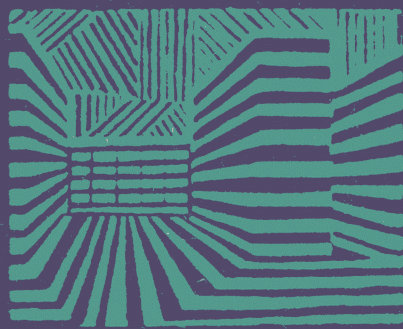


СОКРОВИЩА НЕПТУНОВА ЦАРСТВА

Б.Я. РОЗЕН

ЗНАНИЕ

НАРОДНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



Б.Я. РОЗЕН

СОКРОВИЩА НЕПТУНОВА ЦАРСТВА



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»
МОСКВА 1972

Розен Борис Яковлевич

Р64 Сокровища Нептунова царства. М., «Знание». 1972.

96 стр. (Серия «Народный университет». Естественнонаучный факультет).

Книга в увлекательной форме рассказывает об исследовании советскими и зарубежными учеными морских глубин, о биологических, химических, минеральных и энергетических ресурсах Мирового океана.

Читатель узнает об использовании рыбы, водорослей и других морских продуктов в пищевом рационе человека, о получении солей и металлов из морской воды, о добыче морской нефти, о подводных металлических рудах, об условиях их образования и способах добычи, о перспективах использования морской воды как источника тепловой энергии, а также о других сокровищах Нептунова царства.

Книга адресована самому широкому кругу читателей.

2—9—6

57. 026. 2

т. п. 1972 г., № 98

ПРЕДИСЛОВИЕ

Рагу из кальмара, запеканка из осьминога, суп из креветок и много других вкусных блюд, приготовляемых из морских животных, скоро прочно войдут в наше меню. Вы сможете отведать их в любом ресторане или приготовить сами. В морях и океанах обитают свыше 150 тыс. видов живых существ — рыб, моллюсков, рачков, морских зверей. В пищу человек использует пока всего 1000—2000 видов морских продуктов.

В недалеком будущем «житницей» нашей планеты станут и морские водоросли, образующие густые подводные леса и рощи. В Японии давно готовят из этих водорослей несколько десятков блюд, а также печенье и варенье. У нас изготавливают зефир и леденцы с морской капустой. Пригодятся водоросли и химикам. Свыше 60 различных химических препаратов можно получить из них, а также целлюлозу, бумагу, ткани.

Величайшая кладовая поваренной соли — Мировой океан. Если извлечь из морской и океанической воды всю соль, то потребовалось бы 20 млн. железнодорожных составов для ее перевозки. Но не единой поваренной солью богат океан, свыше 50 химических элементов присутствует в его водах. Среди них бром, йод, калий, магний и такие редкие и ценные металлы, как литий, цезий, рубидий. Нередко морскую воду называют «живой рудой», и, как знать, наверно, недалеко то время, когда морская металлургия станет соперником «рудной».

Морская вода не только неиссякаемый источник разных ценных веществ, она и перспективное «горючее». Изотоп водорода — дейтерий, который содержится в тяжелой воде, возможно, станет со временем важным источником термоядерной энергии.

Тысячи ученых разных профессий у нас и за рубежом шаг за шагом раскрывают тайны Нептунова царства и изыскивают способы овладения его богатствами. Близится день, когда человек проникнет во все кладовые подводного мира.



ФАБРИКА ПРОДОВОЛЬСТВИЯ

И удочкой, и сетью, и тралом



Среди читателей этой книги немало найдется любителей рыбной ловли. Поднимаясь с утренней зарей, они просиживают часами на берегах рек и озер, выезжают на лодках в море. Затаив дыхание, рыболовы следят за подрагиванием поплавка, с нетерпением ожидая заветной минуты, когда рыба наконец «клюнет».

Еще в незапамятные времена человек научился ловить в море рыбу и промысливать морского зверя. При раскопках стоянок людей каменного века в разных странах и на разных континентах неизменно находят орудия лова рыбы. В прибрежных районах рыба служила почти единственным видом животной пищи, нередко главным источником питания древнего человека.

Рыбный рацион и сейчас занимает в пище человека не последнее место. Рыба, подобно мясу, богата белками. Белки же — это жизнь. Из белков построены ткани человека и животных. Мы не можем жить и нормально развиваться без белкового питания. Количество белка, которое необходимо потреблять взрослому человеку в сутки, равно примерно 30 граммам. Этой порции «строительного» материала вполне достаточно для ремонта изношенных тканей.

Однако не более 40% населения земного шара получают белковую пищу в достаточном количестве. Так, по данным Организации Объединенных Наций, из 3,7 млрд. человек, обитающих на нашей планете, лишь 1—1,5 млрд. людей обеспечены белковым питанием. Миллионы детей в капиталистических странах болеют и умирают из-за недостатка белков. Подсчитано, что во всем мире из-за белкового голодания 900 млн. детей не доживают даже до 15 лет.

Особенно резко ощущается нехватка животного белка в странах Азии и Африки в связи с быстрым ростом населения за последние годы. Например, в таких странах, как Индия и Пакистан на душу населения приходится не более 6—8 граммов белка. Удовлетворить же полностью потребность людей в белке за счет развития животноводства и птицеводства теперь уже не представляется возможным. Рост населения во многих странах значительно опережает прирост поголовья скота и птицы. Потому и возникает насущная необходимость увеличить улов рыбы и добычу других морских животных — устриц, моллюсков, кальмаров, креветок.

В настоящее время рыба и другие морские животные зани-

мают в балансе белковых продуктов в мире по удельному весу третье место¹. Первое место прочно удерживает молоко, второе — мясо, хотя за четверть века (с 1940 по 1965 г.) удельный вес рыбы и других морских продуктов в общем производстве животных белков (мяса и рыбы) увеличился в 1,5 раза — с 21,8 до 36,5%. Тысячи рыболовных судов бороздят Мировой океан под флагами всех стран. Как и в прошлом веке, больше всего рыбы и других морских продуктов вылавливают в Тихом (53%) и Атлантическом (40%) океанах. На долю Индийского океана приходится лишь 5%².

Хотя мировой улов неуклонно растет и за сто лет увеличился с 2 млн. тонн до 67 млн. тонн (1970 г.), однако пока он обеспечивает не более 20—25% мировой потребности в белковой пище. По данным Института Питания Академии медицинских наук СССР, взрослому человеку для нормального развития необходимо потреблять в год 21 килограмм рыбы. Современный улов покрывает лишь не более 50% этой нормы.

Дело в том, что часть вылавливаемой рыбы и других морских продуктов используется для переработки на кормовую муку. Добавка рыбьей муки в корм скоту и птице позволяет ускорить рост и повысить их упитанность. Так, цыплята за 70 дней увеличивают свой вес в 40 раз по сравнению с начальным весом. Значительный привес дают и поросята. Благотворное действие рыбьей муки обусловлено наличием в ней аминокислот, микроэлементов, витаминов (особенно витамина В и В₁₂), а также минеральных солей, которые содержат кальций, фосфор и другие элементы, способствующие росту животных. Если в 1960 г. на кормовую муку пошло 7,6 млн. тонн (19,3% улова), то уже в 1967 г. почти в 3 раза больше — 21,3 млн. тонн (35% улова).

Таким образом, для питания населения поступает не более 40—43 млн. тонн, однако фактически в пищу идет еще на 40—50% меньше, так как при посоле, консервировании и копчении рыбы ее разделяют — удаляют голову, внутренности, отрезают плавники, вынимают позвоночник и т. д. Следовательно, удельный вес белка рыб и других морских продуктов еще снижается в питании человека примерно на 13—15%.

Важное место в питании населения занимают и животные жиры. Удельный вес жира рыб, китов и морских зверей в ми-

¹ В СССР наблюдается несколько иное соотношение в балансе белковой пищи: на первом месте — мясо, на втором — рыба, на третьем — молоко. Мяса у нас потребляют примерно в три раза больше, чем рыбы, в США же еще больше — в 12—15 раз.

² Распределение мирового улова по странам и континентам в 1965 г. было следующим: на Азию приходилось 38,1%, Европу — 20,6, Южную Америку — 17,2, СССР — 9,5, Северную Америку — 8,5, Африку — 5,8, на Океанию — 0,3%.

ровом производстве животных жиров за 30 лет (с 1937 по 1967 г.) удвоился с 4 до 8%. В последнее время добывают гораздо больше рыбьего жира, чем жира китов и морского зверя¹. Это вызвано значительным увеличением улова трески и резким сокращением улова крупных китов.

Белико и медицинское значение рыбы и других морских продуктов. Так, например, треска и окунь содержат иод, который очень полезен для профилактики атеросклероза, особенно у людей среднего и пожилого возраста. В устрицах, мидиях, кальмарах много витаминов.

В нашей стране развитию рыболовства уделяется особое внимание. В решениях XXIV съезда КПСС отмечается необходимость увеличения пищевой рыбной продукции не менее чем на 47% и увеличение производственных мощностей предприятий по комплексной переработке океанических рыб и выпуску из них продукции широкого ассортимента и высокого качества.

С первых дней становления Советской власти правительством принимаются меры к расширению рыбного промысла, и уже в 1930 г. улов достигает 1283 тыс. тонн, превышая почти на 30% дореволюционный. Все больше вылавливается и рыбы в морях. Спустя 10 лет (в 1940 г.) улов морской рыбы уже составляет 40,2% от общего вылова рыбы, включая речную и озерную, хотя по-прежнему рыбаки пользуются стационарными сетями и неводами.

Послевоенные годы знаменуются быстрым ростом рыболовного флота, оснащенного современной техникой², и новым подъемом нашей рыбной промышленности. Советские рыбаки не только увеличивают вылов рыбы в Баренцевом, Балтийском, Японском и Охотском морях, они ведут лов также в Тихом, Атлантическом и Индийском океанах. Больше всего рыбы привозят советские рыболовные суда из Северной Атлантики³. Круглый год, и летом, когда полярное солнце светит целые сутки, и зимой, когда царит полярная ночь, а мороз леденит снасти, покрывая их твердой коркой, советские рыбаки не прекращают лова.

Непрерывно растет доля морской рыбы в общем улове. В 1950 г. она составляла 53,8%, в 1967 г. — 84,0, в 1970 г. —

¹ В 1940 г. китового жира добывали в 1,5 раз больше, чем рыбьего, а в 1967 г. в 7 раз меньше.

² Большую помощь рыбакам сейчас оказывают специальные приборы (эхолоты, гидролокаторы и др.), а также подводные планеры и авиация. Все они помогают обнаруживать косяки рыбы.

³ В СССР из улова 1967 г. 2,5 млн. тонн (39,5%) было выловлено в Атлантическом океане, 1,9 млн. тонн (30,7%) в северной части Тихого океана, 0,5 млн. тонн — у африканских берегов, 0,06 млн. тонн в тропических районах. Во внутренних же морях — Каспийском и Азовском — вылавливают не более 10% от общего улова.

87%. Значительно изменился и ассортимент вылавливаемой рыбы. Если в начале 50-х годов советские промысловые суда преимущественно ловили треску, морской окунь, жирющую сельдь, то теперь больше атлантическую и тихоокеанскую сельдь, мерлузу, минтай, ставриду, камбалу, бельдюгу, тунца.

В 1970 г. было выловлено в СССР 7,8 млн. тонн рыбы. По мнению советского ученого А. А. Покровского, занимающегося изучением проблемы потребности человека в продуктах питания, нам необходимо вылавливать не менее 12—13 млн. тонн ежегодно, чтобы удовлетворить полностью потребности нашего народа в дарах моря. Пищевые ресурсы Мирового океана при разумном их использовании практически неистощимы, в его водах обитает более 150 тыс. видов живых организмов, из них 16 тыс. видов рыб. Однако до сих пор промысловое значение имеют всего лишь 12 видов рыб¹. Ученые считают, что к 2000 г. в СССР будут вылавливать не менее 80 млн. тонн рыбы в год, а мировой улов достигнет 140 млн. тонн.

