

Э. А. НОВИКОВ



ТАЙНСТВЕННОСТЬ ОЧЕВИДНОГО

Annotation

Энергий Алексеевич Новиков — автор переиздававшейся в нашей стране и переведенной на иностранные языки книги «Планета загадок». С первых страниц его новой книги читатель попадает в мир неожиданных вопросов и выводов, помогающих в известных явлениях и частностях увидеть общее, всепланетное. Занимательно, с приведением исторических и современных фактов рассказывает он о необходимости разумно и бережно относиться к нашему дому — зелено-голубой планете Земля, к ее минеральным богатствам. Книга предназначена для широкого круга читателей, в том числе и старшего школьного возраста.

- [Новиков Э. А](#)
 - [Нечто общее в частном](#)
 - [«Подыскивать приходится причины...»](#)
 - [Эволюция и катастрофы](#)
 - [Всесозидающее солнце](#)
 - [«Вулканов циклопическая кухня»](#)
 - [На что способно незаметное](#)
 - [Геохимические правила](#)
 - [Потребности и возможности](#)
 - [Что будет, если...](#)
 - [К взаимной пользе](#)
 - [Вопреки привычному](#)
 - [Железокаменный дождь](#)
 - [Что упало с неба](#)
 - [Катастрофа века](#)
 - [Космические «брызги»](#)
 - [Раны планеты](#)
 - [Полезные ископаемые с неба](#)

- Вопросы остаются открытыми
- Эта удивительная жидкость
- Судьба соли
- Единство противоречий
- Откуда они?
- Метаморфозы — перемены
 - «Славное море, священный байкал...»
 - Опускающаяся суша
 - «Из моря я земли возникшие видел...»
 - Словно на качелях
 - Трещина трещине рознь
 - Они не любят пустоты
 - Этажи, дороги под землей
 - Города, где жизнь кипит
 - Не предусмотрены природой
 - Что или кто?
 - Подсчету не поддается
 - Прелюбопытные книги
 - Непадающие башни
 - На первый взгляд
 - И каждый день нагрузка
 - Сибирь техногенная
- Из рудной шкатулки
 - Эпохи металлические
 - Самые первые
 - Удобный, но коварный
 - Лично известен
 - Странный двойник железа
 - Металлическая жидкость
 - Плюмбум
 - С особыми свойствами
 - «Белый налет»
 - Прочность и блеск
 - Исключительные качества
 - «Ложная медь»
 - От горного духа

- Открытый в сплаве
- Непохожие близнецы
- Двуединные
- Энергетические элементы
- Рассеянные и необычные
- В драгоценных камнях
- Самые благородные
- Самые дорогие
- Редкие «земли»
- Преобразуемый камень
 - Многоцветная россыпь
 - Дом из камня
 - Из семейства чешуйчатых
 - Горная кожа
 - Такая она глина
 - Почему кирпичи?
 - Земляная пудра
 - Эх, дороги...
 - «Хлебный минерал»
 - Мягкий, тонкий, легкий
 - Лечебные камни
 - Редкая красота
 - «Не счесть алмазов в каменных пещерах...»
- Можно ли иначе?
 - Люди гибли за металл...
 - Внутри и сверху
 - Все началось с солеварен
 - В наше время
 - Минерал, который тает
 - Гидрометаллургия
 - Бактерии-рудокопы
 - И снова вспомнили
 - Рождается новая наука
 - Судьба открытия
 - Подземные газогенераторы
 - «Настанет, вероятно...»

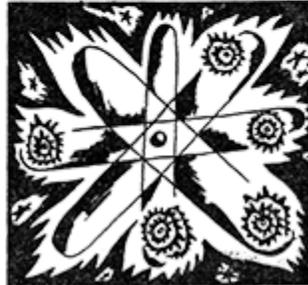
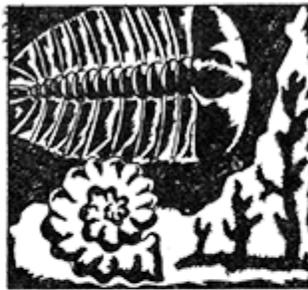
- [Полезное ископаемое по заказу](#)
 - [Добывающая струя](#)
 - [Имеем, теряем, находим](#)
 - [Давным-давно и сегодня](#)
 - [Жаркая — холодная земля](#)
 - [Ракета для недр](#)
 - [ГеоТЭС. Что это?](#)
 - [Рассол — руда](#)
 - [«Черная пасть»](#)
 - [Солоно и пресно](#)
 - [«Плюс тепло из моря»](#)
 - [И это возможно](#)
 - [Как повысить урожай?](#)
 - [Век нынешний и век минувший](#)
-

Новиков Э. А

Таинственность очевидного

Нечто общее в частном

*Читай не затем, чтобы противоречить
и опровергать; не затем, чтобы принимать
на веру... но чтобы мыслить и рассуждать.
Ф. Бэкон*



«Подыскивать приходится причины...»

... Пора чудес прошла, и нам
Подыскивать приходится причины
Всему, что совершается на Свете.

Эти строки принадлежат великому англичанину Уильяму Шекспиру. Действительно, почему в древнеиндейском календаре, который нашли археологи среди развалин города Тиахуанаку в Боливийских Андах, год состоит из 290 дней? А согласно священному календарю народности майя год был еще короче. В нем 260 дней. Впрочем, продолжительность года любой народ может установить условно. Например, начать отсчет от какого-нибудь знаменательного события.

Иное дело — сутки. Они — непрерывное чередование ночи и дня, захода и восхода Солнца. И самое главное для нас — они имеют отношение к древнейшим геологическим отложениям. Вот об этом, известном немногим, и расскажем подробнее.

Среди плотных горных пород находят следы былой жизнедеятельности сине-зеленых водорослей. Под микроскопом можно разглядеть слои суточного роста их колоний. Он тесно связан со сменой светлого и темного времени суток, которая зависит от периода вращения Земли вокруг своей оси. Внимательно изучив остатки водорослей, исследователи пришли к выводу: 1,5 млрд. лет назад Земля вращалась быстрее. В сутках было не 24, а всего 9 часов. Таковы первые расчеты.

Мы давно разделили геологическую историю развития Земли на временные этапы. Одни из них длились очень долго, другие были короче. Самый короткий — современный. Ему всего несколько

миллионов лет. Если начать отсчет из глубины времен, то вслед за докембрием наступил кембрийский период, потом ордовикский, за ним силурийский, девонский и т. д.

Итак, ученые собрали из отложений разных периодов остатки вымерших кораллов. Стали подсчитывать число суточных наростов на них. В кембрийском периоде их было 424, в девонском 396, в каменноугольном 393, в пермском 385, в триасовом 381, в юрском 377, а в современном 366. Конечно, цифры усредненные. Но в целом они показывают, сколько было суток в земном году в различные периоды. Их становилось все меньше и меньше. Иначе говоря, наша планета вращается вокруг своей оси с постоянным замедлением.

Вот и приходится отыскивать причины для объяснения таких странных открытий. Наиболее сильным «тормозом», замедляющим вращение Земли, может быть и Луна. Точнее, лунное притяжение. Если так, то без его влияния наша планета раньше могла бы вращаться гораздо быстрее. Разве нельзя предположить, что у земного шара когда-то не было естественного спутника — Луны?

Есть различные мнения о появлении его вблизи Земли. В частности, такое: Луна — дочь нашей планеты, она «вырвалась» из ее тела, оставив на память о себе гигантскую впадину Тихого океана. А может быть, она когда-то прилетела к нам из необъятного космоса, в котором есть мириады неизвестных нам лун.

Кстати, главный смотритель Александрийской библиотеки Аполлоний Родосский сообщал, что было время, когда Луны на небе якобы не существовало. Об этом он узнал из старинных рукописей III века н. э.

В древних мифах упоминается также о существовании на Земле долунного периода. Не стало ли все это первопричиной великих геологических

преобразований на планете в целом и замедления ее вращения вокруг своей оси в частности?

Конечно, тому, что неизвестно, чего никто из нас не видел, трудно подыскивать объяснения. Но в другом сомнений уже нет. Небесные тела, в том числе Земля, обладают способностью естественного излучения радиоволн. Их исследуют с помощью радиотелескопов, развивается научное направление — радиоастрономия.

Еще в начале XX столетия первенство по мощности радиоволнового излучения занимали планеты — гиганты Юпитер и Сатурн. Теперь положение изменилось. Мощность радиоволн, идущих от Земли в космос, в 1 млн. раз больше, чем раньше. Наша планета ныне уступает в этом лишь Солнцу. А причина? Повсеместное распространение радио и телевидения — сильных источников излучений. И если бы где-то рядом с нами во Вселенной обитали разумные существа, владеющие такой же техникой, как и мы, они наверняка бы поняли: то, что произошло с нашей планетой всего за несколько десятилетий, — результат активной деятельности разумных существ.

Как видите, возможности для изменения общепланетных свойств есть. Одни из них стихийные, подчас не вполне понятные, длятся многие миллионы лет. Другие — результат нашего научного и технического развития. Иногда они совершаются за несколько десятилетий. Притом вполне очевидны, хотя мы о них редко задумываемся.

Эволюция и катастрофы

Каждый любит сувениры. Бывают они в единственном экземпляре, бывают в миллионах штук. В этом неповторимость и сходство окружающего нас мира. В моей коллекции преобладают диковинки, созданные природой в отдаленном прошлом. Вот огромная, в несколько килограммов, окаменевшая раковина аммонита. Более 100 млн. лет назад в этой раковине обитало живое существо. Известно и его местожительство — дно древнего моря в районе нынешнего Крыма. Правда, в Черном море искать такие раковины ныне бесполезно. Их обнаружишь только в толщах окрестных гор. Именно оттуда с помощью геологического молотка я и выбил панцирь аммонита...

Когда-то на Земле их было великое множество: больших и маленьких, в чем-то всегда похожих друг на друга и в чем-то различающихся. Ныне аммониты вымерли. Они прошли естественный путь своей эволюции: развитие, преобразование и вырождение. Как правило, этот путь длинен — многие тысячелетия и даже миллионы лет.

На смену одним существам приходили другие, более приспособленные к вечно изменяющимся окружающим условиям. Их создавали и создают естественные стихии. А ныне прибавились и искусственные, не предусмотренные природой. Вот один из многочисленных примеров.

В 1969 году вытекла нефть из танкера в заливе Баззардс (северо-восточное побережье США). Нефть добралась до прибрежных болот, где в изобилии обитали крабы. Прошло всего несколько лет. Крабы изменили свою подвижность, чаще стали линять.

Итак, несколько лет и долгие, долгие тысячелетия. Разница в ускорении процессов изменения огромная.

Среди природных диковинок есть в моей коллекции и зуб мамонта. Размером с кулак. Гигантские мохнатые слоны исчезли с лика Земли не миллионы, а всего несколько тысяч лет назад. Наши далекие предки когда-то охотились на них. Теперь чучела и даже мясо мамонтов можно увидеть лишь в музеях. Дело в том, что, в отличие от других вымерших животных, останки этих зверей хорошо сохранились среди толщ мерзлых горных пород. Там нередко и находят мамонтов, будто застигнутых врасплох неожиданной гибелью. Можно подумать, что их уничтожил какой-то природный катаклизм. Но какой?

Известно — мамонты быстро вымерли в период последнего большого оледенения. Закончилось оно около 12 тыс. лет назад.

24 столетия назад древнегреческий философ Платон написал диалоги «Тимей» и «Критий». В них он рассказал об огромном острове, существовавшем в Атлантическом океане примерно 10 тыс. лет назад, — Атлантиде. Платон ссылается на своего предка Солона, а тот ссылался на сообщения жрецов Древнего Египта, которые слышали об этом... И здесь начинается неизвестность. Острова этого никто не видел. Однако научные и художественные произведения о нем написаны.

В 1898 году на французский корабль подняли с предполагаемого места гибели Атлантиды камень. Это была стекловидная вулканическая лава, которая могла образоваться только на суше при атмосферном давлении. Лаву сохранили. А когда научились радиоактивными методами определять возраст горных пород, исследовали ее. Извержение загадочного вулкана состоялось приблизительно за 13 тыс. лет до н. э.

Можно сказать: «Ну и что? Ежегодно на суше и на дне моря происходят извержения вулканов». Кусок лавы— это не абсолютное доказательство. И все-таки об Атлантиде не забывают. В 1979 году в газетах мира вновь замелькали сообщения об открытии легендарной, хотя и затонувшей земли. На этот раз воспользовались даже фотоснимками склонов подводной горы Ампер, которые были сделаны с борта научно-исследовательского судна «Московский университет». На фотоснимках запечатлены остатки искусственных сооружений. Без сомнения, их возводили на суше, которой сейчас уже нет. Но Атлантида ли это?

Теперь со дна морского поднимаемся в горы Америки. В Кордильерах мексиканский ученый Гарсиа Пайона нашел на высоте 5700 метров развалины двух хижин. Рядом с ними прибрежные осадки, ракушняк, следы деятельности моря. Геологический подъем этого района произошел более 10 тыс. лет назад.

Лауреат Нобелевской премии Уиллард Либби внимательно изучил результаты множества радиоуглеродных анализов подобных археологических находок и пришел к парадоксальному выводу: «Примерно 10400 лет назад следы человека внезапно исчезают... Полученные пока факты как будто свидетельствуют о том, что именно на этом рубеже происходит какой-то перерыв в последовательности».

Сравнительно недавно в Антарктиде пробурили ледяную толщу на глубину полутора километров. Обнаружили вулканический пепел. Его возраст около 8—12 тыс. лет до н. э. Видимо, тогда на Земле повсюду происходили геологические катастрофы. Любопытно также, что точка отсчета солнечного календаря Индии — 11 652 год до н. э., календаря народности майя— 11 653 год до н. э. Казалось бы, мы привели различные факты и предположения. Все разрозненно, цели исследований разные. Но есть в них удивительное

совпадение. Конец и начало загадочных событий. В целом они совпадают по времени. Нельзя ли предположить, что именно тогда был период бурных преобразований на нашей планете? С ними связаны последнее оледенение, гибель так и неоткрытой Атлантиды, быстрое исчезновение мамонтов. Да и древние люди как бы заново начали отсчет своей культурной истории с тех времен.

Но кто знает? Может быть, это лишь удачно собранные в одну цепочку, но отнюдь не совпадающие звенья событий. Новые открытия позволят в будущем все объяснить иначе. Ведь не случайно немецкий философ Артур Шопенгауэр говорил, что «каждый принимает конец своего кругозора за конец света». Тем более, если этот кругозор окутан туманом далекого прошлого.

Всесозидающее солнце

Туда луч Солнца не проникает. И все-таки земные недра неразрывно связаны с преобразующей силой космического светила. Недаром подземные залежи угля называют «кладовыми солнечного камня».

Не было бы Солнца, не возникли бы в глубинах планеты многие полезные ископаемые. А может быть, и вся каменная оболочка планеты была иной. Ее основа — граниты и базальты, вероятно, имеют отношение к далекому небесному источнику тепла и жизни. Конечно, возразить тут нетрудно. Любой учебник геологии утверждает: эти горные породы — результат застывания расплавленных масс подземных глубин (магмы). И факты вроде бы не дают повода для сомнений. Базальты плавят в заводских печах. Получают базальтовое литье. Тот же мелкокристаллический камень, но требуемой нам формы. Можно превратить в расплав и граниты. Сложены они из кристаллов кварца, полевых шпатов, слюд и некоторых других минералов. Неспешное застывание магмы способствовало росту крупных кристаллических зерен. Поэтому само название «гранит» не случайно происходит от латинского слова «гранум» — зерно.

Семейство гранитов многообразно. Серые и розовые камни Ленинграда, прочно укрепившие болотистые берега Невы, — это граниты. Постамент Медного всадника и Александровская колонна — тоже граниты, образованные из прочно спаянных между собой небольших зерен минералов.

Но иногда такие «зерна» превращаются в настоящие глыбы. Находят кристаллы кварца в рост человека, полевого шпата размером с большую

комнату, пластины слюды, способные закрыть витрину современного магазина. Они тоже составная часть разновидности гранитов— пегматитовых образований. Тайну их происхождения старательно изучал на Южном Урале академик А. Е. Ферсман. Александр Евгеньевич установил, что глубинная магма проникала в трещины в земной коре, где застывала при температуре 400–700 °С. Эти трещины заполнялись минеральными зернами, которые росли, кристаллизовались, чем-то напоминая по форме и расположению древние египетские иероглифы. Иногда в просторных пустотах возникали огромные кристаллы.

Итак, изначально граниты произошли из магмы. Это привычное утверждение. А может быть, они прячут в себе былые биосферы? Такую мысль высказывал еще учитель А. Е. Ферсмана — выдающийся естествоиспытатель Владимир Иванович Вернадский.

Привычные для нас массивные камни когда-то были песком и глиной, почвой, на которой росли деревья и травы. В общем, они представляли собой составную часть земной биосферы. Со временем все это оказалось погребенным под отложениями последующих геологических эпох. В глубинных недрах эти «остатки» переплавились в массы, из которых потом возникли граниты, отдав планете дополнительную энергию Солнца. Ту, которую впитали в себя, будучи поверхностными образованиями.

Еще более смелое предположение высказали советские ученые Н. В. Белов и В. И. Лебедев. Некоторые минералы, оказавшись на поверхности, тоже превращаются в копилки солнечной энергии. Например, алюминиевые. Исследователи с помощью современных приборов сумели заглянуть во внутреннее строение минералов. Оказалось, что в полевых шпатах расстояние между атомами в кристаллической решетке невелико. А вот в глинах оно гораздо больше. Какая же

сила сумела раздвинуть атомы? Наверное, солнечная энергия. Оказавшись вновь в глубоких недрах, глина преобразовалась в полевой шпат. Кристаллическая решетка сжимается, выделяя ранее накопленную энергию космического светила.

Может быть, не только внутренние силы планеты, но и внешние таким образом участвуют в действии подземного «котла»? Происходит извечный круговорот в материальном мире. Он постоянно преобразует и хранит свое природное творение — Землю.

«Вулканов циклопическая кухня»

Вера Инбер — известная советская поэтесса. Специально вопросами происхождения полезных ископаемых не занималась. Но прочтите строки ее стихотворения:

Здесь, если их попробовать надрезать,
Еще земные корки горячи,
Горячими солями и железом
Пропитаны подземные ключи,
Еще печет и варит — не потухла
Вулканов циклопическая кухня.

Такое художественное описание в чем-то близко и к современным воззрениям ученых. Большинство из них считает: многие твердые полезные ископаемые, особенно руды, возникли из горячих расплавов и растворов. Да что современные ученые! Подобное убеждение старо как мир.

Друг и ученик Аристотеля Теофраст славился своим трудолюбием. 230 различных сочинений оставил он людям. Среди них был труд «О камнях». Это сочинение знакомит с горным делом, которое процветало на Земле издавна. Вероятно, Теофраста мы можем назвать первооснователем науки о полезных ископаемых. А может быть, нам так и не узнать, кто был самым-самым первым на пути к истине. Ученик Аристотеля родился почти 24 столетия назад. До него человечество в течение тысячелетий использовало горные породы, постепенно познавало их свойства, задумывалось: откуда они?

Почти тысячелетие минуло с тех пор, как Абу Али Ибн Сина (Авиценна) делил природные образования на

камни, плавкие тела (металлы), серные тела (горючие) и соли. В то же время жил и ученый-энциклопедист аль-Бируни. Он тоже интересовался камнями. Заметил, что в кварце встречаются жидкие включения. Логично решил — минералы образуются из водных растворов.

Таковы отдельные штрихи путей познания возникновения минеральных веществ. Потом было много открытий. И каждый раз они приносили что-то новое, заставляя сомневаться в достоверности известного. В этом диалектическая сущность многообразия природных проявлений. Вода и огонь, давление и движение в горных породах — все привлекалось для доказательств. За несколько столетий исследователи сумели детально изучить состав, физические и химические свойства тысяч минералов, слагающих земную кору.

Но и для наших современников осталось много дел. По-прежнему не познано то, что спрятано в горячих глубинах недр. На планете немного мест, где есть прямые свидетельства их действия. Пожалуй, только вулканы помогают узнать, что скрывают недра. В нашей стране они сосредоточены на Камчатке и Курильских островах.

Есть там естественные вулканические лаборатории. В них создаются многие минералы. Давайте мысленно побываем на Узонском термальном поле — теплом, местами горячем участке камчатской земли. Тут плещется необычное озеро. Его берег вместо песка усыпан зернами серы. После дождя прозрачные воды Узона мутнеют. В них зарождаются новые кристаллики серы. Через несколько дней воды «зацветают». Формируются зеленые зерна окислов мышьяка и железа. Потом желтеют. Наступает пора возникновения желтого и оранжевого минерала — аурипигмента. А кое-где в прозрачных, нагретых теплом недр источниках вокруг газифицирующих трещин дно становится

красным от образования сульфида железа. Если бы мы копнули землю на 1 метр глубже, то увидели бы свинцово-черные игольчатые кристаллы антимонита. На Узоне образуется и нефть.

Все это предвестники будущих полезных ископаемых. Современные свидетельства о возможных путях появления кладов планеты. Поэтому невольно хочется предположить, что различные соли, нефть и руды имеют некое единое первоначало. Но какое оно в самом деле?

«Вулканов циклопическая кухня» — лишь приоткрытый клапан глубинного «котла». Там господствуют высокие температуры и давления. Это мы в целом знаем. Определяем их, однако, косвенными методами, с помощью расчетов. Непосредственных фактов очень мало. Отдельные сверхглубокие скважины не дают полной картины. Значит, пока остается домысливать. Возможно, в очень горячих недрах заложены истоки тех неорганических масс, которые потом станут холодным каменным материалом земной коры. На ее поверхности развивается другой мир — создатель органических веществ. Их разделяет и в то же время объединяет тонкая скорлупка твердых горных пород. Граница недоступного спрятана у всежигающего подземного барьера. Не могут живые существа обитать там. А если и попадут туда, их останки быстро преобразуются в неорганический материал. И все-таки...

Когда сотрудники Дальневосточного центра Академии наук СССР изучили пепел курильского вулкана Тятя, то нашли в нем, хотя и в очень небольшом количестве, органическое вещество. Из него даже выделили похожее на вазелин масло, состоящее из углеводородов, подобных нефтяным. По расчетам советских вулканологов, только вулкан Тятя при

однократном извержении выбрасывает или создает около 150 тыс. тонн органических масс!

На что способно незаметное

Нашей планете очень повезло среди других планет Солнечной системы. Будь ее расстояние до Солнца меньше всего на пять сотых, могла бы превратиться в горячую и непригодную для жизни Венеру. Будь она дальше от Солнца на одну сотую, чем-то напоминала бы холодный и пустынный Марс. Благодаря космическим исследованиям мы теперь больше знаем об этих планетах.

Даже небольшие изменения в составе земных веществ и в расстояниях между небесными телами — совсем не пустяки. Мы живем, не задумываясь об этом. Нам повезло. Мы есть. Не выдуманные марсиане и фантастические венерианцы, а земные люди, одаренные богатствами зелено-голубой планеты.

За долгие тысячелетия своего существования мы сумели разобраться в том, как стихийные силы природы преобразуют ее лик. Капли дождя, морской прибой, порывы ветра разрушают и разбрасывают повсюду частицы минералов. «Ливень» из африканского песка может выпасть над Англией (так было в декабре 1979 года) и даже над льдами Арктики. Преобразующие силы заключены в лучах жаркого Солнца, в трескучем морозе, в непрерывном рождении и отмирании животных и растений. Повсюду незаметное совершает в сумме огромную работу. Нет таких пород на земной поверхности, которые нельзя разрушить действием этих сил, превратить в иные минеральные вещества. Поэтому наряду с массивами магматических (изверженных) пород встречаем мы повсюду и осадочные образования. Внешние и внутренние силы планеты сталкиваются в земной коре непрерывно. Они наглядны. Но вместе с тем действует и бесчисленная

армия «бойцов», спрятанных в молекулах и атомах веществ, даже в их «осколках». Природные возможности незримого огромны.

Вот обыкновенная вода. Состоит она из двух элементарных газов — кислорода и водорода. Чтобы разложить воду на составные части, необходима температура, близкая к той, что расплавляет камни. Добыть из воды кислород трудно. Однако достаточно Солнцу осветить своим живительным светом листок любого растения, содержащего влагу, и происходит удивительный процесс. Его называют фотосинтез. Это он незаметно для нас создает ежегодно на планете около 4,67 млрд. тонн кислорода! Помогает выделить его из растений, чтобы поддержать живое, принять участие в «строительстве» различных минеральных масс, в том числе и полезных ископаемых. Каким образом? Ну, скажем, вот так.

В недрах есть сероводородные воды. Там, где они выходят на поверхность, могут рождаться серные отложения. Это делает свое дело невидимка-кислород. Вспомните об Узоне! Залежи серы возникли в пустыне Каракумы, имеются они в Туркмении, в Ферганской долине Узбекистана и в Прикарпатье. Здесь природа обошлась без вулканического жара. Был бы рядом активный химический элемент, в частности тот же кислород. Он создает и железорудные клады. Для этого ему достаточно «встретиться» в озерах или болотах с соединениями, содержащими железо и марганец. Известно ли вам, что самое первое железо в России добывали из болотных железных руд в Карелии. Петр I приказал построить для их переработки завод. Ему обязан своим рождением город Петрозаводск. Современный серебристый металл — алюминий — нередко добывают из залежей, также возникших под действием окислительных процессов в земной коре.

Вот какой могучий, хотя и незаметный элемент — кислород. Благодаря ему верхняя часть земной коры как бы расслоилась на две зоны: верхнюю — окислительную— и нижнюю — восстановительную. В верхней вместе с другими элементами активно властвует кислород.

Химическое взаимодействие минеральных и органических веществ непрерывно расчленяет, соединяет и преобразует все вокруг нас. Где-то очень медленно, где-то быстро. Из легких газов может родиться жидкость, благодаря им растворы могут окаменеть, а твердое исчезнуть в летучем облачке. Все это вместе взятое и создает нашу планету — частицу материи, из которой «соткана» Вселенная.

Геохимические правила

В простейшем объяснении они общепонятны. Круговорот природных элементов непрерывен. Постоянно где-то и что-то собирается или, наоборот, рассеивается. Из нового сочетания веществ создаются природные соединения с иными свойствами, распадаются старые. Повсюду действуют свои закономерности, свои правила.

Такой процесс может идти очень быстро, например при горении. Вместо угля остаются пепел и газ. Здесь господствует окислительный процесс. Без кислорода тут не обходится. Иногда этот процесс бывает и весьма медленным. Для образования угля из отмирающих растений нужны долгие тысячелетия. Да и особо благоприятные условия. Не успев сгнить, растения в огромном количестве должны попасть под толщу горных пород. Для их медленного обугливания требуются определенные условия. Попробуйте сделать так, чтобы все совпало, как требуется. Нелегко это природным силам. Гораздо проще и быстрее человеку сжечь уголь в топках.

В этом и заключается одна из главных причин несогласованности между хозяйственной деятельностью людей и естественной неспешностью планеты в создании полезных ископаемых, в ее собственных неповторимых путях преобразования.

Горные породы, как и живой мир, предпочитают существовать в определенных сообществах. Там, где в породах много кремнезема, накапливаются цинк и свинец. Среди щелочных образований находят себе место никель и кобальт. Вместе с горячими газоводяными парами, идущими из глубин, переносятся молибден и вольфрам. Алюминий может накапливаться

ближе к поверхности земли, среди отложений, на которые воздействуют даже изменения погоды. В целом по определенным геохимическим правилам, как по полочкам, раскладывает в земной коре свои сокровища природа. Но как мы их используем? Молибдена в недрах почти в 100 раз меньше, чем ванадия, а добываем мы его в 70 раз больше. Явная диспропорция. Подобное происходит и с другими рудными кладами. Прав был В. И. Вернадский, когда говорил, что «человек изменяет геохимическую историю всех металлов». Предполагают, что лет через 50 в поверхностных отложениях Земли станет в 10 раз больше свинца, в 100 раз ртути. Зато месторождения их в доступных нам недрах почти исчезнут, будут выработаны.

Богатства недр планеты не уменьшатся. Только часть их перейдет в другое состояние. Сначала сконцентрируется в машинах, изделиях, потом рассеется повсюду, в том числе превратится в отходы. Так «срабатывает» новый, хозяйственный, вариант геохимических правил, когда они подчиняются технической мощи людей.

Возьмем самый известный металл — железо. Ученые подсчитали, что с каждым годом его становится все больше и больше. Но где? Буквально под нашими ногами, в земле и в водах. Чаще в виде окиси, которую нельзя добывать как руду, но легко заметить повсюду, где мы имеем дело с железом. Это — обыкновенная ржавчина. Пока не пытались считать потери от нее, думали — они небольшие. Подсчитали и удивились: несколько процентов национального дохода государств отбирает ржавчина, или коррозия.

Тысячелетняя привычка заставляла смотреть на эти потери безболезненно. Ныне истощение минеральных ресурсов, которое уже привело к тому, что мощные металлургические предприятия железного пояса Урала работают на привозной руде, вынуждает смотреть на

эти потери иначе. Всего несколько десятилетий потребовалось, чтобы скрыть знаменитые рудные горы Урала — Благодать и Магнитную.

А ведь выход есть. Его подсказывает наука. Найдено множество способов защиты металлов от коррозии. Уже известны лучшие варианты рациональной и комплексной добычи полезных ископаемых. Однако и поныне вырастают горы отвалов вокруг рудников и шахт. Дымят тысячи труб металлургических предприятий. Вместе с полезными изделиями они непрерывно создают вокруг себя искусственные месторождения, которые мы не можем разрабатывать. Цветная металлургия насыщает окрестности свинцом, цинком, медью, кадмием, селеном, молибденом, фтором, серебром. Черная металлургия — марганцем, никелем, ванадием.

Не отстают от металлургических и другие предприятия. Шинные заводы выбрасывают в окружающую среду сурьму, мышьяк, цинк, медь, свинец; красильные предприятия — цинк, медь, кадмий, свинец и т. д. Продолжать этот перечень нет смысла.

Так возникают искусственные зоны насыщения природной среды различными химическими соединениями, притом в новом, ранее неизвестном природе сочетании.

Иногда говорят: нет правил без исключения. В естественный геохимический круговорот минеральных веществ теперь вошло довольно много исключений. К чему они приведут в будущем? Об этом надо задумываться сейчас.

Потребности и возможности

Мы привыкли к великому разнообразию природы нашей страны. Но на Земле есть государства, территория которых почти сплошь покрыта песками. И представьте, именно здесь для промышленности песка нужного качества может не хватать. Его привозят на кораблях из заморских стран. В тщательно упакованных мешках, чтобы не просыпалось ни песчинки. Приобретают за деньги. Да, пески Аравии — не лучший материал для строительства. В то же время в глубине недр под ними скрыты огромные запасы нефти. Отсюда по нефтепроводам и в танкерах черное золото доставляют в разные районы мира, где его не хватает или вообще нет. Вот вам конкретный факт несовпадения собственных хозяйственных потребностей и природных возможностей.

Итак, о потребностях. Они особенно велики в индустриально развитых капиталистических странах. Мощной промышленности необходимо много минерального сырья. Это ее хлеб насущный. Около половины его привозят из других государств. Почти 95 % нефти — основы современной энергетики и химии — поступает в эти страны из дальних, чужих, земель.

Соединенные Штаты Америки в 1950 году обеспечили себя на 91 % полезными ископаемыми, добываемыми на их собственной территории. Эта страна считается одной из богатейших в мире по природным ресурсам. Спустя 30 лет более половины потребностей США приходилось удовлетворять за счет других стран. Тот, кто внимательно читает газеты, смотрит телевизионные передачи и слушает радио, может сделать вывод: не случайно слово «нефть» стало самым ходовым в политических сообщениях.

Что же говорить о положении другого гиганта индустрии— Японии? Она почти целиком питает свою промышленность за счет чужого минерального сырья.

Как видите, проблема обеспеченности государства полезными ископаемыми гораздо сложнее, чем кажется на первый взгляд. Природа не признает государственных границ. Кому-то повезло больше, кому-то меньше. Хорошие, мирные, добрососедские отношения и международная торговля позволяют найти тут выход. Было бы обоюдное желание.

Более важно другое. Почти все известные запасы руд и топлива — срочный вклад. Взять его у Земли в разные сроки и использовать можно. Положить обратно, опять «заполнить сейфы» месторождений ценным сырьем, пока нельзя. Появляется все больше заброшенных рудников и иссякнущих скважин. Их срок истек. Определен он был размерами залежи, умением ее разрабатывать. Воссоздать утраченное богатство уже никому, кроме самой природы, не удастся. А она с этим не спешит. Требуется очень долгого времени. В лучшем случае могут помочь наука и техника. Однако чаще всего путем не воссоздания, а более тщательного отбора имеющегося. Что сейчас и пытаются делать.

Есть и другие возможности. Внимательнее, чем в прошлом, изучать недра. Как говорят, вскрыть резервы. В Московской, Калининской или Орловской областях руды свинцовые, медные, многих редких и цветных металлов найти невозможно. Так утверждалось совсем недавно. А теперь? Даже в московском микрорайоне Теплый Стан найдены титановые россыпи. Богат стронцием и подмосковный известняк. Тот самый, из которого возводился град белокаменный. Залежи молибдена найдены в Калининской, Рязанской, Тульской и Воронежской областях. Вот так происходит переоценка ценностей. Так растущие потребности способствуют научному познанию природы. А оно в

свою очередь расширяет ее возможности. И все-таки эти возможности не безграничны.

Однако не стоит предаваться унынию. В средневековой Англии пугали, что вскоре промышленность умрет. Мол, все леса вырубят. Не будет дров и древесного угля, которые считались тогда главными видами топлива. Ничего страшного не произошло. На смену дровам пришли уголь, затем нефть и газ. И снова звучат предостережения...

В 1935 году ученые предрекали, что через 15-20 лет все известные месторождения нефти будут выработаны. Однако в 1938 году мировая добыча нефти составляла около 280 млн. тонн. Минули отведенные для исчерпания годы. Опять тревожное предупреждение.

В 1951 году научные авторитеты заявили: «Через 25 лет нефть исчезнет». Но в 1973 году люди умудрились выкачать из недр более 2,8 млрд. тонн черного золота. Одновременно сроки исчерпания одного из главнейших природных сокровищ планеты перенесли на начало XXI века. В чем же дело?

Полстолетия назад запасы нефти оценивались 8 млрд. тонн. При объемах нынешней добычи их хватило бы на три года. Сейчас геологи нашли в недрах множество новых, ранее неизвестных месторождений. Достаточно напомнить о месторождениях Сибири, на Аляске, в Северном море.

Впрочем, тут можно еще долго перечислять, что, где и в каком количестве есть. Думается, главное понятно. Потребности промышленности растут, но и возможности не исчерпаны. Они заключены в безграничном познании и умении людей непрерывно переоценивать ценности, в том числе и недр.

Что будет, если...

Когда-то исчерпаются известные запасы нефти и газа. Предположим, что и новых месторождений не найдут. Что же произойдет? Остановятся машины? Опустеют предприятия? Быт станет патриархальным, как в средние века?

Кажется, до начала 70-х годов текущего столетия этот вопрос мог волновать только специалистов, в основном геологов. Ныне государственные деятели, экономисты и хозяйственники, просто соседи по квартире понимают, что современные блага жизни во многом дарованы нам из недр планеты.

Сжигая в топке 1 килограмм угля, мы можем получить 2500 килокалорий для производства электроэнергии. Ее достаточно, чтобы в течение 25 часов смотреть цветной телевизор. Это хорошо. Но 1 килограмм угля выделяет 7000–8000 килокалорий. Выходит, подчас 2/3 полезного теряется. Может быть, на ненужный нагрев, иногда тепло уходит в трубу, а то и просто в открытую форточку. Это плохо. Более половины добытого из шахт и скважин ценного топлива рассеивает свою энергию в пространстве. Тут уже незримая потеря сотен миллионов тонн, которые сэкономили бы и сегодняшней труд людей, и месторождения для потомков.

Знаете ли вы, что горящий уголь одновременно отбирает из воздуха большое количество кислорода? А он для нас тоже ценный дар природы. Для получения из руды 1 тонны металла необходимы десятки тонн воды. Ее и сейчас не везде достаточно.

Совсем недавно подобные расходы не считали. Теперь начинают учитывать. Искать пути разумной экономии.

Нас на Земле с каждым годом становится все больше. Сегодня 4,5 млрд. человек. А завтра? Соответственно растут и объемы производства. Только не увеличивается сама планета. Природные богатства, тем более невозобновляемые— минеральные, имеют свои пределы. Что же будет, если кладовые нефти и газа иссякнут?

Попробуем заглянуть в будущее. Оно скрыто в копилке творческих поисков человека. В ней собраны и чудачества одиночек, и выдающиеся открытия. Там крупницы опыта прошлого, большие проекты настоящего, задумки на будущее.

В холодном и голодном 1920 году житель Курска А. Г. Уфимцев часто посещал местные свалки. Он искал материал для создания солнечной нагревательной установки. Затем собрал ее. Без керосина и дров всего за 40–50 минут умудрялся вскипятить 5 литров воды. Он был чудаком-одиночкой.

И сейчас специалисты не чуждаются свалок. Ведь там скапливается огромное количество сырья, превращенного в промышленные и бытовые отходы. Все чаще из них извлекают металлы, из мусора получают горючий газ, удобрения и многое другое. Как говорят экономисты, здесь скрыты большие резервы материальных ресурсов. Сберегаются миллионы тонн полезных ископаемых. В этом заложена и забота о чистоте нашего дома — Земли, о благосостоянии детей и внуков. Это дело общегосударственное.

В конце 40-х годов на экраны страны вышла веселая кинокомедия «Весна». Знаменитая актриса Любовь Орлова играла в ней роль директора Института Солнца. В действительности такого института в то время не было. Наступил 1979 год. В Ашхабаде был создан первый в стране Научно-исследовательский институт солнечной энергии. На этот раз реальный. Еще раньше в Узбекистане (в Бухаре) вступил в строй действующих

первый в стране завод по производству гелиоводонагревателей и гелиокухонь, которые действуют не только летом, но и зимой.

Итак, есть Солнце. Созидатель и потенциальный хранитель энергетических кладов недр. Сжигать их — не лучший путь. Они могут быть использованы и для другого. Совершенно бесплатно далекое светило дарит людям то, что они с огромным трудом разыскивают и добывают в темных глубинах, среди крепких каменных толщ. Лишь 1/5000 доля солнечной энергии непосредственно используется человеком. Да и то в основном ради того, чтобы он мог просто погреться на солнышке. А ведь оно посылает на Землю энергию в 20 тыс. раз большую, чем мы получаем из полезных ископаемых. Нефтяные запасы мира содержат вдвое меньше скрытого тепла, чем то, которое с жаркими лучами падает на Аравийский полуостров. Разве в таких подсчетах, пусть и условных, нет реальной заявки на будущее? Осуществить ее — дело науки и времени.

