидные соединения можно использовать для этого. Вот, например, что сказал на XXV Международном конгрессе по использованию химии в промышленности в Варшаве 17 сентября 1964 года Д. Ф. Голл: «...большая мощность жидких ракетных топлив, в которых используются фторокислители, была быстро освоена, а жидкий фтор, галоидные соединения фтора и фтористый перхлорил скоро будут содействовать завоеванию человеком космоса». Знакомый уже нам трифторид хлора — самый перспективный воспламенитель в ракетных двигателях с твердым топливом. Американцы Олах и Куг получили еще в 1963 году патент на ракетные топлива, где окислителем служит уже не одно вещество, а целое семейство фторидных соединений.

Без фторида вольфрама невозможна защита графитовых сопел реактивных двигателей, а фториды все тех же галогенов — великолепные окислители для высокотемпературного резания и обработки тугоплавких металлов. Горючим же в этих случаях служит сам металл. Вспомните, что для автогенной резки и сварки в обычных аппаратах используются кислород и ацетилен. Но тугоплавкие металлы им не по зубам.

Эти же окислители позволили создать аппараты для резания металлов под водой.

Фториды галогенов — лучшие помощники при травлении (очистке) кремниевых слоеных полупроводников. Фториды металлоидов — серы, кремния — газы. Один из них, фторид серы,— лучший из газообразных изоляторов в высоковольтных установках.

На смену углеводородам

О применении фтора и его соединений, которыми пользуется человек в рамках обычной неорганической химии, можно было бы говорить бесконечно долго. Но в наше время, когда, казалось бы, тайны фтора открыты и когда химия фтора в значительной мере изучена, оказалось, что этот элемент открывает новую страницу в одном из важнейших разделов химии — в органической химии, то есть появляется совершенно новая отрасль — химия фторуглеродов.

Существуют углеводороды, кремнийуглеродные соединения, а почему бы не быть фторуглероду? Та-

кой вопрос задал себе однажды Александр Порфирьевич Бородин, тот самый, что создал «Князя Игоря» и «Богатырскую симфонию». Задал и ответил себе вполне удовлетворительно. Искали фторуглероды Отто Руфф и Фредерик Свартс. Результаты их опытов были лишь плодом ученого любопытства. Вскоре о них забыли. И лишь во время поисков способов разделения изотопов урана вновь случайно вернулись к ним. Но об этом чуть позже.

Фторуглероды — соединения, в которых углерод соединен с фтором. Это соединения типа CF_4 и их различные производные. Химия фторуглеродов — наука новая. По-настоящему она начала развиваться лет 50 назад. И за эти 50 лет мы получили много новых химических материалов с совершенно необычными свойствами. И что самое важное, именно с такими, каких добиваются от современных конструкционных материалов. А они, эти материалы, должны быть прочными, легкими, негорящими, термостойкими, не поддаваться коррозии. Кончается время, когда известные человеку вещества искали и не могли найти себе применения. Теперь все чаще и чаще мы вынуждены создавать вещества и материалы с заранее заданными свойствами. И вот оказалось, что именно различные фторуглероды обладают уникальными свойствами.

Сначала фторуглероды не предвещали сенсаций. Но когда во время второй мировой войны было установлено, что фторуглероды не поддаются агрессивному воздействию шестифтористого урана, а это было очень важным открытием при создании атомной бомбы, фторуглероды привлекли к себе очень пристальное внимание. Фторуглероды получили название «вещество Джо» — по имени крупного исследователя Джона Саймонса из США.

По данным академика И. Л. Кнунянца и профессора А. В. Фокина в 1937 году было известно всего два фторуглерода — перфторметан (CF_4) и перфторэтан (C_2F_6). Сегодня этих веществ — многие тысячи, и каждое из них характеризуется совершенно необычными свойствами.

Одно из самых уникальных — фторопласт. Джон Саймонс как-то сказал, что «фторуглероды обладают сердцем алмаза и шкурой носорога». Это образное выражение имеет глубокий смысл. Во фторопласте угле-

роды связаны между собой крепчайшей углеродной связью и окружены броней фтора. Если обычно пластмассы едва выдерживают температуры более 150 градусов Цельсия, а затем размягчаются и теряют все полезные свойства — диэлектрические, механические и другие, то фторопласты и пластмассы, изготовленные на основе фтора, не изменяют своих свойств при температуре, достигающей 300—350 градусов Цельсия. Получение таких материалов во многом облегчает создание самолетов и вообще авиационной и ракетной техники. Фторопласты и пластмассы, получаемые на основе фторолефинов, используются для изготовления громадного количества деталей самолетов. Для того чтобы сделать современные Ту, Илы и Яки, необходимо использовать сотни наименований различных деталей, в состав которых входят фторуглероды...

Кабели с изоляцией из полиэтилена или каучука нормально работают только до 85 градусов Цельсия, а провода во фторопластовых оболочках используются даже при 180—190-градусной жаре, не требуя охлаждения.

Знаменитые печатные схемы в современной электронной технике наносятся на блоки из фторопласта-4. Фторолон-4, или политетрафторэтилен, идет на изготовление космических скафандров и другой защитной одежки. Из него делают тонкие нити, пленки, волокна и ткут тефлоновую ткань, которая и в огне не горит, и не электризуется, и в кислотах чувствует себя как в родной стихии. Если же к этому добавить, что операции на сердце и аорте стали возможны лишь благодаря появлению протезов митрального и аортального клапанов сердца и кровеносных сосудов из того же фибробласта (об этом рассказано в великолепной книге прекрасного хирурга и человека Николая Михайловича Амосова «Мысли и сердце»), то станет ясно, что пределов применению этого чудо-вещества — нет. Наркотические средства и кровезаменители тоже делают на основе фторорганических соединений.

Фторопласт, наряду с прочими, обладает свойством неприлипания. Известно, что когда замешивают тесто, оно, как правило, прилипает к рукам и к доске. Так вот, поскольку к фторопластам ничего не приклеивается, то основные детали машин в пищевой промышленности, перемешивающих тесто, режущих тесто,

дозирующих его и различные кремы, вкусные пасты и прочие сласти,— выполняются из фторопласта. Сейчас даже для выпечки хлеба начинают использовать формы из фторопласта. Они живут вечно. Хлеб к ним не прилипает, и у этого хлеба образуется очень аппетитная, красивая и вкусная корочка.

Фтор помогает человеку и тогда, когда он сталкивается с очень низкими температурами. Речь идет о космических кораблях, вездеходах и механизмах, предназначенных для работы в Арктике и Антарктике. В этих условиях при температурах ниже пятидесяти градусов Цельсия обычные углеводородные смазки работают очень плохо: они становятся вязкими и в основном затрудняют движение, вместо того чтобы уменьшить трение.

Тонко нарезанные фторопласты обладают свойствами самых лучших смазок. При этом они не боятся ни воды, ни жары и ни холода и практически являются вечными смазками. Служба такой смазки ограничивается только сроком службы самой машины. А многие из фторуглеродов (и фторопласт-4 тоже) обладают совершенно уникальными свойствами, которые позволяют их сравнивать с благородными металлами: на них не действуют никакие кислоты, из них делают трубы, краны, резервуары коммуникаций и многое другое оборудование на химических предприятиях, где получают, перекачивают и хранят самые активные вещества.

Кровь холодильников и... человека

Люди давно искали безопасное вещество, которое бы очень быстро могло переходить из газа в жидкость и не разрушало бы окружающие предметы. А нужны были такие вещества, чтобы делать экономичные холодильники.

И вот, как сообщают известные ученые академик И. Л. Кнунянц и член-корреспондент Академии наук СССР А. В. Фокин, «в начале 30-х годов было обнаружено, что различные производные таких соединений, как метан и этан, в которых все или почти все атомы водорода замещены атомами фтора и хлора, обладают свойствами идеальных хладоагентов. С точки зрения промышленного использования основной интерес представляют соединения ряда метана, из ко-

торых фреон-12 составляет основную часть всей продукции. Исходными веществами для получения фреона служат четыреххлористый углерод, хлороформ и другие галогениды углерода. В связи с применением фреонов в качестве хладоагентов тщательно исследовались их физические и химические и особенно термодинамические свойства. Производство новых мощных холодильных установок для глубокого охлаждения, а также выпуск бытовых холодильников основаны на использовании фреонов.

Эти соединения используются в качестве хладоагентов во всех охладительных системах компрессорного типа. Следует отметить, что и создание установок для кондиционирования воздуха оказалось возможным только благодаря применению фреонов, потому что фреон — это своеобразные жидкости, бесцветные, низкокипящие и не имеющие никакого запаха. Они не разлагаются и не вызывают коррозии. Химически они совершенно инертны и проявляют высокую термостойкость. То есть набор свойств очень уникален, своеобразен и позволяет использовать эти жидкости в самых различных областях человеческой деятельности; они, например, используются в качестве растворителя для ядохимикатов в парфюмерной промышленности».

А фреон-22, кроме того, используется в качестве низкотемпературного хладоагента и употребляется как исходное соединение в производстве тетрафторэтилена.

Все вы видели и держали в руках своеобразный флакончик, заполненный инсектицидами. Эти флакончики имеют вверху кнопку, при нажатии которой из них вырывается струя аэрозоля. Дисперсионной средой в них является тот же самый фреон, потому что он, будучи совершенно безвредным, быстро испаряется и при этом увлекает за собой тонкораспыленные вещества, которыми обрабатывают виноградные сады, поля или помещения для уничтожения самых разных вредных насекомых.

В последние годы фторуглероды стали использовать в качестве теплоносителей или охлаждающих жидкостей. Обычно автомобильный двигатель внутреннего сгорания охлаждается водой. В моторах авиационных двигателей охлаждение получается за счет

циркуляции воздуха. Их с успехом могут заменить фреоны. Но в печати совсем недавно появились сведения о якобы разрушительном действии фреонов на озоновый слой. Скорее всего, сведения эти публикуются из конъюнктурных соображений импортеров фторсодержащего сырья. По крайней мере, строгих обоснований вредности фреонов нет.

Для охлаждения трансформаторов до сих пор использовались только нелетучие углеводородные масла, которые выполняли двойную роль: снимали тепло и являлись диэлектриками. Но такой способ охлаждения механизмов и электрооборудования обладает очень ограниченными возможностями. Это прежде всего относится ко многим приборам и агрегатам современной техники.

У И. Л. Кнунянца и А. В. Фокина находим, что «фторуглероды и фториды с температурой кипения 100—180 градусов Цельсия используются в качестве трансформаторной жидкости. Здесь охлаждение достигается кипением без принудительного перемешивания. А размеры аппаратов при той же мощности в случае применения фторуглеродов уменьшаются в четыре и более раз. В больших мощных трансформаторах обмотка катушки постоянно орошается фторуглеродной жидкостью, которая испаряется с ее поверхности, отбирает тепло, а затем собирается в баках и, возвращаясь в резервуар, снова подается к форсункам для орошения». В этом случае мы получаем своего рода вечный охладитель, который циркулирует в замкнутом объеме, не меняя свойств и не изменяясь количественно.