Расширится и ассортимент промысловых рыб. Ведь сейчас ловят рыбу лишь на материковой отмели, практически не глубже 500 метров, а ведь имеется много видов ценных глубоководных рыб. Новые методы лова (использование электрического света, рыбонасосов, электрического поля и др.) позволят вести рыбный промысел в недоступных ранее районах Мирового океана, в частности в водах, омывающих берега Аргентины и Уругвая, Австралии, а также в тропических морях, где коралловые рифы не дают возможность ловить тралом. Появятся крупные морские фермы, на которых будут разводить ценные породы мальков рыб (лососа, осетра и др.).

Морская кулинария

Огромные возможности для увеличения количества белка в нашем пищевом рационе открывает развитие добычи моллюсков (которых насчитывается более 65 тыс. видов), ракообразных (свыше 25 тыс. видов) и иглокожих (около 6 тыс. видов).

На прибрежных камнях и песчаных отмелях можно увидеть тысячи раковин двухстворчатых моллюсков — морского гребешка, устриц, мидий. Больше всего ценится морской гребешок. Из его мяса готовят вкусные блюда. Ракушку опускают в 3—4% раствор соли и варят около 15 минут. Затем извлекают из раковины мясо, обваливают в муке и под-

¹ Например, сельдевые (сельдь, сардины и др.) составляют 33% от 100% вылова; тресковые (треска и близкие к ним) — 16%; скумбриевые (скумбрия, тунец) — 7%; остальное — морской окунь, судак и др.

жаривают с луком. По вкусу такое блюдо не уступает самой лучшей говядине¹.

В СССР гребешка ловят в Баренцевом, Черном морях и в Тихом океане. Особенно много его встречается вдоль побережья Приморья и южного Сахалина. На мелководье ловят гребешка специальным сачком на длинном шесте. При этом охотники за гребешком пользуются часто деревянным ящиком со стеклянным дном (так называемыми «водяными очками»), с помощью которого они просматривают дно в поисках добычи. В более глубоких местах ракушки собирают водолазы. За день можно собрать 500—600 штук. В 1968 г. только в Канаде было выловлено 56,8 тыс. тонн, а в США — 60 тыс. тонн морского гребешка.

Питательность мяса у гребешка выше, чем у мяса животных, благодаря наличию в нем, кроме белков, углеводов и витаминов группы В, большого числа минеральных веществ, содержащих натрий, калий, кальций, магний, серу, фосфор, железо, медь, марганец, цинк, йод. В гребешке обнаружены также в небольшом количестве стронций, барий, кобальт, литий, мышьяк. Недаром в Древней Греции и Риме мясо и сок гребешка врачи рекомендовали в качестве лекарств.

Подобно гребешку, устрицы и мидии были знакомы еще человеку каменного века, и служили ему продуктом питания. Доказательство тому раковины этих моллюсков, найденные в большом количестве в Крыму при раскопках стоянок нашего далекого предка. В Англии, Голландии, Франции, Японии и Китае устриц потребляют ежегодно сотнями миллионов штук. Так, в 1968 г. больше всего устриц было добыто в США (360 тыс. тонн), в Японии (267,5 тыс. тонн) и во Франции (44,7 тыс. тонн).

Мясо устрицы особенно приятно на вкус в охлажденном виде, поэтому перед употреблением его опускают ненадолго в холодную, слегка подсоленную воду. Гурманы рекомендуют, прежде чем вынуть мясо устрицы из раковины, капнуть на него несколько капель лимонного сока. Устричное мясо питательнее мяса многих рыб — судака, леща, трески. Оно содержит, кроме витаминов группы В и минеральных веществ, некоторые ферменты, а также провитамин D. Из сушеного мяса устриц готовят вкусный питательный бульон.

Подводные отмели, на которых селятся устрицы, так называемые устричные банки, встречаются в разных морях и океанах. У нас их особенно много у Черноморского побережья, в водах Приморья и Дальнего Востока. Площадь устричных банок нередко достигает нескольких десятков тысяч гектаров.

¹ В книге Л. А. Зенкевича и др. «Дары моря». М., «Экономика», 1968 г. приведено 200 рецептов приготовления разнообразных и вкусных блюд из моллюсков, трепангов, кальмаров, осьминогов и других морских продуктов.

Во Франции не только добывают устрицы со дна Средиземного моря, но и искусственно разводят (до 10 тыс. тонн в год). Лов устриц в местах их скопления производится драгами. Нож драги отрывает створку раковины от твердой поверхности подводных предметов, к которым устрицы прикрепляются. Затем раковины попадают в мешок.

Среди моллюсков, составляющих уже 70% общего улова беспозвоночных (который в 1958 г. равнялся 2070 тыс. тонн, а в 1968 г. — 3380 тыс. тонн), важное место занимают мидии. Годовая их добыча превышает уже 300 тыс. тонн. Во Франции более 200 лет выращивают их на дне моря в приливно-отливных отмелях, а также в толще воды на искусственном субстрате. В 1968 г. в Голландии искусственным выращиванием было получено 100 тыс. тонн, а в Испании — 150 тыс. тонн мидий.

В последние годы у нас впервые были проведены опыты по выращиванию мидий на Черном море. В 1969 г. в Керченском заливе было собрано 34,8 тыс. штук с квадратного метра, что составляет 73,1 килограмма. В хозяйстве площадью в 1 гектар можно получить 610 тонн молоди (или 74 тонны мяса) и 4160 тонн годовиков (500 тонн мяса). Стоимость мидий, полученных при искусственном разведении, в 2 раза ниже собираемых с отмелей. Мы уже добываем много мидий с естественных банок (с 1 гектара собирают 200—300 тонн). Запасы их в наших морях, особенно в Черном море, столь велики, что в ближайшие годы можно довести их добычу до 150 тыс. тонн в год.

По количеству белка мясу мидии не уступает мясу домашних животных и рыб. К тому же оно содержит большое количество фосфатидов. Среди химических элементов, содержащихся в мясе мидии, особенно много кобальта, который необходим для нормальной жизнедеятельности организма. Его почти в 10 раз больше, чем в печени свиней, телят или кур, где преимущественно накапливается кобальт. Ловят мидии с апреля по сентябрь драгами, волокушами и специальными травами. Ракушки, селящиеся на скалах, достают железными щипцами и «когтями», укрепленными на деревянных шестах.

Почетное место в морском меню займут у нас в недалеком будущем головоногие моллюски — кальмары и осьминоги. В Японии и Китае уже сотни лет едят кальмаров и осьминогов сырыми и вареными. Их также жарят, маринуют, сушат. В Италии кальмаров нарезают ломтиками и кладут в суп. В Испании в приморских городах продают куски кальмара, запеченные в тесте. В странах Дальнего Востока осьминогов тушат в сливочном масле и заливают острым соусом. Гурманы считают, что такое жаркое по вкусу напоминает омара.

Япония занимает первое место в мире по добыче головоногих моллюсков. В 1968 г. японцами было выловлено 758 тыс. тонн кальмаров и 103 тыс. тонн осьминогов. У нас пока еще мало вылавливают головоногих моллюсков, хотя наши даль-

невосточные воды богаты ими. Ловят их удочками с крючками, чаще всего с лодок. Как и у других моллюсков, мясо головоногих богато белками, микроэлементами, витаминами. Головоногие моллюски не только пригодны для употребления в пищу, но и являются сырьем для промышленности.

Из общего мирового улова беспозвоночных почти 20% приходится на креветку — в 1968 г. было выловлено 771 тыс. тонн (в 2 раза больше, чем крабов). Мясо этих десятиногих плавающих рачков (их добывают уже 162 вида) нежнее и вкуснее мяса крабов. К тому же в нем содержится в 100 раз больше йода, чем в говядине, и свыше 30 разных химических элементов (в том числе алюминий и свинец). Они водятся во многих морях и океанах, много их и у нас — на Дальнем Востоке, в Баренцевом, Черном и Каспийском морях. Ловят креветок тралом и неводами.

Еще богаче Мировой океан запасами мелкой креветки — криля. В южных районах Тихого океана встречаются сплошные поля этого маленького рачка (по 15—16 килограммов на квадратном метре. Особенно много его в приантарктических морях — 100—150 млн. тонн. Подобно другим ракообразным, криль очень питателен и содержит большое количество белка, минеральных веществ и витаминов. Пока криль добывают в некоторых странах лишь на корм скоту.

Более знаменит в семействе иглокожих трепанг (голотурия). За внешнее сходство с огурцом его нередко называют «морским огурцом». У нас он встречается в водах, омывающих побережье Приморья, Южного Сахалина и Курильских островов. В мясе трепанга содержится меньше белка, чем в рыбе, но гораздо больше минеральных солей. Так, содержание меди и железа в 1000 раз превышает концентрацию их в рыбе. Еще богаче трепанги йодом, его содержится в 10 тыс. раз больше, чем в мясе. С давних пор трепанг является неизменным блюдом на торжественных обедах в Японии, на Филиппинах и в Китае.

Пищевые ресурсы Мирового океана колоссальны, однако пока используется лишь ничтожная их доля. Люди, добывая рыбу, морского зверя, моллюсков освоили лишь поверхностные слои Мирового океана. Но не за горами то время, когда человек будет добывать пищу и из глубин. Океан станет крупнейшей «фабрикой продовольствия» и сможет полностью обеспечить ценными и питательными продуктами миллиарды людей, которые населяют и будут населять нашу планету.



ОГОРОДЫ ВЛАДЫКИ МОРЕЙ

По свидетельству Колумба



В судовом журнале каравеллы Колумба «Святая Мария» в сентябре 1492 г. ее капитаном была сделана следующая запись: «Море буквально заросло травой. Моментами казалось, что судно не движется». Гигантские водоросли, сплетаясь, словно лианы в тропическом лесу, преграждали путь судам, плывшим по Саргассовому морю.

Густые подводные леса из водорослей занимают огромные пространства и в других морях и океанах. Переплетаясь между собой, они образуют местами подлинные морские джунгли, которые даже сдерживают волнение моря и таким образом защищают суда во время штормов. В одном из портов США — Санта Барбара — стебли крупных водорослей гасят самые сильные удары волн.

Крупные заросли водорослей встречаются в морях, омывающих берега Испании, Франции, Шотландии, Дании. На Дальнем Востоке они тянутся сплошной полосой на тысячи километров вдоль берега Тихого океана — от Кореи до Северного Ледовитого океана. В Японском, Охотском и Беринговом морях запасы одних только ламинарий (широкому читателю они известны под названием «морская капуста») составляют около 8 млн. тонн. Особенно богаты водорослями прибрежные воды Камчатки. Значительные площади заняты водорослями в Черном и Белом морях. По подсчетам известной советской исследовательницы водорослей К. П. Гемп, только на обследованной территории Белого моря (около 1 тыс. квадратных километров) запасы морской капусты составляют 0,8 млн. тонн. Биомасса же водорослей Мирового океана достигает огромной цифры — 1,7 млрд. тонн.

Обширно и разнообразно зеленое царство Нептуна. В Мировом океане насчитывается свыше 10 тыс. видов подводных растений. Большая часть из них представлена водорослями. Есть среди них малютки — микроскопические диатомовые водоросли, состоящие только из одной клетки, есть и гиганты, достигающие 30—40 метров в высоту, например, гигантская водоросль макроцистис пирифера, внешним видом напоминающая сосну. Отдельные ее экземпляры диаметром до 1 метра в основании весят около 40 килограммов. Эта крупная бурая водоросль широко распространена у Тихоокеанского побережья США, у побережья Южной Америки — от Перу до Магелланова пролива, у восточного и южного побережья Австралии, у западного берега Южной Африки, к северу от Кэйптауна.