Ну, а наша собственная планета? Если охладить ее глубинные недра всего на 1 °С и использовать оставшееся тепло для электростанций, то они могли бы давать энергию миллионы лет. Известно ли вам, что до глубины 50 километров почти повсюду есть горячие подземные воды? Их тепловая энергия в тысячи раз превышает энергию всех горючих полезных ископаемых. Земля Якутская — мерзлая. Кажется, сколько ни копай, колодец все равно упрется в лед. Но это лишь на первый взгляд так. На глубине свыше двух километров и здесь есть горячая, термальная, вода. Вот вам реальная возможность замены в ближайшем будущем иссякающих топливно-энергетических минеральных ресурсов.

Впрочем, не скоро отслужит свою полезную службу и всем привычный уголь. По крайней мере, его хватит на тысячелетия. Только Канско-Ачинский угольный

бассейн располагает сотнями миллиардов тонн горючего камня.

Большинство убеждено, что уголь всегда тверд. Он не похож ни на жидкую нефть, ни на легкий газ. Меньшинство, это специалисты, давно знает другое. Стоит насытить уголь водородом, он превратится в нефтеподобное вещество. И тогда из него можно получать бензин, масла и горючий газ. Человек научился это делать. Есть и другие заменители нефти — растительные. Но разумно ли их превращать в горючее? Царство растений для человека имеет особую ценность.

И еще один надежный помощник. Ядерная энергетика. Более четверти века назад академик Анатолий Петрович Александров поздравил своего упорного коллегу по работе И. В. Курчатова: «С легким паром, Игорь Васильевич». Это был момент, когда из контрольной трубки первой атомной электростанции в Обнинске, под Москвой, заструился пар и вспыхнула лампочка, зажженная атомом. Теперь этот «легкий пар» производят десятки атомных электростанций.

Недалеко то время, когда такие электростанции и теплоцентрали станут привычными, как и нынешние тепловые станции, угольные и газовые котельные. Будут они без дымящих труб, загрязняющих воздух миллионами тонн сернистых выбросов, без гор отвалов, засыпающих землю миллиарднотонной массой шлаков и золы. Да и сырьевых источников для них много — природных и искусственных. Ведь атомные электростанции сами могут производить для себя топливо. Невозобновимые ресурсы делать возобновимыми.

Сегодня мир ради получения энергии и тепла ежедневно сжигает миллионы тонн угля и нефти, миллиарды кубометров газа. По количеству теплоты

они равноценны сотням тонн ядерного топлива. Разница огромная.

Так что же будет, если все-таки исчерпаются нынешние запасы нефти и газа? Наука и техника должны решить эту проблему. Возможности есть. Хотя это общий ответ. Имеется много конкретных путей. О них вы узнаете дальше.

К взаимной пользе

«Человек, который добивается действенности науки, должен обладать даром предвидения и особой, назову ее технологической, зоркостью». Как не вспомнить это высказывание академика Анатолия Васильевича Николаева.

Сибирь. Кулундинские степи. Слово зеркала в обрамлении камышей разбросаны здесь озера. Да еще какие! От Урала до Енисея нет подобных соленых озер. Переменчива их судьба.

Вот озеро Большой Ажбулат. Хранило оно под тонким слоем рассола 10 млн. тонн сульфата натрия — глауберовой соли. Запасы этой ценной соли ежегодно увеличивались. Но Кулунда — хлебная житница Сибири. Несколько десятилетий назад решили обеспечить ее водой для орошения полей. Кажется, правильно поступили. Зато месторождение Большой Ажбулат исчезло. Растворилось. И запоздало приходится сожалеть об этом. Все можно было сделать иначе. К взаимной пользе.

Именно на кулундинском сульфате натрия в Барнауле начал работать в 1864 году первый в России содовый завод. Здесь, на Кучукском озере, природную соль перерабатывает крупнейшее в стране предприятие, выпускающее главным образом глауберову соль. Ее попутчика — поваренную соль — предпочитали выбрасывать. Невдалеке отсюда из другого озера добывали прежде всего поваренную соль, избавляясь от неизменного, но лишнего попутчика — глауберовой соли. Разумно ли это было?

Собственные заботы здесь есть и у мелиораторов. Их задача — обеспечить живительной влагой сухие кулундинские степи. Дело полезное. Но опять-таки не

учитывались все другие обстоятельства. Такой односторонний подход не радовал соледобытчиков. В результате обводнения могут исчезнуть месторождения соли. Тому пример — Большой Ажбулат.

Вот тут-то и надо обладать той технологической прозорливостью, к которой призывал А. В. Николаев. Он ученик знаменитых исследователей Н. С. Курнакова, В. И. Вернадского и А. Е. Ферсмана. Получив диплом химика, Анатолий Васильевич уехал на озера Кулунды. Нашел в них черную соль — каратус. Показал ее известному геологу. Рассердился на него опытный специалист: «Зачем занимаешься пустяками — это же грязь с солью».

Что же в результате? Во время Великой Отечественной войны вся страна снабжалась этой солью. Десятки миллионов тонн ценного сырья, открытого А. В. Николаевым, послужили для нашей победы. А могли бы пролежать без пользы. Может быть, даже исчезли в результате обводнения.

В степях Кулунды и сейчас сверкают на солнце зеркала соленых озер. Они — ценные природные клады для получения множества различных химических веществ, столь необходимых народному хозяйству. Теперь вопросы их использования решают иначе, чем раньше: рационально и комплексно. Эти понятия, как братья, кровно связаны со своей щедрой, но не до бесконечности, матерью-природой. Особенно там, где речь идет о научно-техническом прогрессе, о жизненных ресурсах.

В любом районе страны, тем более в горнорудном, начинают преодолевать односторонность во взглядах на технологическую пользу тех или иных мероприятий, которая в чем-то другом может принести вред.

Промышленный Донбасс. Каждый здесь делает свое необходимое дело. Шахтеры добывают уголь, строители возводят большие дома. Топливо извлекли из недр,

здания построили. И тут вмешалась третья сила — нарушилось равновесие в недрах. Почва просела над выработкой — здания разрушились.

Да, подобная опасность подстерегает человека во многих местах, где он осваивает минеральные богатства. В самом Донбассе почти 1/3 известных запасов «солнечного камня» спрятана под городами, поселками, заводами и фабриками. Много угля и на Днепропетровщине. Там протекает красивая река Самара. Однако стоит извлечь уголь, и красота этой земли исчезнет. На площади в сотни квадратных километров родятся болота. Опять-таки из-за опускания почв над выработками. Ведь каменный фундамент не любит пустоты. Ликвидировать ее предложили ученые. Отработанные подземные пространства стали заполнять минеральными отходами. Так спасли от разрушения высотное здание Донецкого университета и другие постройки. А сколько можно добыть дополнительно угля или руды, не нарушая земную поверхность и то, что создано на ней? В этом конкретная экономическая сущность вроде бы общих понятий: рационально и комплексно.

Вот так к взаимной выгоде мы начинаем искать пути согласия с окружающей природной средой, учимся хозяйствовать на в общем-то маленькой нашей планете.

Вопреки привычному

... С полным устранением гипотезы, т. е. направляющей мысли, наука бы превратилась в нагромождение голых фактов.

К. А. Тимирязев



Железокаменный дождь

Д. Медведев жил на Дальнем Востоке. Он был художником-любителем. Однажды он взял этюдник и вышел на улицу рисовать. В тот день он создал уникальную картину. С нее отпечатали множество репродукций, она попала в энциклопедии, на почтовые конверты. Оригинал переправили в Москву. А ведь во многом он обыкновенный. Видны крыши изб, телеграфные столбы. Холодное утреннее солнце, хмурые облака и...мгновенный штрих рыжего огня с дымом на небе.

Вот этот красочный мазок и есть самое необычное в картине. Это натурное изображение полета Сихотэ-Алинского метеорита. 12 февраля 1947 года ворвался он на огромной скорости в зону земного притяжения. Не выдержал трения атмосферы, раскалился, вспыхнул и рассыпался железным дождем над уссурийской тайгой.

Потом в тайге находили осколки обожженного железа. Они были почти земными, напоминали чем-то обломки, которые можно разыскать в отвалах металлургических заводов. Однако родилось такое железо задолго до возникновения металлургии на нашей планете, а может быть, и самой Земли. Возраст Сихотэ-Алинского метеорита около 4,5 млрд. лет. Был он когда-то частью астероида, движущегося между планетами Марс и Юпитер. Примерно 500 лет назад откололся от него и начал кружить в космосе, пока не подлетел слишком близко к Земле и не попал в зону ее притяжения.

Вот другой случай. 24 декабря 1965 года в окрестностях английского городка Барвелл тоже появился круглый огненный шар. Очень похожий на падающую Луну. Последовали грохот, гул, удары. Шар

развалился на куски. Вскоре местные жители поднимали с земли еще теплые осколки метеорита. На этот раз каменного.

Итак, посланцы космоса бывают разными по составу. И тем более по размерам. Падение крупных метеоритов случается не каждый год. Однако в любую ясную ночь можно увидеть в небе десятки и сотни следов сверкающих нитей метеоритного дождя. Железные и каменные космические осколки беспрерывно летят к планете.

Большинство из них сгорает в ее атмосфере, рассыпается в мелкую пыль. Но бывают и счастливые случайности. Такая удача выпала на долю художника-любителя Д. Медведева и тоже любителя, но астрономии, Гавторна. Построил он домашнюю обсерваторию. Подолгу засиживался тут, надеясь что-нибудь открыть.

В 11 часов утра 17 января 1965 года он покинул свое привычное кресло у телескопа. Вышел заняться хозяйственными делами. Вдруг раздался взрыв, посыпались оконные стекла! Любитель астрономии вбежал в обсерваторию. В кресле дымились два метеорита. Масса одного была 119,2, второго 113,2 грамма. Это исключительное событие произошло в США, в штате Вашингтон, близ города Киркленда.

На Земле найдено около 2000 метеоритов, но только единицы из них падали так удачно, как небесные камни Гавторна. Как видите, ныне это не пугает людей. Подчас даже радуется. Совсем иначе воспринималось такое раньше.

Что упало с неба

«Бысть же о полудни внезапно надъ градъ Устюгъ облакъ темень и бысть яко нощь темная... И посемъ явишася и восташа со все четыре страны тучи великія, изъ нихъ же исхождаше молнія огненная безпрестани, и грому убо многу и страшну бывшу надъ градомъ Устюгомъ, яко же не слышати, что другъ съ другомъ глаголати». Так сообщал очевидец события, которое произошло 25 июня 1290 года. Конечно, нашему современнику прочесть это сообщение трудно. Однако почувствовать смятение наших предков вполне можно. Это было одно из первых в России письменных свидетельств о падении небесного камня. Он мог разрушить старинный северный город. Но «спасли» молитвы святого Прокопия Праведного, который якобы отвел «божью» кару от города в сторону, в леса. Спустя много лет каменную глыбу разыскали, привезли в Великий Устюг. Там установили ее на пьедестал в ограде церкви Прокопия Праведного. Позже ученые заинтересовались находкой. Внимательно осмотрели. Оказался обыкновенный розовый гранит. Видимо, доставщики «божественного» сувенира или случайно, или умышленно ошиблись.

Если полистать старинные рукописи, подобных случаев наберется множество. Для большинства из них научных подтверждений нет. Почему? Может быть, потому, что не хотели подробно разбираться в чудесах «небесного владыки». Главное: упало с неба, и все ясно. Китайские рукописи 3000-летней давности, древние мифы, но только не специальные труды, хранили эти сведения, Да и сами небесные камни лежали не в музеях, а в храмах, например в древних Фивах. К ним приходили на поклон. Ученые средневековья

умышленно предпочитали оставаться в неведении. Такова сила религиозных предрассудков прошлого.

19 мая 1552 года князь Шварцбург-Рудольфитадтский потерял любимого скакуна. Каменный дождь с неба убил лошадь, а заодно и разрушил отдельные постройки в Тюрингии. Разговоров об этом событии было много. Но ученые мужи отказались признать факты.

Прошло почти 200 лет. Мир стал гораздо просвещеннее. Недалеко от Вены во вспаханное поле врезался метеорит массой 39,2 килограмма. Его достали и привезли в столицу Австрии. Поместили под стекло в минералогическом кабинете императорского музея. Узнал о находке известный немецкий исследователь Штютц и заявил, что только люди, совсем невежественные в естествознании, могут верить, что камни падают с неба. В России в те же годы поступили мудрее. В Енисейской губернии в 1749 году на горном кряже нашли чужеродную глыбу. Ее увидел Петр Симон Паллас, изучил и доказал: это железный метеорит. Когда он упал на землю, неизвестно пока и нам. Зато истина не оспаривалась. «Палласово железо» поместили в музей Российской Академии наук, сделали научное описание его. Именно в научных описаниях таких редкостей главная ценность.

Только из множества фактов можно сложить истину. Теперь мы знаем, что есть три группы небесных тел: каменные, железные и железокаменные. Первые состоят в основном из минералов, которые имеются и на нашей планете. Железные могут быть из чистого или никелистого железа. Есть в них кобальт, медь, фосфор, сера и углерод. Любопытно, что и те и другие могли образоваться из рассыпавшихся астероидов. Вероятно, во Вселенной «летают» гигантские куски веществ, почти целиком состоящие из металла. Тогда многие

земные полезные ископаемые... Впрочем, об этом чуть позже.

Катастрофа века

Инопланетяне уже прилетали к землянам. Они собирались навестить Россию 30 июня 1908 года. Но случайная ошибка в расчетах или авария погубила экспедицию пришельцев из Вселенной. Их космический корабль взорвался. Об этом можно было прочитать в статьях и книгах.

Да, катастрофа произошла. Но какая? Взрыв, по силе подобный взрыву водородной бомбы, мог случиться и при аварии ядерного двигателя. Однако очевидцев события не было. И ученые слишком опоздали к месту происшествия. Они прибыли в район катастрофы века спустя 11 лет. Это была научная экспедиция Л. А. Кулика. Ей предстояло пробиться через болота и тайгу к Подкаменной Тунгуске. Дорога долгая и трудная. Она как бы окупала удачный для людей случай, что космический пришелец низвергнулся не в густонаселенной местности, а в дикое безлюдье Сибири. Трудности не пугали. Исследователи собирались впервые в истории науки сфотографировать гигантскую железную или каменную глыбу, упавшую с неба, привезти ценные образцы. Экспедиция возвратилась налегке. Ни одного кусочка небесного камня не нашли.

В течение многих десятилетий катастрофа в тайге оставалась предметом споров и предположений. Что же в действительности произошло? Может быть, здесь, не долетев до своей цели, действительно погиб космический корабль с посланцами далекой планеты? А если это была частица Вселенной, похожая на астероид Икар. Неизвестно где, но на поверхность земного шара недавно должно было рухнуть метеоритное тело массой 4,5 млрд. тонн. Исследователи определили и дату

падения — 14 июля 1968 года. Установили скорость полета— 155 тыс. километров в час, рассчитали ширину будущей воронки в теле Земли — более 100 километров. Взрыв небесного чудовища опустошил бы сразу огромную территорию. К счастью, катастрофы не произошло. Икар пронесся мимо, устремившись в далекий космос. О нем в те годы сообщали многие газеты. Может быть, в подобном явлении скрыта и тайна тунгусского чуда?

...Во второй половине XX века в бревенчатой избе, когда-то срубленной людьми Л. А. Кулика, создали современную лабораторию. Задачу поставили четко: только находка вещества метеорита может быть ключом к разгадке тайны. Почти 10 лет продолжались исследования. Наконец таинственное вещество нашли. Но увидеть его можно только под микроскопом. Да и то в виде мельчайших разноцветных стеклянных шариков: прозрачных, черных, зеленоватых. В них заметны газовые включения. По составу эти шарики не похожи на известные железные и каменные метеориты. Много натрия, кремния, есть серебро и редкие земли. Ни в недрах нашей планеты, ни в лунных образцах такого пока не встречали.

Следов падения метеорита, а может быть, и кометы почти не сохранилось. На бывших пустошах и буреломах сейчас буйно растет лес. Растет очень быстро. Во много раз быстрее, чем в привычных таежных условиях. Район, над которым произошла катастрофа века, теперь покрыт болотистым торфяником. Ученые внимательно изучают и торф. Накопление в нем радиоактивных веществ, космической пыли — следы, позволяющие определить возраст пришельца из космоса. Он перемагнитил здесь почвы и горные породы. Однако окончательной разгадки так и не дал.

Космические «брызги»

Почему исследователи недр подчас интересуются метеоритами и другими небесными телами? Чуждачества в увлечениях геологов нет. Они ищут объяснения многим земным явлениям, понимая взаимосвязь внешних и внутренних событий, формирующих нашу планету.

Александр Васильевич Хабаков — геолог, но его влекла к себе астрономия, и он стал учиться приемам астрономических наблюдений. О полетах в космос только мечтали. Зачитывались книгами, в которых красочно рассказывалось о жизни марсиан, венерианцев, о путешествиях людей на Луну и другие небесные тела. Это были захватывающие приключения. Я, как и другие мальчишки, не спал ночами, пока не закрывалась последняя страница чудесных книг. Увы, большинство фантастических открытий не оправдалось. Наши познания зачеркнули этот странный, выдуманный мир Солнечной системы.

В те не столь отдаленные годы А. В. Хабаков собирал материалы для научного труда, посвященного геологии Луны. Наряду с астрономическими данными в него были перенесены и знания, приобретенные людьми при исследовании Земли. Естественный спутник нашей планеты, по мнению землянина, сложен вулканическими породами. И лунные кратеры, и «моря» — все это следы извержений вулканов. Такой считали геологи Луну еще несколько десятилетий назад. Сегодня у них есть факты — результаты космических исследований. И многое стало иным.

Наш современник Роберт Дитц — тоже исследователь недр. Но их тайны он попытался разгадать с помощью снимков, сделанных с

космических кораблей и межпланетных станций. Есть среди земных отложений странные минералы. Они похожи на мелкие кусочки оплавленного стекла. Назвали их тектитами. А находят почти повсюду: в Азии и Австралии, в Европе и других местах. Может быть, тектиты, словно град, сыплются на нашу планету из Вселенной? — предполагали ученые. А если это «брызги» огромного метеорита, — возразил им Дитц. По фотоснимкам из космоса он обнаружил воронку небесной «сверхбомбы». Круглый кратер шириной 17 километров и глубиной 500 метров расположен на Чукотке. Теперь там плещут воды красивого озера. Именно отсюда по всему миру разлетелся стеклянный дождь из сплавленных пород. Так полагал американский ученый.

Проверить эту догадку решили советские исследователи. Они прилетели туда, где первым из русских геологов побывал Сергей Владимирович Обручев. Тогда, в начале 30-х годов, он увидел кобальтовую синь озера Эльгыгытгын, почти переходящую в черный цвет. Водная кайма у берега казалась бериллово-зеленой. Обратите внимание: сравнения художественные, но сугубо геологические, с цветом минералов.

В конце 70-х годов прибывшие сюда геологи и геофизики заметили другое: кусочки таинственного стекла, которые могли образоваться при сверхвысоких давлениях и температуре в несколько тысяч градусов. Значит, в момент катастрофы все мгновенно плавилось, испарялось. Потом природа создала из этого новые камни. Например, те же тектиты. Красивое озеро на Анадырском плоскогорье действительно могло быть «звездной раной» на Земле. Сколько же ей лет? Советские исследователи доказали: пять миллионов. Австралийские и азиатские «стеклышки» гораздо моложе. Им всего 700 тыс. лет. Американец ошибся.

Кажется, зачем выяснять, кто здесь прав, кто нет. Ведь космические «брызги» не могут создать для человека материальных ценностей. Ну, например, месторождения руд?

Раны планеты

И все-таки это не просто любознательность. Современные геологические исследования все чаще и чаще опираются на внешние явления, определяющие развитие нашей планеты. Когда-то поток метеоритов, в том числе крупных, был очень большим. Они часто бомбардировали земной шар. Подтвердить такое можно, только найдя следы их падения. За миллионы и тысячи лет лик планеты непрерывно менялся. Прошлое стиралось, засыпалось и пряталось в глубине недр, преобразовывались горные породы. Моря занимали место суши и наоборот.

Исчезали горы, а впадины становились вершинами возвышенностей. Впрочем, на поверхности и сейчас находят метеоритные воронки диаметром от нескольких метров до десятков километров. Это факты. Если сфотографировать нашу планету сверху, например из космоса, станут заметны и более крупные округлые раны на ее теле. Они очень похожи на метеоритные кратеры.

Вот цепь островов Настапока в Гудзонском заливе. Здесь обнаружен кратер диаметром 440 километров. В Антарктиде, на Земле Уилкса, есть воронка шириной 240 километров. В Африке — это Бушвелдская геологическая структура, поперечник которой около 180 километров. И сотни других мест на земном шаре. Правда, тут нужно быть осторожным. За древний метеоритный кратер можно принять и просто вулканический, хотя...

Может быть, здесь замыкается цепь единого геологического явления? Американский астроном Л. Б. Ронк подсчитал: стоит удалить с какого-нибудь участка Земли столб пород высотой 25 километров, уменьшится

давление на глубине и начнется плавление твердого вещества, вулканическое извержение. Глубина метеоритного кратера диаметром 500 километров должна достигать 25 километров. Значит, падение огромного космического тела на Землю станет началом рождения новой вулканической и горной зоны. Возможность таких падений подтверждают фотоснимки поверхности Луны и Марса. На них обнаружены огромные воронки. Иногда размером 1000 километров. Что это? Следы древнего вулканизма или «раны» от падения метеоритов? А может быть, проявление тесной взаимосвязи внешних и внутренних причин?

Многие ученые почти не сомневаются в космическом происхождении таких следов не только на далеких небесных телах, но и на собственной планете. Ведь она не исключение в Солнечной системе.

Полезные ископаемые с неба

Лето. Хлынул ливень, застучал дробью град. Люди прячутся под крыши. Зима. Медленно кружась, падают снежинки, но не хотят попасть в руки шаловливых детишек. Все это — и дождь, и снег, и град — атмосферные осадки. Они ощутимы. Но вы не видите и не чувствуете Другого. За год таким путем на поверхность Земли вы-

падает 20 млн. тонн солей, когда-то раньше развеванных по воздуху. Это уже крупное месторождение. А разве космические «пришельцы» не способны на что-нибудь более существенное?

Мы привыкли считать, что большинство металлических руд «пробралось» к поверхности планеты из глубинных толщ. Для этого земная кора должна дать им дорогу. Будь то кратеры вулканов, разломы или трещины. Но каменная твердь не везде податлива. Откуда тогда железо на слишком прочных участках горных пород, неколебимо лежащих уже сотни миллионов лет?

Не стоит забывать, что «небесные камни» в основном состоят из железа, никеля, кобальта. А Луна? Она буквально усеяна «оспинами» метеоритных ударов. За многие миллионы лет ее поверхность в основном представлена смесью космических веществ с собственно лунными породами. Подобную поверхность имеют Марс и Меркурий. Нет, Земля не избегла такой же участи. Ведь в целом космическая среда однородна. Только условия на самих планетах разные. На нашей возникла биосфера. Она, будто торопливый художник, непрерывно рисует и быстро стирает краски предыдущих картин. Однако стоит внимательнее

присмотреться, и первоначальные мазки проглянут необычными контурами.

Есть в Казахстане две огромные котловины: Ишимская и Прибалхашско-Илийская. Диаметр каждой около 700 километров. При традиционном суждении их происхождение объясняют просто. Это опускание земной коры под влиянием внутренних сил планеты. И вот представьте, что теперь некоторые исследователи утверждают иное. Котловины — результат «работы» космических посланцев. Туда упали гигантские метеориты. Это предположение подтверждается геологическими исследованиями и космическими фотоснимками. Правда, эти посланцы, содержащие тонны ценных металлов, вероятно, «свалились» на нашу планету 400 млн. лет назад.

Всем известны железорудные богатства Курской магнитной аномалии. Зато совсем неочевидно другое: откуда появился этот клад. Из недр? Ученые, посвятившие свою жизнь исследованию КМА, могут утверждать иное. Например, в результате выпадения космической пыли. Подтвердить справедливость таких предположений трудно. Но и опровергнуть нелегко. Ряд новейших фактов, казалось бы, упрямо свидетельствует «за».

Своими рудными запасами может похвалиться месторождение Сёдбери в Канаде. Оно возникло, по видимому, в результате падения метеорита.

На Украине в котловине метеоритного происхождения шириной 20 километров обнаружены запасы горючих сланцев. Может быть, и озеро Эльгыгытгын, которое так красочно описал С. В. Обручев, подарит людям свои клады, создателем которых было космическое тело, когда-то упавшее на нашу планету.

Вопросы остаются открытыми

Горячая пустыня. Мучает жажда. И тогда Моисей ударил жезлом в скалу Хорев — из скалы хлынула вода. С тех пор вот так просто никому не удалось повторить библейский опыт. Но волшебный жезл не давал людям покоя.

То ли от скуки, то ли от стремления отгадать великое чудо барон и баронесса де Босолей стали искать рудные жилы под землей с помощью такой «волшебной палочки». Было это в начале XVII века. В наше время, наверное, просто посмеялись бы над чудаками. Но тогда свирепствовала инквизиция. Их обвинили в колдовстве. Титулованные разведчики недр закончили свой жизненный путь в темнице.

Последователи этих чудаков с тех пор стали осторожнее. Отказались от слова «волшебная», назвали палочку по-научному: металлоскопическая. Ведь она помогала искать и металлы. Теперь о ней можно было писать ученые трактаты. Что и делали. А некоторые становились знаменитыми. Так, в присутствии французской королевы Марии Антуанетты некий Бартелеми Блэтон открыл водоносные источники в Трианоне. Что это было? Счастливая находка или заранее подготовленная хитрость? В середине XIX века этим вопросом серьезно занялась Парижская Академия наук. Исследование поручили химику Мишелю Шеврелю, строго обязав его дать окончательный научно обоснованный ответ. Шеврель работал честно. Даже опубликовал в 1854 году солидный труд «О волшебной палочке, о так называемом ищущем маятнике и о столоверчении с исторической, критической и экспериментальной точек зрения».

Шеврель не дал научного объяснения изученным им загадочным явлениям. Иначе зачем в век научно-технической революции собирать специальные научные конгрессы в Париже в 1923 и 1926 годах, в Барселоне в 1927, в Алжире в 1948, в Праге в 1973 и в Сан-Пауло в 1979 годах. В работе последних конгрессов принимали участие и советские ученые. Обсуждали все тот же вопрос. Только именовали его по-современному: радиоэстезия, а позднее биоэлектроника. Речь идет о способности некоторых людей воспринимать электрические и магнитные волны, которые изменяются в местах залегания подземных вод и руд.

Итак, факт остается фактом. Проблема «волшебной палочки» вот уже много столетий волнует людей. В том числе и ученых. Профессор С. В. Тромп, специалист по геологии и эксперт Организации Объединенных Наций, в течение пяти лет проводил исследования со студентами-геологами. Их снабжали «искательными» палочками, отправляли по маршрутам, где заранее было известно, что есть под землей. Подключали к ним специальные приборы, которые должны были уловить изменения в организме студентов, их способность к радиоэстезии. Результаты были положительными. Однако это физиологическое явление пока не изучено. И вопрос остается открытым.

Вода! Откуда только не достает ее и чего только не делает с ней человек! Казалось бы, о воде не стоит и говорить. О ней все известно.

А вот знаете ли вы способ получения большого количества влаги из росы? Именно той, которая сверкающим на Солнце бисером ненадолго покрывает по утрам траву, цветы, камни...

Этот способ тоже пришел к нам из библейских мифов. Согласно древним преданиям «божьей» росы пили путешествующие по пустыням. До сих пор там можно встретить кучи камней, предназначенных для ее

сбора. В начале нашего века инженер М. Зибольд нашел в городе Феодосии, что стоит на берегу Черного моря, систему гончарных труб. Две тысячи лет назад они питали чистой росяной водой 114 городских фонтанов. Инженер проследил, куда проложены эти трубы. Они поднимались в гору на 320 метров, хотя там никаких источников не было. Он заметил 13 больших пирамидальной формы куч из измельченных известняковых камней. «Это — воздушные колодцы для конденсации росы», — уверенно решил Зибольд. Он подсчитал, что каждые сутки отсюда можно получать 700 тыс. литров чистой воды. Под руководством инженера древнюю систему водоснабжения восстановили. Однако вода не полилась. В чем причина неудачи? Одни считали, что допущена ошибка при прокладке новой системы. Мол, есть еще какой-то неучтенный секрет. Другие смеялись над незадачливым Зибольдом, понадеявшимся на «божью» росу. И вопрос опять остался открытым. Между тем это лишь отдельные любопытные сведения из истории изучения странностей самого распространенного и привычного минерального соединения — воды.

Эта удивительная жидкость

Кто из вас не знает вещество, которое в естественных условиях одновременно может находиться в твердом, жидком и газообразном состоянии?

Большинство горных пород расширяется при нагревании, а вода, наоборот, — при замерзании. При увеличении объема уменьшает свою плотность, в виде льда плавает в той же воде. Факты общеизвестные. Но знаете ли вы, что благодаря этой способности воды наша планета может быть избавлена от ледников? Лед не опускается на дно, тем более на большие глубины, куда не проникают лучи Солнца, а значит не могут растопить его даже в самое жаркое лето. Кстати, если исходить из периодической системы Менделеева, вода должна затвердевать при температуре минус 100 °С, а кипеть при плюс 80 °С. Но такого наблюдать нам не приходилось. Однако, если заполнить водой тонкую трубочку-капилляр, то даже в сильный мороз она останется жидкой, не замерзнет. Можно получить и «горячий» лед, который тает только при плюс 80 °С и при атмосферном давлении почти 20 тыс. кгс/см². Так что в очень глубоких недрах планеты он вполне мог бы существовать.

Природа подарила камням все краски и их оттенки. А вот чистой воде — преимущественно голубизну. Знаете почему? Вода проницаема для лучей Солнца, рассеивает их, выделяя из спектра цветов синий. Подобной способностью в мире минералов обладают редкие химические соединения.

Влага может растворить, разбить на составные части многие вещества. Но саму воду разложить трудно. Состоит она из химических элементов,

поддерживающих горение: кислорода и водорода. Сжечь соединение этих элементов почти невозможно. Им, как правило, гасят огонь.

Хорошо известно, что большинство веществ имеет поры. Они часто заполнены жидкостью. Вещества от давления могут уплотниться, отжать, словно из губки, воду. Однако сама вода практически несжимаема. Ей необходимо найти другое свободное пространство.

Налитый доверху и закупоренный прочный сосуд на морозе разрушится. Его погубит затвердевшая жидкость, расширяющая при замерзании свой объем. Чем она солоней, тем ниже температура затвердевания. По этому морская вода, превращаясь в лед, становится несоленой. Крепчайший мороз, словно искусный химик, отделяет чистые кристаллики воды от густеющего рассола. В конце концов можно получить отдельно пресный лед и твердую соль. Правда, в природе таких идеальных случаев почти не бывает.

Мы привыкли к пресной воде. Она в реках, озерах, ручьях и под землей. Но ее очень и очень мало. Гораздо меньше, чем в «вечных» льдах где-нибудь в Антарктиде и Гренландии.

Зато горько-соленой воды на нашей планете в десятки раз больше. Если бы Земля действительно имела форму шара, то на ней могли бы обитать только глубоководные организмы и растения. Вся земная поверхность скрылась бы под толстым слоем воды. Ведь площадь Мирового океана во много раз больше площади суши, возвышающейся над ним в виде многочисленных «островов».

Судьба соли

Древние земли Африки. Больше всего соли там добывали в знойной пустыне Сахаре. На территории нынешнего государства Судан ее не было. Тут находили золото. Соль необходима всегда, а кое-кому требовался и драгоценный металл. Предприимчивые купцы путешествовали по Африке, торговали по принципу: кому, что надо. Только тогда торговля происходила иначе, чем сейчас.

Уныло брел караван негров-носильщиков. Каждый из них нес на голове глыбу соли. Но вот забили барабаны, возвещая о прибытии к тайному рынку. Расположен он в нескольких днях пути от легендарного торгового центра— города Тимбукту (ныне Томбукту). В джунглях. Здесь купцы складывали соль отдельными грудками. Потом уходили. Из лесу появлялись покупатели. Рядом с соляной кучей насыпали грудку золота и снова исчезали. Возвращались купцы. Сравнивали объем товара и платы. Если плата казалась им малой, отбавляли немного соли. Складывали ее в стороне. Снова уходили, уступая рынок покупателям. Те добавляли к новым кучкам соли грудки золота.

Такая меновая торговля могла повторяться много раз. Ни продавцы, ни покупатели никогда не видели друг друга. Лишь барабаны оповещали спрятавшихся в лесу покупателей, что купцы удовлетворены и уходят в обратный путь. Теперь можно забирать покупки.

Да, соль издревле ценилась на вес золота. Из-за соли даже воевали. Есть даже версия, что и слово «солдат» связано с солью. Это слово происходит от латинского «солидус» — монета. В Древнем Риме главная торговая дорога называлась Виа Салария, что означает соляной путь. По ней солдаты сопровождали

караваны с солью, заслуживая свою плату — соль. Не случайно и древнеримский правитель Кассиодор говорил: «Соль необходима всем, а без золота многие могут обойтись».

На соль существовала государственная монополия. За нарушение — смертный приговор. Брали за соль и большие налоги. Консул Ливии Солинатор при помощи такого налога покрыл все расходы на ведение Второй Пунической войны.

На Руси соль тоже запечатлена в истории (известны соляные бунты в Москве), в названиях городов Солевычегодск, Соликамск, Усолье-Сибирское, развитие которых связано с этим удивительным природным веществом. Крепко укоренилось у нас поверье, что рассыпать соль к ссоре или несчастью. И в то же время вспомните традиционное славянское хлеб-соль. Хлеб — это здоровье, соль — богатство.

Кое-где соль была средством оплаты, служила в качестве денег, в частности в Эфиопии. В 1936 году итальянская армия заняла город Аддис-Абебу. Конфисковала денежные вклады в центральном банке. Среди них обнаружили и брикеты соли.

Не только соль, но и соляные шахты использует человек. Они лучшее место для хранения различных веществ (кроме воды) и предметов. Именно в соляных коях Хатчинсона (штат Канзас) в США созданы камеры хранения на любой срок. Здесь спрятаны ценные бумаги, микрофильмы документов, огромная фильмотека, картины, монеты, даже меха.

А польский врач Мечислав Скулимский несколько десятков лет назад создал в соляной шахте в городе Величка, близ Кракова, подземный санаторий. Воздух соляной шахты хорошо излечивает астму. В этой же шахте горняки вырубили часовню с резными изображениями, грот. Сейчас там размещен Музей горного дела, экспонаты которого красочно

рассказывают о тысячелетней истории соляной добычи в Величке.

Вот такая исключительная судьба у обыкновенной поваренной соли. Ее, как мы знаем, на планете, особенно в морях, очень много. И все-таки нередко соль добывают в шахтах. На первый взгляд, это дороже, чем испарять соленую воду. Впрочем и время — деньги. Соль, добываемая из морской воды, подчас проходит 5-летний срок «выдержки». Ее отстаивают и испаряют в различных водоемах, доводя до кондиции.

Раньше соль использовали, в основном, в пищу. Теперь лишь 1/20 общей добычи ее идет на это. Остальное — в промышленность. У поваренной соли 14000 различных путей полезного применения. Но она может быть и вредной. Губит растительность, делает бесплодными земли, особенно в жарких, пустынных районах. Да и в городах приносит зло, когда ею посыпают зимой дороги, тротуары, стремясь ускорить таяние льда. Соль существует в вечном противоборстве с водой. Ведь не зря говорят: «Из воды рождается, а воды боится».

Единство противоречий

Жил в прошлом веке многознающий немецкий геолог К. Оксениус. В 1977 году отметили столетие его теории, объясняющей возникновение солей на Земле. Она проста и убедительна. Мелководные лагуны, в которых и сейчас происходит накопление солей, — это природные солонки. Пример тому залив Кара-Богаз-Гол.

Такая истина неопровержима, подкреплена фактами. Любой может проверить ее справедливость. Однако возникает противоречие...

Представьте толщу соленосных отложений мощностью 3 километра. Площадь толщи почти 2 млн. квадратных километров. Это территория от Енисея до Лены. В Сибири много различных солей, спрятанных среди древних, кембрийских, горных пород. Принцип испаряющей воду мелководной солонки тут не мог сработать.

Соль встречается и в более молодых геологических отложениях. Знаменит пермский бассейн соленакопления, покрывший подземным «плащом» Западное Предуралье, Нижнее Поволжье, Прикаспийскую низменность и часть Казахстана.

В отрогах среднеазиатских гор, Предкавказья и Прикарпатья, в Днепровско-Донецкой и Припятской впадинах и даже под Москвой лежат в недрах насыщенные солями пласты. Больше всего среди них каменной соли. В общем, подземные соляные сокровища страны практически неисчерпаемы.

Разве небольшие по площади и с коротким веком жизни лагуны могли породить многие миллиарды тонн растворимых химических веществ и собрать их в слои многокилометровой мощности? Это представляется невероятным.

Может быть, соли осаждались в иных условиях, чем теперь? Не только в мелководных, нагретых солнцем водоемах, но и в бескрайних океанах? Тогда на какой глубине?

И вот некоторые геологи стали утверждать, что выпадение солей из воды не обязательно на мелководье. В сотнях метров от поверхности морей тоже имеются вполне подходящие возможности. Для этого необходимы определенные физические и химические условия соленакопления. Вероятно, в прошлые геологические эпохи они существовали.

Откуда мы это знаем? Первые доказательства есть. Гораздо большая масса солей осаждалась раньше. Об этом свидетельствуют тысячи анализов морских глин разного возраста, останки древних морских организмов, которые могли жить только в других условиях.

Теперь известно, что процесс соленакопления зависит от давления воды. Чем тяжелее ее слой, тем быстрее внизу концентрируются соли. Есть ли тому подтверждение? Да. В ноябре 1975 года научно-исследовательское судно «Джаир» изучало Мексиканский залив. В нем обнаружили впадину с крепким рассолом. Он в 8 раз плотнее, чем воды залива. Впадина немаленькая. Раскинулась на 25 километров в длину и более 2 километров в глубину. Это как бы подводный кусочек знаменитого Мертвого моря. А его рассолы служат основой для образования твердой соли. Наверное, в Мировом океане много подобных сверхсоленых участков.