В скоростных самолетах, ракетах дальнего следования и космических кораблях с большой продолжительностью полета необходимо строго ограничивать вес и размеры оборудования систем охлаждения. Оказалось, что термодинамические и физические свойства фторуглеродов позволяют именно их использовать в качестве эффективных переносчиков тепла.

Вечный каучук

Замена хлора фтором в каучуке позволила получить такие каучуковые и резиновые изделия, которые служат в несколько раз дольше, чем до сих пор применявшиеся.

Шоферы и заправщики автомобилей и самолетов знают, что под действием различных углеводородных соединений — бензина, керосина, солярки и т. д.— обычные резиновые шланги, изготовленные из обычного каучука, разрушаются по истечении недолгого времени. Шланги и трубы, изготовленные из каучука типа СКФ (что означает синтетический каучук фтористый), стойко выдерживают воздействие всех этих горючесмазочных материалов.

* * *

Таким образом, использование фтора для получения самых различных соединений получило чрезвычайно широкое распространение, а перспективы очень заманчивы и позволяют надеяться, что мы со временем получим вещества и конструкционные материалы с такими свойствами, о которых мы сейчас не решаемся даже мечтать.

Фтор, этот маленький атом, стал настолько необходим человеку, что о нем пишут книги. Более того, признавая громадное значение этого элемента для науки, Американское химическое общество в 1964 году создало Отделение по химии фтора — этой чести не удостоился ни один элемент.

ЗАБАЙКАЛЬСКАЯ ФЛЮОРИТОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ

Уже пятьдесят с лишним лет наша страна черпает из забайкальских недр каменную радугу.

Около тысячи месторождений, проявлений и пунктов флюоритовой минерализации насчитали в Забайкалье Павел Александрович и Анна Израилевна Котовы за многие годы изучения этого необычного камня.

Забайкалье — уникальная флюоритоносная провинция земного шара. За его пределами она простирается на восток — северо-восток в направлении к Приморью, а на юге уходит в Монголию, Китай... Основная масса всех флюоритовых месторождений этой провинции, содержащих высококачественный флюорит, находится в Забайкалье. Прогнозные запасы этого минерала в Читинской области и Бурятии составляют,

как подсчитал доктор геолого-минералогических наук Л. С. Пузанов, более трети общесоюзных.

Чем больше, тем дороже

В последние годы резко увеличились разведанные запасы флюорита в мире. Возросли добыча и потребление, объем внешней торговли. Флюорит стал дороже и дефицитнее. У нас в стране установлены оптовые цены на флюорит (концентрат) в зависимости от содержания CaF_2 от 50 до 200 рублей за тонну. Оптический флюорит для плавки стоит гораздо дороже — от 15 до 3000 рублей за 1 килограмм. В США на внутреннем рынке 1 тонна флюорита металлургических и химических сортов стоит 70—100 долларов.

В результате эффективных поисково-разведочных работ за последние годы общие запасы флюоритовых руд в мире возросли более чем в два раза и составили на начало 1979 года около 500 миллионов тонн. Главная часть этих запасов (более 70 процентов) находится в СССР, Мексике, США и Таиланде. Кроме того, имеется более 200 миллионов тонн низкосортных флюоритовых руд, содержащих менее 35 процентов флюорита, запасы которых особенно значительны в Мексике, США и ЮАР.

Мировая добыча флюорита постоянно растет, в 1978 году она составила 8—10 миллионов тонн в год. Считают, что потребление флюорита в 2000 году может достигнуть 14—15 миллионов тонн.

Интересно отметить, что, несмотря на нехватку флюорита, общая стоимость этого сырья, добываемого в мире, очень невелика. По данным официальной статистики США, здесь добывается в год флюорита всего на 17 миллионов долларов — это вдвое меньше, чем стоимость добывающегося у них гипса или диатомита.

Но на долю самих Соединенных Штатов приходится лишь около пяти процентов мировой добычи флюорита. Они интенсивно ввозят его, в первую очередь, из Мексики, которая стоит на первом месте по извлечению этого минерала из недр. США ввозят флюорит, кроме того, из многих европейских стран (Италии, Испании, Англии), а также из Южной Африки. По потреблению флюорита США стоят на первом месте в мире. Вторым крупным импортером флюорита является Япония, третьим — ФРГ, которая ввозит флюо-

рит из Испании, Франции, Италии, Южной Африки, Таиланда и Китая. Несмотря на то что общая стоимость добываемого и потребляемого в США флюорита относительно невелика, американские экономисты придают ему очень большое значение, относя его к одному из важнейших видов сырья. В США существует даже правительственный контроль за флюоритовыми ресурсами и созданы стратегические запасы этого минерала.

Рост потребления флюорита в мире сопровождается увеличением объема торговли им. Например, США за последние годы стали ввозить его в два раза больше (более 1 миллиона тонн в год). Увеличение потребности во флюорите в мире связано в основном с ростом производства стали (особенно кислородно-конвертерным способом), алюминия и фтористых химических соединений.

Несмотря на большие общие мировые запасы и высокий уровень добычи флюорита, уже сейчас ощущается нехватка его на мировом рынке. По этой причине во многих странах вынуждены использовать низкосортные руды, а также активизировать поисково-разведочные работы, проводить исследования по расширению попутного производства фтористых солей на заводах фосфатных удобрений и выявлению различных заменителей флюорита. В Японии, Люксембурге и других странах проводятся успешные исследования по созданию синтетических флюсов — заменителей флюорита при выплавке стали. Ожидается, что создание и применение таких флюсов позволит уменьшить спрос на флюорит в металлургии и стабилизировать цены на него на мировом рынке, которые постоянно растут, а за последние 10 лет увеличились почти вдвое. Кроме того, использование заменителей флюорита и соединений фтора в производстве стали, алюминия и цемента приведет к резкому уменьшению уровня загрязнения окружающей среды фтором.

К настоящему времени во многих странах (СССР, США, Индии и других) обнаружены месторождения флюорита, которые относятся к новым генетическим типам (грейзеновые, карбонатитовые, скарновые и другие). Поэтому изменилось соотношение основных источников добычи флюорита. Например, если в СССР и других странах до начала 60-х годов единственным

источником получения флюорита были собственно гидротермальные месторождения, то теперь большая часть (более 60 процентов) запасов и добычи этого минерала приходится на гидротермально-метасоматические и грейзеновые месторождения. В будущем ожидается возрастание роли карбонатитовых, скарновых и полиформационных месторождений флюорита.

Резко увеличится также попутное извлечение фтористых соединений при производстве фосфатных удобрений.

Рост спроса на флюорит сопровождается изменениями в географии его размещения: постоянно увеличивается число стран, добывающих флюорит. Их сейчас — более 40.

Числом — больше, качеством — лучше

Месторождения флюорита в нашем крае известны, в общем-то, давно, но пристальное внимание на них было обращено только с начала нашего столетия. Забайкальские месторождения характеризуются большим обилием кристаллов флюорита, самых разнообразных по форме и по цвету.

Большинство месторождений находится на юго-востоке, в Приаргунье. В последние годы открыты месторождения этого минерала и в Западном Забайкалье, в Бурятии, и на севере — в Прибайкалье. Забайкалье по общим запасам минерала может быть сравнимо только с Приморским краем и Казахстаном, но все высококачественные флюориты, используемые в металлургии, находятся в Забайкалье. Запасы заключены более чем в 26 месторождениях, из которых эксплуатируются только четыре: Солонечное, Усуглинское, Абагайтуйское и Калангуйское. Все месторождения располагаются группами, и эти группы имеют названия по главным месторождениям. Самая южная и самая известная группа — Абагайтуйская. Она включает Абагайтуйское, Ново-Бугутурское, Горинское и Семилетнее месторождения; уже разведаны и новые — Шахтерское и Волдинское, Уртуйское, крупнейшее в Забайкалье.

Чуть севернее находится Гарсонуйская, самая крупная группа месторождений. Она расположена вблизи Клички. Еще севернее — Солонеченская груп-

па, к югу от Балея — Тургинская (Калангуй, Жетково, Березовское и другие).

К северу от Читы — Усуглинская группа, в которую входят Усуглинское, Улунтуйское месторождения и группа жил в верховьях реки Кручины.

На западе Забайкалья — Наранская группа, состоящая из Наранского и Бурун-Ульского месторождений.

Мы перечислили только самые главные группы месторождений. Кроме того, каждый год открываются или разведываются новые.

Исторические заметки

Первая публикация о флюорите Забайкалья вышла в свет в 1834 году в «Горном журнале» при описании Нерчинских рудников. Речь там шла о трех месторождениях сразу: о Маньковском, Пуринском и Солонечном, а первые описания флюоритовых месторождений Забайкалья сделали в 1916—1917 годах геологи К. Г. Войновский-Кригер, С. А. Докторович-Гребницкий, Е. В. Еремина, К. К. Матвеев и П. П. Пилипенко. Но исследовать по-настоящему руды наших месторождений начали только при Советской власти. Был тогда на месте сегодняшнего Всесоюзного института минерального сырья (сокращенно ВИМСа) маленький Институт прикладной минералогии. Основал его в Старомонетном переулке в Москве купец Аршинов, прекрасно знавший кристаллографию и минералогию. Впоследствии он стал заслуженным деятелем науки и техники РСФСР. Геологи этого института и дали нам настоящие описания Калангуя и Абагатуя. Их разведывали А. В. Гуляева и Н. С. Лаврович. В 1931—1932 годах эти месторождения изучала минералогическая группа Московского геологоразведочного института под руководством профессора П. П. Пилипенко. Он определил, что Абагайтуйское и Калангуйское месторождения образованы горячими водными растворами вблизи от поверхности Земли, имевшими температуры примерно 250—100 градусов Цельсия.

В довоенные годы все разрабатывающиеся сегодня месторождения были известны. Но Усуглинское, открытое С. К. Соболевым, разведано только в пятидесятых годах.

Закончилась война, страна оправилась от разрухи,

промышленность развивалась быстро. Понадобилось много минерального сырья. И вот одно за другим стали появляться на картах южного Приаргунья флюоритовые месторождения. Трудом геологов З. Н. Даниловой, Х. Д. Лема, П. Д. Перелетова, М. А. Строганова, а позже — В. Е. Анферова, Ю. В. Павленко и других оно превратилось в интереснейшую и богатейшую флюоритоносную провинцию.