на. У тихоокеанского побережья США можно встретить и гигантские ламинарии — до 30 метров высотой.

На Фолклендских островах, у берегов Чили, попадаетея иногда и другой гигант подводного зеленого царства — лессония (названная так в честь французского ученого Лессонье). По его описанию, это древовидное растение с толстыми ветвями, с которых свисают листы длиной 30—90 сантиметров. Ствол обычно имеет длину 1,5—3 метра, достигая толщины человеческого бедра.

На Гавайских островах среди нежно окрашенных кораллов растут красные и зеленые водоросли. Их заросли нередко образуют плотный ковер в лагунах. Красные водоросли — анфельция, филофора, фуцеллария — любят глубокую воду — они растут на глубинах 100—120 метров, а бурые — фукусы, алария, саргассум¹, аскофиллум, наоборот, предпочитают мелководье — они «живут» не глубже 25—30 метров.

Одни водоросли «любят» теплую воду, например саргассум, алария, а другие — холодную; так ламинарии растут преимущественно в Северной части Атлантического и Тихого океанов, так как не могут размножаться при температуре воды выше 18°С.

И повару... и кондитеру...

В ресторанах Японии из водорослей готовят сотни разных блюд — супы, салаты, соусы, в кондитерских — бисквиты, пирожные, мороженое. Только из морской капусты (ламинарии), которой в Японии добывают ежегодно свыше 400 тыс. тонн, готовят более 300 вкусных блюд. На рынках Японии, Индонезии, Кореи, Китая продают различные виды водорослей уже в обработанном виде, нередко в виде полуфабрикатов.

Издавна употребляют в пищу водоросли и во многих европейских странах, таких, как Ирландия, Франция, Испания. На Британских островах большой популярностью у населения прибрежных областей пользуются молодые черенки бурых водорослей — ламинарии сахарной, по вкусу напоминающие земляной орех.

За последние годы все больше проявляется интерес к использованию водорослей для кулинарии и в нашей стране. Дальневосточные предприятия с каждым годом увеличивают производство пищевых продуктов — даров моря — и расширяют их ассортимент (морская капуста с овощами в томатном соусе, кабачки с морской капустой и др.).

Фабрика «Лайма» в Риге уже почти 10 лет изготавливает печенье, мармелад, драже с начинкой из морской капусты.

¹ От этого вида водорослей возникло название Саргассова моря.

Деликатесы из водорослей производят и в других городах Союза. Все большее число кондитерских фабрик используют морскую капусту в своем производстве.

Более 200 лет ученые во многих странах мира внимательно исследуют зеленые дары моря. Немалый вклад в альгологию (науку о водорослях) внесли русские и советские ученые Г. С. Гмелин, Л. В. Рейнгард, Л. А. Зенкевич, И. В. Кизеветтер, В. Г. Богоров, С. В. Михайлов и др. Изучены запасы и распределение морской флоры, условия размножения и развития, химический состав.

Оказалось, что водоросли гораздо богаче белком, жирами и углеводами многих злаков и овощей. Содержание белка в бурых и красных водорослях составляет в среднем 20%, в зеленых — 45, тогда как в гречихе не более 9, а пшенице только 14%. У них есть еще одно преимущество по сравнению с наземными растениями. В состав белков водорослей входят такие аминокислоты, которые необходимы нам для правильного обмена веществ. Они, как правило, не содержатся в овощах и фруктах, и мы получаем их только с рыбой и мясом.

Питательность водорослей еще повышается наличием в них ценных витаминов и микроэлементов, без которых не может обойтись наш организм. Так, витамина В₂ в морской капусте в 200 раз больше, чем в картофеле, и в 40 раз больше, чем в моркови. Теперь каждый школьник знает, какое важное значение имеет для нас витамин С. Не обидела природа водоросли и этим витамином — его гораздо больше, чем в яблоках, арбузах или огурцах.

За последние 20—30 лет была установлена важная роль микроэлементов — бора, марганца, меди, цинка и др. в жизнедеятельности растений, животных и человека. Несмотря на их ничтожное содержание в нашем организме — сотые и тысячные доли процента, мы не можем без них обойтись. В водорослях содержится бора примерно в 20 раз больше, чем в овсе, и в 4—5 раз больше, чем в свекле и картофеле. Гораздо больше в них и других микроэлементов по сравнению с наземными растениями. Богаты они также железом, фосфором, калием. В водоросли порфира витамина С больше, чем в лимонах или апельсинах, которые наиболее богаты витаминами.

В последнее время водоросли все чаще применяются в качестве кормов домашним животным и птице. Издавна во многих приморских областях в разных странах и на разных континентах выгоняли коров на берег моря во время отлива, когда обнажались подводные заросли водорослей. В некоторых странах, например в Германии, во время первой мировой войны, подмешивали в корм скоту муку, полученную размолом высушенных водорослей. В Норвегии уже несколько десятков лет работают заводы по выработке кормовой муки из водорос-

лей. Производительность этих заводов более 50 тыс. тонн в год, примерно половина вырабатываемой муки экспортируется за границу. Подсчитано, что с одного гектара площади морского дна можно снять до 15 тонн водорослей, почти в 4 раза больше, чем с такой же площади луга на суше. При добавке 20—30% муки, полученной из водорослей, к обычным кормам почти на 30% повышается суточный привес у скота. При такой подкормке повышаются также яйценоскость кур и удои молока у коз и коров.

Во время штормов волны выбрасывают на берег огромные массы водорослей, которые образуют на побережье длинные, высокие валы. Особенно много скапливается водорослей осенью. Их собирают и сушат, как сено. По качеству это сено гораздо выше, чем получаемое из луговых трав.

По достоинству оценили ценные качества водорослей также химики и медики.

Зеленая кладовая химиков

Вероятно, первым химическим продуктом, полученным из водорослей, следует считать румяна, которыми охотно пользовались римские модницы еще около 2 тыс. лет назад. Или, быть может, пурпурную краску, которой красили по свидетельству римского ученого и писателя Плиния Старшего (I в. н. э.) одежды знатных римлян. Гораздо позже, в XVII в., в Шотландии начинают добывать из золы водорослей соду, в которой так нуждалось тогда стекольное производство. Любопытно, что спустя три века, несмотря на развивавшуюся выработку соды из поваренной соли в огромных количествах, на шотландском побережье ежегодно сжигалось свыше 100 тыс. тонн водорослей для нужд стекольной и мыловаренной промышленности.

Открытие в 1811 г. французским селитроваром Куртуа йода дало толчок для получения этого ценного элемента из золы водорослей.

Водоросли, кроме йода, содержат много ценных органических веществ. Уже более полувека получают из них альгиновую кислоту, из которой готовят клеи для бумажной и текстильной промышленности. Такие клеи в 30 раз превосходят по клеящей силе гуммиарабик и в 14 раз крахмал. Заслуженным признанием пользуются у потребителей водонерастворимые краски, приготовленные из альгинатов железа, меди, свинца. (Они растворяются в олифе или специальных растворителях.) Широко пользуются альгинатом натрия как протравой при крашении тканей. Им нередко заменяют желатин при приготовлении мороженого, так как он связывает воду, препятствуя образованию крупных кристаллов льда.

Из водорослей получают также уксусную и пропионовую кислоты, ацетон, маннит. Водоросли подвергают сухой перегонке или брожению с помощью ферментов. Водорослевая мука может заменить крахмал для отделки тканей, что позволит сберечь тысячи тонн пшеничной муки.

В 60-х годах XVII в. в Японии было впервые начато производство агара (студенистое вещество, заменяющее желатин) из водорослей. К началу первой мировой войны там было уже 500 заводов. В Советском Союзе вырабатывается ежегодно свыше 500 тонн агара только для нужд пищевой промышленности. Им пользуются при изготовлении мороженого, кремов, желе, различных сладких блюд, шоколадных конфет. Разнообразно его применение для технических целей — в производстве сапожного крема и линолеума, искусственного шелка и кожи, водяных красок и мыла. Обработка тканей растворами с агаром придает им большую гладкость, блеск и прочность. С помощью агара и его производных готовят очень тонкие фотопленки, отличающиеся повышенной термостойкостью и особой прозрачностью.

Раствором агара заливают консервы из вареной рыбы для предохранения их от повреждений при перевозке. Ни одна бактериологическая лаборатория не обходится теперь без агара. Даже его разбавленные растворы образуют крепкие студни, на которых прекрасно развиваются бактерии и грибки. Из 1 тыс. тонн свежих водорослей можно на химическом заводе выработать 40 тонн альгиновой кислоты, 10 тонн маннита, 10 тонн калия и 200 килограммов йода. Получаемые в процессе переработки водорослей отходы также находят себе применение в различных отраслях народного хозяйства.

Высушенные водоросли во многих странах используются для набивки матрацев, диванов, кушеток. В США несколько фирм вырабатывают высокосортную бумагу из гигантской водоросли макроцистис пирифера. У нас еще в 30-х годах в Новосибирске одна фабрика стала пользоваться водорослями для производства бумаги. Советские нефтяники успешно пользуются водорослевым порошком — фуколом в качестве стабилизатора для глинистых растворов при бурении скважин. Он вырабатывается на заводе в Беломорске.

Зеленая кладовая Нептуна широко раскрывает свои двери и земледельцам. Уже много веков назад в прибрежных районах разных стран (Франция, Шотландия, Ирландия, Норвегия) удобряли землю водорослями, получая высокие урожаи хлебов и овощей. В некоторых странах Азии и Западной Европы почти 25% удобрений добывали из моря. Анализ показывает, что в 1 тонне высушенных водорослей содержится в среднем 178 килограммов калия, 16 — органического азота и 9,6 килограмма фосфатов.

Кроме повышения урожайности, водоросли помогают рас-

тениям лучше сопротивляться действию вредных бактерий и влиянию холода. Для сбора водорослей на удобрения требуется небольшая затрата труда, особенно, если учитывать, что после штормов на берегу образуются огромные скопления.

С давних пор было знакомо людям, особенно в Китае, Японии и Полинезии, лечебное действие водорослей. Еще в VII в. китайский врач Сунь Сы-Мао рекомендовал для лечения зоба съедать в год несколько фунтов ламинарии. Широкое применение в пищу водорослей избавило китайцев и японцев от этой неприятной болезни¹. Коричневым экстрактом из водоросли фукуса лечили ревматизм. На Гавайских островах применяют красную водоросль для лечения желудочных заболеваний. В Ирландии издавна пользовались «ирландским мохом» для лечения золотухи, туберкулеза, поноса и дизентерии.

Советские медики успешно применяют морскую капусту для профилактического лечения атеросклероза и сердечно-сосудистых заболеваний. Агар, альгинаты, альгиновая кислота, маннит применяются для приготовления различных лекарств и лечебных препаратов — пилюль, мазей, жидкостей от ожогов.

В Архангельске, на главной улице, можно увидеть небольшой деревянный домик с итальянскими окнами. Здесь уже много лет находится водорослевая лаборатория Северного Института промышленности. Ее бессменный руководитель К. П. Гемп во время войны, исследуя бурые водоросли, обнаружила на сырых листьях зеленоватый налет плесени. «Не обладает ли эта плесень свойствами антибиотика?» — подумала Ксения Петровна. Своей догадкой она немедленно поделилась с заведующим кафедрой фармакологии Архангельского медицинского института А. Д. Татаровым. Были поставлены опыты, которые подтвердили правильность предположения К. П. Гемп.

Ламинарии в миниатюре стали подлинной фабрикой пенициллина. Рабочий кабинет Ксении Петровны стал цехом по производству антибиотика. Во всех коридорах и проходах лаборатории стояли термостаты, в которых выращивали целебные грибки. Шла война, страна очень нуждалась в пенициллине. Хотя архангельский пенициллин уступал по качеству иностранному, однако сослужил немалую пользу больным и раненым.

Пока у нас еще недостаточно выпускается лечебных препаратов из водорослей, но нет сомнения в том, что их число с каждым годом будет все больше возрастать.