Значит, соляные породы могут возникать не только на мелководье под горячими лучами солнца. Есть и другие места их рождения. Буровые скважины на дне Средиземного моря вскрыли пласты каменной соли. По содержанию ее можно назвать морской. Может быть, это следы высохшего в далеком прошлом мелководного соленого водоема? Признаки бывшей суши? А может

быть, процесс накопления боящихся воды отложений проходил иначе?

Вот так спустя 100 лет после признания теории немецкого геолога К. Оксениуса стали рождаться и другие мнения. Они не отрицают друг друга. Наоборот, подтверждают реальность существования в природе единства, казалось бы, противоположных явлений. Ученый прошлого был прав. Просто он не мог предвидеть того, что теперь открыли мы.

Ведь и великий Альберт Эйнштейн на вопрос: «Когда начнется практическое использование атомной энергии?» — отвечал убежденно, что через столетия. Спустя лишь 10 лет после этого атом «заработал».

Откуда они?

С неба не падают. Дождь и снег — лишь охлажденный и вновь преобразованный во влагу пар. Он поднимается от Земли. Не разумнее ли тогда заглянуть в глубь недр?

По всем правилам жидкое вещество должно стекать вниз. В этом легко убедиться. Выройте ямку в песке, налейте туда воды, она быстро уйдет в песок.

И снова парадокс. В самом деле, подземные водные растворы «текут» вверх. Правда, ближе к земной поверхности располагаются в основном легкие пресные или слабоминерализованные воды. На больших глубинах — тяжелые рассолы. Они, вероятно, почти неподвижны. Просто им некуда вытекать из замкнутых глубинных трещин. Но и тут растворы умудряются двигаться вопреки общепринятым мнениям. Почему? Видимо, их выжимает из недр горное давление пород.

Слово «видимо» удобнее. Не претендует на обязательность. Да и можно ли иначе? Вспомним историю изучения гелия. Когда-то о его существовании не подозревали. Сначала его открыли в атмосфере Солнца. Были уверены: на Земле такого газа нет. И вдруг выяснили, что гелий имеется и на нашей планете. Он в основном спрятан на больших глубинах.

Первооткрыватели гелия на далеком светиле не были чудаками, которые изучали недостижимое, но не хотели замечать то, что лежало у них под ногами. В прошлом веке не существовало чувствительных приборов. Теперь они есть. И вот о чем свидетельствуют.

В водах рек и озер гелия почти не находят. Отсюда он, словно углекислый газ из газированной воды, быстро улетучивается. Зато в подземных глубинных

водах, там, где давление достаточное, гелия больше. Логично рассудить, что поступает он сюда не из атмосферы Солнца и не с поверхности планеты. Источник гелия должен быть ближе к центру Земли. Именно должен. Но никто туда еще не добрался.

Геологи быстро нашли гелию применение. Своеобразной меткой, иначе говоря, индикатором, стал он для разведчиков подземных вод. Сначала гелиевая разведка пришла на равнины и впадины, потом в горы. И снова неожиданное открытие. Считали: поверхностные и подземные воды, стекая по горным расщелинам, сливаются. Однако в некоторые горные источники воды вроде бы не поступают ниоткуда. И все-таки эти источники не иссякают. Бурлят, насыщенные глубинным гелием. Происходит нечто, подобное вулканизму. Только не магма, а растворы поднимаются вверх по глубинному разлому. Любопытно, что минеральные воды знаменитых кавказских курортов также содержат повышенное количество гелия. Теперь гелиевая разведка охватила многие территории нашей страны. А результаты везде однозначны. Плотная каменная оболочка планеты в самом деле проницаема. Она как бы выдыхает сквозь свою толщу гелий. Там, где лежат осадочные породы, меньше, а там, где есть магматические образования и трещины — больше. Вместе с гелием по разломам вопреки силам тяготения поднимаются вверх потоки подземных растворов. Правда, очень медленно. Может быть, поэтому их движения и не замечали. Но, увидев, пока не нашли объяснения, какие силы направляют эти потоки вверх.

Ясно только одно: они существуют. Работают непрерывно. Вот почему водные растворы планеты в целом не иссякают. Невидимая фабрика действует где-то там, проникнуть куда мы пока не можем.

Метаморфозы — переменны

*Факты — это кирпичи, из которых
слагается человеческий опыт, это ваше
оружие в творчестве.*

В. А. Обручев



«Славное море, священный Байкал...»

Давно поют на Руси эту песню. Озеро Байкал действительно похоже на море. Нигде в мире нет такого огромного водоема, наполненного чистой пресной влагой. Поэтому и называют озером. А вот некоторые геологи пророчат ему в будущем судьбу океана. Правда, через миллионы лет.

Голубая полоска, словно след сабельного удара. Таким видится Байкал на географической карте. В самом деле — это гигантский шрам на каменном лице планеты. Место глубинного раскола земной коры. Много открытий преподнесло озеро геологам в последние годы. Есть среди них и довольно необычные. 24 апреля 1974 года ученый из города Улан-Удэ Ф. П. Кренделев летел по своим делам на самолете. После весеннего дождя байкальский лед гладко и прозрачно блестел, словно стекло. Трещины, изломы ледяного поля яркими штрихами проглядывали сквозь холодную поверхность льда. Кренделев залюбовался чудесной картиной природы. Взял блокнот. Зарисовал ее. И в последующие годы он еще не раз летал зимой над сибирским озером. Однако изменений в картине трещин не наблюдал. Ученый был по профессии геологом, притом весьма наблюдательным. Трудно поверить, чтобы лед сам по себе в разные зимы растрескивался по одному и тому же природному рисунку. Не отражает ли так замерзшая вода какие-то закономерности, проявляющиеся на дне озера? — предположил Ф. П. Кренделев.

Однажды он познакомился с ледовыми картами Байкала, которые регулярно составлял другой исследователь — В. М. Сокольников, которого интересовали нерпы. В. М. Сокольников отмечал

главные трещины во льду, называемые становыми, где обычно было много лунок-проталин, позволявших нерпам выходить из воды. Расположение трещин на карте В. М. Сокольникова и на зарисовках Ф. П. Кренделева полностью совпало.

Геологу была известна еще одна карта. На ней были помечены места выхода теплых источников, расположенных в зонах нарушения земной коры в районе Байкала. Сопоставив все карты с увиденным, геолог заметил, что штрихи на его рисунках и на картах других исследователей, почти близнецы.

Вот так родилась научная догадка. Трещины ледяного поля и места зимнего обитания нерпы служат указанием о разломах и движениях байкальского дна. Они как бы отражают следы горячего «дыхания» нашей планеты.

Опускающаяся суша

Куда они потекут? Сегодня для большинства людей такой вопрос покажется нелепым. Ведь речь идет о Великих озерах Северной Америки. Но все чаще отмечается увеличивающийся перекоп земной коры в этом районе. Северный берег озера Верхнего за последние 100 лет поднялся более чем на полметра, а на озере Эри подобных изменений не наблюдается. Будто невидимая рука постепенно наклоняет наполненную «тарелку». Еще немного, и вода перельется через край. Пока за этим явлением наблюдают. Что будет дальше? Время покажет.

Зато на другом континенте подобный перекоп давно стал местом многовековой битвы человека с природными геологическими явлениями. «В стране хавков океан дважды в день обрушивается громадными волнами на неизмеримые просторы берега. В этом постоянном споре меж водой и сушей обнаруживает себя вечное противоречие между первоначалами природы. Живущее здесь убогое племя устроило свои поселения на естественных высотах или искусственно насыпанных холмах, вершины которых поднимаются над гребнями самых больших волн, какие до сих пор наблюдались. Когда вода заливают окрестность, эти хижинки напоминают забытые в море суда». Так писал почти 2000 лет назад римский географ и военачальник Плиний Старший. Об опускании поверхности земной коры он ничего не знал. Не догадывались о нем и древние жители этих мест. Иначе поселились бы чуть севернее, в Скандинавии, на участке, медленно поднимающемся вверх.

Когда-то предки голландцев владели плодородной сушей. Сравнительно недавно, в XII веке, они лишились

ее. Взамен получили море, Западно-Фризские острова, заливы Зейдер-Зе и Доларт. Именно с ними и стали усиленно бороться. Откачивают воду, строят дамбы. Создают искусственную сушу — польдеры.

На месте бывших водных просторов Зейдер-Зе, на польдерах, опять поселились люди. Здесь создана новая провинция страны. Есть у нее и столица — город Лейлейстад. Ее название не случайно. В начале нынешнего века инженер-гидротехник Корнелиус Лели предложил смелый проект осушения залива. Благодарные жители новых земель увековечили память победителя геологических сил, назвав в его честь административный центр провинции. А Нидерланды стали государством, более 1/3 территории которого составляет суша, отвоеванная у моря.

Оно по-прежнему наступает. Борьба с морем велась издавна и продолжается в настоящее время с помощью не только машин, но и законов. В начале XIII века появился первый и весьма категоричный: «Кто не хочет строить плотину, тому нет места за плотиной». Он был включен в сборник германского средневекового права «Саксонское зеркало». Наверное, в будущем подобное предупреждение потребуются и для других приморских стран, расположенных на этом участке Земли.

В наше время островная Англия договаривается с континентальной Европой о постройке сухопутного пути хотя бы в виде подводного туннеля через пролив Ла-Манш. Первобытным охотникам такая проблема была неведома. По густым лесам и зеленым лугам они могли пешком пройти из Англии в Бельгию или Данию. Тогда острова Великобритании не существовало. Река Темза была обычным притоком полноводного Рейна. Поэтому один из средневековых писателей утверждал, что большой морской пролив Ла-Манш — творение рук человеческих, древних строителей. Он слышал предания о существовании суши, но понять, почему она

исчезла, не мог. Только точные измерения современных исследователей, притом за многие годы, позволили установить, где и куда могут течь воды, казалось бы, неподвижных и постоянных водоемов. Будь то просто озеро или огромный океан.

«Из моря я земли возникшие видел...»

Эти слова не требуют особых разъяснений. Лучшее свидетельство перемен — наглядные факты. На юге Туркмении есть поселки, дома в которых стоят на столбах. Это не прихоть строителей. В свое время они все рассчитали правильно. Постройки ставились на мелководье Каспийского моря. И вот за какие-то десятилетия море обмелело и ушло. А дома по-прежнему стоят, но уже упираясь столбами не в морское дно, а в сухую, выжженную солнцем землю. Вероятно, в будущем многие рыбацкие гавани в Скандинавии перестанут существовать. Этот участок земной коры быстро поднимается вверх. Зато в районе Средиземного моря со временем отдельные сухопутные поселения могут превратиться в приморские и даже подводные. Здесь берега опускаются со скоростью 2,5 метра в столетие.

Впрочем, только ли опускаются? В итальянском городе Поццуоли стоят руины храма Сераписа. Сейчас пол храма находится под водой. Но ведь храм, безусловно, строили на суше. Вот первое доказательство. Второе — колонны, поддерживающие потолок храма. На них на высоте 7 метров от воды обнаружены следы морских моллюсков, просверливших камень. Значит, некогда уровень моря был выше современного. Отсюда вывод: суша здесь неоднократно то опускалась, то поднималась. Сухопутное и подводное менялось местами.

Однажды американские аквалангисты ушли под воду у берегов южного штата Флорида и... пришли в лес. Правда затопленный, находящийся на глубине 18 метров. Они взяли образцы стволов деревьев, передали

в лабораторию. Ученые определили возраст. Около 40 тыс. лет. Вот, где была суша в то время.

Другой пример. У северных берегов Канады есть три слоя геологических отложений, в которых найдены остатки вымерших организмов и растений. Радиоуглеродным методом определили возраст первого слоя — 8370 лет, второго — 7880, третьего — 7160. Для геологического времени разница в столетия — миг. И все же удивительно. Первый слой сейчас возвышается над морем на 162 метра, второй — на 87, а третий — на 52. Иначе говоря, суша только за время жизни одного человека поднималась вверх более чем на 10 метров.

Интересен вывод ученых. Разница в цифрах — показатель постепенного уменьшения скорости воздымания берега. Когда-то канадская земля была придавлена толстым ледяным панцирем. Ледниковый период кончился. Тяжелый покров стек в океан. И земная кора, избавившись от огромного груза, упруго стала подниматься вверх, замедляя движение.

Снова заглянем в теплые края. Жарко в безводных пустынях Средней Азии. Нет там воды и не было. Впрочем, это утверждение справедливо для нас и для живших не в столь отдаленное от нас время предков. Для геологов выводы могут быть другими. Они внимательно изучили древние породы Ферганской долины. Нашли илы с остатками простейших организмов — радиолярий, лавы подводных извержений. Все это — признаки глубоководного океанического дна. Волны древнего океана плескались тут вплоть до каменноугольного периода.

Итак, фактов множество. Приводить их еще не стоит. Теперь свидетельства о подобных переменах чаще выражают специальными терминами, подкрепленными убедительными цифрами. Родилась новая наука — неотектоника. Она изучает современные

движения земной коры. Конечно, современные в геологическом понимании.

Почти 2000 лет назад жил римлянин Публий Овидий Назон. Как и мы, он пытался заглянуть в прошлое. Собирал мифы и сказания. Потом на их основе сочинял поэмы. В одной из его поэм есть такие строки:

... Так много раз судьба всех мест изменялась,
Видел я: там, где была когда-то надежная суша,
Ныне — пролив: из моря я земли возникшие видел,
От океана вдали находил ракушки морские.
И на высоких горах был якорь старинный открыт.
Что было полем, то в дол глубокий от вод
превратилось,
Скрывшись под натиском вод, дном их стала гора.

Разве все это не яркое свидетельство непрерывных изменений?

Словно на качелях

Вернемся в Италию, в город, о котором уже упоминали. Древние римляне добывали здесь вулканический туф. Его называли пуццоланом. Сравнительно спокойно жили в городе. По крайней мере, ходили по твердой земле, хотя ее прибрежный участок и опустился в море.

В 1969 году все изменилось. Будто поднимающееся на дрожжах тесто, стала почва под ногами. За полгода территория города «подросла» на 70 сантиметров. Началась паника. Заговорили о переселении. Впрочем, геологов беспокоило другое. В чем причина необычного? Родилось предположение: в земную твердь стала проникать расплавленная магма. В то же время в Неаполе наблюдали опускание поверхности.

Не из подземных ли глубин под красивейшим портом Италии перетекала по трещинам магма в другой район? Нет ли связи между ее блужданиями и будущими извержениями Везувия? Может быть, поэтому и колебалось дно залива под колоннами храма Сераписа? В общем, вопросов много. Но единого ответа пока нет.

Здесь, в Италии, «вырос» вроде бы небольшой участок. Иное дело в Америке. В 1959 году в США произошло сильное землетрясение. Факт не новый, если... Да, если не считать, что за три десятилетия, предшествовавших этой катастрофе, огромная часть территории страны площадью около 8 тыс. квадратных километров приподнялась почти на 20 сантиметров. «Подрос» и знаменитый заповедник — Йеллоустонский национальный парк. Не выдержала в отдельных местах давления снизу и твердь земная. Она треснула. Так возник Хебгенский разлом, в результате чего кое-где

слой пород поднялся на высоту двухэтажного дома. Геологи знают, что воздымание этой территории США началось тысячи лет назад. Почему? Ученые нашего столетия полагают: «Происходит медленное «заползание» сюда глубинных масс планеты». Опять объяснение найдено, но полной уверенности в его справедливости нет.

Вероятно, те же силы поднимают и дно Балтийского моря. Сейчас приморскому городу Ленинграду ежегодно грозят наводнения. Пройдут тысячелетия — и этот район станет сухопутным, может быть похожим на современное побережье Норвегии. Ныне там ищут затонувшие 1000 лет назад корабли смелых викингов, но не в море, а на суше. И, представьте, находят. Это одна сторона действия геологических сил.

Другая — не менее странная. В 1959 году в окрестностях Осло произошел большой оползень. Он разрушил все, что находилось на километровой участке его пути, в том числе и дом. Решили разобраться: «Почему произошла катастрофа?». Оказалось, хозяева дома собрали на семейный праздник гостей. Устроили танцы. Лихие плясуны запросто сдвинули земные отложения.

Думаете, случай исключительный? Отнюдь нет. Однажды на зеленом лугу поплыли и стали тонуть коровы. Такие загадки нетрудно разгадать, если знать, что все это происходит на суше, поднявшейся из-под соленых вод. Земля здесь сложена глинами, частички которой скреплены морской солью. Есть там и влага. Вот и случается, что от сотрясений твердое вновь переходит почти в жидкое состояние.

Да, многие участки земной коры словно качаются на качелях. Одни районы Европы ежегодно поднимаются почти на сантиметр, другие опускаются. Гораздо сильнее «раскачивается» Япония. Там есть места, воздымающиеся каждый год на пять сантиметров и

соответственно уходящие вниз. Не обходится такое «расшатывание» и без вмешательства человека.

Мы быстро осваиваем нефтяные и газовые месторождения Сибири. Ежегодно добываем сотни миллионов тонн нефти, десятки миллиардов кубических метров газа. К чему это может привести? К проседанию огромной территории. В одних районах небольшому, сантиметров на 20, в других значительному, до 15 метров. Это — результат нашей собственной деятельности. Но одновременно продолжают движение и недра. Ученые определили: каждый год поверхность Западной Сибири поднимается в среднем на 11 миллиметров. Может быть, такое противоборство сохранит там нынешние условия? И земные «качели» будут уравновешены.

Трещина трещине рознь

Подводный канал. Его вырубили на острове Северный в Новой Зеландии. Стали заполнять водой. Скалы неожиданно раскололись. Образовалась трещина длиной 700 метров и шириной 5 сантиметров. Эта ошибка в расчетах прочности пород обошлась строителям весьма дорого.

В другом месте, в американском штате Калифорния, возник разлом. На этот раз созданный самой природой. Только на суше его длина достигает 1000 километров, да и глубина его немалая — 32 километра. Одна сторона гигантской трещины постоянно смещается по отношению к другой каждый год в среднем на пять сантиметров. Особенно заметны такие сдвиги во время землетрясений. Они достигали многих метров.

Сдвигение участков земной тверди продолжается миллионы лет. Поэтому не сразу нашли «половинки» расколовшихся пород. Они успели удалиться друг от друга на 500 километров.

Таких заметных и изученных трещин в теле нашей планеты много. Теперь за их «жизнью» следят точные приборы. Это они установили, что два калифорнийских города Сан-Диего и Куинс быстро приближаются друг к другу. Их движут перемещения земной коры вдоль трещины. Скорость — более 1 метра за 10 лет. А определяют такие перемещения с помощью лазерных приборов и искусственных спутников Земли.

Однако на планете гораздо больше невидимых трещин. словно паутина, они пронизывают каменную оболочку. Нередко спрятаны под другими образованиями. Станут ли эти скрытые разломы началом распада на куски твердой «скорлупы» недр?

Предсказать трудно. Но их следы геологи старательно ищут.

«Вот она, прямо перед моими глазами... борозда, бегущая вверх по стене к кровле и снова вниз по противоположной стене, четкая, как будто прорезанная ножом... падающая под углом 55° от гор к равнине. Этот влажный ноздреватый камень недолго будет обнажен. Его облицуют, открытым останется только небольшое окно — через него можно будет увидеть лишь проблеск исключительного явления природы, которое мне посчастливилось наблюдать», — так писал незадолго до смерти знаменитый немецкий геолог Ханс Клоос в книге «Разговор с Землей».

До этого он часто посещал один из строящихся туннелей вблизи швейцарской границы. Собственными глазами видел то, что составляет и теперь загадку для многих исследователей. Он видел линию смыкания молодых горных песчаников с древними гнейсами в Альпах. Итак, трещина трещине рознь. Причины их рождения тоже различны.

Они не любят пустоты

«Париж — всегда Париж», — так говорят о столице Франции те, кто видел этот прекрасный город. Красоту свою он приобрел и потому, что с момента возникновения в буквальном смысле стал «рыть землю под собой». Правда, начали это делать не сами французы, а римляне. Они выбрали место для строительства поселения на покоренной территории. Нашли пласт породы из гипса и известняка, который и использовали для строительства. Камень добывали прямо под улицами будущего города. Стены возводили из известняка. Скрепляли и отделывали их гипсом. Так Париж строился, пока император Наполеон не положил конец этому. Подземные выработки под улицами города то там, то здесь начали разрушаться. В 1810 году была создана Служба инспекции карьеров, в обязанности которой входил контроль за парижскими катакомбами. Действует эта служба и сейчас. А созданные человеком пустоты в недрах Парижа теперь занесены на геологические карты. Они — элемент современного строения горных пород Франции.

Знаменитые одесские катакомбы. Их тоже создавала не природа. Никто еще не подсчитал, сколько таких подземных нор и ходов вырыл человек. Многие материалы для наших домов, машин и топлива, образно говоря, вынуты из недр.

В районах горных разработок случаются трагические, а подчас и курьезные катастрофы. На одной из железнодорожных станций Англии собрались пассажиры. Они нетерпеливо ждали поезд. Тем более что паровоз уже стоял на путях. Вот-вот подадут вагоны. Вдруг паровоз накренился и... исчез. Растерянный машинист, успевший выскочить,

удивленно застыл у огромного провала. Там на глубине 60 метров лежала его машина. Она упала в подземную выработку местной угольной шахты. Произошло это в 1892 году.

Случаев можно привести много. В одних местах возникло озеро, в других болото, в третьих яма. Причина же одинакова — быстрое проседание или обрушение горных пород над искусственно созданными пустотами.

Возможность подобных катастроф пытаются предвидеть. Ради безопасной добычи полезных ископаемых меняют свои адреса поселки и даже города. Старинный городок Чехословакии Мост был построен в XIII веке. Особенно красив здесь готический собор Вознесения. Под городом залегают мощные слои высококачественного бурого угля. Геологи подсчитали, что добыча угля даст государству большую экономическую выгоду. Было принято решение перенести город на новое место, что позволит спасти его от неожиданных провалов и разрушений.

Этажи, дороги под землей

Да, недра не любят пустоты. И все-таки человек издавна учится их использовать. Правда, сначала приспособившись к тому, что есть.

Наши далекие предки предпочитали жить в пещерах. Первые подземные жилища были созданы самой природой. Вода размывала известняковые слои, создавая ниши и извилистые ходы. Пещерный этап жизни прошли жители Европы, Америки, Азии и далекой Австралии. Существовали даже целые пещерные города. В них было удобно жить. Постоянная температура и влажность. Надежная защита от ветров и бурь.

На территории Иордании в 1947 году в одиннадцати пещерах нашли кумранские рукописи двухтысячелетней давности. Они хорошо сохранились. В Иордании же был обнаружен и подземный город — столица Набатейского царства Петра. Его храмы, дома вырублены в красном песчанике. Жизнь бурлила в городе почти 2500 лет назад. В течение тысячелетия Петра была крупным торговым центром мира. Подобных подземных поселений раньше не находили.

Это пример из далекой древности. А вот более современный. В десятках городов мира действует метро. Начиналось оно с бравурного марша и отряхивающихся от сажи смелых лондонцев. Они решились первыми сесть в открытые платформы, прицепленные к дымящему паровозу, и проехать по туннелю 9 января 1863 года. Ныне самое протяженное метро проложено под гигантским городом Нью-Йорком. А самое короткое — в Стамбуле. В 70-х годах были всего две станции. Главные достоинства современного

метрополитена — скорость и удобства, какие почти невозможно обеспечить на улицах крупных городов.

Сейчас проектируют и строят подземные автодороги. Создают многоэтажные общественные и торговые центры. В столице Германской Демократической Республики под одной из площадей действуют рестораны, кафе, парикмахерские, почтовые отделения, различные мастерские. Под этими постройками размещены склады, автостоянки.

А французский архитектор Поль Мэймон создал проект второго Парижа, мысленно переселив под землю миллионы людей со всем необходимым обеспечением для жизни, в том числе нашел место и для всемирно известной сокровищницы — Лувра. Двенадцатиярусный город должен углубиться в землю на 60 метров. Сумеют ли этот проект осуществить полностью? Вряд ли. Но частично наверняка и не в столь отдаленном будущем.

Земные толщи — отличные места для создания различных хранилищ. В скалах вырубают помещения для современных гидроэлектростанций, устраивают подземные резервуары для хранения горючего газа, вредных веществ. В Лондоне есть даже «Почтовая труба», ее длина около 10,5 километра. По трубе автоматически движутся железнодорожные составы, развозящие почту для крупных почтовых отделений.

Глубокие выработки служат каналами для подачи чистой воды и сброса отходов. Тысячи транспортных туннелей, словно кровеносные сосуды, рассекают недра нашей планеты в городах, прорублены сквозь горные хребты. Есть и подводные туннели. Первый из них был сооружен в Англии под рекой Темзой в 1825–1843 годах. Кстати, еще в прошлом веке задумали строить и подводную дорогу через морской пролив Ла-Манш. Не забывают об этом и сейчас. Даже начали строить. Правда, когда закончат и в каком виде (под землей или над ней), ответить трудно.

Города, где жизнь кипит

«Венеция, когда ряды твоих дворцов сравниваются с водой, раздастся вопль народов. Над грудой стен твоих разрушенных и сводов...». Эти грустные поэтические строки принадлежат великому Байрону. Предвидел ли англичанин то, что будет происходить с прекрасным городом Италии, или просто был настроен на печальный лад — неизвестно. Однако его стихи оказались пророческими. Все чаще и чаще воды Адриатического моря затопляют Венецию.

Можно было ожидать, что этот приморский город со временем станет сухопутным. Построили его на 117 мелких островах. Миллионы свай забили в землю, чтобы поддерживать тысячи красивых домов. Наносы с суши и эти сваи должны помочь накоплению геологических отложений, укрепить ненадежный фундамент Венеции. Получилось наоборот.

Когда-то вход в гавань охраняла крепость Святого Андрея. В 1950 году она обрушилась. Исчез и легендарный остров Геракла. Может быть, тут виноваты и стихийные, внутренние, силы природы, опускающие побережье ежегодно на 1,5 миллиметра в морскую пучину. Но еще более повинны в бедах города сами жители. Они создали в XX веке промышленные зоны вокруг дворцов и памятников. Это они непрерывно откачивали из недр под Венецией пресные подземные воды. Ежегодно суша опускалась почти на 1 сантиметр. Ни построенные дамбы, ни другие средства не могли приостановить медленное умирание шедевров мировой архитектуры. Морские приливы все чаще и чаще затопляли цокольные этажи и подъезды дворцов. И только один путь был надежным: не отбирать у недр подземную воду, а доставлять ее из других мест.

Впрочем, может случиться и иное. Столица Дании воздвигнута на равнинных осадочных породах. Сверху песчаный грунт, ниже глина. Фундаменты закладывали просто. Забивали деревянные сваи длиной 3–8 м, до плотных слоев глины. Сверху на сваи клали тяжелые камни. Это были прочные основания для большинства зданий. Никаких причин для беспокойства пока не возникало. Но неожиданно быстро начал оседать знаменитый королевский театр. Очень дорого обошлось его спасение. Вскоре дворец Амалиенбург «заспешил» в землю. Работы по укреплению фундамента под ним оценили еще дороже. Потом стали оседать и другие дома...

Забеспокоились специалисты и нашли причину. Деревянные сваи старинного города поедают бактерии и древесный грибок. Неужели они не существовали в предыдущие столетия, когда ничего не случилось? Оказалось, дело в другом. Ранее фундаменты Копенгагена были защищены землей и грунтовыми водами. Теперь, когда начали сооружать высотные дома, требующие более глубоких котлованов под фундамент, уровень грунтовых вод нарушился, стал понижаться. Верхние части свай обнажились, создав условия для размножения вредителей. Если бы жители города не откачивали подземные грунтовые воды, то не способствовали бы тем самым понижению ее уровня и опусканию земных толщ, все было бы в порядке и сейчас.

Вот вам пример дорогостоящих последствий. Возможны варианты спасения города, но опять-таки за счет возвращения недрам их богатств. Можно искусственно нагнетать воду или природный газ, опрыснуть сваи цементным раствором. Нашлись и такие, кто предложил заморозить грунт. Создать нечто подобное природной многолетней мерзлоте.

А вот другой факт. На первый взгляд, просто любопытный. В лондонском Гайд-Парке традиционно любят выступать различные ораторы. Обычно они пользуются невысокими деревянными трибунами, по крайней мере не выше двух метров. Все это не имеет отношения к геологии, если бы не один парадокс. Сто лет назад ораторы на таких же трибунах находились на два метра выше, чем современные. Почему? За этот период поверхность земли у Гайд-Парка опустилась на такую глубину. Причина — опять-таки усиленная откачка подземных вод.

Можно лишь улыбнуться, узнав об этом. Однако лондонцам не до смеху. В пригородах столицы исчезли некоторые родники и ручьи, ухудшилось качество питьевой воды. Вместо откачанных пресных вод под город начинает просачиваться солоноватая морская вода. В общем, территория города, в том числе и знаменитого Гайд-Парка, постепенно опускается. Только одновременно не падает уровень реки Темзы. Когда-нибудь она может затопить Лондон. И не случайно принято решение о строительстве вдоль этой реки высокой защитной дамбы. Это не украшение столицы, а необходимая расплата перед недрами за отнятые у них воды.

Не предусмотрены природой

Особенно это заметно там, где есть шахты и рудники. В коричневато-серый цвет окрашены почвы в окрестностях Кривого Рога. Здесь добывают сырье для будущего металла. Оттенками серого цвета славятся земли угольных бассейнов. Много тут гор, выросших среди плоских степей. Это терриконы. Однажды подсчитали: люди вынули из недр столько горных пород, что из них можно создать настоящие горные хребты высотой несколько километров. Конечно, если все это собрать вместе.

Многим известны знаменитые волго-уральские пески. Думаете их создали геологические стихии? Нет. Эти пески— творение человека. В XIII-XIV веках в междуречье Волги и Урала жили кочевники-скотоводы. Всего за несколько столетий их стада превратили степь в песчаную полупустыню.

Кстати, такова же судьба северной части пустыни Сахары. Когда-то она была цветущей. И сейчас среди горячих песков и камней в районе Ахаггар есть небольшой водоем, где живут крокодилы как напоминание о лучшем прошлом этой жаркой «сковородки» Африки. Ее размеры пока непрерывно увеличиваются. Прежде всего, по вине людей.

Торфяные болота — источник своеобразного полезного ископаемого — торфа. Из него можно получать при соответствующей обработке кокс и активированный уголь, его можно использовать в качестве топлива и Удобрений. Торфяники на Земле возникли совсем недавно. Каких-нибудь несколько тысяч лет назад. Они — результат заболачивания озер, изменения климата. Это деятельность природы. Но когда в Великобритании стали внимательнее изучать

местные образования торфа, во многих местах нашли остатки стоянок древних людей. Жили они здесь 7000 лет назад. Вряд ли специально выбирали болотистые участки. Для обитания человека есть места и получше. Это первое. Второе. Среди торфяников обнаружили множество следов лесных пожаров. Они происходили тоже в тот далекий период. А жгли леса люди. Человек, вероятно, и заложил основы для зарождения этого своеобразного полезного ископаемого. Тут торф образовался из мхов, выроставших на выжженных пустошах, пропитанных влагой. С них были убраны десятки тысяч природных насосов — деревьев и кустарников.

Хорошо или плохо загорать на пластмассовом пляже? Об этом, может быть, будут судить наши потомки. А мы пока с беспокойством наблюдаем появление таких искусственных прибрежных отложений. Миллиарды флаконов, ведер, канистр и других изделий из пластмассы выбрасывают люди. Многие из них вместе с мусором попадают в море. Потом среди чистого песка или галечника появляются на берегу моря разноцветные или бесцветные бусинки превращенных в песок отбросов из полиэтилена, полипропилена, полистирена и поливиниловых хлоридов. Они все чаще и чаще встречаются на пляжах промышленно развитых стран. Даже в отдаленной от континентов Новой Зеландии. Там, в районе Веллингтона, на каждом метре пряжей найдено свыше 40 тыс. таких зерен размером в полсантиметра. Кстати, песок довольно прочен. Песчинки упруги. В природе трудно найти подобное. Может быть, эти качества невольно создаваемых искусственных пляжей и неплохи для приема солнечных ванн. И все-таки, наверное, приятнее загорать на пляже, рожденном природными отложениями.

Вот так на естественном лице Земли появляется нечто новое, непредусмотренное природой.

Что или кто?

Гуляли мы с маленьким сынишкой по берегу Финского залива. Шли, утопая в прохладном песке дюн.

— Папа, а кто насыпал этот песок? — спросил он.

— Не кто, а что, — нравоучительно поправил я. И стал объяснять: «Были камни, море, плескались волны. За многие тысячи лет природа раздробила камни в мелкие, сыпучие песчинки. Помог и ветер, и прошедший здесь более 10 тыс. лет назад ледник».

Сын слушал внимательно. Но, видимо, сомневался. Еще бы! Гораздо понятнее вот тот экскаватор, который лихо перебрасывает песок в кузов самосвала. Здесь строился пансионат.

Вышли на пологий берег.

— Этот что вот из таких камней песок сделал?

— Да, — машинально сказал я.

— А почему они треугольные?

Сын показывал на бетонные надолбы — следы давно минувшей войны.

— Это не что, а кто, — возразил я ему.

— Этот что или этот кто тоже очень-очень сильная природа? Сильней большущей машины? — вновь спросил сын.

Ответить убедительно на детский вопрос мне не удалось. Наверное, и многие из вас не найдут простого объяснения. Позже я сам решил разобраться. Просмотрел много страниц научных работ. Обнаружил лишь крупницы сведений. Понял, что исследователи долгое время оставались тоже по-детски наивными. Изучали до мелочей действие сил природы: воды, тепла и холода, подсчитывали, сколько тонн космических частиц падает на поверхность Земли, готовы были проследить, что и как делает в горной породе

невидимая бактерия. И одновременно могли не замечать негативных результатов собственной деятельности.

Около 14 млрд. тонн земли ежегодно уносят реки в моря. Почти 2 млрд. тонн ее растворяется в водах, в том числе и подземных. Ветер сдувает с суши миллиарды тонн пыли. В итоге набирается «огромнейшая гора» в 20 млрд. тонн. Большая часть ее сбрасывается природным «землекопом» в Мировой океан.

Что же делает человек? По существу, занимается той же работой, что и природа. Только в своих человеческих интересах. Подсчитали, что при этом получается. Ну хотя бы при использовании полезных ископаемых. Только сгоревший в топках уголь добавляет в окружающую среду в 8700 раз больше ртути, чем при естественном круговороте химических веществ, в 125 раз больше мышьяка и в 60 раз больше урана.

Мы получаем тепло и электроэнергию. Однако распыляем одновременно редкие металлы, содержащиеся в угле. Ежегодно на поверхность земли выбрасывается 350 млн. тонн распыленного железа, почти 8 млн. тонн алюминия и столько же фосфора. В общем, многие ценные полезные ископаемые каждый год буквально ложатся нам под ноги.

Итак, что или кто изменяет лик земной? Этот вопрос становится главным и для неживой природы.

Подсчету не поддается

Жаркое пламя охватило 400 улиц. 13200 домов и 87 церквей превратились в развалины. Их разобрали. Но вывезти обломки камней не смогли. Так в 1666 году быстро возникли новые искусственные отложения, на которых стоит современная столица Англии.

В XV веке столицей Мазовецкого княжества стала Варшава. Город застраивался, стал большим. В октябре 1944 г. фашистский губернатор Варшавской провинции по прямому распоряжению Гитлера издал приказ: «Варшава должна быть полностью... стерта с лица земли...». Страшный приказ был выполнен. Вместо большого города осталось 20 млн. кубических метров развалин.

Теперь Варшава — вновь один из крупнейших и красивейших городов мира. О ее трагедии напоминает лишь необычный геологический слой, поднявший город на 1,5 метра выше, чем до войны.

Рига — старинный город. Может быть, вам посчастливилось слушать органную музыку в знаменитом Дом-ском соборе? Вы входите в собор, не поднимаясь по лестнице. А ведь при строительстве собора вход был обычным. Лестница, как и положено, вела вверх. Просто за прошедшие семь столетий на улицах Риги образовался мощный культурный слой. Улица, на которой стоит собор, стала выше пола собора, ступеньки пошли вниз.

Когда я был в столице Чехословакии Златой Праге, тоже заметил подобное. Чтобы попасть во многие старинные здания, нужно было спускаться по лестнице. Сегодняшний уровень старых улиц на два метра превышает первоначальный. Эти два метра сложены

искусственными породами, в том числе обломками разрушенных и разобранных зданий.

Рассказывая о городах, хочу напомнить, что 200 лет назад из 100 человек, населявших земной шар, в городе проживали только два человека. Ныне проживает более пятидесяти. В 25 раз больше. К концу нашего столетия 1/6 часть суши нашей планеты будет занята городами. Под ними все быстрее и быстрее рождаются необычные горные породы. Уже сейчас их слои во многих местах образуют толщу мощностью до десятков метров. В Киеве есть пласты мощностью 36, в Лондоне — 25, в Москве — 22, в Париже — 20 метров.

Очень длинен путь странника, решившего обойти земной шар по линии экватора. Гораздо протяженнее дорога по берегам искусственных водохранилищ мира. Они — тоже творение человеческих рук. Здесь на границе воды и суши непрерывно рождаются новые геологические отложения. А кто подсчитает бесчисленные карьеры, траншеи, растущие дамбы, отвалы горнорудной промышленности? Точно никто. Приблизительно пытаются многие.

Была глубокая древность, далекое средневековье, пришло наше время. За эти периоды человечество создало 81 млрд. кубических метров искусственных пород. Огромнейшие горы! Такие расчеты можно продолжить. Цифры будут различные. Одно в них едино. Счет ведется на сотни миллионов и миллиардов тонн. Комментарии тут излишни.

Прелюбопытные книги

Да, они очень и очень любопытны. Только читать их мы почему-то не желаем. Старо, не интересно. А ведь ничто не познается так, как в сравнении.

Сию я однажды в библиотеке, в справочном отделе. На столах выставка новой литературы. Просматриваю, спешу не упустить интересные сведения. Устал. Подошел к полкам, где стоят тяжелые тома, оплетенные в кожу. Это старинные справочники, которые теперь можно увидеть только в некоторых больших библиотеках. Раскрыл книгу, посвященную Санкт-Петербургу: город построен на 101 острове. Любопытно. Затем заглянул в новейший путеводитель по Ленинграду. Читаю: город расположен на 42 островах. Куда же исчезли остальные 59 частей суши, омываемых невскими водами? Никуда. Их просто засыпали землей.