Затем пошли открытия месторождений-спутников у Калангуя, Солонечного, Усуглей и целой громадной группы месторождений, названной Гарсонуйской. Много сделано для выявления и разведки месторождений плавика трудом В. Н. Иванова, И. П. Березовикова, А. В. Леваднего, А. И. Котовой и других геологов Забайкалья. В области научных исследований, в обобщении материалов, разработке генетических схем, в выработке критериев оценки и прогноза флюоритовых месторождений просто нельзя не отметить таких известных ученых, как А. А. Якжин, Л. С. Пузанов, В. С. Кормилицын, А. Т. Соловьев, А. Д. Щеглов, П. А. Котов, А. А. Черепанов, А. Д. Сергеев, А. А. Иванова.

И все же далеко не все месторождения флюорита уже найдены. Свидетельством тому служат ежегодные новые их находки. Давайте же отправимся по местам, где спрятала природа скопления нашего доблестного героя.

Там, где гуран лакомился

Самой древней, известной еще с первой половины восемнадцатого столетия, оказывается Газимурская группа месторождений, разбросанная по правобережью древнего Газимура. Сюда относятся Солонечное, Брикачанское, Звериное, Кутешинское, Лиственничное и многие другие месторождения, перспективы которых еще совсем не ясны.

Перед нами огромный карьер. Здесь жила позволяет вести добычу ценнейшего сырья открытым способом. Это — Солонечный рудник. Был здесь когда-то солонец, соленая была земля. Такие места любят дикие косули — гураны, сохатые — лоси, изюбры. Вот, скорее всего, на охоте, на солонцах, и открыли это месторождение. Еще в XVIII веке здешний флюорит, по-тогдашнему — плавик, шел в шихту при выплавке

свинца на Дучарском, Кутомарском и Нерчинском заводах. Когда-то здесь были кустарные закопушки. Когда-то тут катали тачки ссыльные да каторжане, а ныне — вон какой карьерище! Да и в каждом самосвале добрая сотня лошадей.

Первое описание руд дал в 1917 году К. Г. Войновский-Кригер, а разведала его в 1932—1933 годах Дальневосточная экспедиция Института прикладной минералогии. Руководил разведкой Н. С. Лаврович. Затем месторождения разведывали в послевоенные годы, открыли новую Восточную жилу и с 1958 года начали добывать плавиковый шпат. И уже в 1963 году во время полевых работ по проекту М. Г. Кычакова и В. И. Кондратьева сначала геолог В. А. Чунин нашел обломки сростков кварца и флюорита, а потом канавой, которую наметил Ю. В. Павленко, а задал проходчикам И. Р. Малышев, вскрыли восточное рудное тело Брикачанского месторождения. Потом в известняках нашли и Ингулиху. Солонечный рудник с 1933 года по нынешнее время дал стране более четверти миллиона флюоритовой продукции.

В жилах здесь нашли всего шесть минералов, возникших из горячих фтороносных растворов. Их температура достигала 240—190 градусов Цельсия в начале кристаллизации флюорита. Флюорит и кварц — главные минералы. Они составляют почти 96 процентов жильной массы. Кроме них известны полевой шпат — адуляр, гидрослюда.

Флюорит здесь исключительно крупнокристаллический. По форме индивидов и окраске можно выделить три разности флюорита, которые отличаются по положению в жилах и времени образования. Наиболее распространен крупнокристаллический флюорит, он образует массивные и друзовые агрегаты и имеет яркую зеленую или фиолетовую окраску. Меньше развит на месторождении крупнокристаллический фиолетовый флюорит, образующий удлиненные кристаллы. В некоторых кристаллах наблюдается частое чередование бледно и ярко окрашенных фиолетовых полос, ширина их не превышает 1—3 мм. Реже встречаются мелкие сростки кубических прозрачных кристаллов, образующих миниатюрные друзы. Этот флюорит обычно бесцветен, лишь изредка вершинки его кубических кристаллов окрашены в фиолетовый цвет. В жилах

Солонечного месторождения флюорит располагается в их приконтактовых частях, а в осевой части обычен кварц. При полосчатом строении жил можно наблюдать, как темно-фиолетовый флюорит располагается в призальбандовых участках, зеленый — в пространстве между фиолетовым флюоритом и кварцевой сердцевиной. При отсутствии кварца зеленый флюорит слагает осевую часть жилы; если же нет темно-фиолетового флюорита — зеленый слагает всю мощность жилы. Следует подчеркнуть, что в Солонечном месторождении наиболее развита зеленая разновидность. Эта особенность отличает его от большинства других месторождений в Восточном Забайкалье.

Очень редко можно найти мельчайшие кубики блестящего желтовато-зеленого пирита и стально-серого арсенопирита — соединения железа, мышьяка и серы. Они содержат даже шесть десятых процента серебра. Пирит и арсенопирит находятся в срастаниях с тонкополосчатым кварцем, очень похожим на балейский.

Вот как выделялись из растворов эти минералы. Сначала образовывались крупные кристаллики и сростки фиолетового и зеленого флюорита, затем из раствора выкристаллизовывался адуляр, за ним возникали параллельные сростки-гребни кристаллов кварца. На них снова наросли удлиненные крупные, но уже только фиолетовые кристаллы флюорита. Самыми последними кристаллизовались сростки мелкозернистого кварца. Сначала без сульфидов, а затем — и с пиритом и арсенопиритом.

Все это происходило, как полагают геологи, при понижении температуры от 240 до 145 градусов Цельсия.

Руды Солонечного особые: светлые, солнечные. Особенно четко выделяется зеленый и фиолетовый флюорит на фоне белоснежного, чуть маслянистого кварца. Щедрыми ковшами черпает его экскаватор.

О том, как вода и твердая нефть флюорит окрасили

Пусть очередная порция флюорита едет до обогатительной фабрики, а мы заглянем в окрестности Александровского завода (благо он не так уж и далеко отсюда), на «плавикошпатовые» сопки близ села Пури. Под таким названием известны подле него че-

тыре горы с кварцево-флюоритовыми жилами, о которых знали еще в XVIII—XIX столетиях, а самая северная из них разрабатывалась для нужд Александровского завода.

Самые интересные флюориты известны, однако, в рудах южного Пуринского месторождения. Флюорит тут можно видеть в виде кубических и кубооктаэдрических кристаллов величиной от одного до трех-пяти миллиметров. Они образуют изогнутые цепочки и слойки толщиною от одного до семи миллиметров. Цепочки флюорита разделяются полосатым халцедоновидным кварцем. Такое полосчатое строение имеют кварцево-флюоритовые руды. Но полосаты также и чисто флюоритовые руды. Только полосчатость эта — уже от распределения темно-фиолетовой, а иногда и черной окраски. Оказалось, что черная окраска появляется там, где во флюорите включены реликты кальцита, апатита и твердого органического нефтеподобного вещества — битума.

Если положить тончайшие пластинки такого флюорита под микроскоп, то удастся увидеть, что фиолетовая окраска — не сплошная, а состоит из отдельных пятен площадью всего 0,01—0,02 квадратных миллиметра. Вот у этих-то пятен и находятся черные включения твердых непрозрачных битумов. Если рассматривать цветные пятна при увеличении в 400—500 раз, можно увидеть, что и сами пятнышки не однообразны: похожи на вуаль или состоят из тончайших полосок того же битума. Битум распределяется в теле кристаллика совсем не случайно, а по микрозонам его роста.

— Но при чем же фиолетовая окраска и черные битумы? — спросите вы.

— Да при том, что битумы почти всегда бывают повышенно радиоактивны. А радиоактивное излучение, как вы уже знаете, способствует захвату электронов в ловушках дефектных частей кристалла и создает таким образом красящие центры.

Здесь же находим и розовые, и желтые флюориты. Оказалось, что их окраска обусловлена тончайшими вростками гидроокислов железа. Но появились эти вростки там уже много миллионов лет позже того, как выросли кристаллы. Они по трещинам спайности занесены водой. Вода затем ушла, а груз свой остави-

ла на память флюориту. А мы нашли следы ее работы.

Вот как важно иногда заглянуть внутрь кристаллов, чтобы прочесть древнейшие страницы их жизни.

Путешествие в жиле

На юго-востоке, там, где уже появляется спокойная голубая Аргунь, где в Дуройских старицах и протоках ловятся караси с добрую сковородку, там, где на каждом шагу можно на пашне или просто в степи наткнуться на огненный сердолик, благородный коричневый сардер, а если очень повезет — и на черный с белыми концентрами или моховой агат,— там в забайкальских недрах запрятано каменное чудо.

Эти действительно великолепные места в 1929 году глубоко тронули Александра Евгеньевича Ферсмана. Он писал: «Давно мечтал я посетить места Забайкалья, откуда посылали мне замечательные кристаллы топаза, редкого минерала, содержащего фтор, кристаллы всех цветов и друз разноцветного плавикового шпата... И вот, наконец, мы высадились из скорого поезда, шедшего на станцию Маньчжурию. У вокзала нас ожидала тройка лошадей, и мы покатили по дивным степям южного Забайкалья, покрытым сплошным белым ковром прекрасных эдельвейсов. Чарующая картина все шире и шире раскрывалась перед нами по мере того, как мы поднимались на пологие вершины гор... Здесь в пустотах («занорышах») гранитных пегматитов мы увидели красивые октаэдры плавикового шпата. Но особенно нас поразила картина богатых месторождений этого минерала в одной небольшой долине. Здесь были... огромные скопления розового, фиолетового и белого плавикового шпата самых разнообразных оттенков, они сверкали и искрились на ярком маньчжурском солнце». Да, именно здесь, в этой чудной долине на южном склоне Аргунского хребта, на самом юго-востоке Забайкалья, находится знаменитый Абагайтуй. Вот они — знаменитые сказочные замки с остроконечными башнями. Вот знаменитые призмы ярко-желтого барита на флюорите, а вот и каменные пуговицы, уникальные таблички того же барита. Срастаясь, они образуют каменные цветы.

Но спустимся вниз, во чрево земли. Мы с вами в

забое. Только что отпалили, убрали породу, вымыли стенки — и мы свидетели небывалых красот природы. Мы идем по пестрой флюоритовой жиле, охотимся за щетками кальцита, ажурными сростками барита, и глаза разбегаются от изобилия всевозможных рисунков, цвета, форм. Все это кажется случайным сочетанием в хаосе. Но постепенно приглядываясь, мы сначала только нащупываем какую-то упорядоченность, а затем и убеждаемся в строгой закономерности смены и повторяемости этих рисунков, цвета и форм. Закономерность не проста. Ее надо знать, чтобы уметь предсказать поведение жил, ожидать выклинивания или раздува, находить смещенные вдоль послерудных трещин отдельные их блоки. Умение найти закономерности и использовать их — не только наука, но и искусство. А природа каждый день ставит новые задачи, и их надо уметь решать.

Вот видите: были жила, а дальше ее нет. Как ножом отрезало. Где она? Только тщательно замерив элементы ее залегания и прощупав всю стенку выработки, можно найти направление смещения жилы. Теперь надо еще рассчитать, куда она делась. Определить, какую выработку, в каком направлении и какой длины надо пройти, чтоб снова выдавать на-гора застывшую радугу. Все построения сделаны. Проходчики знают, куда вести выработку.