¹ Для профилактики и лечения зубной болезни у нас применяется теперь йодированная поваренная соль.

Какими только оттенками не наделила природа водоросли — есть среди них желто-зеленые, сине-зеленые, золотистые. Самые древние из водорослей, которые существуют на земном шаре, — сине-зеленые. Они появились, вероятно, еще в первородном океане, более миллиарда лет назад, и стали основоположниками всего зеленого мира. Древность их происхождения теперь убедительно доказана с помощью радиоактивных методов исследования.

Именно этим малюткам, размножающимся с невиданной быстротой, мы обязаны накоплению огромного количества органических веществ — пищи высших растений. Некоторые их виды, переселившись на сушу, размножаясь и отмирая, до сих пор повышают плодородие почв, внося до 200 килограммов азота на гектар.

Водорослей-малюток мы обнаружим и в планктоне — это одноклеточные организмы — перидинеи, кокколитофориды и др. Их нередко называют «хлебом моря». И недаром. Фитопланктоном питаются мириады крошечных рачков и других мелких животных. Даже киты не брезгуют планктоном.

Наибольшую известность за последние годы среди водорослей-малюток получила хлорелла. Особенно интересуется этой миниатюрной водорослью такая новая наука, как космонавтика. За последние годы успехи в штурме Космоса приближают тот час, когда будет дан старт пилотируемым космическим кораблям на Марс, Венеру и другие планеты. Лететь им придется месяцы и годы. Для такого длительного межпланетного путешествия нужно будет взять на борт звездолета большой запас продуктов. Как их хранить? К тому же невозможно захватить все необходимые продукты питания, особенно свежие овощи.

Еще в начале нашего века основоположник космического ракетоплавания К. Э. Циолковский предлагал создать на борту космического корабля «огород», в котором выращивались бы какие-либо съедобные растения. Кроме того, они поглощали бы углекислоту, выдыхаемую космонавтами во время полета.

По мнению многих ученых, наиболее пригодным растением для выращивания в космической оранжерее может служить микроскопическая одноклеточная водоросль — хлорелла. Ее клетки обладают способностью быстро расти и размножаться. Как и всякое растение, хлорелла поглощает углекислоту и выделяет кислород, что очень важно в условиях межзвездного полета. За последние годы селекционеры создали такие высокопродуктивные формы этой водоросли, которые проходят весь цикл своего развития за 6—8 часов.

С одного литра суспензии эта чудо-водоросль в течение

суток может выделить до 50 литров кислорода и накопить значительную зеленую массу. Биомасса хлореллы, т. е. клетки, выделенные из питательного раствора, содержит в 40 раз больше белка, чем фасоль, и в 60 раз больше, чем рис. В составе хлореллы есть и витамины. Эта водоросль-малютка при искусственном выращивании дает свыше 400 центнеров сухой биомассы с гектара, тогда как пшеница не более 30—35 центнеров. К тому же в хлорелле в 4 раза больше белка, чем в пшенице. И не случайно японцы культивируют хлореллу в широких масштабах.

Одноклеточные водоросли, и особенно хлорелла, прекрасно очищают сточные воды от вредных химических примесей — сероводорода, сероуглерода, сульфидов, солей тяжелых металлов. Водоросли-малютки находят все более широкое применение.



СОЛЬ ЗЕМЛИ

Без соли и хлеб не естся



Когда вы из солонки берете щепотку соли, чтобы посолить суп или огурец, вам и в голову не приходит, что эти белоснежные кристаллики «родились» в океане. Мировой океан — величайшая кладовая поваренной соли. Если извлечь из морской воды всю содержащуюся в ней соль и рассыпать на поверхности земного шара, то она покрыла бы нашу планету

слоем в 150 метров.

Вы не станете есть самое вкусное блюдо, если оно будет несоленым, даже... хлеб. Соль нужна нам не только для удовлетворения вкусовых ощущений, она необходима для правильного обмена веществ в организме. Поваренная соль входит в состав крови, служит для образования в желудочном соке соляной кислоты. Без нее же не может перевариваться пища в желудке.

Когда содержание соли в плазме крови уменьшается, то нарушается обмен веществ, так как падает сразу же давление (осмотическое) на границе раздела клетка сосуда — плазма крови. В присутствии соли белки лучше связывают воду, что имеет важное значение для нормальной работы организма (ведь из белков строятся клетки и ткани).

Соляное голодание губительно для животных и человека. Если животное совсем не кормить, то оно умрет через некоторое время от истощения организма. Если же ему не давать соли и кормить его вволю, то оно умрет еще скорее, потому что в желудке не будет нужного количества соляной кислоты, а необходимый организму хлористый натрий животное будет черпать из собственной крови и тканей.

Домашним животным (козам, коровам, лошадям и др.) в совхозах и колхозах подсаливают корм и силос. Нередко им дают лизать бруски соли, специально выпускаемые солезаводами. Дикие животные охотно пьют воду соляных источников и едят солесодержащие растения и травы. В старину соль нередко служила охотникам для приманки диких зверей.

Важное значение соли в жизни человека нашло отражение в языке почти у всех народов, в многочисленных поговорках и пословицах: «соли нет, так и слова нет», «в этом вся соль» и т. д. Выражение «соль земли» — стало символом самого главного, самого существенного, самого мудрого. Потому-то хлебом да солью народ встречает всегда дорогих гостей, любимых героев, знаменитых людей.

С незапамятных времен поваренная соль вошла в обиход человека и стала важным предметом обмена и торговли.

Если в прошлом веке в России потребление соли на душу населения составляло в год 18—20 фунтов (7,2—8 килограммов), а в европейских странах — Англии, Германии, Франции — и того меньше — 12—15 фунтов (5,4—6 килограммов), то в наши дни оно составляет в Советском Союзе свыше 45 килограммов, а в Западной Европе — Англии, Франции, ФРГ — более 120 килограммов.

В наш век поваренная соль приобрела себе новые «профессии». Ее по праву можно назвать «хлебом химической промышленности». Ведь свыше 70% всей добываемой в наше время соли (более 35 млн. тонн) расходуется на производство хлора, щелочей, соды, соляной кислоты и многих других химических продуктов и полезных веществ.

Мастер на все руки

С давних пор и поныне широко применяется соль для предохранения от порчи свежей рыбы и мяса, для засолки капусты, огурцов, грибов и других продуктов. Консервирование солением основано на свойстве соли убивать гнилостные бактерии.

Нередко соль добавляется к пищевым продуктам, в которых употребляется и сахар. В этом случае соль, уменьшая требуемое количество сахара (например, для некоторых сортов мягких конфет), придает более приятный вкус. Соль не только усиливает сладкий вкус, но и уменьшает горечь, поэтому ее часто добавляют к пиву или черному кофе. Соль в небольших количествах с незапамятных времен использовалась кожевниками для выработки и консервирования кож.

Давно стали применять соль в мыловаренном и красильном производстве. Еще до нашей эры красильщики научились пользоваться поваренной солью в качестве протравы при окраске разных тканей. Красители при этом прочнее связываются с волокнами ткани, не выгорают на солнце и не разрушаются от действия ветра, дождя или снега.

Все больше расширяются области применения соли в народном хозяйстве в наш век. Она стала не только источником производства различных химикатов, удобрений, но и незаменимым компонентом при изготовлении лекарств и взрывчатых веществ. Соль успешно применяется для тушения горячей сажки, закалки стальных изделий. Солью пользуются для ускорения таяния льда на железных и шоссейных дорогах.

Недавно сотрудники Института искусственной кожи разработали промышленный способ производства искусственной пористой кожи. В процессе изготовления в материал вводится соль. Затем кристаллики соли вымываются водой. Растворяясь, они оставляют в коже следы своего пребывания — мельчайшие отверстия.

Кристаллы поваренной солигодились и оптикам для изготовления оптических приборов, применяемых для исследования инфракрасного излучения. Соль нужна и лесохимикам для осветления скипидара и канифоли, металлургам при плавке металлов (служит флюсом). В табачной промышленности солью обрабатывают некоторые сорта табака для улучшения его качества (листья табака после «посолки» притягивают влагу и не пересыхают на солнце).

Поваренная соль с успехом заменяет асфальт и бетон. Еще несколько лет назад академик АН УССР А. Н. Соколовский предложил покрывать стенки и дно водоемов тонким слоем земли, пропитанной солью.

Обработка стенок и дна водоемов растворами соли обходится гораздо дешевле, чем покрытие асфальтом или бетоном. Ведь для осолонцевания можно брать грязную непригодную соль, отходы некоторых химических заводов.

Поваренная соль — прекрасный стабилизатор для шоссежных дорог с гравийным или глинистым основанием. На таких дорогах в сухую погоду нет пыли, а в дождливую — нет луж и грязи. Расход соли составляет около 25—35 тонн на километр при ширине покрытия в 6 метров.

Соль — поистине мастер на все руки. Уже теперь известно свыше 1200 «профессий» соли. А сколько новых и каких еще появится в наш атомный век?!

Рожденные морем

Откуда появилась на свете соль? Как она попала в первородный океан? Много красивых, глубоко поэтических легенд о происхождении поваренной соли создали различные народы.

Как же современная наука представляет появление соли на Земле? Согласно существующим ныне теориям, наша Земля возникла и росла из космической пыли и астероидов. Молодая планета вначале лишена была атмосферы. По мнению академика А. П. Виноградова, газовая оболочка Земли образовалась за счет дегазации вещества мантии. При выплавлении более легкоплавкого вещества (тепло поддерживалось за счет распада радиоактивных элементов) наряду с различными космическими и радиоактивными газами выделилось большое количество паров воды.

Они соединялись между собой, образуя различные вещества и соли. Так, при соединении паров натрия с хлором и образовался хлористый натрий (NaCl), т. е. то, что мы и называем поваренной солью.

Постепенно атмосфера стала остывать, и на первобытную Землю хлынули мощные ливни. Впервые на поверхности Земли появилась вода. Она покрыла большую часть суши (свы-

ше 70%) и заполнила широкие впадины Земли. Так появились моря, реки, озера, образовался первородный океан. Вместе с водой в него попали из атмосферы соли и другие химические соединения. Они попадали и в расплавленную магму, из которой возникли горы. Потоки воды вымывали соли из горных цепей и несли их опять в океан. Так, в первородный океан попала поваренная соль. Он-то и стал главным источником возникновения неисчерпаемых запасов соли в морях и океанах, соляных озерах и подземных залежах. Вот отсюда-то, по выражению А. Е. Ферсмана, «начинается история ее странствования над землей, под землей и в самой земле».

Возраст нашей планеты геологи исчисляют почти в 5 млрд. лет. За этот огромный период времени немало изменений претерпела поверхность нашей Земли. В течение многих геологических эпох, измеряемых миллионами лет, моря и океаны неоднократно меняли свои размеры и форму. Воды Мирового океана то наступали на сушу, то снова отступали. Рождались новые моря и заливы и вновь исчезали. На дне исчезнувших морей оставался мощный пласт соли, перемежающийся со слоями ила и песка. Подобные перемещения морей не раз происходили в истории Земли. В одних случаях причиной их было действие вулканических сил, в других — постепенное высыхание в областях с сухим и жарким климатом.

Солнечная соль

Так называют американцы поваренную соль, получаемую из морской и океанской воды. Название это произошло не случайно, оно отражает истинную картину добычи соли из морей. Но в других странах, где соль также получают за счет испарения морской воды под горячими лучами южного солнца, ее называют морской.

Познакомившись в незапамятные времена с солью, человек еще не умел добывать ее. Сначала в морскую воду опускали бревна, сушили их на солнце и снимали с них тонкий слой соли. В странах античного мира (Индии, Греции, Риме), где лето сухое и жаркое, соль добывали по-другому. На морском берегу выкапывали неглубокие ямы и наполняли их морской водой. Под действием солнечных лучей вода постепенно испарялась, а на дне плотным слоем оседала соль. Позднее так стали добывать морскую соль во Франции, Испании, в Америке и в Крыму.