Царь Петр I знал, чего хотел. Могущества России он Добивался упорно. В молодой столице существовала судостроительная верфь, где строилось много деревянных кораблей. Как положено, там пилили и строгали древесину. Горы опилок отсыпались вокруг. Давно исчезла эта верфь. На берегах Невы стоят другие постройки. Когда геологи стали изучать залегающие здесь породы, сначала встретили слои песка — речные отложения, потом наткнулись на пласты опилок. Они хорошо сохранились. Вот тогда-то и понадобилось заглянуть в старинные справочники, чтобы понять, откуда здесь опилки. Прелюбопытные эти книги — старинные справочники. Нужны они историкам. Необходимы и тем, кто изучает геологию городов.

Оказывается, около 150 лет назад жители Адмиралтейского острова уже ходили не по его

первозданной поверхности. Под колесами пролетов шуршал метровый слой земли, привезенной издалека. На более высоком уровне строили свои дома и обитатели Литейной улицы (ныне Литейный проспект). Толща искусственных грунтов тогда достигала двух метров. Впрочем, это прошлое. Настоящее гораздо внушительнее.

Миллионы ленинградцев посещают Карельский перешеек. И прежде чем за окнами электрички замелькают бронзовоствольные сосны, видят они огромную болотистую пустошь у берегов Финского залива. Рядом с ней песчаные холмы, толстые трубы. Из них хлещет пульпа — смесь песка с водой. На топком северном побережье рождается искусственная суша. Со дна морского ежегодно извлекают миллионы кубометров грунта.

Будут здесь расти высокие деревья, возникнет 6-километровый канал. На детских площадках возле высотных зданий малыши будут строить песчаные горки. И среди привычной городской жизни у них не возникнет вопрос: «А где мы живем?». Это станет обыденным. Лишь пожелтевшие страницы старых газет смогут подробно рассказать о той огромной работе, которая выпала на долю ленинградцев 70-х годов, решивших создать красивый морской фасад «Северной Пальмиры».

Вряд ли жители и других городов нашей страны задумываются о таких искусственных геологических процессах. В Казани были озера Банное, Белое и Черное. Теперь их нет. Засыпали в прошлом столетии. На берегу полноводной Волги стоит этот город. Отложения ее дна мощным слоем залегают на улицах города, в прибрежных дамбах. Даже некоторые геологи начали ошибаться, принимая эти насыпи за природные берега.

Знают ли киевляне о Черной горе? Некогда возвышалась она в городе, но не ищите ее теперь — целиком скрыта. Был в Киеве глубокий Крещатикский овраг. Теперь Крещатик — красивейшая улица города.

Почти пятнадцать веков Ташкенту. Неоднократно разрушали его природные стихии. Вновь появлялись дома. Журчали прохладные каналы и арыки. Стоит копнуть землю в районе старого города, то там, то здесь проглянет прошлое Бинкента. Так в VIII-IX веках называлась нынешняя столица Узбекистана. Керамические черепки, отходы кожевенного и кузнечного ремесла — свидетельства о занятиях предков. Нет сейчас древних арыков. Остались лишь их следы в необычных геологических породах. Пески и глины содержат остатки камышей. От них приходится расчищать и современные арыки.

Конечно, старинные справочники и топографические карты не увлекательные произведения литературы. Но и они могут раскрыть много интересного тому, кто любит свой город, хочет узнать его историю, в том числе геологическую. Она создается и людьми.

Непадающие башни

«Наконец-то она прекратила свое падение!» — такое сообщение поместили некоторые газеты в 1978 году. Падала башня не день и не два. Более восьмисот лет. Будет ли продолжаться ее падение? Неизвестно. Зато мы знаем наверное: достойной соперницы Пизанской башне в Италии не имеется.

Строили ее много лет. Сначала хотели построить прямую, высокую колокольню — кампанилу. А получилось сооружение, напоминающее банан, наклонно воткнутый в землю. Вот этот-то наклон и сделал ее архитектурным шедевром. Туристы со всего мира спешат его увидеть. Но не замечают, вероятно, они другого. Пизанская «красавица» опустилась в грунт на два метра.

Начали ее строить в 1174 году. Возникли просадки грунта. Работы приостановили почти на 100 лет. Потом решили продолжить строительство. И снова возникла опасность разрушения. Больше о возведении высокой колокольни не мечтали. Она так и осталась недостроенной.

Давно догадались в чем дело. На «слоеном пироге» из мягких глин и песка поставлен фундамент несостоявшейся колокольни. Не хотели ее наклона. Теперь не жалеют. Разве есть в городе Пиза что-нибудь еще столь исключительное?

Странно только одно. Почему чаще мы вспоминаем именно об этом сооружении, забывая о множестве подобных достопримечательностей в других городах мира? В столице Мексики возвышается базилика Гваделупской богородицы. Ее наклон такой же, как и у Пизанской башни. Да и причина отклонения почти такая же: мягкие грунты.

Не менее знаменит и памятник первому президенту США Джорджу Вашингтону. Он установлен напротив здания конгресса США — Капитолия. Высота памятника 169 метров, а масса 825000 тонн. В свое время грандиозный памятник чуть не упал, отклонившись от вертикали на 44 метра. Его удалось спасти только с помощью дополнительных нагрузок, которыми сумели уравновесить просадки грунтов под фундаментом.

Есть много построек, подобных Пизанской башне, и у нас в стране. Прочно стоит на Красной площади в Москве всем известный храм Василия Блаженного. Он накренился на $1,5^\circ$. Однако падать совсем не собирается. Владельцы уральских заводов братья Демидовы построили Невьянскую башню. Предполагают, что специально возводили с наклоном, в подражание той, что случайно появилась в Италии. Правда, стены ее сложены на российский лад. Толщиной около двух метров. Это для прочности.

Если будете в древнем Новгороде, вспомните о Владимирской башне. Она стоит на крутом берегу седого Волхова. Собиралась падать — не упала. Строители укрепили ее.

Может быть, сейчас мы и не любовались бы небесной синевой минаретов Самарканда, чудесной архитектурой колокольни Иоанна Предтечи в Ярославле. Это геологи помогли спасти их. Сделать падающие здания непадающими.

На первый взгляд

Вырыли огромный котлован или забили в землю сваи. Теперь необходимо заложить фундамент и построить дом. Если стены крепкие, стоять будет, не шелохнувшись. Так кажется на первый взгляд. А ведь постройка начнет двигаться. Нет почти ни одного здания, которое после возведения не стало бы «тонуть». Одно немного, другое больше. Пожалуй, не опускаются только дома, поставленные на каменных скалах, и легкие хижины.

Нью-Йорк — первый город в мире, прославивший себя небоскребами. Большинство их выросло на острове Манхаттан. И многие уверены, что небоскребы — символ цитадели капитализма и результат деятельности соперничающих в алчности миллионеров. Борьба за кусочек дорогой земли заставляла стремиться к бесплатному небу. Отчасти так. Но главное не в этом. Нью-Йорк никогда не стал бы первым городом небоскребов, если бы на острове Манхаттан не залегали прочные сланцы, способные выдержать необычно большие нагрузки.

Лондон строился на глинистых, мягких грунтах. Поэтому здесь высотные дома начали возводить лишь в последние годы, когда научились понимать будущее поведение земных толщ под нагрузкой. А вести себя они могут весьма необычно. Вот примеры.

В одном городе долгие годы вполне прочно стояли здания. Успели вырасти вокруг них деревья. Беды совсем не ожидали. Но однажды появились трещины в стенах домов. Пришлось приставить к зданиям крепкие подпорки. Не помогло. Казалось, разрушение домов неминуемо. Они начали быстро проседать.

И тогда пришли люди с пилами. Спилили деревья. Потом несколько дней непрерывно поливали землю водой. Они не собирались высаживать новые деревья. Люди лечили дома. Трещины, наконец, сомкнулись. В чем дело? Да в том, что фундаменты зданий опирались на постоянно увлажненные глинистые грунты. Когда деревья стали большими, они своими мощными корнями, словно насосами, начали усиленно отбирать из глины воду. Глина усохла, здания неравномерно просели. Непрерывный полив заставил глины вновь разбухнуть, а заодно и сомкнуть трещины в зданиях. Старые постройки сохранились.

А вот другой пример. Строители вырыли огромный котлован. Убрали верхний слой ненужных пород. Вывезли их. Когда утром пришли на работу, увидели приподнявшийся и растрескавшийся пласт известняка. Он вспучился, потеряв привычную нагрузку сверху.

Явления эти исключительны. Они — свидетельство неожиданных капризов обычных пород и смекалки человека. Такое сочетание рождает подчас и архитектурные шедевры.

Туристы иногда удивляются фантазии людей, сумевших воплотить ее в зданиях удивительной конструкции. Им, может быть, невдомек, что подобные шедевры возникли благодаря свойствам горных масс, залегающих под фундаментами сооружений. На чертежах архитекторов колонны и арки выглядели совсем иначе.

В Англии, в городе Уэлсе, есть оригинальный собор. Заложили его в 1184 году. Спустя шесть десятилетий землетрясение повредило недостроенное здание. Как видите, и на Британских островах землетрясения, хотя и редко, но бывают. В 1321 году воздвигли центральную башню собора. Потом собор вдруг стал оседать. Разумеется, в те годы о геологическом изучении пород под сооружениями не думали. Искали и нашли выход из

создавшегося положения. Соорудили двойные перевернутые своды — подпорки с трех сторон центрального купола, украсили их. Так появилась архитектурная достопримечательность, спасшая собор от разрушения из-за просадки гравийных пород, служивших основанием.

И каждый день нагрузка

Возле крупных городов кое-где появились возвышенности. Одни из них покрыты травой, на них растут деревья. Другие — современные городские свалки. Их разный вид одновременно угнетает и вселяет надежду: пройдет время — уродливое будет стерто природой. Еще лучше, если этому поможет человек. В больших городах должны работать диспетчеры, регулирующие потоки вывоза отходов. Видимо, пришла пора и тут специализировать геологическую службу городов. Тогда можно будет заранее запланировать прекрасные парки и места строительства, многие из которых без вредных для сооружений и жителей последствий расположатся на месте бывших карьеров и свалок.

Нагрузки на земную поверхность многих городов непрерывно возрастают. Лишь незнающие и равнодушные могут этого не заметить. Кое-где, как говорят ученые, наступают необратимые процессы деформации — разрушения. Их было немало в истории строительства городских зданий.

Тысячи различных способов придумали люди, чтобы избежать этого. Чаще всего они создают искусственные, необычные для природы условия. В земные толщи нагнетают цемент, глину, битум, жидкое стекло и смолы. Грунты замораживают, осушают. Воздействуют на них химическими веществами, электрическим током... В общем, все делают с одной целью: изменить свойства, а иногда и состав грунтов. Пройдут десятилетия. Исчезнут с поверхности следы былой деятельности людей. Наши потомки могут и не заметить, что некогда здесь существовало что-то иное. Зато недра хранят эти следы.

Когда в Англии решили построить новое здание библиотеки для университета в Галифаксе, выбрали отличную площадку. Однако вмешались старожилы. Они вспомнили, что когда-то тут были выемки. Строители выяснили, что на искусственно засыпанном участке в 1784 году существовало болото, протекал ручей, из которого развозили по городу в бочках питьевую воду. Ясно, что строить на болоте, хотя и бывшем, слишком ненадежно и дорого. Спихватились вовремя. Нашли для библиотеки другое место.

Поистине не верь глазам своим, а возьми лопату и докопайся до сути. Иначе потерпишь убытки.

Правда, есть закон Архимеда. Он позволяет ставить любое сооружение, где захочешь. Жил Архимед более 2000 лет назад. Но и поныне бытует легенда, что свое открытие он сделал случайно. Решил искупаться в ванне. Потом с криком «Эврика!» выбежал голым на улицу. Такова была радость ученого.

Суть открытия понятна и школьникам. На тело, погруженное в жидкость или газ, действует выталкивающая сила, направленная вверх, равная весу вытесненного телом вещества и приложенная в центре тяжести объема погруженной части тела.

Этот закон в известной мере распространяется и на земные толщи. Особенно при возведении построек в мягких и однородных породах. Можно вырыть котлован, вынув из него земли столько, сколько будет весить будущая постройка. Тогда она прочно встанет в углубление. Можно упростить работу. Очень точно рассчитать возможную просадку. Заложить фундамент с режущими краями. Здание само погрузится, например в глину, выдавив излишки глины по краям. «Тонуть» так оно может очень Долго, к тому же первые этажи дома станут подземными.

Известно ли вам, что многие крупные города уже теперь образовали на поверхности планеты вмятины?

Таково суммарное влияние городских нагрузок на земную кору. Даже легкие автомобили, стремительно проносящиеся мимо, влияют на уровень улиц, которые постепенно опускаются вниз.

Миллионы коммуникационных сетей проложены под землей. Их воздействие на земную поверхность и недра многообразно. Обеспечение жителей Запорожья санитарно-гигиеническими удобствами — водопроводом и канализацией — привело к подъему уровня подземных вод за счет утечки воды из труб. Здания стали оседать, разрушаться. Они построены на лёссах — грунтах, уплотняющихся при смачивании. В Омске по той же причине, наоборот, дома стали приподниматься. Здесь они стоят на глинах, которые обычно разбухают при замачивании.

Приводить примеры различных нагрузок на землю можно до бесконечности. Каждый день добавляется воздействие на них миллионов бетонных плит и кирпичей, металлических конструкций. Прокладываются тысячи километров подземных труб, заполняемых различными жидкостями и газами. А вместе с этим в верхних слоях пород возникают физические и химические процессы непрерывных преобразований, последствия которых нас обычно не интересуют. Но они постоянно тревожат специалистов. Их задача — предупредить ответное буйство молчаливых и, казалось бы, извечно спокойных геологических отложений планеты.

Сибирь техногенная

Поезд шел в Братск. Я возвращался в знакомые с детства края. Узнавал их и не узнавал. В старинном городе увидел почерневшие от времени высокие заборы, прочно срубленные домики и знаменитую Братскую башню. Она совсем обыкновенная, невысокая. Срублена из такого же, как и все здесь, кондового сибирского дерева. Не зря говорят — таежные края.

Потом увидел мыс Пурсей. Одинокую сосну. Надпись на скале: «Здесь будет Братская ГЭС».

И вот Ангара, бурливая, холодная. На берегах ее стояли большие палатки, засыпанные снизу землей, обитые горбылем для сохранения тепла. Выше, за крутым взгорьем, из смолистых бревен рубились двухэтажные дома и красивые коттеджи, напоминающие дачные домики. Тогда, в конце 50-х годов, я успел искупаться в Ангаре, побродить по серым скальным надолбам порогов. Ныне там дно Братского моря. В общем, я тоже принимал участие в создании техногенной Сибири на рубеже второй половины нашего столетия, когда работал на строительстве Братской ГЭС.

Ангара 80-х годов иная. Это, скорее, не река, а цепочка искусственных озер, соединенных протоками. Их длина почти 1000 км, глубина до 100 метров. Новые берега этих озер протянулись на 16 тыс. километров.

Главное водохранилище в этой цепи озер — уникальный Байкал. Помню мальчишкой жил там в поселке Култук. Брал палку, привязывал к ней вилку. Как индеец, с острой охотился за байкальскими бычками, зарывавшимися в песок или под камни в мелководье. А наверху грохотали взрывы, гудели

экскаваторы и машины. Строилась железная дорога. Это еще один штрих техногенной Сибири.

От развороченных скал и земляных осыпей я уходил дальше, в нетронутую тайгу. Жевал зеленые перья черемши, по вкусу похожие на смесь лука с чесноком. Пугал симпатичных бурундуков. Иногда и сам пугался неожиданной встречи с косматым лесным великаном — лосем. Липкая смола кедров накрепко приваривалась к штанам и рубахе. Зато всегда были вкусные кедровые орешки.

Теперь здесь многое изменилось. Для людей — к лучшему, для природы — не всегда. Быстро размываются склоны новых берегов и откосов. Рождаются оползни, карстовые провалы. Под Братским водохранилищем прогибается дно. Но главное — совершенно преобразовался режим и водообмен поверхностных и подземных вод. Природа Сибири таких сюрпризов нам в ближайшее время не сулила. Вот немного повысился уровень Байкала. Пришлось думать о сохранности прибрежных сооружений, железной дороги. Это дополнительный труд и затраты.

Десятки тысячелетий ледники и эрозия создавали Великие озера Северной Америки. Всего три десятилетия потребовалось человеку, чтобы соорудить подобное в Сибири с помощью техники.

Изыскательская судьба забрасывала меня и в Майну. Тогда она была маленьким отдаленным поселком горняков, прижатым к скалистым берегам бурного Енисея. Здесь, в предгорьях Саян, поднялась бетонная плотина Саяно-Шушенской ГЭС. Уютный городок Минусинск с красно-кирпичными рядами старинных купеческих лабазов, окружавших тихий городской сквер, и белокаменный Абакан превращаются в крупнейшие промышленные центры. Так первозданная тайга сибирского севера, холмистые степи и перелески юга, подпираемые горными

хребтами, приобретают другой, неизвестный природе облик.

Надо смотреть в будущее. О чем чаще всего пишут газеты и журналы? Об освоении Сибири. Где больше всего возникает сложных и новых проблем использования минеральных богатств недр? В Сибири. Она становится техногенной, преобразуемой технической деятельностью человека.

Более тысячи километров трассы века Байкало-Амурской магистрали проходят через участки с очень подвижными и многолетнемерзлыми грунтами, через районы, где часты землетрясения. Новые города и предприятия усилят природную неустойчивость.

В какую сторону она пойдет? Необходимо заранее предвидеть. И неплохо заглянуть в исторические документы. Только из них можно узнать о сильном, более 10 баллов, землетрясении в районе Чары. Оно произошло в 1725 году. В 1829 и 1862 годах удары стихии сотрясали южную часть Байкала. Много землетрясений было и позднее в различных районах, примыкающих к Байкало-Амурской магистрали. В зоне многолетней мерзлоты действие подземных ударов имеет свои особенности. Замерзшие породы подобны скальным. Они снижают сейсмическую опасность. Пластичные породы с включениями льда — увеличивают ее. Это тоже надо знать.

Выходит, строители должны заранее решать, где возводить сооружения, сохранив мерзлые грунты, где лучше убрать их.

Теперь стихии не застанут нас врасплох. Когда причины познаны — последствия можно предупредить. Достижения современной науки и техническая мощь человека — тому гарантия.

Из рудной шкатулки

Только наука учит тому, как добывать истину из ее единственного первоисточника — из действительности.

К. А. Тимирязев



Эпохи металлические

Факт непреложный. Из минерального фундамента планеты мы извлекаем все то, что позволило сконструировать и создать современный промышленный мир. Сначала была каменная эпоха. Орудия труда люди изготавливали из обломков камня. Минули тысячелетия. Люди научились различать особенно полезные камни, дробить и плавить их. Наступили медная и бронзовая эпохи. Серпы, стремена, мечи, колеса и прекрасные статуэтки начали изготавливать из сплавов меди и олова. Нам кажется, что бронзовая эпоха минула давным-давно. Однако начищенные до солнечного блеска бронзовые пушки еще палили при Полтавской битве. Из бронзы были отлиты колокола, сзывавшие русских людей на защиту Родины. Бронза донесла до нас великие творения зодчих и ваятелей. Прекрасный «Медный всадник» — символ Ленинграда — на самом деле бронзовый. Затем на смену бронзовой пришла железная эпоха.

Ну, а в какую эпоху живем мы? Наверное, в эпоху освоения редких и рассеянных металлов, создания сложных сплавов и искусственных материалов, в том числе на минеральной основе.

Этот вывод общий. А в частности, в каждой ушедшей эпохе закладывались начала современного. Такова закономерность развития научно-технического прогресса. Однако в те времена она подчас воспринималась как исключительность. Судите сами.

Однажды к римскому императору Тиберию пришел незнакомец. Он преподнес ему чашу из блестящего серебристого и очень легкого металла.

«Из чего ты ее сделал?» — спросил Тиберий. «Из глины», — ответил незнакомец. «Из глины? — удивился

император. — Но ведь она встречается повсюду!» И приказал казнить умельца, уничтожить его мастерскую. Дабы это неожиданное изобретение не обесценило драгоценные металлы римской казны.

Когда такое случилось? В далекой древности. Вероятно, речь шла об алюминии. А потом это открытие кануло в лету.

В III веке н. э. китайцы с почестями похоронили своего полководца Чжоу Чжу. Положили его в гробницу, украшенную рельефным металлическим орнаментом. Когда современные исследователи изучили состав древнего сплава, в нем оказалось 85 % алюминия, 10 % меди и 5 % магния. Кто научил китайцев мастерству создания таких сплавов?

В средние века просвещенные европейцы добрались через океан к неизвестному континенту. Это была Америка. Правитель ацтеков Монтесума отправил в дар испанскому королю отличные зеркала из платины. Но, как мы знаем, чтобы выплавить платину нужны специальные высокотемпературные металлургические печи. Значит, ацтеки уже умели делать то, что мы считаем достижением XX столетия.

Между тем образованные европейцы в то время лишь начинали проникать в тайны состава и будущих возможностей пород. Под закопченными каменными сводами своих лабораторий алхимики колдовали в одиночку, растирая в ступках, дробя и плавя различные минеральные вещества. Разделяли и соединяли их. Нередко гибли от неожиданных взрывов и отравлений. И все-таки искали пути искусственного получения золота, алмазов...

Но вернемся к исторической судьбе алюминия — металла будущего. В прошлом веке император Франции Луи Наполеон III впервые увидел металл, похожий на серебро. Не долго думая, он приказал обеспечить свою армию алюминиевыми касками, флягами и

украшениями. Однако западноевропейская промышленность не смогла выполнить заказ, да и денег на него у императора не хватило бы. Алюминий в те времена ценился, как золото. Пришлось ограничиться изготовлением кирас только для личной охраны императора.

Ныне алюминий сравнительно дешев. Практически каждого можно обеспечить алюминиевой флягой или кастрюлей. Мы выплавляем металл с помощью электричества. Сто, тем более тысячу лет назад люди об этом не знали. Так в прошлом высвечиваются и гаснут искры будущего. Были неудачники-алхимики, одиночки-первооткрыватели. Наряду с безрезультатными опытами были и удачи, находки. Но время для их реализации еще не пришло.

Самые первые

Сказано это более 2000 лет назад:

Все-таки в употребление вошла раньше медь, чем железо, так как была она мягче, притом изобильней гораздо.

Поэт и философ Древнего Рима Лукреций Кар был прав. Его слова — историческое подтверждение тому, что все течет — все изменяется.

Ныне медь довольно дефицитный металл. Железо и его сплавы приобрели массовое распространение. А было время, когда за каменной эпохой наступила первая металлическая. Она начиналась с мягкого, гибкого металла красного цвета. Подобно золоту и серебру, медь, хотя и редко, встречается в самородках. Может быть, это и помогло ей стать материалом для первых орудий труда. 2300000 каменных глыб для великой пирамиды Хеопса обрабатывали именно медным инструментом.

Медь называли по-разному. Древние римляне присвоили ей имя «купрум» в память об острове Кипр, где добывали много медной руды. Русские называли «сми-дой». Наверное, отсюда и произошло слово «медь».

До сих пор не известно, кто первым нашел месторождения меди в России. Тут пользовались ею издавна. В XV веке в Москве работала «пушечная изба», изготавливая для русских воинов бронзовые орудия. Но почему-то уральский заводчик Никита Демидов утверждал в надписи на медном столе, отправленном в музей Нижнего Тагила: «Сия первая в России медь отыскана в Сибири... Никитою Демидовичем Демидовым по грамотам великого Государя Императора Петра

Первого в 1702, 1706 и 1709 гг., а из сей первовыплавленной меди зделан оный стол в 1715 г.».

Чисто медная эпоха продолжалась около 1000 лет. И только греки ускорили приход бронзовой эпохи. Получилось так, что там, где греческие рудокопы добывали медную руду, в земле залегал «оловянный камень». Наверное, смесь руд однажды заложили в плавильную печь и получили новый сплав. Его достоинства были несомненны. Во-первых, температура плавления почти на 100 °С ниже (не 1083, как у меди, а 960 °С). Во-вторых, бронза тверже и имеет большую плотность. Вот так люди случайно научились получать первые металлические сплавы, сумели изготавливать из них материалы с необходимыми свойствами.

Большинству известно: бронза — сплав олова с медью. В самом деле это не так. Теперь бронзами называют многие медные сплавы. Есть алюминиевые, свинцовые, цинковые и даже кремнистые бронзы.

Существует множество видов и латуни. Это также различные сплавы меди. Отличаются они от бронзы количеством добавок того или иного металла. Ну и, конечно, своими особыми свойствами.

Соединения меди находят во многих горных породах: 200 минералов могут быть названы медными. Внушительное число. И все же такого металла в земной коре в 1000 раз меньше, чем алюминия, и в 600 раз меньше, чем железа. Не так много осталось на Земле ранее открытых месторождений со значительным содержанием меди в руде. Ныне ее добывают даже из отходов горных предприятий. А крупные самородки, положившие начало развитию использования ковкого металла, теперь чаще можно встретить в музеях.

В одном из музейных залов Ленинградского горного института лежит огромная 840-килограммовая металлическая плита. Не выплавляли ее в печах. Но она содержит более 99 % чистой меди. Вот такой сюрприз

привезли очень давно в город на Неве с «вновь открытых рудников, принадлежавших А. и Н. Поповым в Области Сибирских киргизов, в Вознесенском руднике Каркаралинского округа». Этот самородок, добытый в 1857 году, смогли увидеть многие. Он неоднократно демонстрировался на всемирных выставках. Теперь в районе бывших примитивных рудников выросли предприятия цветной металлургии в Джекказгане и Балхаше.

Удобный, но коварный

«Двадцать четыре солдатака были совершенно одинаковые, а двадцать пятый солдатик был одноногий. Его отливали последним, и олова немного не хватило». Наверное, вам помнятся эти строки из прекрасной сказки Ганса Христиана Андерсена о стойком оловянном солдатике. К сожалению, олова не хватает не только для оловянных солдатиков. Руды мягкого и легкоплавкого металла находят нечасто. Есть в Латинской Америке государство — Боливия. Оно одно из немногих в мире славится богатыми оловорудными залежами. Но и там уже смотрят на отвалы рудников как на источник извлечения олова, которое осталось после первичного получения его из богатых руд. Новое открытие подобных кладов ныне считают событием.

Почти 1/3 ценного металла «добывают» сейчас из использованных промышленных изделий. Например, из консервных банок. 2000 жестяных банок, покрытых тонкой оловянной пленкой для защиты от коррозии, могут заменить 1 тонну руды. Правда, такая добыча не похожа ни на горные разработки, ни на металлургический процесс. Тут главенствуют различные химические реакции. С помощью хлора олово преобразуется в дымящуюся жидкость, стекает с жести, а потом его снова превращают в твердый металл. Вот вам один из примеров рационального использования ценных ресурсов. Необходимость заставляет, а развитие науки позволяет человеку создавать искусственный кругооборот металлов, экономя труд и дефицитное сырье. Тем более такое, как оловянное.

Достоинства олова оценили еще в доисторические времена. Температуры 232 °С достаточно, чтобы

выплавить металл. Сделать это можно с помощью любой печи. Обыкновенный молоток расплющит слиток. Так легко обрабатывать большинство известных металлов нельзя. Может быть, поэтому наряду с золотой и серебряной посудой в музеях можно увидеть вроде бы совсем не блестящую — оловянную. Для древних умельцев олово было благодатным материалом.

Странный это металл. Один из самых мягких среди других, но названный «твердым». Научное название «станум» произошло от санскритского «ста» — твердый. Олово — весьма многолико. Есть его разновидность, которая, вопреки известным свойствам, при высокой температуре становится хрупкой и рассыпается в порошок. Да и наиболее известное нам серое олово тоже не без сюрпризов.

Теперь-то мы знаем, что при температуре минус 39 °С оно может превратиться в порошок. Египтяне, римляне и греки с подобными явлениями не сталкивались. Ведь они жили в странах с теплым климатом.

Древние придумали для нас различные названия этого коварного металла, связанные с его добычей и использованием. Тут и «касситерит» — наиболее известный оловянный минерал. Почти 3000 лет назад финикийцы привозили его с Касситеридов. Так назывались когда-то Британские острова. Это и бронза, которую раньше доставляли в Европу через итальянский порт Бриндизи.

А вот понятие «оловянная чума» появилось позднее. Болезни металла изучили детально наши современники. Они поняли, что соединения олова с цинком и алюминием помогают ему превращаться на морозе в порошок. Зато висмут, свинец и сурьма укрепляют его «здоровье», сохраняют в прежнем виде.

Об олове можно рассказать многое. Различные его сплавы используют для создания художественных произведений, в радиотехнике, в легкой и других отраслях промышленности, в медицине. Металл соединяют и с неметаллами. Так называемое «сусальное золото», которым можно «золотить» дерево и гипс, в самом деле — химическое соединение олова с серой, входящее в состав красок, имитирующих позолоту. Многие органические вещества, содержащие ценный металл, широко используются в микробиологической и химической промышленности.

А вот оловянных солдатиков сейчас почти не делают. Предпочитают для их изготовления алюминиевые сплавы или заменители — пластмассы.

Лично известен

«Важнейшее из всех видов сырья, сыгравших революционную роль в истории», — говорил о железе Фридрих Энгельс.

Его история начиналась многие тысячелетия назад. Наши далекие предки поклонялись железным пришельцам из космоса — метеоритам. Однако не замечали, что на их собственной планете железо есть повсюду. И не только в виде руды. У острова Диско, который расположен неподалеку от берегов Гренландии, найдены железные глыбы. Из них прямо без переплавки можно ковать различные изделия. Самородное железо находили и в других местах. Случаются и совсем редкостные находки. Геолог А. А. Иностранцев в 1905 году обнаружил на дальневосточном острове Русский самородный чугуны. Возник он при контакте раскаленного углерода с рудой.

Правда, такие земные самородки по своему составу отличаются от посланцев Вселенной железных метеоритов. Те содержат много никеля, а земные больше мягких металлов. Может быть, поэтому поплатились своей жизнью лучшие оружейники бухарского эмира. Приказ властителя: выковать меч из куска метеоритного железа — они не выполнили. Нагревая, как было принято издревле, металл, оружейники не догадывались, что никелистый сплав при этом становится более хрупким. Космический самородок нужно было ковать холодным.

Железный век начался в IX–VII столетиях до н. э. и продолжается почти три тысячелетия. Может быть, теперь и наступает его закат, но не по объемам производства. Просто в последние десятилетия все шире используют различные сплавы металлов и их

заменители. Нынче железо стоит дешево. Зато у древнего племени хеттов оно ценилось более чем в 6000 раз дороже меди, в 1000 раз дороже серебра и почти в 160 раз дороже золота. Сейчас такое кажется невероятным. Но в те отдаленные времена железный век только зарождался. Шла переоценка ценностей. Происходило примерно то же, что и с алюминием в начале прошлого века. Был очень дорог, а теперь стал гораздо дешевле.

Железа довольно много на нашей планете. Почти 1/20 массы земной коры. Это — миллиарды тонн. 9/10 всех используемых нами металлических изделий — сплавы на основе железа. Когда-то его называли «жалжа», что в переводе с древнего санскритского языка значит «металл, руда».

Бесполезно перечислять железорудные месторождения мира. Их тысячи. Сотни таких залежей и в нашей стране. Курская магнитная аномалия, Криворожский бассейн на Украине, месторождения Урала, Сибири, Казахстана... В целом железной рудой мир обеспечен пока в достатке. Но необходимо все-таки рационально использовать эти клады.

Многие находящиеся на поверхности богатые залежи железа, например Уральских гор, уже разработаны. Добраться до руд КМА, добыть их гораздо труднее. Все чаще новые месторождения содержат металла в 2–3 раза меньше, чем разработанные раньше. А значит, требуется к ним новый технологический подход.

Наши предки получали железо примитивным способом. Устраивали на склонах оврагов печи, похожие на трубы. В них сжигали древесный уголь, заложив предварительно в печи руду. Получали металл вместе со шлаком. Молотом ковали, одновременно отбивая куски шлака. Затем создали домницы. В них с помощью мехов накачивали воздух, чтобы усилить горение.

Потом усовершенствовали процесс дутья, перешли на каменный уголь, кокс, а теперь и на дешевый природный газ. Научились получать и сталь. Этот процесс заключен в выжигании и выдувании из чугуна ненужных примесей. Позже создали мартены, конверторы, электроплавильные печи. Тут везде присутствовал огонь.

В последние годы зарождается и беспламенная металлургия. Раздробленная руда обдувается в специальных установках горячим газом. Он «отбирает» из нее все ненужные примеси, оставляя металл. Причем состав конечного продукта можно регулировать, изменяя состояние горячего газового потока.

Когда-то Плиний Старший писал: «Железные руды копи доставляют человеку превосходнейшее и зловреднейшее орудие. Ибо сим орудием прорезываем мы землю... обрабатываем плодовые сады и, обрезая дикие лозы с виноградом, понуждаем их каждый год юнеть. Сим орудием выстраиваем дома, разбиваем камни и употребляем железо на все подобные надобности. Но тем же железом производим брани, битвы и грабежи...».

Да, оно может использоваться повсюду. Черный металл поистине готов выполнять для людей черную работу: в станках и машинах, в водопроводных трубах и железобетонных конструкциях. Труднее ответить на вопрос, где созидательное железо совсем не нужно. Впрочем, железо, разрушающее города и убивающее жизнь, должно поскорее исчезнуть из производства.

Странный двойник железа

По внешнему виду он похож на железо. Однако его мало кто видел. В чистом виде марганец не встречаются и почти не используют. Видимо, действуя в полном согласии с природными свойствами очень неустойчивого, а точнее, активного металла, люди нашли ему лучшее применение. Как правило, в химических соединениях или для создания их.

Почти в каждой стране можно встретить марганцевые руды. Очень много их на дне океанов; 2/3 всех известных запасов этого природного сокровища спрятано в недрах нашей страны. В трудные годы после Великой Октябрьской социалистической революции экспорт марганца позволил закупить много необходимых товаров и оборудования, ускоривших становление народного хозяйства.

Современная металлургия не может выдавать качественные металлы без марганцевых добавок в сырье. Благодаря своей химической активности, марганец как бы извлекает из других металлов то, что ухудшает их свойства, например серу и кислород. Марганец тверже железа. Его основная руда — пиролюзит, наоборот, довольно мягкая. Потому, что помимо металла, составляющего более половины, остальное в основном отдано кислороду и воде.

Мы знаем, что железо обладает магнитными свойствами. Похожий на него марганец — немагнитен. В древности не умели различать эти родственные металлы, просто выделяли магнитный и немагнитный железняк. Второй чаще всего был марганцевой рудой. Причину различия видели в том, что она якобы «женского пола», поэтому и немагнитна. По крайней мере так писал в I веке н. э. Плиний Старший. Сегодня

даже это свойство марганца ученые сумели изменить. Когда его сплавляют с другими немагнитными металлами, в частности с медью и оловом, сплав приобретает магнитные свойства.

Еще древние стеклодувы заметили, что добавка марганцевой руды осветляет стекло. Отсюда и произошло, вероятно, название металла. Греческое слово «манганеза» значит очищать. Когда вы пользуетесь марганцовкой, то можете заметить, что ее раствор быстро меняет цвет, светлеет, особенно при нагреве.

С химическими соединениями металла можно проделывать и любопытные фокусы. Растворив в воде пиролюзит, селитру и едкий калий, получим раствор зеленого цвета. Постепенно цвет его сам по себе становится синим, фиолетовым, малиновым... Затем на дно выпадает бурый осадок. Но стоит взболтать раствор — и все повторится сначала.

Такое этот металл. На первый взгляд двойник железа, а по свойствам совсем не похож на него, хотя зачастую используется вместе с ним.

Металлическая жидкость

Твердое состояние — свойство почти любого металла, но только не этого. Он — жидкий. Правда, 1 литр его весит больше 13 килограммов. Твердость — свойство и воды при температуре чуть ниже 0 °С. А вот этому металлу, чтобы стать твердым, необходим жестокий мороз — около минус 39 °С. Тогда он похож на свинец. В отличие от других металлов плавить его не нужно. При температуре 357 °С он может превращаться в пар, причем довольно ядовитый. Этот металл — ртуть — все мы видим под стеклом термометра. Когда термометр разбивается, десятки юрких блестящих горошин разбегаются в разные стороны. Изредка в таком виде можно найти в земле и самородную ртуть. И совсем непохожа на нее красная руда — киноварь.

Очень давно на территории нашей страны добывали ртуть. В Средней Азии, в районе Ферганской долины, древние мастера разрабатывали «Великий рудник» — Хайдаркан. В XIX столетии в Донбассе начали добывать жидкий металл на Никитовском месторождении. Спустились в шахту глубже и... обнаружили древние выработки, увидели каменные молотки древних горняков.

В далекой древности ртуть использовали в лекарском деле. В ней растворяли твердые металлы, например золото. Так делали амальгамы для покрытия разных изделий, в том числе зеркал. И теперь ртуть нужна медикам, химикам и приборостроителям, она применяется даже при изготовлении войлока.

Очень мало жидкого металла в недрах, но он может создавать крупные скопления. Самые большие ртутные кладовые мира в Испании. Здесь собрано около 3/4 всех мировых запасов ртути. А самому известному

испанскому руднику Альмаден больше 2000 лет. Прекрасные пурпурные краски и позолота, которые употребляли древние римляне и греки, включали в себя альмаденскую ртуть.

Алхимики средневековья считали, что все металлы Земли произошли из нее. Казалось, стоит добавить в ртуть «нечто» новое, она превратится в другой металл, а может быть, и золото. Но каково это «нечто»? Никто не ведал. Были убеждены, будто бы оно спрятано в главных элементах природы: огне, воздухе, воде и земле. Теперь-то мы знаем, насколько сложен состав таких элементов. В одном алхимики не ошиблись. Действительно, ртуть — чудесный металл и его можно использовать для тысяч целей. Правда, с осторожностью. Капелька ртути в неосторожных руках опасна. В свое время ее жертвой стали многие алхимики.

Плюмбум

В глубокой древности египтяне знали секрет получения золота из руды. Другим народам он был неизвестен. Многие погибли, но тайну «священного искусства» не выдали. Прошли годы, секрет открылся. Оказывается, египтяне обрабатывали руду расплавленным свинцом. В этом расплаве благородные металлы растворялись. Потом горячий раствор нагревали еще сильнее. И тогда свинцовый расплав окислялся. Соединившись с кислородом, превращался в окись. Так древние умельцы извлекали из горных пород золото.