Смена идет к концу. После отпалки снова обнажается долгожданное сечение цветистой жилы. Вместе с проходчиками поднимаемся на-гора.

На поверхности, уже у геологов рудника, можно снова увидеть редчайшие сочетания белого, а иногда и бурого бумажного шпата и фиолетового, розового, голубого и зеленого флюорита.

Пластинки своеобразного кальцита, пропитанного бурыми, почти черными, гидроокислами марганца, снопами и веерами вписаны в многоцветный флюорит. Иногда они как бы вырезаны искусным художником в густом зеленовато-синем плавике. Здесь же — совершенно непостижимые переплетения длинных четырехгранных призм желтого барита. А рядом — на изогнутых спинах флюоритовых глыб — медово-желтые призмочки этого же минерала.

Тут мы увидим своеобразные натечные бледно-фиолетовые и желтые массы. Кажется, будто густое

минеральное тесто, обволакивавшее стенки громадных пустот в жиле, вдруг перестало течь и затвердело навеки. А в жилах Восточного участка находили даже прекрасные халцедоновые гроздья. Такие натеки, наплывы очень хорошо наблюдать под землей, в громадных щелях, например, в центральных частях жилы, которая называется Главной. Она действительно главная. Ее длина — 720 метров, а на глубину она прослежена на 350 метров. Под стать жиле и линзовидные полости — до десяти метров длиной и двух шириной. Это громадные, уходящие в темноту лабиринты с фантастически причудливыми стенками.

Анжелика Анатольевна Иванова, много лет изучавшая минералогию Абагайтуя, сообщает, что самая крупная полость в Сахалинской жиле прослежена на целых восемьдесят метров по горизонтали и на пятьдесят — по вертикали. Ширина ее достигает двух метров. На стенках полостей — громадные, до полутора метров в диаметре, почки и полусферы цветного флюорита. Внешние зоны их — это причудливые по форме друзы кристаллов флюорита или замещенные ими кристаллы марганцовистого карбоната кальция — манганкальцита.

Нередко здесь можно видеть и причудливые гроздьевидные флюоритовые или халцедоновые сталактиты. Иногда они похожи на своеобразные кораллы.

В придонных частях этих полостей скапливаются громадные массы фарфоровидного флюорита, глинистых минералов и мелкозернистого кварца. Флюориты с небольшим количеством глинистого минерала каолинита очень похожи на опал. Те же, в которых преобладает этот каолинит, напоминают фарфор. Опаловидный флюорит светло-кофейного цвета. В нем множество пустоток, на стенках которых торчат маленькие кристаллики сиреневого или бледно-зеленого флюорита.

Если спуститься сверху вниз по Главной жиле, то сразу можно увидеть, что минералы в ней располагаются в определенной последовательности. Наверху мы пробирались бы через толщу кварца с небольшим количеством флюорита. Спускаясь все ниже, все больше и больше видели бы мы флюорита. На глубине 50—105 метров уже вместе с кварцем и флюоритом встречались бы нам крупные (до 10 сантиметров) изо-

метричные прозрачные или голубоватые кристаллы сульфата бария — барита. Такие кристаллы выросли из горячих растворов при температуре предположительно 165—115 градусов Цельсия.

Углубившись до 120 метров от поверхности, мы с вами увидели бы целые стопки, веерообразные пачки и сростки пластинчатого (бумажного) марганцовистого кальцита. Это на поверхности, в отвалах он бурый, а иногда даже черный оттого, что марганец легко окисляется. А в недрах марганцовистый кальцит кремовый и даже снежно-белый. Вместе с манганкальцитом на глубине появляются и золотистые кубики пирита.

А вот как, по наблюдениям Анжелики Анатольевны, интересно повторялись периоды выделения из раствора разных минералов — в четыре приема:

I — крупные кристаллы флюорита — манганкальцит;

II — мелкозернистый флюорит — манганкальцит;

III — шестоватый флюорит — барит;

IV — фарфоровидный флюорит — глина.

Все это происходило по мере понижения температуры растворов от 180 до 115 градусов, а для фарфоровидного — и ниже.

В горячем растворе были растворены все необходимые составные части минералов в виде ионов фтора, кальция, калия, марганца, бария, углекислоты, сульфата, кремнезема.

Растворы были очень концентрированные, почти рассолы. Сначала зародились и выросли крупнокристаллические флюориты. Затем, когда большая часть фтора израсходовалась, концентрации марганца, калия и углекислоты стали достаточными для образования их соединения — карбоната марганца и кальция — манганкальцита. В растворе еще у нас остался кремнезем — кремниевая кислота. Карбонаты и кремниевая кислота — антагонисты. Они не могут сосуществовать, не разъедая друг друга. В этот раз кремниевая кислота оказалась сильнее. И, разъедая тончайшие пластиночки манганкальцита, она образовала собственный минерал — кварц. На этом закончился первый этап образования флюоритовой руды. Но с выпадением из раствора большого количества кремнезема и растворением части манганкальцита в нем опять

появился кальций, и он с оставшимся в растворе фтором дал рождение новым кристаллам флюорита. И уже не изометричные крупные кристаллы его, а множество мелких зародышей появилось на раннем флюорите, кварце и манганкальците. Эти зародыши быстро растут. По мере их роста им становится все теснее. Расти они могут только в одном направлении — от стенки трещины или раннего кварцевого или флюоритового основания к центру трещины. Многие зародыши задыхаются от тесноты, им не хватает маточного раствора, и они консервируются, глохнут.

Оставшиеся жить кристаллы растут только в длину гранями вершины куба. Растут они наперегонки, образуя параллельно- или радиально-лучистые сростки.

В Главной жиле лучистый флюорит сверкает в лучах шахтерской лампочки тысячами янтарных солнц. Нередко он золотисто-янтарен или отливает благородным коричневым светом.

А в Сахалинской жиле он дымчато-розовый или бледно-фиолетовый.

Иногда перед шестоватым флюоритом, после того как сформируется кварц, трещины, в которых кристаллизуются минералы, приоткрываются. Резко изменяется давление и температура, и тогда очень быстро из растворов выделяются мелкие зернышки флюорита и кварца. Их одновременно зарождается так много, что дальнейший их рост просто невозможен — нет пространства для спокойного роста; оно все заполнилось. При этом может закупориться и трещина. Тогда остальные минералы — новые зарождения манганкальцита, поздний шестоватый флюорит — могут расти уже относительно спокойно.

К этому времени израсходовался почти весь фтор и кальций. И тогда на сцене появляется продукт реакции бария и сульфат-иона — тяжелый барит. Он растет в свободных условиях из разбавленных растворов. Поэтому кристаллы его совершенны. Нередко прозрачны. Более того, они, причудливо срастаясь, дают прекрасные каменные цветы — белые баритовые розы, символ спокойствия и верности форм, завершенности образования жилы.

И только в крупных остаточных полостях внутри жилы еще идет борьба за место на ее стенках и дне.

Минералы полостей — продукты охлажденных, поч-

ти отработанных гидротерм. Но гидротермы еще активны. Они еще способны переводить в глину не только вмещающие жилу горные породы, но и разъедать ее, обогащаясь фтором и барием. Кремнезем они также заимствуют из стенок боковых пород. Разжижая собою всю эту добычу, они стекают вниз, обволакивая уже сформированные минеральные агрегаты, и постепенно застывают, чтобы превратиться затем в прекрасный поделочный фарфоровидный или опаловидный флюорит.

Так или почти так образовались эти громадные кладовые каменной радуги, именуемые Абагайтуй.

Кто же и когда открыл это месторождение?

Исторические документы очень скупы. Из них следует, что в 1910 году горный инженер Зигс подтвердил сведения местных пастухов о том, что в степи разбросаны глыбы цветистого камня. Зигс не ограничился только подтверждением их заявки, но в 1914—1915 годах он даже частично разведал месторождение и организовал добычу плавикового шпата. В 1916 году заложили первую шахту и приступили к эксплуатации месторождения. Она длилась недолго и уже в том же году прекратилась до 1925 года. За это время добыли 1600 тонн флюорита. Планомерная разведка месторождения началась только в 1925 году известным уже нам Институтом прикладной минералогии.

Первое научное описание Абагайтуя дал профессор П. П. Пилипенко. Месторождение оказалось настолько большим, что только за шестьдесят лет (с 1914 по 1974 год) из него было добыто более полумиллиона готовой флюоритовой продукции.

Сегодня известные жилы самого Абагайтуйского месторождения кажутся выработанными. Но прогнозы вселяют надежду: полагают, что Чирское и Дайкинское месторождения, известные поблизости, вместе с еще не разведанными участками самого Абагайтуя дадут в будущем не менее миллиона тонн руды. Но не только в этом надежда Абагайтуя. Недалеко от него известна целая плеяда новых месторождений — Ново-Бугутурская. Уже скоро начнут строить крупнейший Ново-Бугутурский плавиково-шпатовый комбинат. Он будет извлекать флюорит из Волдинского, Шахтерского, Семилетнего, Горинского и Ново-Бугутурского месторождений. Этот рудник

будет самым большим — в год проектируют выпускать сначала 125 тысяч тонн руды, а затем довести до четверти миллиона. Чтобы полностью использовать тонковкрапленный флюорит, здесь, как и на Калангуйской фабрике, будут делать из порошка окатыши, пригодные для черной металлургии.

Нашли «...руду около руды»

Михайло Васильевич Ломоносов, как мы уже знаем, говаривал: «Ищи руду около руды». Эти вещие наставления будто бы нарочно для Кличкинского рудного узла сказаны.

С 1780 года известны свинцово-цинковые месторождения около Клички — Кличкинское (1780), Почекуевское (1782), Савинское № 5 (1783). Они отрабатывались до середины XIX века, пока легко можно было брать сверху богатые серебро-свинцовые руды.

Вернулись к ним много позже, уже при Советской власти. Большая заслуга в этом деле принадлежит академику Сергею Сергеевичу Смирнову, который выделил теперь известный каждому геологу полиметаллический пояс в Восточном Забайкалье. Сергей Сергеевич уже знал из архивных данных и из опыта своих наблюдений, что флюорит в Кличкинских полиметаллических месторождениях есть.

Но в те годы (1926—1929) не думали о возможных здесь его промышленных месторождениях. И только в 1947-м Кличкинская геологоразведочная партия, по сути дела, положила начало открытию Даринского и Южно-Савинского участков Гарсонуйского месторождения. В 1955 году Ю. А. Славутский уже совершенно точно подтвердил, что месторождение будет. Самое интересное здесь то, что Даринский участок Гарсонуйского месторождения находится всего в двухстах метрах от известного уже почти два столетия полиметаллического месторождения Савинское № 5. Почти двести лет понадобилось, чтобы в двухстах метрах найти прекрасные руды! Поистине хитра природа.