На смену примитивным неглубоким ямам со временем пришли так называемые садочные бассейны (в которых выпаривалась и осаждалась соль), устраиваемые на морских соляных промыслах ниже уровня моря. В царской России добыча морской, или, как ее еще иначе называли, бассейнной соли, бы-

ла настоящей каторгой. Ярko и красочно показывает М. Горький тяжелый и изнурительный труд рабочих в рассказе «На соли».

Морскую соль добывали не только жители знойного юга — извлекали ее из моря и северяне. Морскую соль на Севере называли морянкой. В Архангельской губернии и на Беломорском побережье в течение нескольких столетий почти единственным источником получения соли была морская вода¹. Соляные варницы устраивались преимущественно в районе морских губ. Соль вываривали главным образом зимой из подледной воды, так как добываемый из-под льда рассол был более концентрированный. Беломорская соль славилась по всей Руси. «Морянкой» в течение почти трех столетий (XIV—XVI вв.) торговали на всем протяжении Северной Двины, в Вологде, в Костроме, Твери, Ростове и во многих других городах Русского государства.

В начале нашего века выварка соли в Беломорье полностью прекратилась. Морянка исчезла с рынков не только центральных русских городов, но и с рынков Архангельской и Вологодской областей. Она была вытеснена более дешевой озерной солью. Однако южане до сих пор по-прежнему продолжают добывать соль из морской воды. И с каждым годом количество добываемой морской соли все увеличивается.

¹ Лишь незначительное количество соли (не свыше 20%) добывали из соляных ключей при помощи колодцев. Однако и эта соль была морского происхождения, так как большинство ключей образовалось за счет размывания подземными водами соляных толщ, оставшихся в наследство от древних морей. Такую соль в отличие от «морянки» на Севере называли «ключевкой».



СЕЗАМ, ОТВОРИСЬ

Черная пасть



Необычно многолюдным и торжественным было заседание Французской Академии Наук 19 июня 1717 г. В тот памятный для нашей Родины день Петр Первый был, по выражению неизвестного нам очевидца из его свиты, «признан почтеннейшим и знаменитейшим Парижской академии членом». Царь передал в дар Академии подробную карту Каспийского

моря: «совсем иного вида, нежели прежние карты, географами об оном изданные».

Это была первая верная карта Каспия, на которой был впервые показан таинственный залив на восточном берегу моря — Кара-Бугас, как его издавна называли туркмены, что в переводе на русский язык означает «черная пасть»¹. Называли туркмены его еще и Кули-Дерия — слуга моря. На берегах Хвалынского моря (как некогда называлось Каспийское море) из поколения в поколение передавались мрачные и страшные легенды. Кочевники боялись близко подходить к овеванному тайнами и страхами заливу. Одни утверждали, что это бездонная пучина, которая непрерывно сосет воду из Каспия, а затем вода уходит в Индийский океан, другие — что, если птица через него полетит, то слепнет и падает замертво, что в нем не водится рыба. Говорили, что не один смельчак нашел себе могилу в его черной бездонной пучине.

Презрев страх и опасность, на его берегах летом 1715 г. появился отважный посланец Петра — князь Александр Бекович-Черкасский². Его смелости и энергии мы обязаны первым достоверным сведениям о Каспии и Кара-Богаз-Голе. По странной случайности карта, составленная Бекович-Черкасским, затерялась в архивах и была обнаружена спустя почти 250 лет в 1964 г. советским исследователем Е. А. Княжецкой³.

В XVIII в. была сделана еще одна попытка исследования «черной пасти». В 1726 г. талантливый русский гидрограф и картограф Ф. И. Соимонов, обследуя берега Каспия, пытался

¹ Постановлением ЦИК СССР от 17 августа 1936 г. для залива установлено новое название «Кара-Богаз-Гол».

² Каспийская экспедиция, возглавляемая Бекович-Черкасским, снаряженная по приказу Петра Первого, должна была «от Астрахани направляться морем вдоль восточного берега Каспия до границы с Персией... Обследовать берег этот и составить карту всех пройденных берегов».

³ «Теперь можно с полным правом утверждать, — пишет Е. А. Княжецкая (Судьба одной карты. М., «Мысль», 1964), — что устье залива было открыто Черкасским на 11 лет раньше Соимонова, и первым проник в него не Карелин, а Черкасский».

проникнуть в Кара-Богаз-Гол, однако экипаж экспедиционного судна был в таком страхе перед всепоглощающей пучиной залива, что не рискнули в него войти и проехали мимо.

Успешнее были экспедиции по обследованию Кара-Богаз-Гола в XIX в. В 1836 г. небольшая группа ученых во главе с Г. С. Карелиным на лодках проплыла по заливу несколько десятков километров вдоль южного и северного его берегов. Обрато им пришлось возвращаться по берегу пролива и тащить лодки бечевой, настолько сильным было течение в проливе.

Значительно более эффективной оказалась экспедиция лейтенанта военного флота И. М. Жеребцова в 1847 г., красочно описанная К. Г. Паустовским в повести «Кара-Бугаз». Блестяще выполнив порученное ему задание, Жеребцов, однако, не разглядел огромной ценности Кара-Богаз-Гола, как почти неисчерпаемого источника химического сырья.

Не поняли значения залива для народного хозяйства и чиновники из Министерства торговли и промышленности. Потребовалось 50 лет, чтобы оно всерьез заинтересовалось этим «чудом» природы. В 1897 г. на пароходе «Красноводск» в Кара-Богаз-Гол отправилась экспедиция И. Б. Шпиндлера и Л. Н. Подкопаева. На этот раз в задачу экспедиции входило изучение соляных богатств залива. Было установлено, что на дне залива залегают не поваренная соль, как думали раньше, а горькая соль-мирабилит ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$).

Колоссальные запасы мирабилита, определенные экспедицией, вызвали большой интерес к Кара-Богаз-Голу среди иностранных промышленников. Тогда уже было известно, что из мирабилита на химических заводах можно получать серу, серную кислоту и соду. Горькая соль успешно применялась для замены соды в производстве стекла, при обработке кожи, выработке мыла.

Зарубежные капиталисты — английские, французские, бельгийские — в начале нашего века неоднократно пытались получить концессию на разработку соляных богатств Кара-Богаз-Гола. Царское правительство неизменно отказывало, но и не спешило организовать их эксплуатацию с помощью отечественных промышленников или за счет государственных средств. Единственная заявка на использование мирабилита, выбрасываемого волнами залива, на западных и юго-западных берегах залива была сделана акционерным обществом «Айваз» в 1910 г., добывшего свыше 30 тыс. тонн безводного сульфата натрия — тенардита (Na_2SO_4).

По инициативе Ленина

Опромные соляные богатства Кара-Богаз-Гола были оценены по достоинству и поставлены на службу промышленности лишь после Октябрьской революции. Уже в первые годы су-

уществования Страны Советов В. И. Ленин придавал большое значение освоению подводных кладов этого необычайного залива. Отмечая в своей работе «Очередные задачи Советской Власти»¹ наличие в Кара-Богаз-Голе громадных запасов химического сырья, Владимир Ильич уже тогда рассматривал их освоение, как часть актуальной экономической проблемы использования промышленных ресурсов морей и океанов.

17 августа 1921 г. он писал: «В газетах «Известия» и «Правда» была на-днях заметка относительно неиспользованных богатств Карабугаза. Если можно, я бы просил передать автору или сообщить ему через газету, что мне очень важно иметь подробные сведения, как о том, насколько технически подготовлен к этому вопросу автор, так и то, как долго он изучал вопрос на месте»². Спустя полтора месяца (29 сентября) В. И. Ленин пишет управляющему делами Совнаркома тов. Н. П. Горбунову: «Надо выяснить дело насчет Карабугаза. Если очень заняты, можно отложить на несколько дней, но не больше»³.

Вскоре Совнарком принял решение о посылке экспедиции в Кара-Богаз-Гол для подсчета запасов мирабилита в заливе и разработки способов его добычи. Руководство исследованиями было поручено Л. Н. Подкопаеву, участнику экспедиции 1897 г. Подсчеты экспедиции превзошли самые смелые ожидания. Оказалось, что ежегодно осенью штормами выбрасывается на берега залива 6—7 млн. тонн мирабилита.

Уже в 1923 г. сульфат натрия, собранный на берегах Кургузильской бухты и в районах Сартасского побережья, Чагали, Кызылкупа, стал поступать на предприятия бумажной и стекольной промышленности. До 1929 г. мирабилит добывали только сбором выбросов. Кучи мирабилита отгребали подальше от полосы прибоя, оставляли сохнуть до лета и обезвоженный сульфат натрия на верблюдах вывозили к морю, грузили на суда и отправляли потребителям.

При таком способе добыча мирабилита во многом зависела от капризов природы — разбросанная штормами на берегах протяженностью в сотни километров горькая соль часто смешивалась с песком или илом, нередко весной уносилась волнами обратно в залив и развеивалась ветрами. Потому уже с 1931 г. основным способом добычи мирабилита стал бассейновый⁴. Только за десятилетие (1951—1960 гг.) было добыто

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 36, стр. 188.

² Ленинский сборник, XXIII, стр. 53.

³ Там же.

⁴ Заключается он в следующем. Летом заполняли рапой (соляным раствором) естественную котловину (бассейн). Осенью по испарении воды и выпадения в осадок мирабилита его собирали фанерными лопатами и насыпали в джутовые мешки. Теперь процесс уборки механизирован.

свыше 1 млн. тонн сульфата натрия, а за последние годы добыча его увеличилась до 0,5 млн. тонн в год.

Группой научных сотрудников Института Общей и Неорганической химии Академии наук СССР под руководством профессоров Г. С. Седельникова и И. Н. Лепешкова разработан метод комплексной переработки рассолов Кара-Богаз-Гола. Кроме сульфата натрия, будут получать сульфаты калия (K_2SO_4) и магния ($MgSO_4$), хлористый магний ($MgCl_2$), окись магния (MgO) и бром (Br). Эта технологическая схема предусматривает также выработку соды и удобрений (сульфат аммония — $(NH_4)_2SO_4$). Возможна добыча и редких элементов, содержащихся в рассолах.

Более 20 лет интенсивно занимается изучением соляных богатств Кара-Богаз-Гола Всесоюзный Научно-исследовательский институт галургии (ВНИИГ). Несколько лет назад его сотрудниками был предложен метод добычи сульфата из смешанных солей верхнего донного солевого пласта. Сейчас этот метод проверяется на специальной установке комбината Карабогазсульфат.

На смену лопатам для сбора сульфата натрия пришли уборочные машины. Резко увеличилась производительность труда, сократилось число рабочих, понизилась себестоимость. Но это уже вчерашний день. Жизнь требует более совершенных методов. И они уже есть. Инженеры из ленинградского филиала Госгорхимпроекта разработали новую технологическую схему получения сульфата натрия из межкристалльных рассолов. Для обезвоживания мирабилита будут пользоваться искусственным холодом и теплом. В Бекдаше строится сульфатный завод по этому проекту.

Уже более 15 лет добывают сульфат натрия из погребенных межкристалльных рассолов¹, случайно обнаруженных в районах Сартаасского побережья, Кургузульской бухты, мыса Чагали и Ходжасу геологической партией ВНИИГа при разведочном бурении. Трест Карабогазсульфат эксплуатирует 20 скважин, из которых рассол насосами подается по магистральному трубопроводу в садочные бассейны.

Замена естественного испарения искусственным обезвоживанием позволит не только поднять производительность труда, но и получить более чистый продукт. Со временем на берегах залива появятся опромные корпуса химических комбинатов, атомных электростанций и опреснителей, возникнут новые города и поселки. Успешная эксплуатация соляных богатств

¹ Погребенные (от слова погребены) межкристалльные рассолы находятся в недрах земли под другими породами и содержат 6,7% $MgSO_4$ и образовались, как указывает А. И. Дзэнс-Литовский, в результате растворения и выщелачивания грунтовыми водами погребенных соляных отложений, богатых сульфатами.