Впрочем, тайна заключалась не в этом. Она была «спрятана» в сосудах, в которых прогревали смесь свинца с рудой. Их делали из костяной золы. Именно зола и впитывала окись свинца с другими примесями, оставляя на дне сосуда золото.

Сейчас людям известны многие краски. Среди них есть особо ценные: свинцовые белила и сурик. Белую краску из свинцовых соединений умели делать тысячи лет назад. Она помогла случайно открыть и красную краску. История сохранила для нас такое исключительно интересное событие.

На острове Родос, в Средиземном море, изготавливали в то время очень дорогие свинцовые белила. На кораблях отправляли их в другие страны. Однажды в греческом порту Пирей с нетерпением ожидал эту краску знаменитый художник Никий. Корабль подошел к берегу, но случайно загорелся. Пожар погубил драгоценный груз. Когда огонь залили, несчастный художник кинулся на обгоревшую палубу. Может быть, не все погибло? В углу трюма он нашел обуглившиеся сверху бочки с белилами. Их открыли. Краска уцелела,

однако стала ярко-красной. Так люди догадались, каким способом можно приготовить сурик.

Многие знают, какую важную роль играет свинец в электротехнике. Свинцовые аккумуляторы — наиболее распространенные источники электричества там, где нельзя получить ток от электросети. Менее известны способности металла по сверхпроводимости электрического тока в сжиженном газе — гелии. С этим свойством связаны и необыкновенные «чудеса».

Разве можно представить, чтобы металл висел в воздухе совсем без опоры? Да. Только в случае, если его поместить над свинцовой пластинкой, лежащей в жидком гелии. Суть этого явления объяснима. Намагниченный металл — источник силового поля. Когда его перемещают в пространстве, он по действию напоминает электродвигатель, создающий вокруг себя вихревые электрические токи. Они достигают сверхпроводящего электрический ток свинца, возбуждают в нем магнитные силы обратного знака. Разнополюсные силы как бы отталкиваются друг от друга. Тогда магнитик и зависает в воздухе.

О применении свинца можно сказать многое. Он пригоден для изготовления оружия — пуль, снарядов, но он и лечит (например, уже в древней медицине применяли свинцовые примочки), защищает от радиоактивных излучений. Рентгеновские аппараты и даже машины, которые могут войти в опасную зону после ядерного взрыва, имеют свинцовую броню. Добавки свинцовых соединений в бензин предохраняют двигатели от детонации.

Хрустальные вазы очень красивы потому, что стекло содержит примесь окиси этого металла. Он не боится таких опасных кислот, как серная или соляная. Однако легко растворяется в слабых муравьиной и уксусной. Свинец используют в различных сплавах и для

изготовления пломб, что созвучно, кстати, его научному имени— «плюмбум».

С особыми свойствами

Пять тысяч лет назад процветал город Вавилон. О нем мы знаем из истории. Жители Вавилона делали чудесные сосуды, применяя для этого самый хрупкий металл — сурьму. Ведь ее легко растолочь в порошок. Прошло около 4,5 тыс. лет. И вот однажды немецкий монах-алхимик накормил сурьмяным порошком свиней. Затем снова и снова. Свиньи стали жирными. «Пусть поправляются и монахи», — решил этот алхимик. Святая братия наелась гречневой каши с сурьмой, а на следующее утро все сорок монахов отправились на тот свет. Может быть, поэтому и назвали главную сурьмяную руду антимонитом, т. е. против монахов. Сурьмы в ней около 2/3, остальное — сера. Такова одна из исторических легенд, знакомящая нас с особыми свойствами сурьмы и с происхождением ее названия.

Геологи могут не согласиться с этим преданием, полагая, что название руды произошло от греческого слова «антимоний» — цветок. Действительно, главная руда представлена в виде красивых игольчатых кристаллов, напоминающих цветочные лепестки. Лингвисты тоже могут высказать свое мнение по поводу происхождения названия этого металла. Турецкое слово «сюрме» переводится как натирание или чернение бровей. Сурьмой, как известно, сурьмились восточные красавицы и римские матроны.

Сурьму долгое время вообще не считали металлом. Ведь основные качества металлов — ковкость и прочность — у нее отсутствуют. Следы сурьмы можно найти во многих минералах. Встречают их в воде, даже в метеоритах. Зато сурьмяных месторождений в мире немного. Может быть, поэтому и используют металл не столь часто.

Один из наиболее известных путей применения сурьмы — типографское дело. Об этом писал еще в средние века немецкий ученый Георг Агрикола: «Если путем сплавления определенная порция сурьмы прибавляется к свинцу, получается типографский сплав, из которого изготавливается шрифт, применяемый теми, кто печатает книги».

В этом тоже ее необычность. В отличие от других металлов, она, подобно воде, расширяется при охлаждении, т. е. при затвердевании. Формы для букв плотно заполняются.

Сурьмяные сплавы обладают свойствами полупроводников. А сам металл может легко растворить в себе почти все другие металлы. Из сурьмы делают краски, используют ее в медицине, в химической промышленности, в фотографии.

Необычными свойствами обладает и другой металл, к сожалению, такой же редкий, как и сурьма, хотя и рассеянный во многих породах. В слове «висмут» раскрывается его цвет. Название пришло к нам из древнего немецкого выражения «белый металл». Миллионные доли — таково содержание висмута в земной коре. И все-таки иногда находят его в самородках. Он плавится при температуре 271 °С. Но стоит соединить висмут с оловом или свинцом — сплав начнет «таять» и под лучами жаркого солнца. Ему будет достаточно 45 °С. Такие сплавы висмута лучше всего подходят для приборов-сторожей, т. е. там, где нужно предупредить о повышении температуры, например в автоматических огнетушителях.

Висмутовые соединения широко применяют главным образом в металлургии, медицине, химической промышленности, в ядерной технике и электронике. Слово «широко» совсем не подразумевает понятия «много». По прогнозам на 2000 год во всем мире будут получать каких-нибудь 5000–6000 тонн висмута.

Месторождений самородного висмута практически нет. И в то же время его можно добывать из многих рудных залежей, а так же получать из отходов металлургических заводов и металлического лома. Так и делают, хотя концентрация металла там зачастую измеряется сотыми долями процента.

«Белый налет»

«Белый налет» — вполне удачное название. Таков перевод на русский язык латинского слова «цинкум». Но привыкать к этому названию мы начали только в XX веке. Раньше этот металл имел много имен: спелтер, тутия, шпатур и т. д. Конечно, в этих названиях можно было запутаться, но применяли металл в основном для одной цели: оцинкования изделий из других металлов. Их окунали в расплавленный цинк или распыляли его из специального пистолета. Изделия можно и обсыпать цинковой пылью, затем выдержать в нагреваемом барабане. Все это нетрудно сделать потому, что цинк легко плавится: при температуре 419,5 °С.

«Белый налет» создан природой для защиты других металлов. В отличие от хрома и никеля, цинк, разрушаясь, защищает материалы от коррозии. Пока не исчезнет с поверхности «белый налет», оцинкованное железное ведро не потечет. Дело в том, что железо с цинком в присутствии влаги образуют микрогальванопару. В ней цинк — анод. Электрохимическая коррозия прежде всего будет воздействовать на анод. Происходит примерно такой же процесс, как и в электрической батарее.

История открытия и использования цинка уходит в глубь тысячелетий. Его сплавы были известны около 3,5 тыс. лет назад, например латунь — сплав меди и цинка. Тогда, естественно, о цинке ничего не знали. Просто нашли однажды камень, назвали его «кадмея». В присутствии меди и горящего угля он помогал выплавлять светлую латунь.

Дата получения собственно цинка в виде металла нам не известна. По крайней мере под названием

«фальшивого серебра» или «тутии» его производили в странах Востока еще до нашей эры.

Геологи до сих пор не находили собственно цинковых руд. Чаще всего этот элемент хранится в недрах в сообществе с другими металлами. Однако цинковых минералов мы знаем много. Это цинковая обманка, или сфалерит, — соединение металла с серой. Минерал действительно «обманный». Разные примеси окрашивают его в различные цвета.

В Сибири широко распространен маленький пугливый зверек — бурундук. У него серо-полосатая окраска шерсти. Там же, в Восточном Забайкалье, нашли бурундучную руду — смесь цинковой обманки и бурого шпата.

Прочность и блеск

Тот, кто посещал Выставку достижений народного хозяйства СССР, наверняка видел при входе большую скульптуру В. И. Мухиной «Рабочий и колхозница». Поставлена она здесь в 30-е годы и сделана из «нержавейки», в которой почти 1/5 часть составляет замечательный металл. Если перевести на русский язык его греческое имя «хрома» (chroma), то получится «краска». Это одно из научных недоразумений. Оно связано с историей открытия металла.

Действительно, различные соединения хрома дают хорошие краски, но не в них главное. Получилось так, что французский химик Луи Никола Воклен, открывший в 1797 году новый химический элемент, не смог сразу придумать ему названия. Друзья помогли в этом, увидев, какие прекрасные цвета дают соединения хрома.

Если говорить об открытии этого металла, то тут первенство принадлежит России. Профессор химии из Петербурга И. Г. Леман увлекался геологией. В 1766 году побывал он на Урале, в окрестностях Екатеринбурга (ныне Свердловск). Нашел там красный и очень тяжелый минерал, ранее неизвестный науке. Леман назвал его «сибирским красным свинцом». Однако изучить его детально не смог. Минерал послали в Париж в Королевскую Академию наук. Там в течение 30 лет не могли выяснить состав удивительного камня, пока Воклен..., но о нем вы уже знаете. Теперь такой минерал называют крокоитом.

Открыты и изучены десятки минеральных соединений хрома. Мы знаем, что в земной коре его достаточно. Но природа и тут распорядилась по-своему. Промышленных месторождений столь необходимого

природного элемента немного. Они встречаются реже, чем залежи редких металлов. Поэтому развитые капиталистические страны вынуждены покупать хром в государствах Азии и Африки, где найдены богатейшие его залежи.

В этом отношении нашей Родине повезло. Ее недра хранят месторождения руд, содержащих хром. Например, руды Орско-Халиловского месторождения на Урале содержат железо, хром и никель. Те компоненты, на основе которых получают знаменитую нержавеющую сталь.

Добавки хрома к металлам придают им прочность и коррозионную стойкость. Кирпичи, из которых сложены мартеновские печи, содержат хром. Пружины, инструменты и шарикоподшипники благодаря его присутствию приобретают отличные качества. Даже сапоги, называемые хромовыми, красивы потому, что для дубления кожи используют соли хрома.

Сегодня каждый имеет в личной собственности хотя бы немного этого металла. Например, изящный футляр ручных часов. Его хромируют. Поэтому любому из нас нетрудно оценить достоинства полезного дара недр, спрятанного внутри внешне непримечательных горных пород.

Исключительные качества

В немецкой мифологии есть фантастическая царица эльфов — Титания. Вот отсюда и пришло к людям название химического элемента — титан. Такое имя ему придумал немецкий химик М. Клапрот в 1795 году. Правда, есть мнение, что он совсем не думал о царице эльфов, а вспомнил о сыновьях древнегреческой богини земли Геи. Их звали титанами. Во всяком случае, название вполне удачное. Вероятно, поэтому и выбрали для этого металла имя «титан», а не «менакин», которое предложил четырьмя годами раньше англичанин Уильям Грегор. В науке так бывает. Одно и то же открывают разные исследователи, но слава достается не первооткрывателю.

Титана в недрах много. И все-таки его можно считать редким металлом. Слишком рассеян он в горных породах и лишь иногда образует крупные скопления.

Нам известны десятки титановых минералов. Однако важнейшие — ильменит, рутил и сфен.

В древнейших внедрениях магмы рождался он. Поэтому и месторождения его чаще всего открывают там, где залегают очень древние породы.

Легкость, тугоплавкость, коррозионная стойкость в воздухе и воде да еще прекрасная податливость при обработке создали славу металлу. Скорости самолетов в 2–3 раза выше сверхзвуковой можно достигнуть, применив титан. Изделия из титановых сплавов по коррозионной стойкости в десятки раз превышают изделия из нержавеющей стали. Величественная стела в честь покорителей космоса облицована титановыми листами. Она воздвигнута в 1964 году недалеко от

входа на Выставку достижений народного хозяйства СССР в Москве.

«Ложная медь»

Вы увлекаетесь старинными книгами? Именно они наглядно отражают истину, что сегодняшняя оценка природных ресурсов — далеко не окончательная. Завтрашний день потребует переоценки.

В 1796 году известный английский ученый У. Никольсон опубликовал в Лондоне солидный труд «Основания химии». Там написано: «Это металлическое вещество не нашло каких-либо применений...». Речь шла о никеле.

Минули десятилетия. Русский химик Д. И. Менделеев написал сочинение «Основы химии» [СПб, 1869 г.]. Там другой вывод: «Если открыты будут богатые месторождения никеля, то этому металлу предстоит обширное практическое применение как в чистом состоянии, так и в форме сплавов».

Ну, а если говорить о 80-х годах нашего века, то достаточно отметить: ежегодно публикуется около 1000 научных статей об этом металле и его соединениях. Почти в каждой публикации есть что-то новое о практической полезности чудесного элемента нашей планеты. Да и не только нашей.

Впервые люди познакомились с никелем, когда он «упал с неба». Железо-никелевые метеориты хранятся во многих музеях мира. Никелевые сплавы использовали издавна, но ничего не знали о самом металле. Древние китайцы выплавляли фальшивое серебро — пектхонг (или «пекфонг»). Его секрет раскрыли в Германии лишь в прошлом веке. Прекрасны изделия из нейзильбера («нового серебра») и мельхиора — тоже никелевых сплавов. Спрятан никель в монетах. За долгие десятилетия их отчеканили столько, что, если собрать в столбик, он достиг бы Луны.

Зеркальный блеск этого металла нельзя сравнить с желтым отсветом естественного спутника Земли — Луны. Далекий лунный диск, скорее, похож на медную монету.

Однако в самом начале думали иначе. Шведский минералог и химик Аксель Фредерик Кронстедт назвал никель «ложной медью». Никелевая руда была похожа на медную. Кронстедт считал открытый им элемент полуметаллом. С 1751 года и вплоть до начала XIX века ученые отвергали открытие Кронстедта, полагая, что никель — простой сплав известных металлов с серой и мышьяком. Ученый умер, не узнав, сделал ли он большое открытие или ошибся.

Вообще с никелем из-за его природных свойств сначала было много недоразумений. В месторождениях он часто соседствует с железом, медью и другими металлами. Но стоит отделить его — опять может возникнуть путаница. У никеля много общего с кобальтом. Это родство проявляется не только в отдельных залежах, но, кажется, и во Вселенной. Железо-никелевые метеориты почти на 9/10 состоят из железа, остальное достается никелю и в небольшой степени кобальту. Некоторые геологи предполагают, что и ядро нашей планеты имеет подобный состав. Если так, то запасы внутриземного никеля можно оценить огромной цифрой: 17-1019 тонн. В миллионы раз больше, чем ресурсы разведанных месторождений.

От горного духа

Сначала виновником зла считали горный дух. Кто, кроме него, мог так подшучивать над горняками? В Саксонии издавна добывали медную и серебряную руды. Иногда из нее вместо металла при обжиге выделялся ядовитый газ. В чем причина? «Это шутки горного духа Кобольда», — говорили горняки.

Был ли очень вредным этот мифический дух? Теперь ответ на этот вопрос нужно искать в истории религиозных предрассудков. А вот имя Кобольда принесло много хорошего людям и, вероятно, даст еще больше в будущем. Кобальтом назвали металл, примеси которого мешали горнякам из Саксонии выплавлять медь. Ныне такие примеси позволяют получать прекрасные сплавы для изготовления резцов, магнитных и жаропрочных материалов. Соединения металла необходимы химической промышленности, сельскому хозяйству, для изготовления керамики, эмалей и красок.

Кстати, если говорить о красках, то и тут кобальт сначала проявлял себя неуловимо. В гробнице египетского фараона Тутанхамона нашли стекло, окрашенное в синий цвет. Рецепты изготовления цветного стекла тогда тщательно скрывались. И Венецианская республика, славившаяся своими изделиями из цветного стекла, следовала по тому же пути. За раскрытие тайн красок мастерам грозила смерть. Позже богемский умелец Шюрер научился получать синюю краску из никому, кроме него, не известной руды. Окрашенное этой краской стекло называли «цафером». Откуда мастер добывал сырье? Что с ним делал? Этого не знал никто. Вот и получалось: кобальтовой синью пользовались издавна, однако не

думали, что цвет дает металл. Лишь в 1735 году шведский химик Георг Брандт, открыв кобальт, сумел объяснить и тайну знаменитой краски.

Значит, таинственный природный элемент давно приносил людям пользу. Несмотря на это, даже в первой трети нашего века ученые продолжали отмечать в своих трудах: «До настоящего времени металлический кобальт с точки зрения потребления не представляет интереса». Именно с точки зрения разностороннего использования такой редкий металл, встречающийся во многих рудах в виде примеси, сейчас особенно ценен. Поэтому, скорее, можно согласиться с земляком немецких горняков— великим поэтом Вольфгангом Гете:

... Кобальдам добрым мы родня,
Хирурги гор, свой труд ценя,
Сверлим мы их по мере сил.
Пускаем кровь из рудных жил.
Металлы грудой копим мы.

Да, металл, получивший свое название по имени горного духа, делает и будет делать много доброго для людей, овладевающих секретами его использования.

Открытый в сплаве

Итак, деловая любознательность или промышленный шпионаж? Наверное, и то и другое не было чуждо Генри Форду — автомобильному королю Америки...

В начале XX века он только начинал. Генри Форд приехал в Англию на автомобильные гонки. Где гонки, там и катастрофы. Вдребезги разбилась французская машина. Форд не замедлил подобрать осколок двигателя. Затем передал его в свою лабораторию. Легкий и в то же время твердый с хорошей вязкостью металл содержал ванадий. Вскоре качественная ванадиевая сталь появилась в автомобилях Форда. А потом он с гордостью заявил: «Если бы не было ванадия, то не было бы моего автомобиля».

Действительно, стоит добавить немного этого металла в сталь — ее упругость и прочность резко повысятся. Дополнительная прибавка хрома превращает обычную сталь в броневую. Подобные сплавы необходимы почти повсюду. Собственно и сам ванадий был открыт в сплаве. Притом неожиданно.

Швеция и сейчас славится качественной металлургией. Это объясняется не только мастерством металлургов, но и составом шведской руды, богатые залежи которой развели еще в начале прошлого века. Шведы выплавляли железо в доменных печах. В одних случаях получали хрупкий металл, в других — весьма ковкий. Сначала полагали, что «виноваты» домны — по-разному плавят. Однако отладить их работу не смогли. Решили обратиться к химику Нильсу Сефстрёму. В шлаке плавильных печей он обнаружил черный порошок. Предположил, что причина в нем. По имени древнескандинавской богини красоты Ванадис назвал

порошок «ванадием». Было это в 1830 году. Сефстрём опубликовал сообщение о ванадиевом порошке. Минуло еще 39 лет, прежде чем порошок сумели превратить в ковкий металл светло-серого цвета, который в 1,5 раза легче железа.

В перипетиях с открытием этого металла заложены не только случайности, но и природные закономерности. Земные недра богаты ванадием. Его больше, чем хрома, никеля, меди, свинца и цинка. Однако залежи собственно ванадиевых руд почти не встречаются. Его чаще всего добывают попутно из железных, свинцово-цинковых руд и других залежей. Имеется он и в нефти. Например, зола венесуэльского «черного золота» на 1/10 насыщена ванадием.

Есть он и в некоторых железорудных месторождениях Урала. Железа в них не очень много. Вроде бы можно считать руды бедными. Сначала сомневались: «Стоит ли осваивать залежи Качканара»? Теперь сомнения отпали. Наличие в руде ванадия стало главной ценностью.

Когда-то из подобных горных пород выплавляли одно железо, ковкий металл и другие полезные элементы выбрасывали в отходы. Теперь они превратились в полезные ископаемые, лежащие рядом с металлургическими заводами. Один из примеров добычи ванадия таким образом подал сам первооткрыватель черного порошка Сефстрём, когда искал причину «плохой» работы шведских домен.

Непохожие близнецы

Вначале их приняли за одно и то же. Причина в том, что минералы, содержащие эти металлы, во многом почти близнецы. Довольно мягкие, серебристо-серые, они, как графит, могли оставлять след на бумаге. Речь идет о свинцовом и молибденовом блеске. И только в 1778 году шведский химик Карл Шееле сумел открыть новый элемент, названный молибденом, что в переводе с греческого означает «свинец». Выходит, что, если не в свойствах, то в названии, двойственность сохраняется.

В конце прошлого века молибден вошел в металлургию. Добавки его улучшают сталь: придают ей прочность и упругость. Он помог раскрыть и древнюю тайну острых самурайских мечей, которые никогда не тупились. Русский ученый-металлург П. П. Аносов обнаружил в стали, из которой ковались эти мечи, молибден.

Обычно он встречается совместно с другими ценными металлами. Молибден относят к редким элементам земной коры.

Близок к нему по своим свойствам вольфрам. Он может прятаться в гранитах, в жилах кварца, в оловянных рудах и просто в речных россыпях. Выбирает для себя подчас совсем необычные места. Его нашли в соленых водах озера Сёрлс, которое находится в США. Этот металл долго препятствовал своему открытию. Узнали о нем в 1781 году. Сумели выплавить в чистом виде спустя 69 лет. Он плавится при температуре 3410–3460 °С. Тугоплавкость металла — великое достоинство. Но долгое время оно было и помехой. Это свойство запечатлено даже в названии металла. Он встречается в оловянной руде. Получить из такой руды много олова нелегко. Тугоплавкий металл как бы съедает своего

соседа, переводя его в пену расплавленных шлаков. Вот и прозвали его за это «волчьей пеной». Так можно расшифровать немецкие слова «вольф» — волк и «рам» — пена.

С этим металлом знаком каждый. Кто не видел нить накаливания электролампы? Она из вольфрама. Лазерные аппараты видели пока немногие. И там необходим вольфрам.

Двуединные

Сын всемогущего Зевса, царь фригийский Тантал был любимцем богов. Хитрый и коварный, он решил проверить, так ли боги всевидящи, как об этом говорят. И вот на пиру он приказал подать им блюдо, приготовленное из тела убитого своего любимого сына Пелопса. Боги не притронулись к пище. Разгневанные, они обрекли Тантала на мучения в преисподней. Стоит он там по горло в воде, у самых губ его плещется она — чистая, прозрачная, чуть наклониться и... Но нет! Не может утолить жажду бывший любимец богов. Вода в миг исчезает, а потом снова появляется. И так все время. Он обречен на «танталовы муки». Именно за эти муки и назвал шведский химик А. Экеберг открытый им элемент — танталом. Ведь его окисел был тоже осужден на «неутолимую жажду». Он не растворялся в кислотах. К тому же долго не находил настоящего признания. И началось это с того, что открытие Экеберга опоздало.

Годом раньше, в 1801 году, английский химик Ч. Хат-чет обнаружил в минерале, найденном в Колумбии, дотоле неизвестный элемент и дал ему имя «Колумбии».

Ученые и не подозревали, что открыли одно и то же. Более 40 лет существовал двулик элемент. Лишь в 1844 году немецкому химику Г. Розе удалось доказать, что в обоих случаях речь шла действительно о двух разных, но находящихся в смеси, металлах.

Старый элемент «тантал» и новый «Колумбии» содержали в себе попутчика. Ниобий — такое имя дал ему Г. Розе в честь дочери Тантала Ниобы.

Чистый тантал удалось получить лишь в 1903 году немецкому химику В. Больтону. Но на этом «танталовы

муки» открытых металлов не закончились. В США до последних лет ниобий упорно называли и называют колумбием, его вообще долго не хотели признавать ценным и выбрасывали как вредную примесь руды. В чем дело?. Просто люди слишком мало знали о редких металлах. Только в последние годы сумели оценить их. На первый взгляд, оба металла ничем не примечательны. Ниобий — светло-серый. Тантал — чуть темнее, с синеватым оттенком. В обычных условиях они не выделяются среди других, зато в необычных — это богатыри. И основной — ниобий. Тот самый, который еще в 30-х годах считался ненужной примесью танталовой руды.

Кому и где они так необходимы? Первое — в атомной энергетике. И прежде всего здесь нужен ниобий. Он тугоплавок, почти не изменяет своих первоначальных свойств при высоких температурах, а главное поглощает очень мало излучаемых частиц — нейтронов. Второе — в химической промышленности. Третье — в электронике, в фотографии, даже при изготовлении перьев для авторучек.

А где найти такие металлы? Ведь они редкие. Чаще всего их ищут в гранитных пегматитах и в россыпях, возникших от разрушения этих пород. Тантал и ниобий прячутся также в известняковых образованиях.

Энергетические элементы

Кто не знает английскую соль? Очень горькая, широко используется как слабительное средство. Впервые с ней познакомились в конце XVI века, когда стали выпаривать воду, вытекающую из недр вблизи города Эпсом. Английская соль была похожа на порошок, который в древности получали, прокаливая куски породы, близ греческого города Магнессии. Поэтому ей и дали такое имя — магнезия. А металл, найденный в этой соли, назвали магнием. Он серебристо-белый, очень легкий. Легче алюминия в 1,5 раза. И хотя плавится при температуре 651 °С, но может гореть лучше любых дров. Стали его применять там, где нужна яркая вспышка: в ракетах, в фотоделе, в зажигательных бомбах. В его свете можно загорать: выделяет ультрафиолетовые лучи. Магний хорош в легких сплавах, а они нужны повсюду.

Немало этого металла на Земле. В морской воде, в ископаемых солях, в осадочных породах — магнезитах и доломитах. Поэтому о самых больших его месторождениях говорить не приходится. В любом соленом море или озере можно добывать этот горючий металл.

Подобно магнию, и другой очень легкий металл встречается повсюду. Он есть в живых организмах, в растениях, в горных породах. В гранитных пегматитах минералы, содержащие литий, составляют иногда 1/4 часть всего массива. Но в отличие от магния литий причисляют к редким металлам. Добавим: он мягче воска, легче щепки, горит, как спичка. И вот представьте: именно такому мягкому, неустойчивому металлу дали имя, обозначающее в переводе с греческого «камень». Так назвал его шведский химик А.

Арфедсон в 1817 году. Впрочем, ученый не догадывался, как будет выглядеть его открытие. Не знал он и об удивительных свойствах лития.

В 1855 году замечательному экспериментатору Р. Бунзену удалось получить из расплавленных хлоридов чистый металлический литий. Ему помог новый метод электролиза. И, конечно, чистый «камень» удивил Бунзена. Не понимали его странных свойств и другие исследователи. Кому нужен такой слабый металл? Metallургам — нет. Станкостроителям, автомобилестроителям — нет. Может быть, поэтому вплоть до 40-х годов нашего столетия литий оставался беспризорным. И вдруг обнаружилось, что он необходим всему человечеству. Производство термоядерной энергии тесно связано с литием, а она — энергия будущего.

Разве не мечта любого шофера получить вместо множества сортов смазки одну, универсальную? Вместо тяжелых бензиновых баков — капельку «высококалорийного» литиевого топлива. В металлургии этот элемент выполняет роль санитар-дегазатора. Поглощает вредные газы, которые ухудшают структуру металла. Литиевая эмаль — идеальное покрытие. Ее можно наносить на поверхность так же легко, как и краску. В телевизионных трубках, в рефлекторах, в прекрасных по качеству оптических стеклах — опять необходим литий. В наших домах может конденсировать воздух, в холодильниках поглощает влагу. А кому не памятен стук мела по школьной доске? Лишний, отвлекающий внимание. Ничтожная добавка металла в краску, покрывающую поверхность доски, и она станет «глухой». Стук исчезнет.

Сейчас мягкий литий «встает на твердые ноги». Приступают к широкой добыче и подчас совсем необычной. Его начинают усиленно добывать из...

рассолов озер. Так, в Соединенных Штатах Америки, в Калифорнии, выкачивают из озера Сёрлс. Добывают литий и из пегматитов.

А теперь коротко о самом известном металле-топливе. В отличие от магния и лития, «зажечь» уран непросто. Но если он «загорится», то каждый грамм его вполне заменит три тонны угля. В истории названий он не новичок. Достаточно вспомнить, что в древних мифах присутствует бог неба — Уран.

Науке давно известен. Еще в первой половине прошлого века французский химик Э. М. Пелиго сумел получить металлический уран. Его соотечественник А. Беккерель в 1896 году именно в уране впервые открыл радиоактивные свойства. Об энергетической силе урана сегодня знает каждый школьник.

Известных месторождений этого металла в недрах немного. Но он присутствует в виде примеси в магматических и осадочных породах, даже в песке и угле. Уран есть и в соленых водах морей. К сожалению, повсюду в очень небольших количествах, как говорят, в рассеянном виде. И главная задача исследователей — найти лучшие способы извлечения его из недр планеты.

Рассеянные и необычные

Напрасно искать их клады. Они распылены среди горных пород. Поэтому и называют эти металлы рассеянными. Есть среди них недотроги. Вроде цезия. Стоит взять в руки — начнет плавиться. Положить в воду — взорвется. На воздухе — мгновенно воспламенится. И все-таки этот недотрога очень нужен людям. Например, для приборов — интроскопов, просвечивающих оптически непрозрачные тела.

Почти такими же свойствами обладает его собрат — рублидий. Недалеко от них ушел и галлий. Правда, он странный металл: плавится в руках, а чтобы закипеть, требует температуры больше 2000 °С. Это первый химический элемент, который был открыт по предсказанию великого русского химика Д. И. Менделеева.

Рений — среди рассеянных металлов принадлежит к тяжеловесам и не поддающимся плавлению при температуре даже более 3000 °С. Он очень похож на платину и необходим для изготовления электронных приборов, а его сплавы используют в авиационной и космической технике.

Два «неразлучника» — теллур и селен. Их называли так, потому что они всегда вместе, подобно Земле и Луне. Ведь Земля по-латински — Теллус, а Луна по-гречески — Селена. Они очень ядовиты. По свойствам мало похожи на металлы. Однако могут, как все металлические вещества, хотя и плохо, проводить электрический ток. Их используют в электротехнике, фотоделе, стекольной промышленности.

Попутчиком цинковой руды является кадмий. Слово «кадмейя» греческое и переводится на русский язык как «цинковая руда». С помощью стержней из этого

металла регулируют работу атомных реакторов. Он используется для антикоррозионных и декоративных покрытий. Сульфид кадмия — краска для живописи.

Его обычный сосед в руде — индий. Нет покрытий для зеркал и рефлекторов лучше, чем из этого очень мягкого металла. Правда, за год во всем мире добывают всего несколько тонн индия.

«Обманным» металлом можно назвать таллий. Он похож на свинец. В различных соединениях приобретает свойства то серебра, то натрия.

Незаменим в современной радиотехнике германий. Из него делают крохотные небыющие полупроводниковые «лампы». В специальных аппаратах он может летом охлаждать квартиру, зимой обогреть ее. Открытие германия еще в 1871 году предсказывал Д. И. Менделеев. Через 15 лет, в 1886 году, этот элемент действительно открыли в Германии.

Из каких же пород можно добывать эти странные металлы?

Цезий и рубидий в основном из калийных солей и пегматитов. Галлий получают из алюминиевых руд. Рений из месторождений, где есть молибден. Кадмий и индий извлекают даже из металлургической пыли и газа, остающихся при выплавке цинка и свинца. Германий есть в железных рудах и в угле. В полиметаллических подземных кладовых нередко прячутся селен и теллур.

Собственных месторождений рассеянных элементов нет. Зато они могут быть постоянными попутчиками в других полезных ископаемых.

В драгоценных камнях

Изумруды! Зеленые, голубые. Кто не слышал об их красоте? Но не каждый знает, что драгоценными они стали благодаря присутствию в них примесей бериллия. Его название происходит от латинского «бериллиум» — блестящий.

Академик А. Е. Ферсман называл бериллий материалом будущего. Действительно, легкость, прочность и теплостойкость сочетаются в одном металле. Бериллий вдвое легче алюминия и гораздо прочнее лучших сортов сталей. Не случайно на американских космических кораблях его использовали для теплозащитного покрытия. Геологи предполагают заключить в теплоизолирующий футляр из окиси бериллия миниатюрный атомный реактор — бур. Проплавляя недра, такой бур может углубиться на десятки километров в толщу земной коры. Вроде бы немного в ней рассеяно этого природного химического элемента. В тонне — единицы граммов, однако это вдвое больше, чем свинца.

Бериллий спасает от высокой температуры, и в то же время он может сам стать отличной добавкой в ракетное топливо: при горении выделяет огромное количество тепла.

Есть у него не только достоинства, но и недостатки. Довольно хрупок, ядовит и пока дорог.

А теперь о гиаците. Это не цветок. Это драгоценный камень. Называют его и «оранжевым цирконом». Откуда произошло это название? До сих пор неясно. Может быть, от арабского «заргун», что значит золотистый? По крайней мере, об этом не задумывался знаменитый химик И. Берцелиус. Он просто назвал цирконием новый элемент, полученный им в 1824 году.

Так узнали еще об одном редком металле. Циркония в природе не меньше, чем меди. Почему же он редкий? Потому, что нет у него собственных месторождений, подобно медным. Его в очень малых количествах можно найти почти в любых породах.

Внешне он похож на сталь. Не боится и высоких температур. Сейчас резко возрастают скорости машин. Быстрее работают станки, стремительнее летают самолеты. Все это вызывает перегрев материалов. Разве легко обойтись при этом без циркония? Необходим он и для ядерных реакторов.

На первой американской атомной подводной лодке «Наутилус» был установлен реактор из циркония. Его рудой может быть и пляжный песок. Именно из прибрежно-морских россыпей сейчас добывают больше всего циркониевых минералов. В них прячется и другой редкий металл — гафний. Тоже очень жаропрочный.

Конечно, в драгоценных камнях есть и другие металлы. Но среди них бериллий и цирконий занимают особое место.

Самые благородные

Когда-то здесь росли пальмы, цвели магнолии. По тропическим лесам Чукотки бродил Золотой олень. Затем подули холодные ветры, на материк с севера надвинулись льды. Цветы магнолий осыпались, вымерзли пальмы. Вместо них выросли карликовые деревца и лишайники. Пришлось Золотому оленю спрятаться в скованную морозом землю. Был он огромный. Поэтому оказались его голова на Аляске, передние ноги на Чукотке, а задние на Колыме.

Такова древняя легенда северных народов. Но... не лишена она и геологического смысла. Действительно, в свое время здесь росли пальмы, благоухали магнолии. Именно в этих землях нашли золото.

Наверное, никто и никогда не узнает имен первооткрывателей благородных металлов. Человечество пользовалось ими с незапамятных времен. Письменности, а тем более геологов тогда не было. Но находили золотые и серебряные самородки.

Не узнать нам, откуда пришли названия этих металлов. Не только разведчики недр и археологи, но и языковеды об этом лишь строят догадки. Одни считают, что слово «золото» придумали древние звездочеты. Оно родилось от сравнения с ослепительным богом Солнцем. Другие утверждают — просто возникло от понятия «желтый».

Еще сложнее обстоит дело с серебром. О золоте и меди сообщают древнеегипетские папирусы, настенные надписи и клинописные таблички стран Ближнего Востока. О белом мягком металле таких сведений почти нет. В чем дело? Может быть, в том, что в Древнем Египте его называли «нуб хэдж» — «белое золото»? Далекие наши предки, наверное, рассматривали этот

дар недр как нечто взаимосвязанное, единое. Хотя это лишь предположение.

Где была страна Салибе, о которой упоминает Гомер? Считается, что немецкое слово «зильбер» произошло от названия этой страны. Действительно, в Германии давно добывали серебряные руды. Но, по крайней мере, никому не удалось доказать, что со времен Гомера.

Есть в Греции свинцовый рудник Лаурион. Там также издревле добывали серебро и называли его «аргирон», т. е. блестящий. Не отсюда ли пришло к химикам латинское название серебра «аргентум»? А М. В. Ломоносов в труде «Первые основания металлургии или рудных дел» писал: «Серебро от химиков называется Луною и имеет знак серпа».

Как видите, благородные металлы таят еще много неясного, даже легендарного, в самых своих истоках. Раскрыть их — значит познать историю развития экономики далеких эпох, выяснить начала древнего рудного дела.

В чем же достоинства драгоценных металлов? Золото блестит, мягкое. Оно не ржавеет. Встречается часто в виде самородков. В то же время известны и золотиносные конгломераты, которые наполовину могут состоять из железа, меди, никеля и других металлов.

Серебро во многом похоже на своего «собрата». Только цвет иной, да самородки покрупнее встречаются. Среди них есть рекордсмены (до 10 тонн), а масса золотых гигантов во много раз меньше. В общем-то достоинства не слишком выдающиеся. Современная промышленность требует гораздо большего.

Имеется у благородных металлов, пожалуй, самый дорогой соперник — платина. Она серовато-белая, по своим свойствам близка к золоту. Не случайно ею пользовались в средние века испанские

фальшивомонетчики. Тогда не догадывались о ее ценности. Вот и добавляли в сплав золота никому не нужный отброс. Когда об этом узнало правительство Испании, оно приказало «пресечь зло» и утопить запасы платины в море.

Откуда пошло ее название, это уже не тайна. В XVII веке испанские завоеватели покорили страну ацтеков. Один из отрядов Ф. Кортеса остановился на маленькой речушке Платино-дель-Пинто в Колумбии. Здесь и нашли самородки металла. В 1901 г. добыли только 201 килограмм платины. А теперь добыча ее измеряется десятками тонн в год.

Драгоценные металлы используются в технике крайне редко. Золото и отчасти серебро исторически стали средством международного платежа. К их условной цене приравнивают стоимость и товаров, и бумажных денег.

Из этих металлов чеканят монеты и медали. Одно время в Древней Руси вместо денег носили с собой серебряные бруски. Если товар был дешевле целого бруска, от него отрубали определенную часть. Отсюда родилось всем знакомое слово «рубль».

Самые дорогие

Сначала он занимался врачебной практикой в рабочих районах Лондона. Однако скоро понял: его лекарства мало помогают больным, бессильны против голода, хронических и профессиональных заболеваний. Тогда занялся ювелирным делом. Мастерская Уильяма Волластона стала процветать. Ведь он не просто обрабатывал драгоценные металлы. В этом деле мастер проявил себя прекрасным исследователем. Платина, с которой он работал, была «загрязнена» примесью золота, ртути и... Теперь пора перейти к научному детективу.