В 1958 году И. А. Погудин открыл Начирский участок, известный неповторимыми медово-желтыми флюоритами. Однако он не поверил в свое открытие и оценил месторождение как бесперспективное. Но

уже через два года Ивановская партия Даурской экспедиции чуть выше по склону горы вскрыла канавами жилу длиной почти в полкилометра с содержанием флюорита от 7 до 85 процентов.

В этом же году шофер Даурской экспедиции Р. И. Макушев заявил о находке флюорита, которая стала поводом для разведки Олимпийского участка (как раз в Риме в 1960-м проводились Олимпийские игры). Флюорит этого участка — густо-коричневый внутри длинных почкообразных сростков и белый снаружи. Подсвеченный, он, кажется, горит густым красным пламенем.

Одно за другим появляются на карте около Клички новые названия: Манский, Зимовейский, Гарсонуйский. С 1960 года начинается разведка этих участков, которые вскоре объединяются в единое Гарсонуйское месторождение. Десять лет потребовалось, чтобы определить запасы этого гиганта. И вот 17 мая 1970 года протоколом Государственной комиссии по запасам подведены итоги. Огромные запасы сделали Гарсонуйское месторождение крупнейшим из разведанных в Союзе и одним из крупнейших в мире. У нас в стране с Гарсонуем можно сравнивать только Уртуйское в Забайкалье, Таскайнар и Солнечное в Казахстане.

Руководили разведкой этого гиганта Виталий Евгеньевич Анфёров — главный геолог Даурской экспедиции, а также А. К. Охотник и В. Н. Иванов.

Скоро, очень скоро, медовые флюориты Начира, громадные концентрически-зональные головы Гарсонуя, полосатики и друзы прозрачных кристаллов флюорита и кварца с Даринского участка, великолепные голубые и светло-зеленые прозрачные кристаллы Савинского № 5 пойдут в дело. Здесь будет построен громадный комбинат. Он будет давать каждый год не одну сотню тонн великолепного сырья. Оно будет дешевым.

* * *

К юго-востоку от Клички, по Урулюнгую, известны еще месторождения и проявления флюорита, но мы только отметим, что далеко не все из них разведаны, и работы еще на юго-востоке Забайкалья много. Так же много, как и будущих месторождений. Поки-

нем всхолмленные степи южного Приаргунья и отправимся на северо-запад. Туда, где находятся в недрах флюоритовые жилы Тургинской группы. Они получили свое название от протекающей здесь речки Турги.

Калангуйские узоры

Когда мы приехали первый раз в Калангуй, нас поразил огромный отвал серо-зеленых тяжелых, блестящих, округлых, скрученных, загнутых сростков пирита и марказита. Просто глаза разбегались от такого великого множества совершенно удивительных форм этого вездесущего минерала. Но не из-за пирита мы ехали сюда. Нас привлекли рассказы товарищей и специальные минералогические описания калангуйских флюоритов — одного из крупнейших месторождений Забайкалья.

В самом деле, флюориты здесь почти не поддаются описанию: так они причудливы и оригинальны.

Вот уникальные по красоте концентрически зональные шароподобные фиолетово-коричневые сростки. Отдельные сферы и сфероиды флюорита достигали тут полуметра в диаметре. Внутри каждого такого шара, большого и маленького, всегда находится черный кусочек углистого сланца. Он и был той самой затравкой, вокруг которой росли во все стороны кристаллы нашего минерала. Но при росте они мешали, сдавливали друг друга, и поэтому вместо обычных кубов вырастали радиально-шестоватые сростки, непременно стремящиеся образовать шарик, так как только сфера при минимальной поверхности заключает в себе максимальный объем. А это для выполнения вездесущих законов термодинамики условие непременное. И что самое интересное, поверхность этих шаров не ровная, а зазубренная. Это произошло потому, что каждый отдельный кристалл, ставший в стесненных условиях шестиком или лучиком, на поверхности шара, в конце его роста, все-таки стремится к самовыражению — хоть вершинку из трех граней куба да образует.

А посмотрите, уж не золотом ли усыпаны эти кристаллы флюорита? Вон как играют они, как сверкают. Прямо как-то зазывно. К сожалению, не золотом. Это тот самый банальный пирит, соединение

серы и железа, формы которого бывают так удивительно причудливы. Неправда ли, красавцы, а? Они тоже уникальны и давно уже стали предметом восхищения минералогов, каждый музей за честь почитает выставить в экспозицию образец из Калангуя. Не всем выпало такое счастье, а вот музею политехнического института в Чите очень повезло.

Но не в музей, а в недра Калангуя мы отправились. Здесь целая серия отвесно уходящих на глубину до 450 метров жил, расположенных одна за другой, как кулисы на театральной сцене. Длина жил большая — до километра.

Каждая жила зональна. От контактов к центру жилы сначала руды бывают брекчиевые (когда обломки вмещающей жилу породы сцементированы флюоритом), затем появляются чередования как бы извивающихся сиреневых или коричнево-сиреневых лент. А к центру на поверхности одной из крайних лент вырастают причудливые радиально-лучистые или параллельно-шестоватые, веером расходящиеся сиреневые, буроватые с фиолетовым, стесненные друг другом кристаллы. И лишь в пустотах можно увидеть ребристую поверхность, сложенную вершинами кубических кристаллов флюорита. Иногда в остаточных щелях, напоминающих по форме абагайтуйские, но меньших по размерам, особенно на нижних горизонтах Калангуя, появляются золотистые кристаллы пирита и крупные зеленовато-серые почки марказита. Марказит — тоже сульфид железа, но низкотемпературный. Иногда он бывает порошковатым и черным. В этом случае его называют мельниковитом. В отличие от Абагайтуя, где мы видели карбонат марганца и кальция — манганкальцит, Калангуй богат железом, и тут встречается уже знакомый нам карбонат железа — сидерит — $FeCO_3$. Здесь, как и на Абагайтуе, можно увидеть натеки фарфоровидного флюорита, а иногда и марказита.

Калангуй — одно из красивейших месторождений. Он же — и одно из известнейших. Его описания стали теперь классическими. А штуфы сферолитов — редкостью.

Открыл месторождение в 1919 году, как сообщил бывший директор рудника Калангуй К. Г. Шитов и как писалось об этом в газете «Забайкальский рабо-

чий» 11 января 1967 года, японский подпоручик Кубуси Сато. Он был сыном японского промышленника, в студенчестве изучал геологию и горное дело. Найдя куски флюорита около Калангуя, он сообщил об этом в письме отцу в Токио, подробно описал место находки. Кубуси, решив, что Дальний Восток навеки будет японским, просил отца организовать геологический отряд для разведки месторождения. А для верности застолбил место и написал: «...Это принадлежит нам с 19 июня 1919 года». Но отряд из 14 геологов-японцев, посланный для разведочных работ, был уничтожен местными партизанами. Так бесславно закончили свои дни чужеземцы.

А месторождение пришлось открывать второй раз. Об этом я узнал из рассказа Нила Сергеевича Костромина, инвалида Великой Отечественной войны, добровольцем ушедшего в 1942-м на фронт, сапера, горного техника, всю жизнь посвятившего добыче руды, обогащению россыпей и извлечению из них золота, автора восьми изобретений. Он вошел стремительно и начал без предисловия:

— Хочу сообщить о роли моего отца, Сергея Федотовича Костромина, в истории открытия и освоения Калангуйского месторождения. Дело было так. Жили мы в Долгокыче. В конце 1924-го или в начале 1925-го отец поехал продавать картошку. Остановился в долине реки Турги, и здесь нашел большой тяжелый цветной камень, подобрал его. Продал картошку, а на обратном пути заехал к знакомому, дорожному мастеру, показал находку. Тот понял, что камень — непростой. Летом 1925 года место находки осмотрел горный техник Павел Дмитриевич Сумкин, который и определил, что Сергей Федотович нашел месторождение флюорита. Этим же летом была организована добыча флюорита.

До 1929 года рудник находился в ведении Забайкальской железной дороги и работал только в летнее время. П. Д. Сумкин стал первым руководителем рудника, а горным десятником, или как тогда еще говорили, штейгером, был Сергей Федотович Костромин, о чем в Читинском архиве есть соответствующая справка. Он умер в 1926 году, завещав сыну горняцкую профессию. Нил Сергеевич поступил учиться в Читинский горный техникум, а на практику в

1929 году приехал на Калангуйский рудник. Рудник в этом году передали Горхимтресту, а первым главным директором назначили Михаила Михайловича Шамсова, энергичного кавказца, который всегда, как рассказывал Нил Сергеевич, ходил с маузером. Техническим директором рудника с этого времени стал П. Д. Сумкин. В том же 1929-м рудник посетил академик А. Е. Ферсман, и в памяти Нила Сергеевича навсегда остался этот полный, но очень энергично шагавший в гору человек. По ходатайству П. Д. Сумкина Нил Сергеевич в январе 1929 года получил причитавшуюся его отцу премию за первооткрывательство в размере 150 рублей и купил себе первый костюм...

Так высветились истоки истории Калангуйского рудника, уже шесть десятилетий дающего стране великолепную руду. Количество ее исчисляется миллионами тонн. Надолго ли хватит?

Вы видите, вон там, у дороги, которая ведет к Калангую, сидит, задумавшись, худощавый человек в полевой геологической форме. Это Геннадий Игнатьевич Кириллов. Долго не знал он покоя. Годы раздумий в ночной тиши, в маршрутах привели его к единственно верному решению, а возникшие идеи блестяще подтвердились геологической службой рудника. И снова Калангуй уверен в будущем: найдена жила уникального по гамме фиолетовых тонов флюорита, получившая название Гаражной. Действительно, поиск, если он разумен, почти всегда плодотворен.

Сейчас Калангуйский комбинат превратился в могучий оплот флюоритдобывающей промышленности страны.

...Из шахтной клети выкатываются одна за другой вагонетки с рудой, опрокидываются в бункер. Руда сыплется в кузов самосвала. Она идет на обогатительную фабрику. Там из руды прежде всего выбирают крупный кусковой флюорит. Только такой нужен для выплавки чугуна. Но вы видите, что в результате процессов обогащения, например, флотацией, получают тонкие порошки концентрата флюорита. Порошки годятся для химической промышленности. Черной металлургии нужны только куски. А нельзя ли превратить порошок, скажем, в шарики, скатывая их с каким-либо скрепляющим веществом? Нельзя ли

спечь флюоритовые колобки?

Долго не могли технологи решить эту задачу. Пробовали раз, пробовали два — и терпели неудачи. Получались колобки, но не выдерживали ударов при падении. А ведь именно этим свойством они должны обладать. В домну-то или в конвертер или в электропечь они будут лететь с большой высоты.