Кара-Богаз-Гола — это еще один шаг на пути к освоению богатств Мирового океана.

Разведчики морских глубин

Кара-Богаз-Гол не единственная громадная «кладовая» солей в нашей стране. Несметны богатства мелководного Сивашского залива Азовского моря, занимающего площадь около 2500 квадратных километров. В его водах растворены сотни миллионов тонн хлористых натрия, магния, калия. Много в нем бромистых и серноокислых солей. По подсчетам советского ученого С. В. Михайлова, из Сиваша можно ежегодно добывать 44 млн. тонн разных солей, не считая 146 млн. тонн хлористого натрия — поваренной соли (уже сейчас она добывается в небольшом количестве)¹.

Морская вода представляет собой слабый раствор различных солей. В воде морей и океанов в среднем содержится 3,5% солей. В закрытых морях меньше: в Черном море — 1,8%, в Балтийском — всего лишь 0,5%. Исключение составляют лишь Средиземное и Красное моря — в них содержится около 4% солей.

Свыше 50-ти элементов обнаружили химики в водах Мирового океана. Наряду с металлами, которыми богата земная кора, — железом, медью, алюминием, в морской воде содержатся соли таких редких металлов, как литий, цезий, лантан, иттрий. Есть в ней золото, уран, радий. Ученые не только сосчитали количество элементов, растворенных в водах морей и океанов, они даже «взвесили» массу солей. Она составляет 41 квадриллион² тонн. Если рассыпать соли по поверхности земного шара, то она покрыла бы его слоем в 200 метров.

Из 35 граммов солей, содержащихся в 1 килограмме морской воды, 30,1 грамма составляет хлористый натрий, 2,7 грамма — сульфаты, 2,1 грамма — магний, калий, кальций, все остальные вещества — лишь 0,035 грамма.

До сих пор еще окончательно не выяснено, имела ли вода первородного океана тот же химический состав, что и в наше время. Однако теперь уже точно установлено, что примерно 200 млн. лет назад (к концу палеозойской эры) соотношение растворенных солей было близко к современному.

Соленость воды не только различна в разных морях и океанах, но и неодинакова в разных их частях и глубинах. Одна из причин неоднородности солености в Мировом океане — ат-

¹ Хлористый натрий послужит сырьем для большого содового завода. Можно будет также получать много брома, и он обойдется в 2 раза дешевле.

² 1 квадриллион = 1 млрд. млн. = 10^{15} .

мосферные осадки. Они понижают концентрацию солей, так же, как и вода, образующаяся при таянии льда (в северных морях). В южных морях происходит обратный процесс — увеличение солёности благодаря сильному испарению воды. Особенно заметно понижение солёности воды в местах впадения крупных рек, а также в зонах подъёма глубинных холодных слоев, в которых содержится меньше солей. На больших глубинах в океане нередко чередуются слои воды с разной солёностью. Они распределяются по плотности в зависимости от температуры.

Уже более 100 лет ученые изучают закономерности распределения солёности, плотности воды в Мировом океане и температуру его вод на разных широтах и глубинах. Впервые определение солёности многих проб воды, отобранных в разных морях, были сделаны датским химиком Форшхаммером в начале второй половины прошлого века.

С тех пор и по сей день на десятках научных экспедиционных судов, бороздящих моря и океаны, гидрохимии периодически производят анализы солёной воды. Составлены океанологические таблицы, которые позволяют на любом океанографическом судне по данным химического анализа определить солёность в любой точке моря или океана. В арсенале океанологов имеются теперь и подробные карты плотности морской воды. С каждым годом растёт флот науки, все больше становится экспедиционных судов¹, на которых разведчики морских глубин — гидрохимики, геологи, физики — постоянно ведут наблюдение за Мировым океаном, исследуют образцы воды и донных прунтов, измеряют скорость ветра и течений, делают замеры температуры и т. п.

К их услугам новейшие приборы и аппараты. Успехи современной геологии дают возможность по нескольким образцам донных отложений судить о характере распределения пород в данном районе. Если недостаточно химического анализа для характеристики грунтов, на помощь приходит сейсмоакустика. По тому, как звук проходит через те или иные породы, ученые судят об их химическом составе и структуре. Если же геологам не могут помочь ни химии, ни сейсмоакустики, тогда приходится обращаться за помощью к сотрудникам лаборатории земного магнетизма. Магнитные измерения позволяют дополнить и уточнить данные о геологическом строении дна в любой точке. Для обработки собранных данных ученые пользуются электронно-вычислительными машинами, которые имеются сейчас на всех новых океанографических кораблях.

¹ Советский флот науки насчитывает уже больше 40 судов. Самый крупный научно-исследовательский корабль «Космонавт Юрий Гагарин», водоизмещением 45 тыс. тонн. Его длина 231 метр, ширина 31 метр, мощность 19 тыс. л. с., скорость 18 узлов в час.

В сказке «Тысяча и одна ночь» рассказывается, как разбогачел бедный дровосек, случайно раскрыв тайну сокровищницы, устроенной разбойниками в скале. Достаточно было ему сказать — «Сезам, отворись», как дверь в нее бесшумно раскрывалась. Разведчики морских глубин день за днем неустанно несут свою трудовую вахту. И перед ними, как перед героем арабской сказки, послушно раскрываются наполненные несметными сокровищами кладовые Нептунова царства.



ВИНОВАТА КОШКА

Открытие французского фармацевта



Начало прошлого века было очень бурным. Наполеон, победно шествовавший по Европе, вынашивал планы мирового господства. Как карточные домики, рушились королевства, распадались империи. Карта Европы неоднократно перекашивалась.

Наполеоновским войскам требовалось все больше вооружения, особенно черного пороха, который тогда готовили из угля, серы и калиевой селитры. Поставщиком селитры была Индия. Спрос на порох был столь велик, что вскоре индийские запасы природной селитры иссякли. Возникла мысль заменить калиевую селитру натриевой, крупные залежи которой к тому времени были уже открыты в Чили, в пустыне Атакама. Однако возникло неожиданное затруднение. Порох, приготовленный из натриевой селитры, при хранении быстро сырел и не загорался.

Химики стали думать над тем, нельзя ли «исправить» натриевую селитру, превратив ее в калиевую. Было известно, что в золе многих растений содержится поташ, особенно много его в золе морских водорослей. В 1809 г. один испанский химик обработал чилийскую селитру золой морских водорослей... и получил калиевую. Калий, содержащийся в золе, вытеснил натрий. Способ был прост, не требовал ни больших затрат, ни специальных знаний, ни сложного оборудования. Производство искусственной селитры стало прибыльным делом.

Люди разных профессий и званий стали вдруг селитроварами. Военное министерство не скупилось на заказы. В разных городах Франции, как грибы, стали расти селитроваренные заводчики. Небольшой такой завод построил в предместье Парижа и фармацевт Куртуа. В то время растворы чилийской селитры с золой кипятили в медных котлах. Скоро Куртуа стал замечать в днище и стенках котлов небольшие углубления. Что же разъедало медь? Доискиваясь причины, Куртуа обнаружил в маточном растворе после выпадения кристаллов селитры какие-то соли.

Чтобы выяснить их природу, он обрабатывал их разными веществами. Когда Куртуа добавил немного серной кислоты и двуокиси марганца, то стали выделяться фиолетовые пары. Они быстро сгущались на воздухе в твердые кристаллы темного цвета с металлическим блеском. Достаточно было их слегка нагреть, чтобы они снова превратились в фиолетовые

пары. За цвет паров ученые назвали открытое Куртуа вещество йодом (от греческого слова «иодос» — фиолетовый) ¹.

Вездесущий элемент

Атомы йода можно обнаружить в злаках и овощах, в почвах и горных породах, в организме животных и человека, в каплях дождя и брызгах морской воды. Ведь ежегодно испаряется с поверхности Мирового океана более 400 тыс. тонн этого вездесущего элемента. Еще больше поглощают йода из морской воды илы и водоросли ².

Высокое содержание йода в водорослях сделало их в прошлом столетии единственным источником его промышленного получения. В дальнейшем производство йода из водорослей снова возродилось, в период первой мировой войны, когда морская торговля была дезорганизована и в Европу перестал поступать чилийский йод.

Для удовлетворения все возрастающего спроса на йод во Франции, Англии, Испании снова стали добывать йод из водорослей. Занялись налаживанием йодного производства в Японии. Россия тоже не осталась в стороне, и в 1915 г. в Екатеринославе (ныне Днепропетровск) был построен небольшой йодный завод. На нем получали йод из золы черноморской водоросли — филофоры (всего было получено 200 килограммов). В те же годы был построен йодный завод и на Белом море — в Архангельске. Однако и там из-за плохо организованного сбора водорослей продукция была невелика и исчислялась всего несколькими десятками килограммов в год. Не лучше обстояло дело и на Дальнем Востоке. Владивостокский йодный завод выпускал йода немногим больше, чем его Архангельский собрат.

Лишь в 30-х годах, когда советские химики научились извлекать йод из буровых нефтяных вод, в которых его содержится в 500—700 раз больше, чем в морской воде, получение из водорослей было прекращено. В ближайшие годы предполагается организация производства йода из отходов агарового производства в Одессе. По предварительным подсчетам можно будет получать несколько десятков тонн в год.

¹ Существует и другая версия открытия йода. Она больше похожа на анекдот. Как-то Куртуа обедал в помещении, где приготавливали селитру. У него на плече сидела кошка. Вдруг она прыгнула и толкнула банку с серной кислотой. Банка разбилась, серная кислота пролилась на остатки солей. Произошла химическая реакция, и стали выделяться фиолетовые пары.

² В 1 килограмме ила содержится 50—80 миллиграммов йода. Это в 100 раз больше, чем в морской воде, а в 1 килограмме водорослей в 75—100 тыс. раз больше.

Уже вскоре после открытия йода было замечено, что йодная настойка (раствор йода в спирте) останавливает кровь, обеззараживает раны, убивает бактерии. Позднее было установлено, что многие органические соединения йода и йодистые соли (йодистый калий, йодоформ, йодол, сайодин) — надежные исцелители многих болезней. Ими пользуются для лечения ревматизма, атеросклероза, а также болезней, вызванных нарушением обмена веществ. Они нужны в хирургии и при лечении кожных болезней.

Наш век принес йоду новые «профессии». Некоторые йодорганические соединения входят в состав светостойких и прочных красителей — эритрозин, цианин и др. Для получения четких рентгеновских снимков отдельных участков тканей в организм человека вводят некоторые йодорганические препараты, которые не пропускают рентгеновские лучи. Йодистые соли широко применяются и в фотографии.

Элемент меняет фамилию

Небольшой французский город Монпелье знаменит своим университетом — старейшим в стране, основанным еще в XII в. В 1825 г. Анри Балар, молодой преподаватель химии в университете, заинтересовался соляными маточниками, растворами (рассолами), которые оставались после извлечения поваренной соли из садовых бассейнов, надеясь найти им промышленное применение.

Исследуя соляные маточники, он прежде всего обнаружил в них серноокислый натрий. Продолжая воздействовать на маточный раствор различными реактивами, он как-то пустил в него струю хлора. Жидкость сразу же окрасилась в красно-бурый цвет.

Когда Балар стал ее нагревать, выделились пары того же цвета. При конденсировании паров он получил неизвестное вещество в чистом виде. Ученый назвал новый элемент «муридом», от латинского слова мурий — рассол. Ведь новый элемент был извлечен из соляных маточников.