Однажды уважаемый в Лондоне торговец минералами мистер Форстер получил анонимную посылку с просьбой продать кому-нибудь небольшое количество вновь открытого металла палладия. Форстер взялся за это. Ему, действительно, понравился маленький красивый слиток. Но такое оповещение об открытии нового металла не доставило удовольствия английским ученым. Химик Ричард Ченевикс решил купить неизвестный металл. Не пожалел больших денег с одной целью: исследовать слиток и разоблачить мошенника. Что и сделал. На заседании научного королевского общества и в печати сообщил: новоявленная драгоценность — обыкновенный сплав платины с ртутью.

Казалось бы, можно успокоиться. Однако споры не затихли. Таинственный слиток по-прежнему волновал умы ученых. Сам ученый секретарь общества старательно поддерживал дискуссию, вместо того чтобы вести себя сдержанно... В конце концов в 1805 году он признался, что все это затеял умышленно, чтобы пошутить. Ученого секретаря звали Уильямом

Волластонош. Так стало известно об авторе открытия, поколебавшем научный авторитет некоторых самонадеянных исследователей. Выходит, не случайно легкий и серебристый палладий был назван в честь богини мудрости Афины Пал-лады.

Мы знаем: он очень красив. Но главное в другом его удивительном свойстве. В природе нет таких материалов, которые могли бы впитывать в себя водород в объеме, в 850 раз превышающем объем самого металла. А палладий на это способен. Он очень широко применяется в химической промышленности.

Месторождения палладия нам практически не известны. Где же тогда его найти? Чаще всего среди других руд, например сульфидных, медно-никелевых. Туристы, посещающие Кубу, могут познакомиться с белым золотом. Это настоящее золото, светлый цвет его объясняется небольшой примесью палладия. Его находят и среди алмазных россыпей. Встречается он почти во всех метеоритах.

Нужно сказать, что У. Волластону повезло в изучении платины. В ней он обнаружил и другой интересный металл. Чтобы изготовить из него небольшую ступку, необходимо переработать десятки тысяч тонн руды. Зачем такая ступка? Она предназначалась для измельчения родия, из которого была сделана. Цена ступки сравнима со стоимостью всего предприятия, где пользовались этой единственной в своем роде лабораторной посудой. Это факт современный. А вот исторический.

В начале прошлого века на Урале стали осваивать месторождение самородной платины. Ее привозили в Петербург и перерабатывали в чистый металл. К 1843 году на Монетном дворе накопилось около полутора тонн отходов платинового производства. Чтобы избавиться от них, отдали почти бесплатно за границу. Отдали вместе с самыми драгоценными редкими

металлами: родием, осмием, иридием и палладием. Если бы тогда знать, что знаем мы о них сейчас...

Добыча сверхдрагоценных металлов совсем непохожа на традиционную. Очень дорогую самородную платину закладывают в фарфоровые котлы, при нагревании обрабатывают ее смесью азотной и серной кислот — «царской водкой» — и растворяют. Из раствора с помощью различных химических веществ, а также упаривания и осаждения выделяют новые металлы. Можно, конечно, использовать и другие способы.

С каждым годом растет спрос на платиновые металлы. Но счет добычи пока ведется на граммы и килограммы.

Редкие «земли»

«...Было море ошибок, и истина в нем тонула». Не поэт, не философ, а представитель точных наук французский химик Жорж Урбен решился на такое высказывание о редких «землях».

Почему назвали их «землями», притом редкими? В самом деле это — металлы. Может быть, по оттенкам они чем-то и напоминают почву, но не более. В целом же, скорее, можно сравнить с железом и серебром. Ну, а редкие?

В земной коре их общее количество превышает известные нам запасы свинца, олова, вольфрама, ртути, золота и серебра. Геологи нашли сотни редкоземельных минералов. Знаменитые апатиты Кольского полуострова почти 3 % своей массы отдали редким «землям». Присутствуют они в почвах, в животных и растениях, в лунном грунте, обнаружены в спектрах далеких звезд Вселенной. Нам известно около 70 металлов, которые спрятаны в горных породах. Добрая четверть из них— редкоземельные.

Впрочем, так можно говорить в наши дни. А в начале века, в 1900 году, вряд ли кто, кроме специалистов, обращал внимание на три маленьких металлических кубика. Их демонстрировали в Париже на всемирной промышленной выставке. Это были первые из семейства редкоземельных: лантан, церий и неодим. Их многочисленных «братьев» такими, какими они есть в действительности, удалось увидеть значительно позже.

Не зря самый главный редкоземельный металл назван лантаном, что в переводе с греческого значит «скрываюсь». Впервые познакомились с ним в 1839 году, затем в течение десятилетий не могли получить в

чистом виде. Что делать с металлом и его семейством не знали. Применяли только в зажигалках. Родственники лантана — церий, празеодим — использовались там же.

Для окрашивания или обесцвечивания стекла пригодился неодим. В 1938 году в нем впервые обнаружили следы другого редкоземельного металла — прометия. Он обладает радиоактивными свойствами.

Есть среди редкоземельных металлов и самарий. В середине прошлого столетия на Алтае и Урале работал горным инженером некто В. Е. Самарский-Быховец. Однажды рабочие принесли ему неизвестный черный минерал. В 1879 году из этого минерала выделили новый металл, именуемый самарием.

Мы говорим «редкоземельные элементы». А вот европия в земной коре больше, чем золота. Но мало кому посчастливилось пока увидеть европий. Еще недавно он стоил почти в 300 раз дороже золота.

Или гадолиний. Его почти столько же, сколько и свинца. Только он рассеян повсюду. Подобно свинцу, он может служить противорадиоактивной броней. Притом легкой и очень тонкой.

Среди редкоземельных — три «родственника», обнаруженные в минерале, найденном в 1788 году вблизи шведского селения Иттербю. Чтобы не путать, им дали имена: иттербий, тербий и эрбий.

Очень труднодоступным оказался диспрозий. Его так и назвали, используя греческое определение «диспрозитос». Получить другой металл — гольмий — еще сложнее. Не зря он знаменит своей дороговизной. Ценится в несколько сотен раз дороже золота. Не менее дорогой и тулий. Или лютеций, о котором вообще пока мало известно.

Вроде бы с металлами люди имеют дело не первое тысячелетие. Давно пора было бы разобраться. Но только не с «редкими землями». Они, как перо жар-

птицы, за семью замками, которые может открыть наука, да и то в строго определенное время.

Когда-то Жоржу Урбену, чтобы получить сравнительно чистый тулий, пришлось сделать более 10000 сложных химических опытов. Многие годы тратили опытейшие исследователи в надежде увидеть не ложный, а реальный редкоземельный металл. И, казалось, видели... Поэтому в начале нашего века сумели «открыть» их около 100, а затем большинство из них закрыли. Просто ошибались. Вылавливали в море химических соединений не ту капельку. Но и это имело смысл. Химическая восприимчивость таких элементов — стремление как бы впитывать в себя другие соединения — позволяет с их помощью извлекать из минеральных веществ нужное или ненужное. Устойчивость при высоких температурах — отличная возможность для создания ранее неизвестных по свойствам сплавов. Нержавеющие стали, содержащие хром и никель, довольно хрупки, небольшое количество редкоземельного металла превращает их в вязкий материал. Соединив церий с железом, получим сплав, который самовоспламенится в воздухе. Хороши легкие и прочные магниевые сплавы. Только плохо выдерживают повышенные температуры. «Редкие земли» помогают им стать более жаропрочными. Ученые считают, что использование в металлургии таких металлов в качестве небольших добавок приведет к промышленной революции.

Становятся очень прозрачными от добавок редкоземельных элементов стекла. Эти металлы служат и для регулирования ядерных процессов. Их радиоактивные изотопы можно использовать для изготовления микробатарей. Такие атомные батарейки размером с обычную канцелярскую кнопку служат в течение нескольких лет. В общем, это — действительно материалы будущего.

Много неизведанного и полезного таят в себе такие необычные металлы. Через «море ошибок» идут исследователи, открывая их тайны. И труд этот, быть может, создает основы для наступления новой минеральной эпохи в использовании богатств недр, когда главным станет не количество добытых горных пород, а качество извлечения из них отдельных химических элементов. Ведь почти любой камень — источник металлов и неметаллов. Только их нужно уметь отделить друг от друга, выявить особо ценные свойства и, конечно, разумно использовать.

Преобразуемый камень

*Все, что мы знаем о реальности,
исходит из опыта и завершается им.*

А. Эйнштейн



Многоцветная россыпь

Взгляните на карту нашей страны. Поистине великая и обширная. Есть у нас горные хребты и равнины, возвышенности и низины, моря, озера, реки. Не будем перечислять подробно минеральные богатства отдельных районов. Об этом можно прочесть в учебниках и научных трудах. Мы совершим путешествие в некоторые районы нашей Родины.

Северо-Запад. Карелия. Обычная грунтовая дорога, каких много повсюду. Неожиданно она становится красной. Тут начинаются земли Шокши. Дорогу проложили в лесах еще при Петре I. И тогда же начали разрабатывать единственное в стране месторождение красных кварцитов. «Малиной» называют его местные жители. На 26 километров среди болот протянулась эта каменная гряда. А ее клады разошлись по всей земле русской. Мавзолей В. И. Ленина облицован розово-красным шокшинским кварцитом.

В прошлом веке проходил мимо безвестного карельского поселения Шуньги горный изыскатель Комаров. Увидел в его окрестностях черный камень. Назвал его по имени поселка шунгитом. В других районах мира таких пород пока не находили. Если хотите посмотреть, как он выглядит, для этого не надо ехать в Карелию, достаточно посетить Исаакиевский или Казанский соборы в Ленинграде. Плинтуса, подоконники и полы в них выполнены из разновидности шунгитов — черного аспида. Использовали его и для приготовления превосходной черной краски.

Шунгит — сложное соединение углерода и других минеральных веществ, созданное в недрах Карелии сотни миллионов лет назад. Оно чем-то напоминает уголь и графит, однако иное. Электропроводность,

свойственная графиту, твердость и инертность к агрессивным средам, характерные для прочных гранитов, удачно сочетаются в шунгите.

Карельский камень применяют в качестве заполнителя для микрофонов, для производства огнестойких тиглей и карандашей, точильных камней и сажи. Черные сланцы, почти наполовину состоящие из него, могут стать источником для получения газа, цемента, кирпича. В начале 70-х годов в Карелии построили первый завод по производству шунгизита.

Раньше было так. Глыбы камня размельчали в щебенку. Потом ее увозили туда, где изготовляли бетонные плиты. Шунгит — хороший наполнитель для бетона. Решили обжигать шунгит в специальных установках. Получали легкие гранулы. Не десять эшелонов, как в прошлом, а одного состава достаточно, чтобы изготовить то же количество бетонных плит. Вся разница лишь в том, что шунгиты — естественная горная порода, а шунгизит — искусственный облегченный камень.

Минеральное многоцветье Карелии неповторимо. Здесь сотни месторождений гранитов, мраморов и других ценных поделочных камней. Но об этом же могут сказать жители Урала, Кавказа, Забайкалья и многих других районов страны. И там есть что-то неповторимое, впервые найденное.

Каменное многоцветье природы воистину неисчислимо. Это блеск граней алмаза, серая россыпь строительного щебня, природная исключительность какого-нибудь минерала, особые свойства искусственных материалов, притом каменных. Из такого непохожего, но единого в своих первоначалах многоцветья возводились дворцы и хижинки, плотины и дороги, архитектурные шедевры. В них лицо ушедших эпох, мимолетный каприз, достижения научно-

технического прогресса, утилитарная необходимость человеческого бытия.

Дом из камня

Я в нем бывал. Он построен из ослепительно-белого мрамора. Туда входит любой в любое время. Иногда здесь шумно, чаще тихо. Люди подолгу не задерживаются. И сверкает здание вокзала на солнце, словно неземное чудо, отражаясь в сини огромного и холодного озера.

Думаете, это здание возведено в какой-нибудь европейской или американской столице? Совсем нет. Поставлено оно в 1904 году на захолустной по тем временам железнодорожной станции Слюдянка. На скалистом берегу Байкала. Строили его каменотесы, специально выписанные из Италии. Правда, об этом я узнал гораздо позже.

Таковы каменные богатства сибирского края, что и мраморный вокзал возвести несложно, благо месторождение белого поделочного камня находилось поблизости.

Это лишь один не всем известный факт. А их множество. Любуясь красотой каменных сооружений, мы редко задумываемся, что они — отражение будничного многоцветья. Великое богатство, которое топчем ногами.

Прекрасны и прочны гранитные набережные рек и каналов Ленинграда. Если бы этот город строился в другом месте, таких набережных у него не появилось бы. Дело в том, что поблизости от Петербурга залегали древние граниты.

«Гранитным городом» можно назвать и Абердин на восточном побережье Шотландии. Знаменитый мост Ватерлоо в Лондоне тоже создан из этого материала, абердинский гранит грузили на пароходы и везли за океан, чтобы возводить красивейшие здания в Сан-

Франциско. «Известняковым городом» называют Кингстон, который находится в Канаде.

Вспомним наши города — Севастополь, Одессу. Их неповторимый облик во многом определен местными ракушняковыми породами. Своеобразны храмы и города Армении. В них отразились не только черты национальной архитектуры, но и особые красота и свойства вулканического туфа.

В постройках американского города Бостона запечатлена история открытия и использования местных минеральных ресурсов. Сначала добывали морские глины ледникового периода. Из них делали и обожженный кирпич. Поэтому в XVII и XVIII веках город имел красно-кирпичный облик. Потом каменотесы научились обрабатывать темно-серый гранит, обнаруженный неподалеку. Так возникли архитектурные памятники XIX века.

И ныне естественный камень украшает уникальные современные постройки, но в целом он уступил первенство искусственным материалам. В массовом количестве их проще и дешевле изготавливать на заводах и строительных комбинатах. Быть может, эта искусственность еще больше обострила нашу любовь к чистоте мрамора, строгости гранита, переливчатым узорам малахита, яшмы и других поделочных камней. Мы стремимся создавать подобное.

Варят на заводах сигран — синтетический гранит, смешивая кварцевый песок, соду и шлаки металлургических предприятий. Плавят эту смесь в стекловаренных печах. Притом все это делают автоматы, в том числе формуют из тестообразной массы необходимого размера сиграновые плиты. Делать эти плиты гораздо легче, чем выпиливать из крепчайших гранитных скал каменные блоки.

Отформованные плиты вновь закладывают в печь, добавляют кристаллизующие вещества. Затем при

температуре 950 °С зарождаются в плите сферической формы кристаллы — сферолиты. Плитам можно придать любой цвет, а искусственные кристаллы добавляют ему удивительные рисунки, напоминающие то морскую зыбь, то крыло сказочной птицы, то лазоревую воду с расходящимися по ней кругами. Кстати, по своим качествам сигран почти не уступает природному граниту.

В конце 70-х годов в Москве появились первые здания, стены которых, будто ковер, сотканный из разноцветных камней. «Наверное, такой дом дорого стоит», — подумает кое-кто. Нет. Эта искусственная отделка зданий, похожая на гранит, мрамор, малахит, яшму и топаз, дешевле любого природного камня. А создают ее... из шлаков металлургических заводов и теплоэлектростанций, из отходов различных горнорудных производств. Это — стеклокерамзит. Так, учась у природы, применяя техническую смекалку, люди не только используют красоту недр, но и сами создают ее, преобразуя минеральный фундамент Земли.

Из семейства чешуйчатых

Почему карандаш пишет? Да потому, что с графитового стержня соскальзывают невидимые чешуйки. Они, прилипая к бумаге, превращаются в тонкие линии букв и штрихи рисунков. Графит — чешуйчатый минерал.

Еще более тонкие чешуйки имеет другой минерал — тальк. Он совсем мягкий. Легко превращается в пудру. Этой пудрой посыпают литейные формы, чтобы металл не приставал к их стенкам. Используют тальк и в медицине, например для припудривания кожи при остром воспалительном состоянии ее. Микроскопические листочки минерала легко расщепляются. В этом их главное достоинство. Не то что у его слоистого конкурента слюды, для расщепления листочков которой требуется приложить известные усилия. Зато сферы ее применения гораздо шире.

Немецкий путешественник Генрих Штаден, побывавший в России в XVI веке, писал: «Камень этот разрывается на тонкие листы, а потом из него делают окна, по-русски это называется слюда». Действительно, прозрачные листовые слюды тогда заменяли стекла. Стоили они дорого. Были доступны лишь очень богатым людям.

Русскую слюду продавали за границу, называли ее московским стеклом или московитом (Россию в старину называли Московией). Это слово укоренилось, от него и возникло научное название минерала — мусковит. Его добывали в основном на северо-западе России. Мусковитом промышляли и монахи Соловецкого монастыря.

Знали россияне также о сибирских слюдах. Еще в 1666 году якутские служилые люди Никита Солдатов и Лука Морозов сообщали, что за рекой Алданом нашли речку «...а под тою речкою из горы вышел холм, а в том холму поверх земли есть слюда добрая». Нашли в Сибири и темную слюду — флогопит. Потом как-то позабыли о нем. Появилось стекло. Вроде бы из слюд нечего было делать. Лишь развитие электротехнической и радиотехнической промышленности снова заставило вспомнить о забытых промыслах. И вот уже промышленности потребовалось столько слюды, что пришлось создавать ее искусственным путем. Например, слюдопласт — отличный изоляционный материал. Его выпускают в виде рулонов, напоминающих бумажные. Изготавливают его автоматические машины. В основу нового материала заложены все те же чешуйки и мелкие пластинки слюд, которые раньше шли в отходы.

Пригодились слюды и для получения великолепных красок. Правда, ученые сначала и не предполагали изобретать их. Просто исследовали пористость слюдяных чешуек. Как и положено по методике, заполняли поры окрашенной жидкостью. Она служила отметкой присутствия пустот. Опыт закончили. Но отмыть слюду от краски не удалось. Даже щелочь и кислота тут не помогли. Тогда растолкли слюду в порошок. Однако и порошок не отмывался. Слюда будто навечно впитала в себя краску. Так сделали открытие нового стройматериала — слюдокраски. Она не боится ни дождя, ни снега, ни пыли. Красива и прочна. Хрупкие материалы, покрытые этой краской, становятся гораздо крепче. Можно получить любой цвет. Ведь слюда — серебристо-белый материал, напоминающий своим ровным фоном холсты художников. Яркие вагоны, корпуса кораблей, красивые кирпичные дома, облицованные специальной плиткой, — будущее этой

вечной краски, которая и стоит гораздо дешевле многих других, потому что делается из минеральных отходов.

Горная кожа

Когда великому скульптору и художнику Микеланджело Буонаротти подарили обломок редкого камня, он залюбовался необычным творением природы и воскликнул: «Это же настоящие волосы Венеры!». Позднее причудливо вьющимися волокнами асбеста восторгался и Петр I. А узнал он о нем благодаря хитрой проделке своего подданного.

Однажды уральский промышленник Акинфий Демидов подарил царю серебристо-белую скатерть. Ничего о ней не сказал. Накрыли скатертью стол для трапезы. Демидов, будто невзначай, опрокинул на скатерть тарелку жирного супа и стакан красного вина. Петр I огорчился. А Демидов засмеялся, взял скатерть и бросил в камин. Потом вынули ее из огня, остудили, снова накрыли на стол. Скатерть была чистая, без единого пятнышка. Тут и царь повеселел. Был он любознателен до всего нового: выведал, что на Урале есть много такого чудесного камня, пригодного для изготовления несгораемых тканей.

Особенный минерал — асбест. Непохож на привычные, тяжелые камни. Вручную его можно разделить на тонкие серебристые нити, волокна. В народе асбест называли горной кожей, горной пробкой, горным деревом и горным мясом. А вообще это слово в переводе с греческого значит «несгораемый». Благодаря такому свойству асбест стали использовать как прекрасный теплоизоляционный материал.

О нем сложено много легенд. Вот одна из них. Уральская. Выдали замуж бедную девушку — бесприданницу. Все богатство — единственное платье. Родственники жениха стали насмехаться: «Мол, стирай все время эту одежду». Только молодая жена платье не

стирала. Бросала в огонь и вынимала его чистым. Так заставила она замолчать насмешников.

В далекой древности думали: асбест — шерсть саламандры, живущей в горах. Жители древней Индии пред, полагали, что это волокна засохших растений пустыни, которые привыкают к жаре и не боятся ее. Только Г. Агрикола — знаток горного дела — сумел доказать в 1646 году, что асбест — минерал. Плавится он при температуре 1450 °С. Его нить прочнее стальной. Он не боится ни кислот, ни щелочей. Поэтому его успешно применяют для получения различных современных промышленных изделий.

Такая она глина

В начале нашего века американские газеты сообщали: «Открыт новый Клондайк!». Но речь шла не о золоте — о глине. Ее нашли в горе Аттапульгус в штате Джорджия. И добывали не для того, чтобы любоваться изделиями из нее. Снова спешили отправить поглубже в землю, предварительно смешав с водой. Глина стала основой промывочного раствора, резко ускорившего бурение скважин. Поэтому нефтяники ценили ее почти на вес золота. Стоимость бурения снижалась при этом в 20 раз. Вот в чем смысл нового Клондайка.

Аттапульгит стали искать и у нас в стране. Нашли на Урале в виде тонких (10–15 сантиметров) прослоев. Назвали по-уральски палыгорскитом. Палыгорскит необходим нефтяной промышленности. Только разрабатывать тонкие слои сложно и невыгодно. Выходит: полезное ископаемое есть и вроде бы нет.

В начале 60-х годов украинские геологи вновь посетили давно изученные районы Черкасской области. И здесь на берегу речушки Тикич неожиданно обнаружили всемирно известный аттапульгит. Его запасы в сотни раз превышают американские. Сумели разобраться и в свойствах отечественного палыгорскита. Он — своеобразный минеральный войлок, нити которого в десятки и сотни раз тоньше привычных нам ниток, которыми шьем. Их можно увидеть лишь под электронным микроскопом. Волоконца — микроскопические трубочки. Через такие отверстия пройдет далеко не каждая молекула. Значит, палыгорскит можно использовать вместо специальных фильтров, например для очистки промышленных стоков. Вот какие неожиданные достоинства можно открыть в глине! И не только такие...

Кажется, нет ничего тверже алмаза. Ненамного уступает ему по твердости и вольфрам. Именно вольфрамовые резцы до недавних пор широко использовались для обработки металлов. Но представьте, что на смену пришли более надежные резцы... из мягкой глины. Называют их металлокерамическими. Здесь кратко сказано о результате. В самом деле, несколько ведущих советских институтов работали годы, чтобы дать нашей промышленности отличные глиняные сплавы, которые по твердости соперничают и с алмазами.

Разные бывают глины. Одни превращаются в сверхтвердые резцы, другие в хрупкий, почти прозрачный фарфор. Дворцы королей и вельмож издавна украшали изящные произведения искусства, сделанные из бентонита. Вряд ли знал о нем колодезный мастер, который жил в туркменской пустыне. Он занимался своим главным делом. Однажды привез из колодезного раскопа много глины. Из нее построили жилище — глинобитный дом. Сделали из этой глины отличную, крепкую посуду. Нашли ей и другое применение: для отбеливания овечьей шерсти, очищения от горечи хлопкового масла. Использовали ее и вместо мыла. В общем, бесплатная глина оказалась универсальной в немудреном хозяйстве бедняков. Но в самом деле была она очень дорогой. Именно той, из которой делают прекрасные фарфоровые-и фаянсовые сервизы. Жители пустыни не знали, что в белой глине колодезного раскопа нуждаются металлурги и горняки. Ведь из нее делают отличные формовочные массы и промывающие скважины растворы. Поэтому «забытый богом» колодезный раскоп Огланлы в наше время стал знаменитым.

В будничной жизни мы не придаем глине значения. Скорее, она приносит хлопоты, особенно в мокрую погоду. Такая скользкая и прилипчивая. Но если

взглянуть на нее по-иному, может открыться ее неожиданная польза.

Почему кирпичи?

Они тоже начинались с глины. Глиняное тесто было хорошо знакомо древним людям. Из него лепили жилища, посуду и многое другое. Особенно в жарких странах, где солнце быстро подсушивало пластичную массу. Затвердев, она сохраняла задуманную человеком форму. Это свойство глины породило и всем известные кирпичи. Уже в Древнем Риме их применяли очень широко. В труде «Десять книг об архитектуре» Витрувий писал: «Их можно делать весной или осенью, чтобы они равномерно просушивались... В Ютике при сооружении колодцев пользовались только сухими кирпичами, изготовленными за 5 лет до строительства и проверенными властями». Так же делали и черепицу.

Ныне кирпичи изготавливают разного размера и формы, состава и цвета. Самые распространенные — обожженные, глиняные. Широко используются силикатные, выполненные из смеси извести и песка. Цвет кирпичам также дарят различные полезные ископаемые. Добавка порошка железной руды придает им темно-красный тон, мела — белый.

Все чаще появляются искусственные кирпичи, созданные из различных когда-то бесполезных материалов. Например, зольные. В любой золе могут остаться несгоревшие крупинки угля. Это очень хорошо. Когда бруски зольного теста раскаляют в печах, уголь вспыхивает. Тут и жар свой, и поры возникают от выгорающих частиц. Кирпич получается легкий, прочный, а топлива для обжига требует гораздо меньше. Искусственные кирпичи можно делать из любых отходов горнорудной промышленности. Даже из шлака, остающегося после сжигания мусора. Ведь он побывал в огне, поэтому стал огнестойким.

Мы знали, что кирпичам необходим обжиг. Однако уже есть заводы, где из любых отходов в смеси с водой, цементом и другими химическими веществами делают тестообразную массу. Автоматы прессуют из нее нужного размера блоки. День сушки. Дешевый и прочный искусственный кирпич готов.

Задумывались ли вы: «Почему в древности и в наше время размер и форма кирпичей оставались почти всегда неизменными?». Многовековая практика строительства подтвердила: они наиболее удобны для рук каменщика.

В наше время специалисты ищут новые способы создания искусственных кирпичей. И подчас многое берут у природы, изучают ее силы, которые порождают и разрушают горные породы. Даже страшное извержение вулканов может подсказать путь для технического решения. Создана установка, имитирующая активные вулканические процессы. Она «извергает» расплавленную лаву, приготовленную из глины. В результате получаем легкий, пористый и прочный искусственный камень нужной формы.

Итак, почему кирпичи стали одними из первых среди искусственных строительных материалов? Наверное, достаточно ясно.

Земляная пудра

Сначала заглянем в недра Земли. Там прячется серый мягкий мергель. Его размалывают, добавляют немного других минеральных смесей, обжигают в длинных вращающихся печах при температуре свыше 1000 °С. Спекшуюся массу снова размалывают. Превращаясь в нежную серую пудру, она одновременно становится тем главным, из чего потом создаются прочные плотины гидроэлектростанций, фундаменты и стены зданий, даже памятники и скульптура. Для этого пудру смешивают с песком или гравием, добавляют воду. Потом вязкая масса твердеет, становится прочным бетоном. Лучшим строительным материалом нашего столетия считают этот первоклассный по качествам искусственный камень. Знали о нем давно. В знаменитой «Естественной истории» Плиния Старшего можно прочесть: «...Надо смешать пять частей чистого гравийного песка, две части негашеной извести и обломки силекса (лавы)... после чего утрамбовать смесь железными бабами».

Чтобы изготовить бетон, можно взять золу, уловленную фильтрами при сгорании угля. В качестве цемента подойдут и размолотые шлаки — отходы металлургических заводов. Крепкий щебень, добываемый из недр, тоже нелишний. Для получения бетонной смеси подойдут и супесь, и суглинки. В общем, самые распространенные и имеющиеся повсюду мелкозернистые грунты. При этом «убивают сразу двух зайцев». Во-первых, ликвидируют отвалы. Во-вторых, не создают дорогостоящих горнодобывающих предприятий. Универсальные шлако-щелочные бетоны созданы недавно украинскими учеными. Они дадут стране экономию в миллионы рублей. Это — уже

современность. Но она зарождалась в далекой древности.

У строителей Новгорода итальянского вулканического порошка под руками не было. Они добавляли в раствор извести перемолотые в пыль кирпичи, черепицу. Брали, как говорят ныне, отходы производства — бракованные материалы. Называли смесь цемянкой.

В начале XVIII века на Руси уже была создана государственная служба по горным вопросам — Бергколле-гия. Сюда в 1719 году обратился Герасим Пустынников с известием о находке цементного камня. «А как я оного сементу изучился делать, — писал он, — то оного наделал пуд з две тысячи, который привез в Санкт-Петербург и отдал в Адмиралтейство. А каков семент из оного камня делаетца, тому прилагаю при сем пробу».

С тех пор мергель стал основным сырьем для производства цемента. В 1825 году российские строители получили книгу Егора Челиева «Полное наставление, как приготовить дешевый и лучший мергель или цемент, весьма прочный для подводных строений, как-то каналов, мостов, бассейнов, плотин, подвалов, погребов и штукатурки каменных и деревянных строений». Название весьма подробное. Для того чтобы сразу узнали ценность земельной пудры.

А в Англии в 1824 году, стремясь сохранить тайну производства, Джеймс Аспдин запатентовал открытый им очень прочный портландцемент. Добавочное имя «портланд» произошло от названия полуострова на юге Великобритании.

Вот так в нашу жизнь входил известный всем «каменный клей», изобретенный человеком. Он поистине подобен крепчайшей горной породе. Бетон,

приготовленный из качественного цемента, со временем становится прочнее.

Эх, дороги...

О них слагают красивые песни. Клянут, подчас, их шоферы и путники за ухабы и грязь. Такова судьба дорог. Никто не считал многомиллионноверстные дороги, словно причудливой паутиной, опутавшие Землю. Большинство из них не протоптано, а искусно проложено среди скал и равнин, болот и песков.

Сейчас асфальт стал самым распространенным материалом для покрытия дорог. Состоит он из щебня, песка и битума. Кажется, недавно пришел он на смену булыжной мостовой и недолговечным деревянным шашкам, которыми наши предки мостили улицы. Но это не так. Людям асфальт известен давно — много тысячелетий. В переводе с греческого это слово означает «вечный». Однажды в Азербайджане археологи нашли в раскопе серп. Он был сделан из дерева. Канавка на внутренней стороне его была усеяна острыми камешками, которые были прикреплены асфальтом. В Пакистане, в городе Мохенджо-Даро, есть самый древний в мире бассейн. Он облицован асфальтом пять тысячелетий назад.

Первые асфальтовые дороги появились в Европе только в начале XVIII века. Говорят, их рождение связано со случайностью. Крестьяне Швейцарии возили асфальт на телегах с гор, где находилось небольшое месторождение. Не каждый возница отличался аккуратностью. Груз падал на дорогу. И чем больше, тем лучше становилось ездить по ней. Дожди не превращали дорожное покрытие в грязь.

Нынче в дело пошли и промышленные отходы. Это шлаки, отходы от переработки нефти. Все то, что, будучи просто выброшенным, наносит вред природе. Мы с гордостью считаем: вот проявление научно-

технической смекалки наших современников. Но так ли это? Оказывается, еще древние римляне брали из кузнечных горнов шлак и засыпали им дороги. Великий путь инков на отдельных участках был покрыт битумом. Значит, асфальтовое покрытие старо, как мир.

Впрочем, есть исключения. Автомобилисты очень не любят битое стекло. Чуть что — и прокол шины! Между прочим, некоторые из них ездят по дорогам, основание которых засыпано битым бутылочным стеклом, смешанным с асфальтом. И никаких аварий! Появилось даже новое дорожное покрытие — гласасфальт. «Глас» — по-немецки стекло. Есть и резиновые, и пластмассовые покрытия, не говоря уже о «бетонках». Главное — все это не предусмотрено природой. Не будь на Земле человека, не было бы ни таких дорог, ни песен о них.

«Хлебный минерал»

Может быть зеленым, голубым, фиолетовым и даже розовым. Оттенков имеет множество. Почти бесформенные зернышки и красивые шестигранные кристаллы — тоже он. Этот минерал, принимая его за прекрасные турмалин, аквамарин и хризолит, носили модницы. И в то же время его невзрачные обломки равнодушно пинали ногами прохожие. Когда разобрались, назвали апатитом, что в переводе с греческого означает «обманчивый». Химики дотошно изучили его. Нашли в нем много фосфора — основы для минеральных удобрений. Для полей их используют миллионами тонн. Только в нашей стране долго не ведали о его кладях.

Однажды в Хибины прибыл отряд советских геологов. Они сразу намного увеличили численность населения этих пустынных мест, где до их прибытия проживали всего четыре семьи оленеводов. Один из разведчиков недр вел дневник. В нем записал: «... Неожиданно улыбнулось счастье: в каменистой осыпи и в самих скалах мы заметили большие красные кристаллы — это был редчайший минерал с редким металлом цирконием — эвдиалит; вот его сопровождают еще небывалые нигде кристаллы сверкающего лампрофиллита, вот, наконец, еще совершенно неизвестные жилы зеленого апатита. Какое богатство! Какое прекрасное открытие! Ведь отсюда все музеи Земли можно снабдить великолепными штуфами редчайших камней!». Это строки из дневника Александра Евгеньевича Ферсмана. Они написаны в мае 1920 года в холодном безмолвии тундры.

Здесь выросли поселки и города, огромный комбинат по переработке камня плодородия. Есть

рядом с ним в городе Кировске и филиал Академии наук СССР. Невдалеке большое и красивое озеро Имандра. Пожалуй, самое ценное доставалось именно ему. Но... в виде отходов. Человек извлекал из апатитов только фосфор, необходимый растениям. Алюминий, титан, железо, ванадий, стронций и редкие земли отправлялись в отвалы. Metallургия, стекольная, химическая и текстильная промышленность теряли для себя самое необходимое сырье. А значит, и прочный чугун, и хрупкий фарфор, и прекрасные краски, и глазури, и исцеляющие лекарства.

Конечно, такое положение беспокоило ученых и производителей. Они нашли пути комплексного использования поистине «хлебного минерала» Заполярья. Они помогают освободить красивую Имандру от ненужных ей минеральных сокровищ. А в результате промышленность страны дополнительно получит необходимое сырье.

Мягкий, тонкий, легкий

«Ушел, как камень в воду», — так говорят не зря. Каждый знает, что камень тяжел и тонет. Если же говорят о чем-то мягком, тонком и легком, то перед глазами встает лист бумаги, лоскут ткани и другие материалы, изготавливаемые, как правило, не из минеральных веществ.

Однако в природе есть горная порода, которая является исключением из правил. Это пемза. Пористое вулканическое вещество. Естественно, чаще всего его находят вблизи вулканов.

Большинству из нас пемза известна как отличный материал для чистки различных предметов. К сожалению, на территории нашей страны нет многочисленных залежей этого естественного камня. Зато равнины и низины в изобилии покрыты глинистыми толщами. Тяжелыми, вязкими. Они сразу тонут в воде. И вот представьте, что из глины люди научились делать очень легкий и прочный камень, именно тот, который воды не боится и строителям нужен. Это — керамзит.

Впервые его изготовили московские ученые в 30-х годах нашего столетия. Теперь из керамзитобетона возводят высотные дома, которые значительно легче обычных, кирпичных. Причем для изготовления керамзитобетона можно использовать почти любую глину. Ее много вокруг.

Пригодны и промышленные отходы: шлаки, золы. Способ изготовления керамзитобетона во многом напоминает цементное производство. Обожженная глина вспучивается, превращаясь в пористый легкий шлак. Не случайно и естественную пемзу иногда называют вулканическим шлаком. Так человек сумел восполнить природную нехватку легкого камня.

Все чаще научная мысль идет дальше, чем сама природа. Вот пример. Подсчитали: за год в солидном учреждении «исписывают» целую тенистую рощу. Сколько же леса «расходуют» тысячи различных предприятий, где без бумаги почти никто не обходится! Наш зеленый друг — сырье для получения бумаги. Но ее можно делать также и из горных пород.

Расплавленный базальт, туф, кварц превращаются в волокна, из которых на бумагоделательной машине отливают листы. Дополнительная обработка смолами и другими веществами превращает серые камни в белоснежное бумажное полотно. Оно шелковистое и мягкое. Очень тонкое и легкое. Не горит и не размокает в воде. Вообще имеет все лучшие качества, которых не хватает всем нам известной бумаге.

Ну, а ткань? Отличная, хлопчатобумажная. Сырье для нее выращивают на хлопковых полях. Есть ткани льняные. Делают их из льна. Шелковая... В общем, большинство тканей имеет органическое происхождение. Текстильные фабрики, ткачи — главные создатели миллионов метров мягкой материи. Однако слышали ли вы что-нибудь о камневарах? Они получают волокна из горных пород. Правда, из таких волокон пока не ткут материю для нашей одежды. Делают промышленные ткани. Им не страшны ни кислоты, ни огонь.

Из жесткого камня изготавливают и мягкую вату. Она хороший утеплитель и звукоизолятор. Тонкую бетонную плиту, содержащую волокно из камня, можно согнуть, не разрушив. Сырьем для этого служит базальт, месторождений которого много.

Мы сейчас обводняем пустыни Средней Азии, чтобы выращивать хлопок. Он, конечно, необходим. Но, между прочим, для той же цели наряду с хлопком можно использовать и пески Каракумов. Из него научились «выплавлять» отличную техническую ткань. Чего-чего,

а этого минерального сырья здесь более чем достаточно.

Лечебные камни

Издравле верили люди в лечебные свойства камней. Вот гематит и яшма. Они могут останавливать кровотечения. Аметистом лечили от опьянения. Кварц прибавляет бодрость, а изумруд просветляет ум. Так ли в самом деле? Ответить на этот вопрос трудно даже современным ученым. По крайней мере, о целительных свойствах камней упоминалось в старинных лечебных книгах.

Хорошо известен и опыт древних индийской, тибетской и монгольской медицины. Врачи Монголии доныне выписывают в случае необходимости своим пациентам каменное лекарство, например мрамор.

Некогда Плиний Старший указывал: «Соль облегчает и врачует нервные страдания, лом в плечах и пояснице, колотье в боку, резь в желудке». В наше время не приписывают этому полезному ископаемому столь чудодейственные свойства. И все-таки медики знают: соле-добытчики не болеют бронхиальной астмой, почти не знают, что такое грипп и простуда. Поэтому в отработанных соляных шахтах создают подземные лечебницы. Там не нужно принимать таблеток, делать уколов. За какой-нибудь месяц больные бронхиальной астмой избавляются от надсадного кашля и мучительных приступов удушья. Их спасает целительный воздух соляных недр.