Многие месяцы поисков и испытаний привели к очень простому решению задачи. Как скатывать колобки из флюоритового теста — придумывать было не надо, но вот чтобы подобрать связку, пришлось прибегнуть к хитрости — использовать обыкновенную бентонитовую глину. Задача эта была успешно решена как раз на Калангуйской фабрике.

Оказалось, что фабрика окомкования порошковых концентратов — сложное хозяйство. Тут и наклонные эксцентричные чаши с вертикальными стенками, в которых в капельках воды частички флюорита слипаются в комочки с помощью разбухающих и обволакивающих частиц глины. Такой зародыш под собственной тяжестью с капельками воды скатывается по флюоритовому тесту, как комок снега с горки, и увеличивается. Затем комочек, коснувшись внутренней стенки барабана, подымается в нем наверх. Достигает верхней точки и снова под собственной тяжестью катится вниз, обрастая массой, как снежный ком.

Партия таких флюоритовых комков, или окатышей, бывает готова за семь-восемь минут. А за час эта большущая чашка выдает их до семи тонн. Глины в них — всего только полпроцента общей массы.

Но на этом не кончается приготовление окатышей. Их надо сделать твердыми. Для этого придумали движущиеся жаровни-тележки, которые со строго рассчитанной скоростью проходят через три температурные зоны. Первая зона — 200—300 градусов Цельсия. Это сушка. Вторая — 700—750 градусов — подогрев. За это время из окатышей удаляется вся влага. В третьей зоне с температурной до 1100 градусов окатыши обжигают, да с таким расчетом, чтобы в них прошли твердофазовые реакции. При этом, если в концентрате есть немного кварца, то он тут же соединится с окисью кальция и даст силикат кальция — $CaSiO_3$ — волластонит. А это еще больше ук-

репит окатыши. Глина же отдаст всю свою воду и перейдет в муллит — алюминиевую соль кремниевой кислоты. Это еще один чрезвычайно крепкий каркас, оплетающий частички флюорита.

Вот так и научились в Калангуе печь флюоритовые колобки. А рассказал мне все это один из главных пекарей — кандидат технических наук Рафаил Дмитриевич Петров: он внедрил технологию окомкования на Калангуйской обогатительной фабрике.

Теперь любой проект на строительство горно-обогатительного комбината обязательно предусматривает строительство цеха или целой фабрики по окомкованию.

* * *

Но не одно только Калангуйское месторождение известно в Тургинской группе. Здесь и Оцолуйское, и Таменга, и Коврижка, и Первое и Второе Змеевое и даже... Девятая Пятница (по-другому — Тургинское). Самое крупное после Калангуя, конечно же, Жетково. Его открывали долго и трудно. Сначала, еще в 1936 году, местный житель И. В. Савватеев нашел обломки флюорита и заявил об этом. Ю. П. Зак в 1941 году проверил их и заключил, что месторождения не будет.

В 1942 году житель села Жетково Пельменев обнаружил обломки кварца с флюоритом на левом склоне пади Домашняя Жебкоша в ее средней части. Геолог В. А. Луценко вместе с заявителем обследовал место, но интересных, как ему показалось, рудных тел не нашел. Однако Пельменев был не из таких, чтоб отступать. Через восемь лет, в 1950 году, он снова подал заявку в трест Союзплавик. На этот раз у него были доказательства повесомее: в русле все той же Домашней Жебкоши нашел он глыбу флюорита. И весила она уже 25—30 килограммов. Она валялась в русле, в полутора километрах вниз по течению от ныне известного Жетковского месторождения. И. Ф. Соловей вместе с работниками Калангуйской ГРП Ю. А. Латковым и Н. И. Сарычевым от места находки глыбы Пельменевым выследили по обломкам кварца и флюорита место, где надо было вскрыть коренную жилу.

Мне очень захотелось узнать, каков же был этот

упорнейший Пельменев. И послал я запрос в Жетковский сельсовет. Ответ пришел из Ложниково. Вот он: «Пельменев Николай Никифорович с 1889 года рождения, май месяц, в настоящее время в живых нет, умер в 1969 году, 10 октября, который действительно давал заявку (на открытие — *Ю. Г.*) месторождения флюорита. Высылаем его фотографию.

Председатель исполкома Гагаркин Я. И.».

На фотографии умный седой человек с орлиным носом, в гимнастерке. Такой человек действительно добьется цели, если верит в успех. А он, видимо, как и все коренные забайкальцы, уж очень верил в возможность богатства родных мест. И, к счастью,— не ошибся.

Месторождение было разведано в два приема — в 1959 и в 1963 годах. Запасов оказалось немало. Разведка одной тонны флюорита обошлась всего 30 копеек. Оно расположено в сорока километрах от Калангуя, и, безусловно, в нем будущее сырье обогатительной фабрики.

Ожила Семенова радуга

Если вернуться в Читу и отправиться самолетом на север, то первая посадка на пути в Тунгокочен будет в Усуглях. До 1958 года мало кто знал о них, разве только жители Тунгокоченского района да немногие в Чите. Теперь же с Усуглями всегда ассоциируется фирменная продукция Забайкалья — флюорит. После того как геолог Блинов закончил разведку гигантской жилы, стало ясно, что наша страна получила еще один уникум. Запасы средние — где-то около полутора миллионов тонн руды. Но какой руды! 75—85 процентов чистого флюорита и почти без вредных примесей. Такого мы еще не знали. Всего-то одна жила толщиной в несколько метров при длине более километра почти отвесно располагается в древних палеозойских гранитоидах, смятых и превращенных в гнейсы. Это месторождение одно дает в Союзе львиную долю чистого кускового металлургического флюорита.

Вариации цвета минерала на этом месторождении очень широкие: даже в одном сечении жилы можно найти и темно-фиолетовые, и зеленые, и серо-синие,

и благородные серо-зеленые и солнечно-золотистые его разности.

Недалеко от Усуглей есть еще одно — Улунтуйское месторождение флюорита. Оно было открыто военным моряком, участником войны с Японией Иннокентием Георгиевичем Стуковым 22 апреля 1957 года.

В 1971 году Читинский комитет по радио и телевидению по инициативе Тамары Степановны Викуловой проводил геолого-минералогическую олимпиаду для школьников. В одной из передач мы вели речь о флюорите и первооткрывателях месторождений этого камня. Узнали мы и о И. Г. Стукове. Написали в Усугли. Иннокентий Георгиевич откликнулся. Он сообщал, что после службы в армии он пошел учиться на геофизика и стал оператором-электроразведчиком. Работал в Красноярском крае, в Амурской области. Была тогда в Амурской области Ольдойская геофизическая партия. «...В этой партии, — пишет И. Г. Стуков,— хорошую практику получил по электро- и магниторазведке у А. П. Квашнина (ныне — известный в Забайкалье геофизик.— *Ю. Г.*). В 1955 году партия была перебазирована в Читинскую область... В 1957 году перебазировалась в... Тунгокоченский район, п. Верхние Усугли. При поисковой металлометрической съемке масштаба 1:50 000 22 апреля 1957 года отрядом в районе р. Улунтуй и Байца обнаружили свалы флюорита. Сразу же в этом районе самостоятельно стал делать детализацию.

Со мною находились рабочие:

1. Свистунов Анатолий Кириллович,
2. Простакишин Валерий Александрович.

По приезде на базу я подал заявку начальнику Усуглинской геологоразведочной партии Кадешу Владимиру Тимофеевичу. На участок со мной также для выяснения выезжал геофизик Меньшиков Владимир Степанович и Клинберг Олег Иванович...»

Так произошло открытие еще одного земного клада. Заметим, как точно и внимательно отнесся Иннокентий Георгиевич ко всем, кто имел дело к открытию.

Открытие сделано в 1957, затем под руководством Анны Израилевны Котовой это месторождение разведали, подсчитали запасы. И до поры до времени будут они лежать в недрах. А как придет нужда в сырье Усуглинской фабрике — есть откуда взять его.

Только дорогу да рудничок построить.

Но временем на рудник, на фабрику.

Там умные машины превращают руду в концентрат. Сотни тонн руды проходит через них за смену. Мы стоим у истоков необыкновенной судьбы флюоритав металлургии и химии, холодильной технике и машиностроении, авиации и медицине, в быту.

Радуга в колеснице

Катит по рельсам грузовой состав, везет из Забайкалья во все концы Союзы флюоритовый концентрат. Затем из него получат фтор-элемент, который везде порождает чудо. Чудо — в промышленных процессах, чудо — в химических соединениях и чудо — в царстве минералов. Везде — целый спектр чудес.

И везде — от маленького атома с грозным названием фторос — разрушающий.

Человек познал тайну джинна, запряг в колесницу своих деяний, и мчится она под дугою, в которую вплетена каменная радуга, рожденная под забайкальским солнцем.

ДЕРЗАЙТЕ!

На страницах книжки, повествование которой близится к концу, мы познакомились лишь с малой частью минералов, руд и их месторождений, а ведь недра наши богаты золотом и медью, свинцом и цинком, вольфрамом и молибденом, бериллием и танталом... Длинен был бы список всех минеральных богатств. И многоцветен спектр их каменной радуги.

Прав был патриарх российской науки, горной в особенности, Михайло Васильевич Ломоносов, когда говорил, что «богатства российские Сибирью прирастать будут». В самом деле, первый российский свинец был добыт в Забайкалье в 1678 году, и выплавил его бронных дел мастер Кузьма Новгородец из руд, найденных людьми даурского боярского сына Ивана Попова в землях Нерчинского горного округа по Аргуни-реке у «Тузячи-речки».

В 1699 году Левандиан Грек выплавил из свинца Нерчинских рудников, разведанных Лонщаковым и другими рудознатцами — десятниками казачьими

Филкой Свешниковым и Василием Милованом, серебро. Оно оказалось не простым, а золотистым. Пятью годами позже, в 1704-м, в Петербург привезли 1 фунт 24 золотника этого серебра. Тогда же из него получили первое русское золото. В 1717 году золотистого серебра добыли 15 пудов 13 фунтов 61 золотник. Так Забайкалье стало источником золота для отечественной казны.

Примечателен следующий факт. В память об окончании Северной войны и победах над шведами отчеканили в дни Ништадского мира золотую медаль в честь Петра I. На лицевой стороне медали выбито: «Союзом мира связуемы».— «Ст.-Питерьбурх — Стокгольм».— «В Нейстате по потопе северныя войны. 1721». На оборотной стороне: «В. и. б. щ. гдрю Петру I. имянем и делами великому, российскому императору и отцу, по два десатолетных триумфов север умирившему, сия из злата домашнего медалия усерднейше приносится».

К середине XVIII века в Забайкалье уже были открыты сердолик, зеленые яшмы, плавиковый шпат, аквамарины и топазы, из свинцово-серебряных руд Приаргунья получили первый в стране цинк.