30 ноября 1825 г. Балар послал в Парижскую академию наук «Сообщение об особом веществе, содержащемся в морской воде», в котором подробно описывал свое открытие. Для проверки утверждений Балара академия назначила комиссию в составе трех известных химиков: Никола Воклена, Луи Тенара и Жозефа Гей-Люссака. Все оказалось так, как докладывал молодой химик из Монпелье. Комиссия рекомендовала только изменить название элемента, положив в основу одно из его свойств, как у хлора и йода. Так появилось название бром. По-гречески бромос — зловонный: уж очень резким и раздражающим запахом обладал новый элемент.

В восемь раз больше

Бром подобно йоду вездесущ. Наибольшее количество брома находится в рассеянном состоянии в горных породах. В едва ощутимых количествах, измеряемых миллионными долями грамма, бромистые соединения содержатся в плодородных почвах, песках пустынь, в глинистых сланцах и известняках, в вулканическом пепле. Часть земного брома находится в организме растений в виде сложных и большей частью нерастворимых органических соединений. Многие растения активно накапливают бром. Это, в первую очередь, бобовые (горох, фасоль, чечевица) и, конечно, морские водоросли. Ведь именно в море сосредоточена большая часть брома нашей планеты — 91 триллион¹ тонн — в 8 раз больше, чем в земной коре. Есть он, разумеется, и в воде соленых озер, и в подземных «водохранилищах», сопутствующих месторождениям горючих ископаемых, а также калийных солей и каменной соли.

Бром в свободном виде в природе не встречается, однако немецкий ученый Келлер считает, что возможно его присутствие в атмосфере. Подсчитано, что ежегодно с морской водой в воздух переходит около 4 млн. тонн брома, причем содержание этого элемента в воздухе приморских районов всегда больше, чем в районах, удаленных от моря. Довольно много брома в организмах рыб. Он присутствует и в организмах земных животных, включая человека. Потребность в бrome у разных органов и систем разная. В человеческом организме этот элемент обнаружен в крови, почках, печени, а больше всего в мозгу.

Сходный во многом по своим свойствам с йодом, бром находит себе значительно более широкое применение. Еще в 30-х годах прошлого века, вскоре после открытия брома, врачи стали прописывать для успокоения нервов растворы бромистого натрия или бромистого калия. Их рекомендуют принимать при бессоннице и переутомлении. Особенно полезными, по мнению врачей, бромистые препараты оказывались при нарушении нормального соотношения между процессами возбуждения и торможения в коре головного мозга. Вот почему мозг концентрирует, накапливает бром; это, если можно так выразиться, его самозащита, способ «авторегулирования» взаимосвязанных процессов.

В наше время растворы бромидов натрия и калия в медицине применяют все реже. Их стали вытеснять броморганические препараты, более эффективные и в отличие от бромидов не раздражающие слизистые оболочки. Как хорошие успокаивающие средства применяют брометон, бромалин, бромурал.

¹ 1 триллион = 1 млн. млн. = 10^{12} .

Последний используют и как снотворное, а в больших дозах — для наркоза.

Сейчас соединения брома используют не только как успокаивающие. Их применяют при гипертонии и некоторых других сердечно-сосудистых заболеваниях, язвенной болезни, эпилепсии. Бромтетрациклин нашел широкое применение в борьбе с инфекциями.

Бромистые соединения используют при производстве кино- и фотопленки, фотобумаги. Однако соединения брома нужны не только медикам и их пациентам, не только фотолюбителям и «киношникам». Бромистый натрий добавляют в дубильные растворы, благодаря этому кожа становится тверже. В качестве катализаторов некоторых процессов органического синтеза применяют бромиды алюминия, бериллия, магния. Еще в 1884 г. русский химик Г. Г. Густавсон впервые получил полиэтилен полимеризацией газа этилена в присутствии бромистого алюминия.

Из прозрачных кристаллов бромистого калия делают линзы, великолепно пропускающие инфракрасные лучи. Недавно у этой соли обнаружено еще одно ценное свойство — предохранять от гниения овощи и фрукты при хранении. Много «профессий» и у бромистого лития. Он предотвращает коррозию в холодильных установках, обезвоживает минеральные масла, помогает кондиционировать воздух.

Текстильщики широко применяют органический краситель броминдиго, с помощью которого получают целую гамму ярких и чистых тонов — от синего до красного. Другое броморганическое соединение — бромхлорметан — отличный огнетушитель, который к тому же не проводит электричества и поэтому особенно пригоден, когда нужно, например, потушить загоревшуюся электропроводку. Броморганическими соединениями пропитывают древесину, чтобы придать ей большую стойкость к атмосферным воздействиям, грибкам и плесени. Бром входит в состав и антидетонаторов автомобильного топлива. Он предохраняет стенки цилиндров от нагара.

Приобретение бромом новых «профессий» и все расширяющееся его применение в разных отраслях промышленности вызвали за последние три десятилетия бурный рост производства брома, оно увеличилось почти в 5 раз. Бром стали получать из его солей, содержащихся в рапе соляных озер, водах нефтяных месторождений и на дне высохших древних морей. Но главный поставщик брома — Мировой океан¹.

¹ За рубежом бром получают исключительно из морской воды. В США работает несколько заводов, производящих почти 80% необходимого в стране брома. Есть также бромные заводы в Англии, Индии, Канаде, Бразилии, в Японии. Мировое производство брома без СССР уже превысило 150 тыс. тонн.

В нашей стране считается более выгодным добывать бром из магочников, которые остаются при выделении хлористого калия (KCl) из сильвинита (состоит из KCl и $NaCl$ с примесями других минеральных солей) и карналита ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$). Если из кубометра морской воды можно извлечь 65 миллиграммов, то из такого же количества маточника до 1,5 килограмма.

Еще в 1916 г. был построен бромный завод в Крыму на озере Саки. Позднее, уже после Октябрьской революции, бром получали на Краснопереконском заводе из других соленых озер Крыма. В 1959 г., в связи с истощением запасов брома в озерах, из которых завод получал рапу, была начата постройка крупного химического комбината, который будет пользоваться рассолами Сивашского озера, богатых бромом (180—200 граммов в кубометре воды). Их комплексная переработка позволит получать бром вдвое дешевле.



МЕТАЛЛЫ — ИЗ МОРСКИХ ПУЧИН

Карлик становится великаном



Еще в начале нашего века магний был нужен только фотографам и пиротехникам. Нагретый на воздухе до 550°C этот серебристо-белый металл вспыхивает и сгорает ослепительным пламенем. Поэтому магниевую фольгу можно поджечь опичкой¹.

Но уже перед первой мировой войной было замечено, что металлические сплавы с добавкой магния примерно на 20—30% легче алюминия и на 50—70% легче стали и чугуна². Магниевые сплавы с присадками других металлов — лития, бериллия, кобальта, церия стали удачным конструкционным материалом для изготовления различных деталей автомобилей, самолетов и вертолетов. За последние годы особенно широкое признание завоевали себе литиево-магниево-сплавы — самые легкие и жаростойкие. Они содержат 13—15% лития, в 2 раза легче алюминиевых сплавов и весят на 25% меньше самого магния. Они особенно ценны для изготовления сверхзвуковых самолетов, ракет и космических кораблей.

Этим далеко не исчерпываются области применения этих ценных сплавов. В полиграфии они нужны для изготовления клише; в хлебопекарном производстве из них делают формы для выпечки хлеба; в машиностроении — детали пишущих и счетных машин. В нефтяной промышленности используют для защиты от коррозии газо- и нефтепроводов.

Оксид магния — жженая магнезия (MgO) широко используется для производства огнеупорных кирпичей для футеровки печей. Отдельные ее разновидности (различающиеся по объемному весу) применяются в резиновой промышленности в качестве наполнителя и усилителя резиновых смесей и в медицине как лекарство при изжоге, повышенной кислотности желудка и желудочных отравлениях.

Из других соединений магния широкое практическое применение нашли хлорид (MgCl_2) и сульфат магния (MgSO_4). Хлористый магний вместе с окисью магния используется при изготовлении цемента Сореля (магнезиальный цемент $\text{MgO} + \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$) и его производных — ксилолит (смесь цемента Сореля с опилками), фибролита, заменителя мрамора, искусственных мельничных жерновов. Сульфат магния — прекрас-

¹ Высокая теплотворная способность магния делает его перспективным ракетным топливом. Во время второй мировой войны он применялся в осветительных ракетах, зажигательных снарядах и бомбах.

² Магний в 4,5 раза легче железа и в 1,5 раза легче алюминия

ная протрава для крашения тканей. Им пользуются также и в бумажном производстве — для отбеливания бумаги.

Большой спрос на магний, который уже со времен первой мировой войны стал стратегическим сырьем, вызвал бурный рост его производства, особенно в 40-е годы. В 1943 г. в капиталистических странах производство составляло уже около 250 тыс. тонн.

До сих пор основным источником получения магния и его соединений служат минералы: доломит — $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, карналлит — CaSO_4 , магнезит — MgCO_3 . Однако с каждым годом все более серьезным соперником становится морская вода. Ведь запасы магния в Мировом океане практически неисчерпаемы — 2 100 000 млрд. тонн. Хотя его концентрация в морской воде относительно невелика (однако во много раз превышает содержание всех других металлов, кроме натрия) — 0,13%, что почти в 300 раз меньше, чем в «земных» магниевых рудах, тем не менее производство морского магния обходится гораздо дешевле. Простота технологической схемы производства, удачный выбор места для постройки магниевого завода, близость источников топлива, электроэнергии и извести открывают морскому магнию безраздельное господство на мировом рынке¹.

Еще дешевле обходится магний, если его извлекают из морской воды совместно с бромом. Впервые магний из морской воды был получен в 1916 г. в Великобритании. Спустя восемь лет его стали добывать из рассолов Мертвого моря. Теперь существует несколько десятков заводов, извлекающих из морской воды магний и его соединения. Только в Англии и США работают свыше 20 заводов, удовлетворяющих почти полностью потребность этих стран в магнии. Извлекают магний из морской воды и в других приморских странах — во Франции, Италии, Тунисе. Если в 1958 г. мировое производство магния достигло 250 тыс. тонн, то сейчас оно уже удвоилось, причем свыше 40% составляет магний, добытый из морской воды.

В нашей стране крупным поставщиком магния и окиси магния станет в недалеком будущем мелководный Сивашский залив Азовского моря. Пока хлористый магний добывают из некоторых соляных озер Крыма, в частности из Перекопских. Из одного кубометра сивашской воды можно извлечь в 3,5 раза больше окиси магния, чем из океанической. В составе солевой массы залива 16—17% магниевых солей.

Уже составлен проект магниевого завода, входящего в состав химического комбината на Сиваше, который будет построен в ближайшие годы. Он сможет удовлетворить потребность металлургов Украины и в высококачественных огнеупо-

¹ В США после окончания второй мировой войны закрылись все заводы, на которых получали магний из руд.

рах из окиси магния — ежегодно около 1 млн. тонн в новой пятилетке. Сивашский магнезит заменит уральский, который приходится везти за 2300 километров из Саткинского месторождения. Освободится транспорт для других перевозок, значительно сократятся расходы (сейчас они составляют одну пятую стоимости магнезитов). К тому же качество сивашской окиси магния гораздо выше уральских магнезитов, что позволит увеличить производительность доменных печей на 10—15%.

Еще ниже будет стоимость сивашской окиси магния при комплексной переработке рассолов залива. Важное значение комплексного использования сырья для социалистической экономики неоднократно отмечал В. И. Ленин еще в 20-х годах. Особенно ярко это выражено в одном из его писем, адресованном в 1922 г. Президиуму ВСНХ, и в копии в Госплан, Наркомфин, в Президиум ВЦИК и заместителю председателя Совнаркома¹.

Из отходов окиси магния, добываемой из сивашской воды, будут получать магнезиальные цементы и ценные строительные материалы — фибролит, ксилолит. Гитс — побочный продукт магнезиального завода — пойдет не только на крымские стройки, но и будет использован как удобрение на солончаках, поможет превратить их в плодородные земли — пашни и пастбища.