Ученые могут подтвердить: многие камни, драгоценные и полудрагоценные, содержат радиоактивные элементы. В топазе — это уран, в гранате — калий, в берилле — торий. Больных лечат и радиоактивным облучением, и радоновыми ваннами. Может быть, постоянное слабое радиоактивное излучение красивых поделок из камня тоже

благоприятно воздействует на организм? А магнитные амулеты? Что это? Самообман или нечто непознанное? Ведь известно и другое: недостаток в пище человека миллионных долей грамма некоторых металлов может привести к тяжелым заболеваниям. Кое-кто в детстве лакомился мелом, кусочками штукатурки. Так проявлялась естественная потребность организма в минеральных веществах.

И сейчас, рассказывая о лечебных достоинствах фруктов, овощей и другой пищи, врачи не забывают упомянуть о количестве в них ценного кальция, железа и других элементов, которых много в земных недрах. Кто знает, не будут ли врачи в будущем вновь, как в древности, прописывать больным лечебные минералы? Не зря говорят, что новое — это хорошо забытое старое.

Редкая красота

Может быть, когда-нибудь и вы найдете в раковине жемчуг и сразу же потеряете его. Сам по себе бесследно исчезнет...

В Древней Руси он был распространенным украшением. Сейчас стал редкостью. В Оружейной палате Московского Кремля хранится фелонь митрополита Платона, в которой собрано 150 тыс. жемчужин. Ее сделали в 1770 году по распоряжению Екатерины II. Никто не знает, где у нас добывают жемчуг. Таких промыслов сейчас нет. А когда-то северные жители Руси отправлялись на сбор жемчуга целыми семьями. Иногда в одной раковине находили до десятка жемчужин. Но чаще оставались ни с чем. Однако добыча жемчуга была делом доходным. Две-три жемчужины размером с горошину могли обеспечить пропитание семье на целый год. Особенно ценился белый и черный жемчуг.

А теперь вернемся к началу рассказа. Почему же счастливец, нашедший эту созданную живыми существами драгоценность, может сразу потерять свое богатство? Дело в том, что речной жемчуг очень мягок и быстро рассыпается в пыль, если его не «заморить». Русские искатели жемчуга делали это просто. Клали жемчужину за щеку, держали ее во рту часа два. От соприкосновения со слюной жемчуг твердел. А затем жемчужину смазывали подсолнечным маслом, чтобы она засверкала.

В наши дни почему-то забыт промысел речного жемчуга. Но это не значит, что его нельзя возродить. В истории промыслов минеральных диковин было немало случаев, когда люди находили, теряли и вновь находили забытое.

Подобно русскому жемчугу, известен с древних времен лазурный минерал, вобравший в себя синь заоблачных высот Памира. Лазурит украшал гробницы египетских фараонов, дворцы Вавилона и Индии. Семь столетий назад о памирском лазурите писал венецианский путешественник Марко Поло: «Есть камни, из которых добывается лазурь; лазурь прекрасная, самая лучшая на свете...».

Действительно прекрасная! Чудесную краску — ультрамарин— изготавливали из этого камня. Благодаря ему мы можем любоваться неблекнущими творениями Рафаэля, Микеланджело, Леонардо да Винчи, Тициана и Боттичелли.

Судьба памирского самоцвета была изменчива. К нему вела единственная тропа, затерянная среди заснеженных гор и ледников. В XIX веке она обрушилась, закрыв доступ к лазуриту. И только в советское время, в 30-х годах, вновь удалось пробить узкую тропу к небесному кладу, спрятанному на 5-километровой высоте. Сначала лазурит брали из осыпей. А теперь добывают из коренных залежей. Нет пока туда хорошей дороги. Поэтому небесный камень и добывается на фабрики по обработке самоцветов на вертолете.

«Не счесть алмазов в каменных пещерах...»

Это строка из песни индийского гостя в опере «Садко». Опера сочинена композитором Н. А. Римским-Корсаковым в прошлом веке. Еще раньше французский путешественник Жак Тавернье посетил алмазные шахты Голконды и сообщил, что в них работают 100 тыс. человек. Тогда казалось, что в «пещерах» Индии в самом деле не счесть драгоценных камней. Это было в XVII столетии.

Далекая страна подарила миру неповторимые сокровища: алмазы «Коинур», «Орлов», «Великий могол», «Шах», «Регент», «Флорентийский». Теперь многие алмазные копи заброшены. Они выработаны. Когда-то Индия славилась своими бриллиантами. Делают их там и сейчас. Но для этого приходится ввозить драгоценные камни из других государств.

Редкий минерал изумителен не только по своей красоте. Он крайне необходим современной технике. Недаром арабское слово «алмас» означает «твердейший». Крупные кристаллы драгоценного минерала встречаются не часто. Их находка — большое событие. Чаще находят очень маленькие кристаллики, доли карата. А сам карат равен 0,2 грамма. Когда-то надеялись из подобных крох сплавить на огне большие кристаллы. Пробовали, но не получали ничего. Драгоценные камни сгорали.

Среди минеральных образований такими свойствами обладают уголь и нефть, которые считаются по своему происхождению органическими соединениями, возникшими от преобразования в недрах останков растительности и организмов.

В конце XVIII века английский химик С. Теннант решился повторить неудачный опыт своих предшественников по расплавлению алмаза в огне. Он спрятал алмаз в плотно закрытый золотой футляр. Потом изучил остатки от «ничего» и понял, что уникальная драгоценность — просто разновидность углерода. Алмаз, действительно, близкий родственник угля и мягкого графита. Однако до сих пор многие ученые, несмотря на это, полагают, что твердейшие природные кристаллы рождаются среди глубинных расплавов. Совсем не так, как уголь.

Магма, поднимаясь к поверхности земли, прорывала каменные толщи. Возникали так называемые трубки взрыва — своеобразные вулканы. Вот в таких катастрофических условиях и образовывались кристаллы. Они имеют неорганическое происхождение. Но нельзя ли предположить другое?

Алмаз — кристаллический углерод. Притом довольно чистый. В раскаленной массе он должен соединяться с другими химическими веществами. Из такой смеси твердейший камень не получится. Это первое, Второе. Рядом с якутскими алмазоносными кимберлитовыми породами залегают нефтегазоносные слои, а с африканскими — угленосные. Может быть, они первоисточник углеродистых материалов для возникновения алмазов? Разве, двигаясь к поверхности, магма не могла захватить отсюда органический углерод? Потом «сработал» природный реактор с высокими температурой и давлением. Возможно, происходило нечто подобное тому, что сейчас делают в лабораториях, где выращивают искусственные алмазы.

Значит, судьба столь редких драгоценностей, безвозвратно исчезающих немногочисленных месторождений, может в будущем стать иной? Наверное, в недрах есть еще много мест, где прячутся природные алмазы. Да и сам человек со временем

сможет производить их в достаточном количестве.
Углеродного сырья для этого много.

Можно ли иначе?

Очень легко делать удивительные открытия, но трудно усовершенствовать их в такой степени, чтобы они получили ценность.

Т. Эдисон



Люди гибли за металл...

Об этом специалисты узнали в прошлом веке. Сначала не поверили. Затем внимательно изучили древние разработки и подтвердили: «Да, арругии существовали». Так называли самый мощный метод извлечения полезных ископаемых, придуманный человеком. История сохранила нам лишь единственное упоминание о такой добыче, записанное Плинием Старшим: «Рабы месяцами не видели дневного света. День и ночь шла работа. Отдыхающие спят и едят тут же. Отбитую породу по цепочке в корзинах рабы выдавали наружу, работая в абсолютной темноте. Пройдя золотоносные породы, все штольни останавливали и, начиная от забоя до конца штольни, последовательно разрушали опорные целики. Но вот возникает сплошной обвал... К моменту обвала к этому же месту уже подведены каналы, даже крупные реки, уже построена громадная дамба, и как только золотоносная порода будет разрыхлена, на перемычку дамбы посылают осужденных рабов, которые ее разрушают, и грандиозный поток, все смывая, несет десятки миллионов кубометров грязи и валунов, устремляясь в уже подготовленный шлюз — деревянные каналы с закрепленным на их дне хворостом... раздается грохот и гул, который уши человеческие выдержать не могут... Вся земля дрожит, с гор срываются глыбы скал, а из обрушивающихся штолен вырывается ураган, выбрасывая тучи пыли и растерзанные тела рабов, не успевших убежать... Вскоре стихия затихает, вода уходит. Тогда собирают хворост. Его сжигают и наконец, разгребая золу, находят то, ради чего свершился гигантский труд».

Тысячи лет назад вот так добывали сразу по несколько тонн драгоценного металла. Но перед этим проходили месяцы и годы подготовительных работ, гибли люди.

Теперь золото добывают чаще по крупицам. Работают в основном механизмы. Желтый металл извлекают из глубоких недр. Так же, как и другие руды. Мощные плавучие фабрики — драги — размывают и всасывают в себя горы золотоносной земли. Иногда старатели промывают золотоносные пески с помощью обыкновенного лотка. Благо золото тяжелое, а пустая порода смывается водой, оставляя на дне лотка сверкающие блески. Находят и самородки. Самым крупным из них, как правило, дают собственные имена. Некоторые находки достигают массы человека. Например, самородок «Японец», обнаруженный на острове Хоккайдо в 1901 году, весил 71 килограмм. А вообще-то за всю историю человечества сравнительно крупных самородков нашли немного. Не более десяти тысяч. Примерно столько, сколько добывали за несколько приемов на легендарных арругиях. Находили самородки и в России. Сначала по царскому указу 1825 года хранили их в музее Санкт-Петербургского горного института, потом на Монетном дворе.

Внутри и сверху

Горное дело сложно и многообразно. Но известны два основных способа добычи минерального сырья. Первый — шахтный, когда ради полезного ископаемого проникают внутрь земной коры. Второй — открытый или карьерный. Хороши ли они? Не всегда.

Вот представьте. Добываем вагон угля, а вместе с ним эшелон воды. Многие, особенно угольные, шахты обводнены. И никуда от этой воды не денешься, пока ее не откачаешь наверх или не отведешь в искусственное русло.

Одно выкачиваем насосами, другое мощными вентиляторами подаем вниз. Ни шахтеры, ни машины не будут работать без воздуха. Он вроде бы невидим и легок. Однако в глубочайшей шахте Индии «Чемпион Риф» на каждую тонну золотой руды, поднятую из недр, приходится почти 15 тонн живительного воздуха. Подобное соотношение наблюдается во многих шахтах и рудниках.

Тысячи тонн ценных материалов ежедневно опускают в искусственные пустоты, притом большинство без возврата. Ведь подземные выработки нужно все время расширять, закреплять и нередко засыпать, чтобы избежать обвалов.

Ну, а карьеры? Сверху работать, безусловно, легче. Но и тут приходится откачивать большое количество грунтовых вод. Снимать ненужные породы, объем которых может в десятки раз превышать количество добываемой руды или угля. Только мощные механизмы делают такую работу выгодной. И вот создают гигантский экскаватор, высотой с 20-этажный дом. Его привозят на рудник несколько составов, а электроэнергии он потребляет столько, сколько

необходимо городу с населением в несколько десятков тысяч человек. Огромные самосвалы и вагоны перевозят непрерывно миллионы тонн горных пород. Возникают гигантские выемки в земной коре, иногда глубиной до 1 километра.

Рудники углубляются в недра на несколько километров. Там в вечном тропическом климате, когда даже камень горяч, прокладывают длинные ходы — штольни. Пожалуй, все населенные пункты мира могли бы иметь метро, если бы подземные выработки проходили под ними.

Горные работы — это не только использование машин-гигантов и большие объемы вынутых пород. Много под землей механизмов, проникающих в толщи пород там, где и человек не проползет.

Да, труд горняка почетен, но и тяжел. Зато его результаты — фундамент для развития промышленности. Мы не можем еще отказаться от традиционных методов добычи полезных ископаемых. Они совершенствуются с каждым днем. И вместе с ними рождается будущее горного дела. Как часто бывает, оно незаметно входит в жизнь, собирая по крупицам опыт далекого прошлого и научные открытия настоящего.

Все началось с солеварен

В тиши отечественных архивов лежат старинные документы. В одном из них сказано, что в 1137 году в грамоте князя Святослава Олеговича Новгородского, данной Софийскому собору, предписывалось взимать с каждой солеварни определенное количество соли в качестве налога. Значит, в России соль из рассолов добывали издревле. Опыт русских мастеров в этом деле обобщен на страницах безымянного руководства «Росписи, как зачать делать новая труба на новом месте». В ней лишь упомянуто, что «таковая роспись писана Сенкиной рукой». Да водяные знаки на бумаге указывают на одну из подмосковных фабрик второй половины XVII столетия.

Соляные рассолы выкачивали из недр в различных районах страны. Например, в Архангельской и Вологодской губерниях, в далеком Прикамье и среднерусской Старой Руссе. А потом стали бурить скважины и до твердой каменной соли. Начали подавать вглубь по трубам воду, растворять подземную «солонку». Так зарождался необычный даже по нынешним временам физико-химический способ добычи руд. С самого начала он был весьма несложен. В скважину опускали две трубы — «труба в трубе», хорошо изолировали их друг от друга. Через центральную трубу закачивали воду из ближайшего источника. Она возвращалась на поверхность в виде рассола по пространству между трубами. Воду можно было подавать в любую из труб и соответственно менять направление процесса. Такими достоинствами не обладают механические разработки полезных ископаемых. Однако быстро обнаружились и недостатки. Если в шахте видно, что и как необходимо

делать, то контролировать с поверхности растворение залежи соли невозможно. Поэтому скважины работали недолго, много полезного сырья терялось в недрах. Казалось бы, этот путь для горного дела в целом бесперспективен.

В наше время

На смену кирке, лому и тачке пришли высокопроизводительные механизмы. Быстро развивались традиционные способы шахтной добычи полезных ископаемых. Только не было особых перемен в подземном растворении каменной соли.

Наступили 30-е годы нашего века. И вот американский инженер Э. Н. Тремп предложил закачивать в соляные скважины... воздух. Это удивило специалистов. Потом быстро оценили достоинства необычного способа. Действительно, воздух легче воды. Он стремится вверх. Упирается в каменный потолок — кровлю пласта, создает воздушную прослойку — изоляцию, препятствующую растворению. Воздух можно заменить каким-нибудь газом, даже легкими жидкостями, например керосином или нефтью. Правда, они дороже воздуха.

Что же это дает? Соль, как правило, залегает на глубине в форме пластов. Растворение пойдет вдоль и поперек пласта. Вместо прежней полости, напоминающей по форме перевернутую грушу, будет создаваться расширяющееся пространство. Вода как бы «врубается» по направлению залегания растворимого слоя. Так у горняков появился новый метод гидровруба. А с ним резко возрос объем откачки рассола. Но гидровруб не решал всех вопросов. Ведь пласт — объемное тело. Есть у него длина, ширина, есть и толщина — мощность. Подчас она достигает десятков метров. Каким же способом регулировать растворение вверх и вниз? Поиски наилучшего решения продолжались.

И они увенчались успехом. Советский исследователь П. С. Бобко предложил опять, казалось бы,

неожиданное: растворять соль по ступеням. Суть этого способа также проста. Водоподающая труба последовательно по мере отработки залежи поднималась. Процесс стал регулируемым как в горизонтальном, так и вертикальном направлениях. А главное таким методом растворяли уже значительную часть полезного ископаемого. Здесь обнаружилось и еще одно достоинство скважинной добычи. Если из шахты поднимают на-гора массу пустой породы, то теперь она стала оставаться на дне выработки, в недрах. В частности, для солей — это нерастворимые глинистые прослойки. Позже на основе такого способа создали комплексные групповой и батарейные методы. Попросту на одном месторождении поставили несколько добывающих установок. В результате производительность скважин повысилась в несколько раз. Теперь из недр стали выкачивать большую часть соляной залежи.

Во многих странах ныне развивается такой способ добычи каменной соли. Он почти в 2 раза дешевле традиционных механических способов. Вместо 10-12 рабочих достаточно одного оператора. Качество продукции нередко высшее. А оборудование простое и недорогое. Управлять им могут автоматы. Только сначала за эту дешевизну приходилось «доплачивать» металлическими трубами. Их намертво цементировали в недрах, чтобы вода не уходила в другие горные породы. Но и здесь нашли выход.

Говорят, все мудрое просто. Действительно, что будет, если вместо цемента использовать битум? Требуется водонепроницаемость? Пожалуйста. Нужно вынуть из глубины отработанного месторождения сотни метров труб? Залейте в скважину горячую воду — битум станет мягким. Слово нож из масла, вытягивается труба. Казалось бы, это не открытие, но оно сберегло

стране сотни тысяч рублей и тысячи тонн полезного оборудования.

В последние годы исследователи обратили внимание на чудесные свойства магнитных явлений. Попробовали омагнитить и воду, закачиваемую в добычный пласт. Количество получаемой из скважин соли увеличилось почти на одну треть. Вот так из отдельных решений складывался научно-технический прогресс бесшахтной добычи каменной соли. Она начиналась с примитивных солеварен. Зато теперь стала первым среди других методов физико-химической разработки полезных ископаемых, доказавшим, что будущее горного дела за ними.

Минерал, который тает

Стекла домов не всегда прозрачны. Особенно зимой. Как избавиться от этого, знают многие хозяйки. Напомним: положить между рамами окна кусочки или пакетики соли. Она жадно вбирает в себя воду. Стекла не запотевают. Речь идет об обычной поваренной соли — хлористом натрии.

Но вот однажды принесли в комнату другую соль. Розовые, сиреневые и дымчатые кристаллы сверкали в плотно закупоренной банке. Открыли ее. Кристаллы начали быстро таять. Твердое исчезло. Остались прозрачные капли. Этот минерал — горький «родственник» поваренной соли. Растворимость его очень высокая. Отбирает влагу даже из воздуха. А состоит из того же хлора и металла магния. Называют минерал бишофитом. Месторождений его на поверхности земли не ищут. Бесполезно. А вот сюрпризы разведчикам недр он может приносить.

Несколько лет назад геологи изучали подземные отложения древнего моря под Волгоградом. Искали в Поволжье нефть и газ. Как положено, бурили скважины, вынимали керны — образцы пород, пока не достигли глубины около 1800 метров. Там начиналась пустота, инструмент проваливался. Встревожились нефтяники, обратились к специалистам. Те не поверили. Не может быть такого. Работайте внимательнее. Действительно, «пустота» была не совсем пустой. В один из удачных дней достали из нее сероватый песок. Быстро поехали за геологами, а когда приехали с ними, то увидели не кучу песка — мокрое место. Пришлось взять на анализ пробу. Так открыли бишофит. Семидесятиметровая толща этого минерала залегает под землей среди плотных, не пропускающих воздух и воду пород от

Калмыкии до Саратовской области. Ее создала 150 млн. лет назад и надежно укрыла чудесница-природа.

Тающий минерал добыть шахтным способом почти невозможно. Зато растворить его нетрудно. Это и сделали. Каждый кубический метр рассола бишофита приносил на поверхность до 450 килограммов хлористого магния. Магний необходим во многих отраслях промышленности. Ей нужны бром и бор, тоже содержащиеся в рассоле бишофита. Да и сам он ценен. В Поволжье построен крупнейший в Европе завод белково-витаминных концентратов. Бишофит для него привозили издалека. Добыча и доставка капризного минерала раньше стоила недешево. Теперь экономят миллионы рублей. Рассол добавляют в топливо и энергетики. Чудесные свойства бишофита позволяют энергетическим котлам работать без ремонта значительно дольше. Притом они меньше используют мазута, не загрязняют окружающую среду. Это тоже немаловажно.

Гидрометаллургия

Около рудника огромная груда руды. Ее поливают водой. Воду собирают в бассейн, на дне которого лежат... к примеру, жестянки из-под консервов. А спустя некоторое время извлекают отсюда ценный металл — медь. Не правда ли, для непосвященного это кажется удивительным? Но если пояснить, что речь идет о медной руде, притом сульфидной, то знающим элементарные основы химии многое станет ясным. Вода, омывая руду, превращается в раствор медного купороса. В бассейне, где лежат жестяные банки, происходит химическая реакция: образуются сернокислородное железо и медь. Такова суть одного из гидрометаллургических способов.

Есть в нашей стране Дегтярский рудник. Медную руду там добывали в шахте, обрушая слои, теряя много полезного сырья. И вот предложили экономный метод — растворять руду под землей, через скважины откачивать раствор наверх. Таким образом 1 рабочий выдавал в смену почти 100 килограммов меди.

Те, кто бывал в горнорудных районах, видел уродливые и к тому же загрязняющие окрестности отвалы так называемых пустых пород. Казалось бы, они никому не нужны. Но так ли это?

В Мексике на руднике «Кананеа» в отходах было «захоронено» 80 тыс. тонн меди. Еще больше — около 1 млн. тонн ценного металла оставлено в отвалах месторождения Бкнгамского каньона в США. Извлечь медь из искусственных гор с помощью растворителей вполне возможно. Это и дешевле, чем добыча ее шахтным способом, да и затраты труда в несколько раз меньше. Теперь сотни тысяч тонн дефицитного металла добывают из когда-то никому не нужных отвалов.

Метод растворения медных руд, особенно бедных, т. е. содержащих мало металла, весьма перспективен. Могут внедряться и комплексные способы. Так, для месторождения Удокан в Восточной Сибири был разработан проект: дробить руду взрывами, потом обжигать ее и растворять. Обжиг и растворение должны осуществляться через одну и ту же систему нагнетательных и разгрузочных скважин. При обжиге горячий воздух вдувается в нагнетательные скважины. Из других скважин выводятся газообразные продукты сгорания, в основном сернистые газы. Они пойдут для приготовления серной кислоты, добавление которой в воду ускоряет процесс последующего растворения руд. Здесь используется буквально все. Разве это не лучший путь?

Что же такое гидрометаллургия? Ответить на этот вопрос теперь легче. Хотя секреты гидрометаллургии таят в себе и другие варианты.

Бактерии-рудокопы

Риотинто — месторождение с красивым названием. Находится в Испании. Еще в средние века здесь начали поливать водой медные руды. Раствор собирали в бассейны, извлекали из него металл. Этим делом занималось не так уж много людей. Основную работу за них выполняли неисчислимые и невидимые армии добросовестных «рудокопов». Узнали о них сравнительно недавно, в 20-х годах нашего столетия, притом не горняки, не химики, а микробиологи.

Главным помощником добытчиков меди оказалась бактерия. Ее научное название Тиобациллус феррооксиданс (*Thiobacillus ferrooxidans*). Это — живая химическая фабрика. Производит серную кислоту высокой концентрации. Именно прибавка этой кислоты к воде в сотни раз ускоряла вымывание меди из руды. На языке специалистов это называется активным биокатализом. Как же он происходит? Всякое живое существо нуждается в пище и энергии. Необходимы они и тионовым бактериям. Только они питаются углекислым газом и минеральными солями. А в качестве источников энергии используют процессы окисления сульфидных руд, превращающие их в растворимые соли. Микроорганизмы очень быстро размножаются. Так возникают незримые армии удивительных добытчиков меди, урана и других цветных и редких металлов. Они могут растворять даже золото. Догадался об этом в 1900 году исследователь Лунгвиц. Он заметил, что в растворе, содержащем остатки гниющих растений, благородный металл может раствориться, хотя отлично знал: только «царская водка» способна на такое. Другие растворители бессильны перед золотом. Знал он, что среди гниющих растений привольно

развиваются микроорганизмы. Может быть, они — причина? Однако догадка исследователя так и не была ничем обоснована. Впоследствии об исследованиях Лунгвица позабыли.

И снова вспомнили

Произошло это на золотоносных копах Ити. Они находятся в африканской стране Сенегал. Здесь рудное тело имеет форму холма, рядом с которым протекает река. Сюда и приходили промывальщики золота. Притом посещали только известные им участки. Почему? Вероятно, потому, что золото, растворяясь, переносится водой вниз по течению и в отдельных местах осаждается на дно. Таковы были предположения. Но как их объяснить? И вот тут вспомнили о догадке Лунгвица. Стали искать возможных «виновников». Микробиологи изучили под микроскопом огромное количество различных бактерий. Их собирали из проб почвы и воды месторождения Ити, из других районов Сенегала, исследовали и специальные коллекции, полученные из Пастеровского института в Париже. «Кормили» бактерии различными рудными породами. Потом запатентовали новый способ добычи золота. Представляете, не изобретатели горных машин, а специалисты, далекие от вопросов разработки полезных ископаемых, решились обратиться в патентное бюро с таким предложением! И его официально признали.

Микробиологи, в том числе И. Парес, работавшая у холма Ити, утверждали: драгоценный металл можно получать с помощью бактерий, находящихся в почве, воде и воздухе. На всех золотоносных месторождениях проживают армии невидимых рудокопов. Ныне стало известно, что знакомые многим плесневые грибки пенициллиумы (*Penicillium notatum*, *P. chrysogenum*), из них готовят пенициллин, также способны «есть» золото. Леечная плесень эспергиллус, грибок леечник черный, бактерия микрококк киноварно-красный

питаются драгоценным металлом. Значит, и золото, не поддающееся растворению природными водами, можно вымывать из горных пород с помощью мельчайших живых существ.

Горняки думают о будущем горного дела, ищут и изобретают новые способы механической добычи, но подчас не замечают, что оно может родиться в совсем далеких от шахт лабораториях микробиологов.

Рождается новая наука

Она еще в младенческом возрасте. Поэтому о возможностях геомикробиологии чаще говорят в будущем времени.

Мы добываем из недр марганец. Более 1/3 его оставляем в шахтах или в «хвостах» (так называют отходы обогатительных фабрик). Почти 1/10 часть содержания «хвостов» — это металл, который можно извлечь с помощью микроорганизмов.

В химических лабораториях уже научились создавать геомикробиологическую среду. Она позволяет извлекать из различных руд многие ценные элементы, например висмут, свинец, сурьму, литий и германий. С каждым годом возрастает роль алюминия. Николай Гаврилович Чернышевский предсказал ему великое будущее, назвав металлом социализма. В начале прошлого века алюминий ценился наравне с золотом, да и теперь он недешев, в 3 раза дороже железа. Хотя почти 1/10 часть земной коры сложена им. Это миллиарды миллиардов тонн. Однако извлекать алюминий из горных пород известными способами сложно. Чаще всего его выплавляют в электропечах. А вот микробиологи утверждают, что в скором времени недра смогут отдавать людям алюминий почти бесплатно. Существуют бактерии, разлагающие породы, в которых много соединений алюминия.

Сера — также необходимый нам химический элемент. Но ее присутствие в виде примеси часто нежелательно. Например, в коксующихся углях. Окисление серы угольных залежей бактериями — вполне реальная возможность.

О потерях в отвалах ряда ценных металлов уже упоминалось. Теперь минеральные отходы все чаще

называют вторичными полезными ископаемыми. Только с небольшим содержанием оставшихся там ценных компонентов. Их можно «добыть» с помощью бактерий. Для этого не нужно конструировать и строить мощные механизмы. Тут работа тонкая, чем-то напоминающая труд селекционеров, годами создающих урожайный сорт пшеницы или породу животных с необычной окраской шерсти.

Микроорганизмы выращивают в специальной питательной среде, отбирают наиболее активных, приспособленных к быстрому преобразованию и разложению каменных пород. Так человек учится у природы. Тысячелетиями многие микроорганизмы способствовали возникновению рудных залежей. Особенно на дне морей и океанов, где и теперь железомарганцевые конкреции рождаются подобным путем. Только человек сумел ускорить природные процессы. Найдены бактерии, которые в десятки раз убыстряют растворение и окисление ряда полезных ископаемых. Эти невидимые рудокопы создают условия для перевода металлов в раствор.

Сомневающийся может сказать: «Это разговор в основном о будущем. Я признаю то, что реально сейчас». Нет, это уже реальность. Такой способ добычи применяют в нашей стране на рудниках Урала и Казахстана. В Югославии микроорганизмы помогают переводить в раствор уран. Ныне каждую двадцатую тонну меди в мире, а также немало цинка получают с помощью бактерий. Их изучают и выращивают для горняков геомикробиологи — представители новой отрасли знаний.

Судьба открытия

Он учился в Лесном земледельческом институте. Самым любимым предметом была химия. Когда К. Патканов окончил институт, то, где бы ни служил, всегда создавал для себя маленькую химическую лабораторию. В ней и «колдовал» как любитель-химик. Некоторое время он работал на Северном Кавказе в качестве лесного ревизора. Здесь ему преподнесли необычный подарок — огромную глыбу серной руды. Ее привезли из Каракумов, из района Кирх-чулба. Эта глыба более чем наполовину состояла из серы, смешанной с барханным песком и кристаллическим гипсом.

Однажды К. Патканов бросил кусок от глыбы в нагретую серную кислоту. Руда растворилась. «... Выделила из себя серу, которая, слившись в общую массу, стала плавать, словно яичный желток, окруженный песком и мелким кристаллическим гипсом». Исследователь слил кислоту, вынул из сосуда комочек чистой серы. Увидел, что к нему не прилипла ни одна песчинка. Потом изучал и другие руды. И пришел к выводу: использование кислоты не обязательно. Она служит лишь для нагревания и расплавления полезного ископаемого. Тогда-то у Патканова и зародилась идея применять для получения серы обыкновенную воду, только нагретую.

Потом последовали опыты в лабораториях Московского университета и Лесного института. Пришло время для окончательного вывода: «...сера в серной руде, расплавленная в воде, нагретой под давлением до известной температуры, отделяется от сопровождающих ее пород и, затвердевая, не соединяется уже с ними, раз таковые смочены водою».

К. Патканов изобрел несложный аппарат для выплавки серы. Так в 1883 году в России были заложены основы нового метода добычи. Однако в то время в России им никто не заинтересовался. Зато предприимчивый американец Г. Фрэш быстро сумел применить этот способ. Он нанял группу бурильщиков, которые пробурили скважины до залежей самородной серы, открытых в районе Мексиканского залива. В 1894 году под восторженные крики присутствующих из недр земли вырвалась золотисто-коричневая струя полезного ископаемого.

А в 1897 году К. Патканов опубликовал небольшую заметку в «Горном журнале», в которой писал, что спешит сообщить об открытии, «...искренне желая, чтобы оно стало достоянием русской печати, прежде чем появиться в каком-либо иностранном специальном органе». Но... было уже поздно. Весь мир, да и отечественная литература при описании этого способа добычи теперь чаще упоминает имя американца Г. Фрэша, а не нашего соотечественника. Такова история зарождения бесшахтного способа добычи серы. Его называют методом подземной выплавки серы или коротко ПВС. В чем суть ПВС?

В конце 60-х годов в нашей стране на Украине начала работать Яворовская «подземка». Ничто здесь не напоминает привычный рудник. Только переплетения труб с горячей водой, влажный воздух с сероводородным запахом и темно-коричневая струя расплавленной в недрах серы, текущая из скважины. Подземная выплавка этого минерала, возможность которой впервые открыл русский химик-любитель К. Патканов, стала реальной на его родине. Теперь ПВС применяется и на других месторождениях.

И вот тут можно задать вопрос: «Почему самые удивительные и перспективные открытия в области разработки полезных ископаемых нередко

принадлежат исследователям, казалось бы далеким от проблем горного дела? Может быть, потому, что им со школьной скамьи не твердили упорно, что разрабатывать месторождение можно только шахтным способом?». Традиционное не было закреплено в их мышлении однозначно. Путь к новому был открыт разносторонностью знаний, умением в известном отыскать нечто необычное. Разве другое открытие не пример тому?

Подземные газогенераторы

Однажды читатели петербургского издания «Северный вестник» обратили внимание на статью с загадочным названием «Будущая сила, покоящаяся на берегах Донца». Автор публикации — великий ученый Дмитрий Иванович Менделеев. Так в 1888 году впервые была высказана мысль о создании подземных газогенераторов для эксплуатации угольных месторождений. Что же предлагалось? Пробурить в «пласту несколько отверстий, одно из них должно назначаться для введения, даже вдувания, воздуха, другие — для выхода, даже вытягивания, горючих газов». Идея очень заманчива. Уголь добывают в шахтах, чтобы потом бросать в топки на поверхности земли и получать тепловую энергию. Это известный путь. А можно уголь сразу сжигать в недрах и по трубам выводить наверх горючий газ. Это необычный путь.

Его преимущества понятны и не требуют разъяснений. Достаточно, например, с помощью взрывов раздробить под землей угольный пласт, поджечь и начать нагнетать в глубинную печь воздух или кислород, обеспечивающие непрерывное горение, тогда по скважинам, куда надо, пойдет горючий газ. Эту идею поддержал еще в 1913 году Владимир Ильич Ленин. Он даже написал статью «Одна из великих побед техники». Позже, когда с ее содержанием ознакомились бойцы 78-го кавалерийского полка Рабоче-Крестьянской Красной Армии, они обратились ко всем ученым и студентам страны с письмом. Призвали горняков приступить к реализации поистине социалистического метода использования ресурсов угля.

В начале 30-х годов в нашей стране стали действовать первые подземные газогенераторы. В Донбассе и Подмосковье были зажжены угольные пласты. Некоторые из них в течение многих лет снабжали народное хозяйство горючими газами. Несколько сотен миллионов кубических метров такого газа получали ежегодно предприятия Тулы. Энергия горящих в недрах углей вращала электрические газовые турбины.

Станции подземной газификации были созданы в Кузбассе и Средней Азии. Работы в этом направлении развернулись в США и Англии, Бельгии и Италии. Казалось бы, пройдет еще несколько лет и на смену многим угольным шахтам придут установки подземной газификации. Тем более что вслед за углем научились зажигать в недрах сланцевые пласты. Ведь сланцы нередко более чем наполовину состоят из негорючих масс. Зачем их поднимать на поверхность, когда можно оставить в недрах?

Пионером в этом деле стала Швеция. Там много сланцев и дешевой электроэнергии. Зато нет природного газа. Поэтому и решили создать под землей своеобразные электропечи. Пробурили скважины, опустили в них электроды. Так в 1942 году начал работать первый в мире сланцеперегонный подземный завод. Он выдавал по трубам горючий газ, сырую смолу для пропитки шпал и другие жидкие продукты, столь необходимые для химической промышленности. Но в послевоенные годы об этом способе стали забывать.

«Настанет, вероятно...»

Это начало пророческого высказывания великого русского химика мы еще продолжим. А пока объясним простую причину отступления энтузиастов подземной газификации. Тут «виноваты» геологи. Они развели в недрах огромное количество природного газа и нефти. Зачем возиться с углем, когда есть более экономичные соперники. Считалось, что им открыта неограниченная «зеленая» улица.

Однако в начале 70-х годов вспыхнул предупреждающий «желтый» свет. В капиталистических странах разразился энергетический кризис. С тревогой заговорили об исчерпании природных нефтегазовых сокровищ. Тем более что они стали основой и для производства многих синтетических материалов, без которых ныне не обходится почти ни один человек. И тогда вновь вспомнили об угле, его возможностях. США располагают значительными запасами угольных залежей. Лишь 1/10 часть их вполне подходяща для разработки традиционными способами. Как же поступать с месторождениями, залегающими на глубинах 1,5–2 километра? Только бесшахтные способы здесь себя оправдают.

Пока развитие подземной газификации угля сдерживает главный недостаток: получается низкосортный газ. Но уже разработаны и осуществляются проекты вдувания в недра водорода. Газообразные продукты горения угля на глубине искусственно преобразуются в газ, сравнимый по качеству с лучшим природным.

Первой страной в мире, где получило развитие это направление, является родина Д. И. Менделеева, наша

страна. Именно у нас американцы закупили способ создания «подземных газогенераторов». Считают, что к 2000 году они станут такими же привычными, как в наши дни атомные электростанции. Поэтому историки науки и техники обязательно будут цитировать строки из статьи с загадочным названием «Будущая сила, покоящаяся на берегах Донца». Приведем эти строки: «Настанет, вероятно, со временем даже такая эпоха, что угля из земли вынимать не будут, и там, в земле, его сумеют превращать в горючие газы и их по трубам будут распределять на далекие расстояния».

Полезное ископаемое по заказу

Разведана новая угольная залежь. Все подготовлено к ее разработке. Но вместо громоздких шахтных сооружений, занимающих большую площадь, стоят компактные баки, насосы, в землю уходят трубы. Итак, месторождение принято в эксплуатацию. На-гора стало поступать... жидкое топливо для двигателей машин. Не удивляйтесь, и это возможно, если из природного угольного месторождения создать искусственное, например путем гидрирования. Для этого пласт угля необходимо насытить водородом при высоких температуре (400–450 °С) и давлении (до 700 кгс/см²). Не правда ли, здесь также заложены основные идеи великого русского химика.

Есть и другие пути. Их наметил академик Александр Евгеньевич Ферсман, когда сказал, что «...сильные кислотные растворы будут растворять природные вещества, давая готовые соли для электролитических труб, извлекающих с разных глубин нужные человеку вещества». Почти любое рудное тело при определенных условиях можно превращать в новое месторождение и последовательно отбирать из него необходимые человеку химические элементы.

Для этого бурят скважины, опускают в них электроды постоянного тока, по трубам подают в залежь специальный растворитель металла, который мы хотим извлечь из руды. Если она проницаема, то ионы химического элемента начнут двигаться от анодов к катодам. Будет накапливаться требуемый металл.

А если руда — непроницаема? И это не помеха. Ее можно раздробить на мелкие куски с помощью взрывов. Они уже доказали свою полезность в горном деле.

Много интересного обещает применение новейших достижений физики и химии при разработке полиметаллических глубинных месторождений. Они содержат большое число различных металлов, рассеянных в горных породах. Одних сравнительно много, других меньше. Электричество и специальные растворители позволяют непосредственно в недрах рассортировать набор химических элементов. По существу, речь идет о замене природных процессов образования руд искусственными, сочетающими в себе сразу способы добычи, обогащения и переработки минерального сырья.

Или другой пример. Предположим, что нам выгоднее растворить не сами минералы, а так называемые пустые породы, в которых они спрятаны. Известно, что в каменном угле в виде элементов-примесей присутствуют кобальт, никель, германий, бериллий. В углистых сланцах прячутся молибден, ванадий, уран, медь, свинец. Выходит, что месторождения горючих камней одновременно являются и кладами металлов.

При сжигании угля и сланцев в подземных газогенераторах, как и в обычной печи, будет накапливаться зола. Так возникает искусственно созданная залежь металлов. Их концентрация здесь увеличивается в несколько раз. После выжигания угольного или сланцевого месторождения через те же скважины можно вымывать полезное ископаемое, созданное по заказу. Конечно, сразу извлечь по трубам все металлы в виде растворов нельзя. Что-то получим сначала, что-то потом. Однако и простая промывка недр окажется полезной. Мы сможем смыть в заранее выбранный участок подземной кладовой самое ценное. Иначе говоря, вновь создать месторождение, точный адрес которого будет известен без геологической разведки.