Все это прекрасно знал Ломоносов и призвал искать в недрах нашей страны все виды полезных ископаемых, включая алмазы, о возможности находок которых в России тогда никто и не помышлял.

— Мне кажется,— говорил он,— я слышу, что она (Россия — *Ю. Г.*) к сынам своим вещает: «Простирайте надежду и руки ваши в мое недро и не мыслите, что искание ваше будет тщетно».

Призыв этот нашел отклик в сердцах русских людей, и пошли открытия одно за другим. На Урале открыты месторождения золота, платины, алмазов, железных и медных руд, самоцветов. На Алтае нашли богатейшие месторождения полиметаллических руд, в Забайкалье на Унде появилось россыпное золото, известны стали месторождения вольфрама, железа и других металлов.

Призыв этот полностью можно передать вам, юные читатели. Велика Сибирь, много тайн уникальной природы уже раскрыто, сотни месторождений ценнейшего сырья разведаны. Часть из них уже используется на благо людям.

С юных лет приобщайтесь к поискам руд. Молодым везет. Ведь первый русский алмаз 22 июня 1829 года «...найден был... маловозрастным промывальщиком 13 или 14 лет Павлом Поповым из деревни Калинской». Мальчик обнаружил алмаз при разборке концентратов золотоносных песков на даче Бисерского завода на речке Полуденной, впадающей в Койву, притоке Чусовой, текущей на западном склоне Урала. А через три дня «другой малолеток открыл второй алмаз». Потом нашли и третий.

И уже в наши дни, в начале августа 1989 года, школьник Саша Пресняков из села Казаковский Промысел в старинных отвалах нашел кусок кварца размером 15 на 18 см. Мальчик поднял его и удивился тяжести. Образец показали геологу Андрею Перевозникову. И только здесь обнаружилось в нем золото. Вес куска кварца оказался 3590 г, он содержал более килограмма золота. В конце августа того же года в святая святых комбината Балейзолото, в его золотой кассе, под присмотром комиссии удалось мне изучать этот уникальный образец. Золото образовывало в нем скелетный кристалл размером 8,5×13,1×4,9 см, а вместе с ним в кварце находились ромбоэдры арсенопирита, гнезда галенита, игольчатые кристаллы свинцово-серого с радужным блеском козалита. Толщина веточек скелета (дендритов) менялась от 1 до 5 мм. В друзовых пустотах кварц и золото образовывали кристаллы с головками. Зарисовав и сфотографировав образец и понимая уникальность его, возможную красоту форм и ажурность золотого скелетного кристалла, предложил я главному инженеру и главному обогатителю комбината освободить золото от кварца, растворить кварц в плавиковой кислоте. Такой образец золота мог стать украшением Алмазного фонда. Но — увы! Мою просьбу не выполнили. Великое творение искорежено, издроблено и утрачено безвозвратно. Как рассказал мне главный геолог объединения Забайкалзолото М. Ю Цыденов,— уникальный образец вместе с рядовой рудой был запущен на фабрике в обогатительный процесс. А зря. Высвободи они золото — ценность его возросла бы многократно...

В последние десятилетия новую жизнь обрели старые горнорудные районы. Но сколько еще не изведано?

В наш бурный век научно-технической революции нужны все новые и новые виды сырья. Причем необычного, потребность в котором связана с фундаментальными открытиями в физике. Возьмем лазерную технику. Чудо-лучи генерируют твердые тела, кристаллы или стекла, легированные редкими землями, например, неодимом. Поэтому нужны месторождения минералов, содержащих его, например, редкоземельных фторкарбонатов.

Революцию в физике и электротехнике произвели открытия высокотемпературной сверхпроводимости. Оказалось, что в качестве сверхпроводников можно использовать металлокерамические структуры, в состав которых входят иттрий и медь. И теперь нужны месторождения иттрия. Он является важнейшей составной частью тех же фторкарбанатов — иттросинхизита, синхизита и других, соседствующих в специфических условиях с флюоритом и минералами железа. А недавно в Западном Забайкалье появилось месторождение иттриевого граната. Может быть, кто-то из молодых пытливых знатоков отыщет природный сверхпроводник — силикат иттрия и меди...

В 1871 году Дмитрий Иванович Менделеев предсказал существование эка-алюминия. Через 8 лет был открыт шведским химиком Л. Ф. Нильсоном в редкоземельном минерале гадолините и назван скандием. Около ста лет не находил он применения. Но с развитием металлургии и получением сплавов на основе алюминия интерес к нему появился и возрастает с каждым годом, а потребность в скандии для кибернетики и техники ЭВМ превзошла все ожидания. Ферриты скандия (помните соли железистой кислоты?) десяток лет считались лучшими элементами памяти быстродействующих ЭВМ, пока их не вытеснили германий-кадмий-скандиевые гранаты. А галлий-скандий-гадолиниевые гранаты с добавками хрома и неодима используются как твердотельные источники лазерного излучения. В светотехнике, например, в микроскопах для изучения минералов, применяют ртутные лампы с добавками иодида скандия. Из металлического скандия делают фильтры нейтронов в ядерных реакторах при испытании различных материалов. Особенно заманчивы перспективы использования карбида титана с добавками карбида скан-

дия, по твердости приближающегося к алмазу. Фосфат натрия и скандия под названием фоскан предполагается использовать как твердый электролит с высокой проводимостью. Он создан человеком, но пока не найден в природе.

А может быть, есть еще не познанные нами условия в недрах, где он может возникать? Ведь так было со знаменитым фианитом, двуокисью циркония. Сначала его кристаллы получили в Физическом институте Академии наук, а затем минералог А. А. Конев в Тажеранском массиве Прибайкалья нашел их в природе, и появился новый минерал — тажеранит. Так было с титанатом стронция, одним из искусственных сегнетоэлектриков. Только недавно учеными института геохимии Сибирского отделения Академии наук в Мурунском массиве, там же, где добывают чароит, обнаружен его природный аналог, нареченный таусонитом в честь академика Л. В. Таусона.

Скандий — элемент рассеянный и любит прятаться в минералах железа, титана, вольфрама. Минералогам известны только пять собственно скандиевых минералов — тортвейтит, бацит, джервисит, каскандит и кольбекит. Все они очень редкие, все, за исключением фосфата кольбекита, относятся к силикатам. Наиболее распространен из них тортвейтит, а наиболее эффективен — лазурно-синий, голубой или слабо-зеленоватый бацит,— аналог аквамарина, только присутствие до 11—15 процентов скандия выдает его. Все игольчатые и длиннопризматические бериллы надо проверять на скандий. Возможны в природе скандиевые гранаты, а также фториды, карбонаты и даже сульфиды скандия. Но они пока не найдены!

Еще одна загадка. В 20-х годах химик лаборатории Нерчинского горного округа Иван Северьянович Белоусов передал известному геохимику К. А. Ненадкевичу гальку, содержащую теллур, серебро и золото. Галька была найдена в шлихе при добыче золота на Хорогочинском золотом промысле вблизи Амазарского золотоносного района, в пади Хорогоча. Белоусов и Ненадкевич определили, что среди галек, величина которых достигала нескольких сантиметров, присутствуют два минерала — гёссит и петцит. Первый — серебристо-серого цвета, второй — с золотистой побежалостью. Если гёссит в таких крупных выделе-

ниях Ненадкевич изучал в образцах Заводинского рудника на Алтае, то столь крупного петцита в нашей стране не находили. В гальке вместе с петцитом обнаружили кварц и пирит. А это — прямой признак, что должны быть жилы с петцитом. В 1926 году К. А. Ненадкевич опубликовал эти данные. Но с тех пор в отечественной литературе не было сведений о находках столь крупных образований петцита. Где коренной источник этих редких минералов — неизвестно. Мелкие зернышки петцита, наблюдаемые лишь под обычным микроскопом, а то и только под электронным, встречаются часто. А вот крупные его выделения — очень редки. Они известны лишь в рудах единичных месторождений в Румынии (Нагиаг), Австралии (Калгурли), США (Голд-Хил, Колорадо и Стэнислэус, Калифорния). Петцит не только важнейшая руда для получения золота, серебра и теллура. Он обладает еще своеобразными свойствами узкозонного полупроводника.

Царь камней — изумруд — редко дает крупные скопления, если не считать уникальные уральские Изумрудные копи, где найдены самые крупные его кристаллы, изумрудные копи Музо в Колумбии, Хенч в Афганистане. Достоверных находок его в Сибири нет, хотя отрывочные непроверенные сведения имеются в литературе. В начале XX века ссыльный поэт и минералог Петр Драверт написал, что при просмотре коллекции минералов в Якутском краеведческом музее он обнаружил изумруд. По сведениям старых минералогов, на Дурулгуевском пегматитовом поле находили якобы изумрудно-зеленые бериллы. Проверить бы эти предположения, вдруг они верны? Ведь изумруд — не только один из самых драгоценных самоцветов, но и генератор мощных лазерных лучей. Чтобы искать изумруды, надо знать, что спутниками их могут быть зеленая хромовая слюдка — фуксит, магнезиальный турмалин — дравит, магнезиальный биотит, полевой шпат и хризоберилл, а иногда эвклаз и бавенит. В афганском месторождении Хенч изумруды находятся в железистом доломите, а иногда и просто в бурых гидроокислах железа.

...В протоколе обыкновенного заседания Императорского Санкт-Петербургского Минералогического общества 25 февраля 1869 года действительный член

этого общества П. В. Еремеев представил собранию необычные кристаллы берилла, у которых внутренняя часть была оптически одноосной, а внешняя — аномально двухосной. Тем все бы и кончилось, если бы опытный профессор-минералог не почувствовал, что изучавшиеся им кристаллы могут оказаться новым минералом. П. В. Еремеев переслал несколько кристаллов, шлифов и зарисовок уехавшему за границу знатоку русских минералов А. Е. Арцруни. Последний передал кристаллы М. Вебскому в Берлине и А. Дамуру в Париже. В 1883 году в бюллетене французского минералогического общества А. Дамур сообщил, что необычные кристаллы оказались новым минералом и что после совета с М. Вебским не нарекли в честь русского профессора еремеевитом. Но обнаружил еремеевит, по данным П. М. Еремеева, не он, а Ю. И. Эйхвальд — директор Нерчинского горного округа. Несколько кристаллов до 10 см в длину вместе с кварцем и полевым шпатом были найдены в разрушенных гранитных породах под дерном на горе Соктуй в северной части хребта Адун-Челон. Кристаллы были бесцветны или имели белую, бледно-желтовато-коричневую окраску. После детального изучения еремеевита Вебский обнаружил в его кристаллах внутреннюю зону, отличающуюся по ряду признаков, и назвал ее по имени первооткрывателя минерала эйхвальдитом.