Добывающая струя

Кто видел, как в весеннее половодье вода размывает берега реки, или слышал о гидродобыче торфа, развивавшейся в нашей стране в 20-х годах, тому особых разъяснений не нужно. В последующие десятилетия на смену «гидроторфу» пришел «гидроуголь». Здесь главный инструмент не отбойный молоток, не горный комбайн. Обычная вода. Чем выше ее напор, тем лучше. Вода подается под большим давлением в виде сильной струи или импульсных выстрелов. Подобно водяному пистолету. Раздробленная смесь воды и угля по желобам или трубам поступает на поверхность. Жидкость стекает, фильтруется и снова уходит в рабочие забои. Уголь быстро обсыхает. Полезное ископаемое добыто.

На практике такая добыча, конечно, сложнее. Инженеры и конструкторы создают различные водометы. Их часто называют гидромониторами. У такого способа добычи большое преимущество: почти всю работу могут выполнять автоматические устройства с дистанционным управлением. Притом не нужно загружать углем железнодорожные составы, перегонять их за сотни километров и разгружать там. Гидросмесь по трубопроводам сама прибывает на место. В пути, на промежуточных станциях, она обогащается. Лишнее отбирают, необходимое добавляют. Уже известны варианты использования «гидроугля», когда он прямо из недр по трубам поступает на электростанции. Небольшое количество влаги, которая остается в угле, даже улучшает горение топлива. Сегодня такая гидродобыча — не новость. Впрочем, и не традиционна. Гидроугледобывающих предприятий еще немного. Но опыт их работы стал основой для

развития нового направления — скважинной гидродобычи.

В чем ее суть? В залежь закачивают воду. Если увеличить давление, она начнет разрушать горную породу. Так же, как поток дождя, стекая с крыши по водосточной трубе, вымывает под ней грунт. Тем более рыхлый, например песчаный. Только тут есть разница. Размытая земля уносится потоком дальше. Разрушенной в недрах залежи деваться некуда. Полезное ископаемое вместе с водой откачивают мощными насосами на перерабатывающий завод.

В разных странах предложены многочисленные способы подобной добычи. Это и высокое давление размывающей струи, и колебания различной частоты, и применение добавочной тепловой энергии, электрического тока, химической обработки. Поиски идут непрерывно. С каждым днем число патентов, выдаваемых изобретателям, на способы гидродобычи растет. А тем временем уже работают первые предприятия. В нашей стране в 1974 году на Кингисеппском фосфоритовом комбинате таким методом из скважин стали «выкачивать» фосфориты — прекрасное удобрение, способствующее повышению урожайности полей. Гидродобыча торфа, угля, фосфоритов, золота, урана и т. д. — таков расширяющийся круг использования воды — самого универсального помощника горняков. Особенно перспективна гидродобыча для зон многолетней мерзлоты. Только там необходима горячая вода. Нагревать ее станут не котлы, а сами недра.

Имеем, теряем, находим

Вдумайтесь в отдельные факты. Сотни тысяч скважин «проткнули» на различную глубину недра Земли. Из них качают нефть и газ, воду и рассолы. Есть скважины, сами по себе льющие воду. В одном месте она просто теплая, в ином даже горячая. За год, например, подобная скважина в Дагестане может выдать «на-гора» 158 тыс. тонн «каменного угля». Конечно, в виде тепловой энергии, заключенной в воде. А все пробуренные скважины дадут цифру во много-много раз большую. Она соответствует производительности сотен шахт, в которых трудятся тысячи людей.

Прошло чуть более столетия с тех пор, когда человек стал широко использовать уголь, нефть и природный газ. Они — главное энергетическое сырье прошлого и нынешнего веков. В топках сгорели многие десятки миллиардов тонн минерального топлива. Столько же его может быть сожжено до 2000 года. А ведь это невозобновимые, ограниченные, ресурсы недр. Их современный лимит исчисляется десятилетиями. А что потом?

Вот один из ответов на такой вопрос. Если отобрать из горячих глубин земного шара 1/100 часть его тепла, то все электростанции мира будут работать 40 млн. лет. Две трети территории нашей страны вполне можно снабдить геотермальной энергией и теплом. Это подтверждено результатами исследования советских геологов.

Особенно много тепловых ресурсов в самых суровых краях необъятной Сибири. В районах, где под слоем «вечной» мерзлоты всего в 1–3 километрах от земной поверхности скрыты моря горячей воды. Вдоль трассы

Байкало-Амурской магистрали то там, то здесь бьют горячие водяные ключи. С ними поосторожней, можно обжечься: температура воды 60 °С. А в межгорных долинах под землей бурлит настоящий кипяток. Первопроходцы «магистрали века» быстро воспользовались этим бесплатным даром природы. Построили бани. Начали выращивать в теплицах овощи.

Течет из скважин теплая минерализованная вода и на тюменской земле. Здесь ее используют не только для обогрева теплиц или домов. Вкусных карпов выращивают в теплых прудах. И хотя вода там содержит в 5 раз больше солей, чем обычная пресная, для рыб это не помеха. Быстро размножаются, быстро растут и прибавляют в весе. Естественные рыбные ресурсы тоже ограничены. Значит, имеется путь к искусственному умножению рыбных богатств.

Около 2 млн. квадратных километров занимают подземные моря в недрах Казахстана. И именно там, где на поверхности земли царят безводные пустыни. Есть среди этих морей и теплые.

Наша планета обладает очень большим количеством нагретой в недрах воды. Пока эту энергию мы в основном теряем, а точнее, мало используем. Но все чаще и чаще находим, чтобы включить ее в полезную работу.

Давным-давно и сегодня

Было это давным-давно. Две с половиной тысячи лет назад. В Древней Греции строили красивые мраморные дворцы. Называли их термами, что в переводе с греческого означает «баня». Теперь их руины находят только археологи. В предгорьях Эпидавра действовал гидротермальный курорт. Наверное, один из первых в мире. Здесь жил и работал основатель медицинской науки — Гиппократ.

Да, это было давным-давно, однако для многих людей XX века по-прежнему остается необычным. Почти повсюду мы добываем тепло, сжигая топливо. Привычно, но не всегда разумно.

Например, для живущих в Будапеште. Здесь есть особенные бани. Они купальни и одновременно водолечебницы. Зимой в столице Венгрии можно встретить купальщиков, стоящих по горло в воде, на которой плавают шахматная доска. Шахматисты, нахлобучив меховые шапки, не торопятся заканчивать игру. Им тепло. Таких бассейнов в Будапеште десятки. Ежедневно сюда поступает целебная вода из подземных минеральных источников. Миллионы жителей города пользуются чудесным даром природы.

В предгорьях Кавказа, неподалеку от Нальчика, находится бальнеологический курорт Долинск. Там из скважин поступает высокоминерализованная вода температурой 78 °С. Она проходит по трубе, заключенной в другую трубу, наполненную холодной пресной водой. Подогревают эту воду для горячего снабжения зданий и теплиц, а потом, несколько охладившись, она перетекает в ванны и души лечебниц.

Недалеко от Нальчика расположена столица Дагестана— Махачкала. Десятки скважин подают здесь

с глубины 1-1,5 километра горячую слабоминерализованную воду. Трубы протянулись к предприятиям, жилым домам и даже к заводу минеральных вод. Миллионы бутылок лечебной воды наполняются из тех же скважин. Правда, это лишь отдельные примеры.

Ныне только единственная в мире страна Исландия сумела полностью использовать тепловые богатства недр. Тут практически нет труб, дымящих от сжигания горючих ископаемых. Горячие воды отапливают предприятия, жилые дома и теплицы. Исландии в этом смысле повезло. Она расположена на вулканическом острове.

В далекие времена люди начали использовать тепло земных глубин. Начали с постройки бань. Среди них есть похожие на дворцы и обыкновенные постройки. В Тбилиси — это памятник архитектуры, на курильском острове Кунашир — обычное, скромное здание. Рядом с ним вырыт колодец 3-метровой глубины. В нем постоянно бурлит крутой кипяток. Здесь природа сама предлагает свои дары. А сколько есть мест, где скважинная добыча может дать такие же результаты!

Жаркая — холодная земля

«Разгорелся внутри Камчатки пожар. Даже океан не в силах одолеть огонь. Закипает вода». Такими рассказами пугали маленьких эвенков их родители. Теперь эвенки этого не боятся. Без страха ставят на горячие источники кастрюли, готовят душистую гольцовую уху. Они поняли: жар земли — добрый жар.

Полуостров Камчатка, пожалуй, единственное место в нашей стране, где глубинное тепло открыто демонстрирует свои возможности в любых проявлениях. Сказочная красота Долины гейзеров. Бьют обжигающие жаром фонтаны, кипят маленькие озерца, булькают грязевые котлы. Удивительна и долина реки Паужетки. Горстка разноцветных домиков, клубы пара, линия высоковольтной электропередачи, бегущая отсюда к Охотскому морю, недалеко вершины вулканов. С них, пожалуй, и начнем.

Вулканов на планете много. Эти огнедышащие горы извергают на поверхность расплавленную лаву. Они — источник катастроф. В 1883 году в далекой Индонезии разбушевался вулкан Кракатау. Если бы такая катастрофа произошла с одним из камчатских вулканов, то отголоски ее услышали бы даже на западе нашей страны, в Ленинграде и Архангельске. Вулкан выделил огромное количество тепла. В 1955 и 1956 годах произошло извержение камчатского вулкана — сопки Безымянной. И в пространстве рассеялось энергии столько, что на ней могли бы работать все электростанции Советского Союза до начала XXI столетия. Эта энергия накапливается в подземных «печах» с температурой свыше 1000 °С. Они спрятаны в недрах сравнительно неглубоко.

Есть на Камчатке Авачинская Сопка, рядом с ней протекает река Авача. Здесь можно заложить два ряда скважин. В первый ряд мощными насосами закачивать холодные воды, из второго ряда перегретый пар будет поступать прямо к турбинам электростанций. Так может продолжаться в течение сотен лет.

Американцы уже попробовали сделать подобное. В горах штата Нью-Мексико скважины достигли нагретых гранитных пород. Стали нагнетать холодную воду, обратно потекла горячая. Полагают, что таким способом в США вскоре будут получать несколько процентов энергии от общего ее производства. Огромный город Сан-Франциско может обеспечиваться электроэнергией из района Гейзере. Здесь под землей спрятано пароводяное месторождение, а на поверхности работает геотермическая электростанция.

Много горячих точек в толще земных пород. И хотя не все из них легкодоступны, использование подземного тепла с каждым годом будет расширяться. Правда, для этого потребуются и особые технические решения и новые, необычные способы проникновения в недра.

Ракета для недр

Она изобретена. Принцип ее действия в целом ясен. Для проникновения в недра ракета должна лететь как бы задом наперед. В ее головной части устанавливают ряд сопел, из которых с огромной скоростью вырывается раскаленный газ. Он прожигает земную твердь. В каждом реактивном отверстии скорость различна. Она регулируемая. Поэтому есть струи, разрушающие и удерживающие ракету в забое. В этом одна из особенностей необычной буровой установки. Тот, кто видел современные буровые вышки, замечал десятки крутящихся, ползущих вверх и вниз деталей. Ведь проникновение в недра традиционно связано с ударно-вращательным движением. А вот в подземной ракете — изобретении советского инженера М. И. Циферова — нет ни одной подобной детали. Очень важный факт. Именно то, что трется или движется в механизмах, чаще всего выходит из строя.

Представьте себе прочную трубу, конус с соплами — отверстиями, крышку на трубе, электрозапальное устройство и пороховые заряды внутри. Вот и все. Вместо пороха можно использовать сжатый или сжиженный газ. В этом случае добавляются лишь детали регулировки подачи и дозирования газа. Вполне пригодно и жидкое топливо.

Ныне глубинное механическое бурение одной скважины подчас растягивается на годы. Реактивный бур преодолевает 1 километр за считанные минуты. Всего 20 секунд достаточно, чтобы пробурить колодец глубиной 20 метров и диаметром 1 метр. Ширина отверстия может в случае необходимости достигать десятков метров. Правда, с помощью твердого топлива и сжатого газа глубоко в недра проникнуть трудно. Не

хватит запасов энергии, а вот ракетный снаряд на жидком топливе сможет проникнуть в глубокие недра Земли.

Для сверхглубокого бурения проектируется ракета многократного использования. Она должна сама вырабатывать породоразрушающую силу. Должна сама и возвращаться из недр. Заправляться горючим. Опять устремляться вглубь. Как и космические ракеты, ее будут запускать со специальной платформы с направляющими стапелями. Умные автоматические устройства будут управлять ее движением. Кажется, самое сложное— придумать способ возврата реактивного снаряда?

Однако принцип действия этого «челнока» в целом найден. Кончилось основное топливо. То, которое сжигалось для разрушения прочных пород. Пора возвращаться на заправку. Автоматически выключаются дюзы удержания бура в забое. Реактивная тяга буровых сопел стремительно выталкивает из скважины ракету.

Чтобы создать невиданный доселе буровой снаряд, требуются знания, труд и время. И еще союз инженеров-ракетчиков, горняков, специалистов по материалам и автоматизации. С их помощью будут возводиться сотни геотермальных электростанций.

ГеоТЭС. Что это?

Италия. Район Лардарелло. Здесь вулканическая зона земной коры. Из недр течет горячая вода, выходят пар и газы. Каким образом их использовать? Такой вопрос задал себе инженер Д. Конти. Было это в начале нашего века. А в 1904 году на парогазовой энергии заработала машина, вырабатывающая электричество. Вскоре она заглохла. Горячие газы вывели из строя первую в мире геотермальную электростанцию — ГеоТЭС. Газы, соединяясь с охлаждающей в трубах водой, создавали смесь химических соединений, разъедающих металл. Притом вред наносили в общем-то необходимые людям вещества. Опять принялись за исследования. В конце концов научились предварительно очищать источник тепловой энергии от вредных примесей. Нашли полезное применение и отходам. В Лардарелло вновь начали устанавливать турбины небольших ГеоТЭС. В 1913 году поставили первую, в 1914 — сразу три, потом еще... Так в Италии зародился новый вид безотходного производства электроэнергии и тепла с одновременной добычей химических веществ. Сотни вагонов серы, углекислого газа, борных и аммониевых продуктов вывозят отсюда на различные предприятия. Принцип работы ГеоТЭС несложен. Особенно при прямом использовании природного пара. Из скважины он сразу поступает в турбину, вращает ее лопасти. Такая ГеоТЭС может быть даже переносной.

Не намного сложнее установки комплексной переработки. Сюда подключаются очистные устройства, которые отделяют из пароводяной смеси химические вещества. От ГеоТЭС отходят также трубы, по которым отработанный пар поступает для обогрева домов и

теплиц. Подобные электростанции ныне работают в ряде стран. Есть они в Исландии, в Японии, в Новой Зеландии, в США. Имеются и в нашей стране. Например, Паужет-ская ГеоТЭС на Камчатке. Она снабжает теплом и светом близлежащие предприятия и жилые дома. Здесь построены санатории с горячими бассейнами, из теплично-парникового комбината в Петропавловск-Камчатский поступают помидоры, огурцы и другие овощи. А недалеко расположено вулканическое плато — Мутновское. Тут геологи развели гидротермальное месторождение с температурой до 350–450 °С. Оно станет сырьевой базой для мощной ГеоТЭС.

Рассол — руда

Соленые волны Каспийского моря. Пустынный берег жаркой Туркмении. Его выступ вдается в Каспий. Это — полуостров Челекен. Здесь добывают сырье для получения иода и брома. Ни шахт, ни карьеров нет. Из множества скважин по трубам подают на местный завод рудоносный раствор. Правда, время от времени трубы сами по себе закупоривались. Внутри труб рождались маленькие месторождения, например свинцовые, почти целиком состоящие из этого ценного металла. Откуда он? Изучили состав рассола и удивились. В каждом литре до 200 миллиграммов свинца, есть также медь, цинк, никель, кадмий, рубидий, таллий, мышьяк... Горячие рассолы Челекена по скважинам ежегодно выносят тысячи тонн полезного сырья. Только в одной скважине за три года накопилось семь тонн свинца. Так человек случайно ускорил образование рудных кладов. Их можно назвать гидротермальными.

Подобные залежи быстро возникают и в глубоких впадинах Красного моря. Без вмешательства людей, естественным путем. Здесь в основном отлагаются железо и марганец. Скопились миллионы тонн других руд, в том числе несколько тонн серебра и десятки тонн золота. Такой богатый «урожай» сокровищ недр вынесли к поверхности земли металлоносные горячие рассолы. Их щедрость пока не иссякает. Месторождение, словно копилка, с каждым годом становится все богаче и богаче.

В США, в Южной Калифорнии, есть озеро Солтон-Си. Пробурили около него скважину. Потек горячий рассол. Через три месяца решили очистить трубу от осадков. Выгребли около восьми тонн. Сначала хотели

выбросить. Но когда исследовали их, поняли, что природа сама доставила людям ценный клад. Более полутора тонн меди, около 90 килограммов серебра и другие металлы были спрятаны в отложениях, осевших на стенки трубы.

Эти отдельные факты, конечно, заинтересовали ученых. Они провели исследования. Выяснили, что рудорассол чаще всего находят в рифтовых зонах. Рифт — английское слово. Означает — расселина или ущелье. Очень много их в земной коре. Они пронизывают твердые недра планеты. По ним из горячих глубин поступают рудоносные растворы. На сотни километров тянутся рифты. Ширина их измеряется также многими километрами. Вероятно, в будущем именно в этих районах будут откачивать из недр жидкие руды. Не надо ждать тысячелетия пока из них сформируется твердая залежь. Потом искать ее, строить шахты...

«Черная пасть»

Местные жители раньше боялись ее. Они верили, что в середине ее зияет пучина, засасывающая вглубь все живое. Вот и не решались заплывать на лодках сюда. Ке случайно Кара-Богаз в переводе означает «Черная пасть».

Судьба открытия и изучения этой огромной природной солонки необычна. На одной из первых карт месторождение названо морем Карабугазским. Было это в 1715 году. Потом карту утеряли. Нашли ее в запыленном архиве только через 250 лет. К этому времени о море уже никто не говорил. Кара-Богаз-Гол стремительно высыхал.

Несколько раньше советский писатель Константин Георгиевич Паустовский написал романтическую повесть о соляном кладе природы, о судьбе его исследователя лейтенанта И. М. Жеребцова. Честь первого плавания по Кара-Богаз-Голу принадлежит этому смелому человеку. И открытие странных свойств местной соли тоже. Когда ее сложили на палубу, дабы подсушить, корабельный кок взял немного и посолил этой солью борщ для команды. Соль оказалась равной по действию касторовому маслу. Весь экипаж заболел животами.

Да, Кара-Богаз-Гол — удивительный водоем. Если заплывет сюда через узкий пролив рыба, вскоре слепнет, выбрасывается на берег, просоленная, сушится на солнце. Именно лейтенант И. М. Жеребцов первым предложил перегородить узкую горловину «Черной пасти» дамбой со шлюзом. Он считал, что Кара-Богаз безвозвратно поглощает воды Каспийского моря. Кстати, подобный проект разработали и осуществили современные исследователи Кара-Богаз-Гола.

В 1921 году в газетах «Правда» и «Известия» были опубликованы статьи о неиспользуемых богатствах Кара-Богаз-Гола. Тогда Владимир Ильич Ленин поддержал стремление как можно скорее освоить это месторождение. Спустя три года здесь собрали 634 тонны сульфата натрия, а через десять лет в 1000 раз больше. Потом добыча резко стала падать. «Черная пасть» высыхала. С 30-х годов всего за несколько десятилетий площадь залива сократилась почти вдвое.

Капризен, труден для освоения Кара-Богаз-Гол. Возвели на его берегу химический комбинат. Построили и город. Спустя несколько лет сам город и некоторые поселки вокруг его стали превращаться в археологические объекты. Их засыпало горячими песками пустыни. А само месторождение «ушло» далеко от города Кара-Богаз-Гола. Вслед за ним покинули дома и люди, поселились поближе к участкам добычи солей.

Немного в мире подобных соляных кладов, которые можно собирать прямо с поверхности или в виде рассолов через скважины. Но и люди не встречали более трудных условий для освоения блуждающего среди пустыни месторождения. Оно то растворяется в воде, то покрывается солью, состав которой может изменяться даже от перемены погоды. И все-таки «Черная пасть» будет служить человеку.

На берегу Каспия вырос красавец город Шевченко. Здесь работает атомный опреснитель, дающий живительную влагу покорителям пустыни. На Кара-Богаз Голе возвели плотину. Освободился он и от стихийных капризов природы. Природная солонка станет источником получения множества ценных элементов: солей натрия, калия, магния, соды, брома, серы и многих других.

Солоно и пресно

Этот район тоже жаркий. Часто хочется пить. Тем более, когда выходишь на лодке в Средиземном море. Но рыбаки могут отплыть и с пустыми флягами. Пресную воду они найдут в море. Ее черпают отсюда, словно из обыкновенного колодца. Может быть, этот факт известен немногим.

Подземные пресные воды бьют в виде источников не только из расщелин суши. Имеются они и на морском дне, особенно на его покатых склонах. Вот и получается, что плавающие у средиземноморских курортов Канн и Сан-Ремо моряки могут всегда пополнить запасы пресной воды, не причаливая к берегу. Такие же подводные источники встречаются у Черноморского побережья Грузии. Невдалеке от поселка Гантиади в море «вскипают» воды. Это бьют из-под земли струи пресной воды.

Питьевых «колонок» среди морских просторов тысячи тысяч. По крайней мере, нет ни одного моря, где бы не обнаружили выходов подводных пресных вод. В Австралии, на Бахрейнских островах в Персидском заливе трубы городского водопровода уходят на морское дно. Как видите, и в соленой воде можно получить пресную. Правда, не в любом месте.

Хотя... как рассуждать. Море — это раствор солей. Убрать их вполне можно. Такое впервые сделал еще в IV веке до н. э. древнегреческий философ и естествоиспытатель Аристотель. Он кипятил в закрытом сосуде морскую воду. Пар, охлаждаясь, поступал в другой сосуд и превращался в пресную влагу. Прошло почти 2400 лет, пока вновь серьезно не заинтересовались проблемой опреснения соленых вод. Но не ради научного опыта, а по необходимости.

Теперь известны десятки способов отделения соли от воды. Это и метод, предложенный Аристотелем, когда жидкость превращают в пар, причем не только на дистилляционной перегонной установке, отапливаемой дровами или углем, но и в атомных опреснителях.

Это и противоположный по действию способ. Он также был известен в далекой древности. Жители северных побережий заметили, что верхняя часть морского льда почти несоленая. Стоит его собрать, растопить — вот и питьевая вода.

Есть и другие способы. Они основаны на самых последних достижениях науки. Например, фильтры из ионообменных смол задерживают соединения солей, пропуская чистую воду. Сравнительно недавно ученые предлагали снабжать нефтеносный район Мангышлака водой из рек Волги, Урала или Амударьи. А когда подсчитали, то решили: экономически выгодно построить атомный опреснитель. Он питается горько-солеными водами Каспия. В результате город Шевченко снабжен пресной водой. И на выжженных солнцем сухих берегах моря теперь цветут сады.

Атомный опреснитель дает людям живительную влагу и тепло. Это хорошо. Ну, а как же быть с солевыми отходами? Ученым не нужно здесь делать открытия. Они знают, сколько и чего содержится в морской воде.

Можно опреснить воду и без дополнительных затрат энергии. Египтянин Самед Муххамед Хасса предлагал опускать в море на глубину более 200 метров полые резервуары с полупроницаемой мембраной. Давление водных толщ здесь выше 23 кгс/см^2 . Оно будет продавливать через мембрану опресненную воду задерживая соли. Резервуары наполняются, вода из них по трубам будет подаваться на поверхность.

«Плюс тепло из моря»

Так была названа небольшая статья, опубликованная в газете «Социалистическая индустрия» от 18 апреля 1977 года. В ней сообщалось, что в Москве собрался Комитет по тепловым насосам. «Наверное, обсуждали частный инженерный вопрос», — может подумать несведущий человек. А в самом деле речь в Комитете шла о комплексной проблеме, о возможной революции в теплоснабжении.

Геологи пробурили скважину. Через нее пошла подземная вода. Ни холодная, ни горячая. Нагреть ее теплом помещение невозможно, пить — не очень приятно. Вот была бы она охлажденной — другое дело. У многих имеется домашний холодильник. Взять трубку и подавать в морозильное отделение обычную воду нетрудно. Оттуда она потечет охлажденной. А отнятое у влаги тепло выделится в конденсаторе холодильника. Он будет нагреваться. В этом заключен принцип действия теплового насоса. Система вполне экономичная. Правда, требует создания специальных установок. Они посложнее обычной печи или водогрейных котлов, для нагревания которых сжигают топливо. Тепловой насос не требует ни угля, ни нефти, ни газа. Он сберегает их для лучшего использования.

Наверняка, вы обращали внимание на странные сооружения, стоящие рядом с предприятиями, которые вырабатывают тепло. Это — градирни. Слово душ, стекает с них вода. Иногда градирни окутаны паром. Знаете зачем они построены? Чтобы выбрасывать тепло буквально на ветер. Это необходимая неразумность: ведь воду надо охладить, прежде чем она вновь поступит в систему котельной. Разве не лучше ликвидировать таких расточителей энергии?

В городском водоснабжении тоже специально охлаждают воду, прежде чем пустить ее в водопроводную сеть. А почему бы ее тепло не использовать для обогрева домов? И опять-таки без дополнительного сжигания топлива.

Еще пример. Наша страна омывается незамерзающими морями, есть незамерзающие озера. Зимой температура в них всегда выше, чем на побережье. Вот, например, Черное море. Оно вполне может обогревать в прохладные дни прекрасные курорты на своем побережье, сохранив при этом для людей не только минеральное топливо, но и целительную чистоту воздуха.

Уверен кое-кому такие рассуждения покажутся путешествием в будущее. В целом да. Но можно заглянуть и в недалекое прошлое. Еще в 1978 году на мысе Пицунда курзал обеспечивал себя уютной теплотой и бодрящей прохладой от системы тепловых насосов. Работали они в Крыму, а также в грузинском городе Самтредия. Поэтому «плюс тепло из моря» не мечта. Это реальность, которую нужно шире использовать.

Вы, наверное, обратили внимание, что в ежедневных сводках погоды для больших городов все чаще и чаще сообщают: «Сегодня температура минус 15-20, в окрестностях до минус 25 °». С чего бы такие перепады? Причина их ясна. Около половины тепловой энергии топливных предприятий и обогреваемых ими помещений рассеивается в пространстве. В итоге каждый год бесцельно сгорают миллионы тонн горючих полезных ископаемых. Значит, нужно сделать иначе. Тут и пригодятся тепловые насосы.

Можно предложить и другой вариант. Получать тепло с помощью... льда. Для этого нужно взять не воду, а любую жидкость, кипящую при температуре несколько выше 0 °С, но ниже температуры

окружающей среды. Такие жидкости химикам известны. Холодный пар своим напором может вращать специальную турбину. Отработанный пар по трубам поступает в лед или снег. Охлаждаясь, превращается в жидкость. Затем она снова испаряется, вращает турбину.

В Арктике и Антарктиде такая «ледовая энергетика» возможно будет гораздо экономичнее, чем традиционная. Почти 1 триллион тонн снега выпадает за зиму на нашу страну. Когда профессор Георгий Покровский, выдвинувший заманчивый проект использования энергии холода, подсчитал запасы электроэнергии, спрятанные в снежном покрове, получилась цифра, в 2 раза превышающая количество энергии, которую мы производим сейчас за счет угля, нефти, газа и атома. Это тоже возможность получения тепла из моря. Только замерзшего. Полезным источником тепла тут может оказаться и многолетняя мерзлота.

И ЭТО ВОЗМОЖНО

Энергетические проблемы волнуют англичан не меньше, чем жителей других стран. А между тем вдоль северных берегов Великобритании ежегодно «проплывают» 250 тыс. тонн урана. Норвежское течение уносит дефицитный топливный металл дальше, в просторы Атлантического океана. Вот бы поставить между Оркнейскими и Шетландскими островами особую гигантскую сеть, на которой осаждался морской уран, улов был бы замечательным. Такую сеть пока не изготовили. Это, как говорят, возможно в принципе.

Очень трудно извлечь миллионные доли грамма металла, который практически есть в каждом литре океанской воды. Морской запас чудесного топлива велик: миллионы тонн. Но как собрать растворенный уран? Иногда ответить на этот трудный вопрос помогает случайность.

У английских исследователей однажды засорился насос, перекачивавший морскую воду. Его почистили, соскребли со стенок налет солей. Это были соединения урана с железом. Решили подробнее изучить металлический состав смеси. Обнаружили гидроокись титана. Именно она «впитывала» в себя уран. Притом с концентрацией, в 10000 раз большей, чем в обычных природных условиях. Невольно родилась идея: превратить гидроокись титана в урановую ловушку. Оставалось разработать принцип ее действия. И придумали самое простое.

Можно создать на мелководных участках бассейны. Во время приливов они будут заполняться водой, в период отливов — осушаться. Дно бассейнов засыпать галькой, содержащей гидроокись титана. Вот эту гальку и следует собирать, обрабатывать в не очень

дорогом растворе, например карбоната аммония, который удерживал бы уран. После чего гальку можно снова отсыпать в бассейн. Ученые полагают: осуществить этот замысел возможно. Будем надеяться, что практики подтвердят это.

А вот другой вариант. Каменистое или покрытое илом дно, подводные расщелины и плато — привычная среда для обитателей морей. Подводные растения, всякие ползающие и плавающие организмы, по существу, живут в «жидком месторождении». Не случайно говорят: с кем поведешься, от того и наберешься.

Когда исследователи стали изучать состав скелета некоторых рыб, они удивились. В костях рыб накапливалось свинца в 20 млн. раз больше, чем содержится его в морской воде. Присутствие металла отмечено в костях многих организмов, проживающих в Мировом океане. Одни из них предпочитают вбирать в себя медь, другие цинк или ванадий. Это как бы маленькие живые месторождения ценных элементов.

Конечно, массовая добыча металлов из морских организмов вряд ли будет развиваться. Главное в том, что такой подход вполне возможен. Тем более что есть реальные примеры. Из морских водорослей добывают иод и калий. Американская фирма «Доу кемикал» уже несколько десятилетий назад снабжала авиационные заводы легким магнием, извлеченным из раковин устриц.

Магний — пока один из немногих металлов, почти целиком добываемых не из твердых пород суши, а из океанической воды. В замкнутом водоеме вода непрерывно обрабатывается известковым раствором. Получается илоподобный осадок гидроокиси магния. Его высушивают и растворяют в соляной кислоте. Так создают новое химическое соединение — хлористый магний. После обработки он твердеет. Его помещают в

электролитическую печь, откуда выходят расплавленный магний и газообразный хлор. Металл разливают в формы, получают слитки. Хлор идет на повторное приготовление соляной кислоты. Из моря или подземных рассолов получают и различные магниевые соединения, в том числе огнеупорную магнезию, удобрения. Можно сделать даже проще. Одновременно удобрять и поливать почву.

Как повысить урожай?

Что для этого делают, хорошо знают сельские жители. Хочу обратить внимание на другое. Оно известно большинству, но в совершенно ином преломлении.

В летний жаркий день неплохо утолить жажду «Нарзаном» или «Боржомом». Если не ладится со здоровьем врач может прописать лечебную минеральную воду, даже направить «на воды»: например, на курорты в Ессентуки, Трускавец, Друскининкай, Аршан. Первый расположен на Северном Кавказе, второй — в Предкарпатье, третий — в Литве, а последний — недалеко от Монголии. И хотя они находятся в разных географических районах, их объединяет местопроисхождение лечебных вод — подземные минеральные источники. Приятный вкус вод и целительные свойства их известны с древних времен. Зато малоизвестно другое.

Ленинградец И. Н. Баскаченко не был специалистом по подземным источникам. Он работал в Библиотеке Академии наук СССР. В свободное время увлекался огородничеством. Однажды ради интереса, что получится, начал поливать растения минеральной водой. Результаты превзошли ожидания. Затем в течение нескольких лет он повторял свои опыты на бедных питательными веществами почвах Ленинградской области. Минеральную воду «пили» пшеница и рожь, капуста и картофель, огурцы и помидоры. И всегда при этом получали высокие урожаи. В одном из совхозов Ленинградской области стали поливать рассаду помидоров водой из Полюстровского источника. Помидоры и зацвели, и созрели на две недели раньше обычного. Для прохладного Северо-

Запада страны это очень важно. Урожайность возросла вдвое. Сочные, содержащие много сахара, белка и кислот плоды впитали в себя более двух десятков ценных микроэлементов, находившихся в минеральной воде «Полюстрово».

Кстати, минеральные воды, прячущиеся в недрах земли, имеются почти повсюду. Вблизи полей многих колхозов и совхозов можно пробурить скважины, изучить химический состав подземных вод, в случае необходимости добавить в них удобрения и создать таким путем лучшие условия для получения высоких урожаев. Тогда одновременно растения получат необходимые им влагу и питательные вещества.

Первые шаги в этом направлении уже сделаны. Найдут ли они дальнейшее распространение? По крайней мере о широком использовании минеральных источников с такой целью пока мало известно. Может быть, потому, что опыты проводились на Северо-Западе страны, где влаги много. Привычнее для полива брать пресную воду из водоемов, привозить издалека удобрения и вносить их в почву. Ну, а если попробовать иначе? Хотя бы с таким подходом, о котором было рассказано.

Век нынешний и век минувший

У меня хранятся два тяжелых тома в темно-зеленом переплете с кожаным корешком. Это труд немецкого профессора М. Неймайра «История Земли», который он писал в течение многих лет и опубликовал в 1886 году. Профессор старался включить в свое сочинение не только знания предшественников, но и все новые, самые последние сведения.

Нефть и газ — основное топливо и химическое сырье наших дней. Что же о них писал М. Неймайр? Нефть известна давно. Правда, тогда ее чаще употребляли медики и давали ей разные названия: масло Святого Квирина, Сенеки и т. п. Черпали нефть из колодцев. Лишь к середине прошлого века догадались пробурить первые глубокие скважины.

Закавказье в нашей стране и Пенсильвания в США были основными нефтедобывающими районами. Более 100 лет назад в Баку добывали примерно 5000 тонн нефти. Потом добыча стала резко возрастать.

В прошлом веке только некоторые страны Европы и Америки могли заявить, что они обладают месторождениями нефти и газа. А сейчас? Совершенно другие районы мира стали обладателями богатейших нефтяных и газовых кладов. О газе профессор М. Неймайр в своей книге почти не упоминает. Нынче голубое топливо известно не только геологам.

«Во всех культурных странах Земли употребляется американский керосин», — писал он. Сегодня многие государства широко пользуются богатствами нефтегазовых месторождений Ближнего Востока. Вот примеры. На Аравийском полуострове есть участок Бурган-Магва шириной 14 и длиной 40 километров. Он хранит в своих недрах нефти в 2 раза больше, чем

насчитывается ее во всех разведанных месторождениях США, не считая Аляски. Правда, об этом узнали лишь в 1938 году.

У нас в 30-х годах основными нефтедобывающими районами были «Второе Баку» в Поволжье и Предуралье. Сегодня это Западная Сибирь. Так главное в прошлом становится второстепенным сегодня, ранее неизвестное выходит на передний план.

... Вернемся опять к труду ученого. Конечно, с углем люди познакомились давно. Им пользовался, наверное, и первобытный человек. В средние века уголь повсюду начал вытеснять дрова. В Англии, богатой угольными месторождениями, пытались запретить его сжигать. Издавались специальные королевские указы, грозившие послушавшимся смертной казнью. Так англичане боролись с вредным запахом и угольной копотью, выделявшимся из труб кузниц и жилых домов. Однако это, как известно, не помогло. Уголь стал самым распространенным топливом.

В 1696 году впервые познакомился с ним и Петр I. Это произошло во время Азовского похода. Царь бросил уголь в костер и сказал: «Сей минерал, если не нам, то потомкам зело полезен будет». Однако ошибся. Уже в XVII столетии донецкий уголь запылал в печах. Богаты углем земные недра. Знали об этом и в прошлом веке, но гораздо меньше, чем в наши дни.

Появление паровых машин привело к резкому увеличению использования угля. Сто лет назад его добыча в России измерялась десятками миллионов пудов (1 пуд равен 16 килограммам). Что же произошло в XX столетии? За первое десятилетие у Земли взяли около 10 триллионов тонн угля. Почти на таком же уровне оставалась мировая добыча угля в 50-е и 60-е годы. В чем дело? Просто резко возросло использование других видов энергетического сырья. Это нефть и газ, а теперь и ядерное топливо. Такой подход диктует

современная экономика. Кстати, об уране М. Неймайр писал буквально следующее: «Металлический уран не находит применения; только различные соединения его служат для целей аналитической химии и фотографии; особенно ценятся урановые желтые краски, применяемые в фарфоровом и стеклянном деле. Единственным местом разработки урановых руд является Иохимсталь». Именно отсюда Пьер и Мария Кюри почти бесплатно получили несколько тонн урановой руды, чтобы добыть из нее граммы радия и в 1898 году сказать всему миру: «Мы открыли новый радиоактивный элемент. Он — лишь первый шаг на великом пути открытия». К чему это привело, современникам атомных электростанций не нужно объяснять.

Ну, а как обстояло дело с использованием рудных кладов? «Едва ли можно указать другую область промышленности, которая обладала бы такой огромной производительностью, как железное дело», — сообщалось в труде «История Земли». И тут же подчеркивалось, что в середине XIX столетия ежегодная мировая добыча железной руды составляла около 10 млн. тонн. Думаете, это много? Давайте сравним. Спустя 50 лет добыча железной руды возросла почти в 10 раз, через полстолетие еще почти в 3 раза.

Подобное можно сказать и о других металлах, особенно редких и рассеянных. Разве теперь не кажется странным утверждение профессора, что хром употребляется только для приготовления красок. Для этого в основном нужен был и вольфрам. Ряд ценных в наше время металлов совсем не был известен. Созданы методы добычи и переработки полезных ископаемых, искусственных преобразований минеральных веществ. О них и не могли тогда предполагать.

Профессор М. Неймайр опубликовал свой труд в 1886 году. Его сочинение рекомендовали изучать как

одно из лучших, отражающих современный уровень познания...

Минуло почти 100 лет. Произошла переоценка ценностей. Может быть спустя какое-то время будущий читатель найдет в библиотеке и мою книгу. Прочтет ее. Интересно, что тогда подумает?