Так в Париже впервые были сообщены сведения с минерале с горы Соктуй в Забайкалье. Еремеевит оказался алюминиевой солью борной кислоты. На протяжении целого столетия попытки найти еремеевит в других местах страны, да и в окрестностях Адун-Челона, ничего не дали. Но еремеевит был-таки найден еще раз — в Намибии. Больше нигде в мире его не находили. Тем не менее интерес к еремеевиту возникал неоднократно в связи с наблюдавшимися у него пьезоэлектрическими свойствами. Данные разных исследователей по этой проблеме расходятся. Нет окончательного вывода об идентичности еремеевита и эйхвальдита. А в журнале американского керамического общества в 1942 году промелькнуло сообщение о важных свойствах искусственного соединения, аналогичного еремеевиту.

Обращаюсь к юным геологам, краеведам и следо-

пытам с просьбой принять участие в поисках загадочного минерала. Вот его признаки: при нагревании он становится белым и непрозрачным, окрашивает пламя в зеленый цвет, но не плавится...

И еще на одну большую группу в минеральном царстве хотелось бы обратить внимание. Речь пойдет о цеолитах. В миндалинах излившихся на дневную поверхность магм — эффузивах в Забайкалье, на Кавказе, в Сибирских траппах и других местах находят красивые игольчатые, лучистые сростки натролита, гейландита, морденита, иногда шарообразные многогранники лейцита, псевдокубики шабазита. В жилах полиметаллических, золоторудных и других рудных месторождений в Забайкалье встречаются щетки и причудливых форм друзы снежно-белых десмина, стеллерита и других цеолитов. Это прекрасный коллекционный материал. Однако мало кто может угадать, что в толщах тонкозернистых невзрачных белых, желтоватых, зеленоватых туфов заключены самые ценные из цеолитов. Не так легко их найти. Но как раз именно такие невзрачные цеолитовые породы — целое богатство.

К цеолитам относятся минералы, состоящие из кремния, алюминия, кислорода, калия, натрия, кальция с примесью так называемой цеолитной воды. Первая особенность цеолитов — способность при нагревании отдавать всю воду, а в обезвоженном состоянии — возвращать ее обратно. Вторая заключается в способности отдавать окружающей среде катионы (калий, натрий) и забирать из нее кальций, барий, стронций, серебро, цинк и другие. Обезвоженные цеолиты подобны губке: объем под составляет в них до 50 процентов объема каркаса, а это обусловливает их способность в сильной степени поглощать различные вещества, причем делать это избирательно. Они используются для глубокой осушки газов, в том числе природных, содержащих первоначально много влаги. Используются они и для разделения продуктов в нефтехимии.

Свойство цеолитов обмениваться со средой катионами давно и широко используется для очистки сточных вод, питьевой воды, для снижения ее жесткости. Таким способом удаляют вредные примеси — кальций, цинк, свинец, медь, ртуть, а также радиоактив-

ные изотопы — цезий-137 и стронций-90, попадающие в природные воды в результате ядерных реакций. Широко применяют цеолиты для подкормки домашних животных. Они съедают их ровно столько, сколько нужно для регуляции количества микроэлементов в организме, прежде всего — калия и натрия, соотношение которых играет большую роль в нормализации артериального давления, пищеварения, роста, жизненного тонуса. Домашним животным надо давать минеральные регуляторы здоровья, не подмешивая их к пище, а отдельно, они едят столько цеолитной подкормки, сколько им нужно. Но не всякие цеолиты годятся для этой цели, самыми эффективными являются гейландит и клиноптилолит.

В Восточной Сибири и в Забайкалье уже открыты месторождения цеолитов — Холинское в Бурятии, Шивыртуйское и Талан-Гозагорское в Восточном Забайкалье, Хонгуруу в Якутии. Нужны месторождения морденита, клиноптилолита, гейландита, шабазита в тех местах, где нет рудных месторождений, так как в цеолитах не должно быть концентраций мышьяка, ртути, свинца, кадмия, фтора и других токсичных элементов. Большую помощь здесь могут оказать юные геологи-школьники.

Дикие животные сами находят себе минеральные подкормки. Недавно группой новосибирских ученых во главе с доктором геолого-минералогических наук В. И. Бгатовым установлено, что месторождения цеолитов и глин, которые с удовольствием поедают дикие олени, косули, изюбры и другие, можно искать на солонцах. Звери охотно лакомятся здесь во время линьки, беременности, гона и смены рогов. Поэтому большую помощь геологам в поисках месторождений съедобных цеолитов и глинистых минералов могут оказать охотоведы, штатные охотники и охотники-любители.

* * *

Остановимся, читатель. Пора оглянуться и поразмыслить. Но смотрите. По дороге идет человек. В руках у него молоток, за спиной — рюкзак. Он тоже остановился. Ударил молотком по торчащей из земли глыбе. У него на ладони образец руды еще одного месторождения. Он смотрит на него и улыбается.

И так каждый раз — в каждом новом образце — радость открытия вместе с изумлением неповторимости творчества природы. Чем больше мы открываем и знаем, тем больше она нам задает загадок. Их будет много. Их нелегко разгадать.

Доказательство этому — в рассказах о судьбах всего только двух элементов — железа и фтора. Овладение ими — это история титанического труда, жертв и гениальных прозрений.

Не каждому суждено сделать открытие, но в каждом заложена возможность его совершить.

Ищите и найдете!

Аррургия — способ добычи золота в Древнем Риме, когда в горе, сложенной золотоносными породами, рабы-смертники прорывали множество штолен-ходов, оставляя между ними лишь перемычки, а затем обрушивали их. Разрушенную горную массу размывали мощным потоком воды, которая отделяла пустую породу от золота.

Бумажный шпат — разновидность минералов кальцита ($CaCo_3$), образующего отростки тонко-таблитчатых кристаллов, похожие на стопки листов бумаги.

Волчец — старинное русское название минерала вольфрамита. Название происходит от немецкого Wolfraum — «волчья пена», так как минерал при нагревании не плавился, а покрывался красной пеной, похожей на пену, идущую изо рта загнанного волка.

Дейтерий — изотоп водорода, ядро которого состоит из двух протонов.

Гидротермальные месторождения — образовавшиеся в результате кристаллизации минералов из горячих водных растворов.

Грейзены — минеральные тела, состоящие из кварца, светлых слюд, топаза, флюорита, содержат также берилл, касситерит, вольфрамит, турмалин. Образуются в результате взаимодействия высокотемпературных газовых и жидко-газовых растворов на граниты, песчаники, сланцы, мраморы. Грейзены могут быть рудами олова, вольфрама, бериллия, флюорита.

Занорыш — полость в пегматитовом теле, на стенках которой вырастают кристаллы самоцветов. Термин уральских горщиков.

Карбонатиты — магматические горные породы, состоящие из карбонатов — кальцита, анкерита, сидерита, железистого доломита и других. С ними связаны месторождения редких земель, фосфора, тантала, ниобия, циркония и других элементов.

Касситерит — минерал SnO_2, важнейший источник олова, образует блестящие тяжелые кристаллы в виде четырехгранных призм, почти всегда оканчивающихся четырехгранными пирамидами.

Клевеландит — гребешковидный альбит ($Na_2AlSi_3O_8$), минерал группы полевых шпатов, встречается в полостях пегматитов. С клевеландитом обычно находят драгоценные разновидности турмалина, аквамарин, топаз.

Кора выветривания — кора рыхлых горных пород, образующаяся на любых горных породах в результате выветривания — изменения под действием воды, углекислоты и кислорода,

а также в результате смены жары и холода.

Кунцит — драгоценная сиреневая или лиловая ювелирная разновидность минерала пегматитов — сподумена ($LiAlSi_2O_6$). Сподумен — важнейший источник получения металла лития.

Лапидарии — надписи на камнях в Дневнем Риме, в переносном смысле — каменные книги, древние книги о камнях.

Латериты — рыхлые горные породы, состоящие из гидратов окислов железа, алюминия, никеля и других металлов. Образуются в результате выветривания различных магматических горных пород в условиях тропического климата.

Лополит — лепешковидное слоеное магматическое тело. С ними бывают связаны магматические месторождения хромитов, платины, меди, никеля, титана и железа.

Тритий — изотоп водорода, ядро которого состоит из трех протонов.

Шпинели — минералы, представляющие собой соли железистой, алюминиевой и других кислот амфотерных металлов. Все они дают кристаллы-восьмигранники, называемые октаэдрами. Прозрачные, зеленые и красные шпинели — прекрасные драгоценные камни. Лучшие образцы их происходят из Индии, Кашмира, Шри-Ланки, Афганистана. В нашей стране они известны в мраморах Прибайкалья, Горного Бадахшана и других мест.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Балицкий В. С., Лисицина Е. Е. Синтетические аналоги и имитации природных драгоценных камней. М.: Недра, 1981.
2. Беккерт М. Мир металла. М.: Мир, 1980.
3. Венецкий С. И. В мире металлов. М.: Металлургия, 1982.
4. Годовиков А. А., Рипинен О. И., Моторин С. Г. Агаты. М.: Недра, 1987.
5. Красильщикова О. А., Таращан А. Н., Платонов А. Н. Окраска и люминесценция природного флюорита. Киев: Наукова Думка, 1986.
6. Рижский М. И. Из глубины веков. Иркутск: Вост.-Сиб. кн. издательство, 1965.
7. Савицкий Е. М., Клячко В. С. Металлы космической эры. М.: Металлургия, 1978.
8. Смит Г. Драгоценные камни. М.: Мир, 1980.
9. Ферсман А. Е. Занимательная геохимия. Л.: Детгиз, 1954.
10. Ферсман А. Е. Драгоценные и цветные камни СССР. Избранные труды. Изд.-во АН СССР, 1962. Т. VII.
11. Элуэл Д. Искусственные драгоценные камни. М.: Мир, 1981.
12. Юшкин Н. П., Волкова Н. В., Маркова Г. А. Оптический флюорит. М.: Наука, 1983.

Для старшего школьного возраста

Юргенсон Георгий Александрович

Радуга в колеснице

На вклейке слайды
Ф. Н. Машечко

Редактор А. Н. Гордеев
Художник И. А. Мачкин
Художественный редактор А. Г. Маклыгин
Технический редактор Л. А. Жернова
Корректор В. М. Ермакова

ИБ № 1648
Сдано в набор 2.03.90.
Подписано в печать 22.07.90.
Формат 84×108 1/32.
Бум. тип. № 2.
Гарнитура школьная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 15,96+0,42 (вкл.). Уч.-изд. л. 15,66+0,34 (вкл.).
Усл. кр.-отт. 18,27.
Тираж 10 000 экз. Заказ 1642.
Изд. № 6377. Цена 90 к.

Восточно-Сибирское книжное издательство
Государственного комитета РСФСР
по делам издательств, полиграфии
и книжной торговли.
664000, Иркутск, ул. Марата, 31.
Типография издательства «Восточно-Сибирская правда».
664009, Иркутск, ул. Советская, 109.

90 к.

Иркутск 1990