Проект магнезитового завода, предлагаемый Государственным Институтом Прикладной химии с учетом комплексной переработки сивашских рассолов, предусматривает постройку завода на Северном Сиваше — в районе Ново-Алексеевки на берегу Ярошинского залива или на Чонгарском полуострове.

Другим источником получения магния и его окиси может стать у нас Мангышлакский полуостров. Там есть большая впадина, которая расположена на 100 метров ниже уровня Каспийского моря и отстоит от него всего в 12 километрах. Если прорыть в нее из моря канал и пустить каспийскую воду, то со временем впадина превратится в соляное озеро, на дне которого постепенно будут накапливаться соли, в том числе и магниевые.

Для извлечения магния из морской воды и рассолов требуется много электроэнергии. На Мангышлаке обнаружены большие залежи бурого угля и открыты крупные месторождения нефти. Они могут быть использованы как топливо для небольших электростанций, которые дадут ток будущему магнезиальному заводу. Возможен и другой источник снабжения электроэнергией: им может стать атомная электростанция, сооруженная неподалеку от впадины в городе Шевченко.

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 45, стр. 224.

Недалек тот день, когда советский морской магний вытеснит своего сухопутного собрата со многих позиций.

Левифланговые менделеевской таблицы

Посмотрите на таблицу химических элементов. С левого фланга в первой колонке стоят друг под другом пять близких «родственников»: Li — литий, Na — натрий, K — калий, Rb — рубидий и Cs — цезий. Все они содержатся в морской воде. Больше всего в ней натрия: ведь хлористый натрий составляет 85,2% всех растворенных в Мировом океане солей. Но и калия содержится не так уж мало — 380 миллиграммов в литре. Во много раз ниже концентрация в морской воде лития — 0,17, рубидия — 0,12 и цезия — 0,0005 миллиграмма в литре. Еще в начале нашего века человека, предложившего бы добывать эти элементы из морской воды, назвали бы утопистом, теперь же за рубежом существуют фирмы, которые получают их именно таким способом.

Издавна земледельцы удобряли золой растений землю, но не знали, что им помогает повышать урожай калий. И лишь немногим более 100 лет назад известный немецкий химик Юстус Либих показал, что без калия, как и без фосфора, растения не могут расти и развиваться.

До Октябрьской революции Россия ввозила калийные удобрения из Германии. В 30-х годах у нас были открыты в Соликамске крупнейшие в мире залежи калийных минералов. Построенные спустя несколько лет Соликамский и Березниковский химические комбинаты покрывают свыше 70% потребности страны в удобрениях. Много калийных солей добывается также на Украине и в Белоруссии.

Главным поставщиком калийных солей до 1914 г. на мировой рынок была Германия. Много калия добывалось и в Эльзасе (Франция). В Англии впервые стали добывать калий из морской воды в 1916 г. После второй мировой войны англичане стали еще больше добывать калийных солей, особенно из Мертвого моря. Появились заводы по добыче морского калия и у итальянцев — в Неаполе и в Эритрее (на африканском побережье). Значительные количества калия из морской воды добывают теперь в Японии и Китайской Народной Республике. Японцы широко пользуются для добычи калия соляными маточниками, получая из них ежегодно свыше 10 тыс. тонн.

Еще 30 лет назад японцами были разработаны способы извлечения из соляных маточников других левифланговых менделеевской таблицы: лития, рубидия и цезия. В земной коре, как и в океане, их содержится очень мало, и они встречаются преимущественно в рассеянном состоянии. Поэтому добыча стоит дорого. Получение же из морской воды обходится гораздо дешевле.

Открытые более 100 лет назад эти три «родственника» долго не находили себе промышленного применения. Лишь в нашу эпоху они стали нужны в новой технике. Так, небольшая добавка лития к разным металлам позволяет получать очень легкие и прочные сплавы. Атомы лития, введенные в фарфоровые изоляторы, значительно повышают их прочность, что особенно важно на высоковольтных линиях электропередач. Из литиевого сплава ступалита изготавливают ответственные детали для двигателей реактивных самолетов. Смазка, изготовленная с применением гидроокиси лития (LiOH), не замерзает при температуре минус 50° . На этой смазке безотказно работают вездеходы-тягачи в поселке «Мирный» советских исследователей в Антарктиде.

Но самым крупным потребителем лития становится атомная промышленность. Теперь все чаще для охлаждения атомных реакторов пользуются расплавленными металлами. Жидкий литий является лучшим теплоносителем по сравнению с другими металлами потому, что имеет большую объемную теплоемкость. При 500° он охлаждает в 4 раза сильнее, чем натрий.

Удивительная способность цезия испускать обильный поток электронов при освещении позволила широко использовать его при изготовлении различных типов фотоэлементов, сыгравших столь важную роль в развитии телевидения, звукового кино, автоматики. С помощью цезиевого сплава (с кальцием, барием, стронцием) удается практически полностью удалить воздух из колбы радиолампы.

Немало ценных услуг оказывает нам рубидий и его соединения. За последние годы у некоторых рубидиевых солей обнаружены полупроводниковые свойства. Хлористый рубидий используют при изготовлении специальных электроннолучевых трубок. Довольно широко используются в новой технике также фосфорные соли рубидия. Из них изготавливают пьезоэлементы для диэлектрических усилителей и некоторые детали электронно-вычислительных машин. Немало и других «профессий» у цезия и рубидия.

Все большее расширение спроса на литий и его «собратьев», несомненно, будет способствовать увеличению их добычи из вод Мирового океана.

В союзе с химией

Золото было одним из первых металлов, с которым человек познакомился в глубокой древности и оценил его достоинства. Задолго до нашей эры из золота стали делать художественные, ювелирные изделия и чеканить монеты. С тех пор интерес к нему не ослабевает.

На суше золото встречается преимущественно в самород-

ном состоянии, нередко в виде зерен, включенных в кварц и другие породы. Содержание его в земной коре не превышает 0,00000005%. По подсчетам зарубежных геологов, запасы золота на земном шаре (без СССР) составляют не более 30—35 тыс. тонн. Поскольку золото до сих пор еще остается основным валютным стандартом, потребность в нем все больше возрастает.

Это вызывает необходимость поиска новых источников добычи золота. Наиболее богатым из них является Мировой океан.

Еще в 1866 г. один из французских ученых обнаружил в морской воде растворенное в ней в ничтожных количествах золото. Спустя 20 лет в печати появились сообщения, что в водах Ла-Манша концентрация золота достигает 65 миллиграммов в кубометре. Но уже в начале нашего века известный шведский химик Аррениус показал, что эта цифра преувеличена, по крайней мере, в 10 раз. Несмотря на это, по его расчетам, в Мировом океане заключено не менее 8 млрд. тонн золота. Если извлечь его и раздать населению нашей планеты, то каждый человек на Земле стал бы миллионером.

Однако данные Сванте Аррениуса, как и его предшественников, о содержании золота в морской воде оказались неправильными и были уточнены в 30-е годы. В 1927 г. лауреат Нобелевской премии, выдающийся немецкий химик Фриц Хабер, организовал специальную экспедицию для установления истинного содержания золота в морской воде. Многочисленные анализы проб морской воды, отобранной в разных морях, показали, что концентрация золота редко превышает 0,00001 миллиграмма в 1 кубометре воды. По новейшим данным, она все же составляет в 4 раза больше, и общее количество золота в Мировом океане по этим подсчетам равняется примерно 10 млн. тонн (около 2,7 килограмма на каждого жителя земли).

Уже в первую четверть нашего века выдано много патентов на извлечение золота из морской воды. Все они, к сожалению, оказались технически почти невыполнимыми и экономически абсолютно нерентабельными. Одни предлагали использовать сульфидные частицы, к которым должно прилипать золото, так как они обладают химическим сродством к этому металлу. Другие считали наиболее эффективной ртуть. Каких только веществ не предлагали в качестве поглотителей золота... даже опилки.

В 1942 г. французский ученый Баур предложил построить гигантский кирпичный желоб (площадь в квадратный километр) заполнить его опилками и пропускать по желобу морскую воду. По его расчетам, если прокачивать в сутки 7,2 млн. кубометров морской воды, то можно в год извлечь 9100 килограммов золота. Для его поглощения потребуется 17,3 тыс.

тонн опилок. Огромные затраты на сооружение желоба и извлечение ничтожно малых количеств золота (0,5 грамма на тонну опилок) сделали этот способ экономически совершенно невыгодным.

Несмотря на неудачные попытки промышленного извлечения золота из морской воды, интерес к морскому золоту отнюдь не уменьшился. Изобретатели ищут все новые и новые пути его добычи. На помощь им приходят новейшие достижения химии. Десять лет назад советский ученый А. Б. Даванков добыл из морской воды несколько крупинок золота. Плавая на экспедиционном судне «Михаил Ломоносов», он установил большую поглотительную колонку, наполненную зернами ионитов (ионообменных смол) и пропускал через нее морскую воду. Эти чудесные зерна обладают способностью избирательно поглощать различные химические элементы и вещества.

Невелика была добыча Даванкова — всего лишь 1 миллиграмм золота из 500 кубометров воды. Но она открывает новую страницу в морской золотодобывающей промышленности. Торговые суда, снабженные такими колонками, могли бы привозить, возвращаясь из рейса, золото и различные редкие элементы. По прибытии в порт колонки будут «разряжать» и заполнять свежей ионообменной смолой. Иониты с «начинкой» направят в лабораторию или на завод для обработки.

Было замечено, что в некоторых морях часть золота оседает на морском дне. Вместе с илом и планктоном оно образует плотные осадки, называемые «голубым минералом». Вот уже несколько лет в Красном море успешно производится его промышленная переработка. Из 1 тонны извлекают до 5 граммов золота.

Откуда же появилось золото в морской воде? Ученые единодушно полагают, что его принесли в Мировой океан реки, размывавшие горные цепи и гранитные скалы. Поэтому значительно больше золота должно быть в илах и морских грунтах в районах, прилегающих к устьям рек, протекающих по золотоносным областям (например, Сибири, Аляски и др.). Действительно, в предустьевых пространствах сибирских рек было обнаружено 0,08 грамма золота в 1 кубометре, в 20 раз больше, чем в морской воде. Нет сомнения, что и эти золотые кладовые Нептунова царства будут со временем раскрыты. Хранящееся в них золото станет достоянием человечества.

В наш атомный век, пожалуй, еще больший интерес, чем к золоту, проявляется к урану. Открытый более 150 лет назад в смоляной руде немецким химиком Клапротом, этот необыкновенный металл долго был без «работы»¹. Раскрытие тайн

¹ Лишь в 1853 г. был построен первый завод, на котором вырабатывали урановые краски (зеленые, желтые, коричневые) из солей этого элемента. Они применялись для окраски стекла, фарфора и эмалей.

атома выдвинуло уран на первое место в атомной энергетике. Горючее реакторов на атомных электростанциях и в научных институтах, «начинка» бомб, ядерных головок и других видов оружия — все это привело к тому, что уран пользуется особым вниманием правительств всех стран мира.

За последние 30 лет в поисках урана были обшарены самые заповедные уголки земного шара. Поиски его руд продолжаются и поныне. Выявленные запасы урана в пересчете на окись составляют в капиталистических странах более 750 тыс. тонн. В Мировом океане урана содержится около 4 млрд. тонн, в 500 раз больше золота (без учета концентрации урана в грунтах морского дна).

В ближайшие годы в СССР и за рубежом будет построено много новых атомных электростанций. Разумеется, увеличится и расход атомного «горючего» — урана. Некоторые иностранные экономисты полагают, что к концу века потребуется его 2—3 млн. тонн в год. Запасы земных урановых руд к тому времени будут сильно истощены и придется добывать уран из океанских вод.

Подобно золоту, его можно извлечь с помощью ионитов попутно с другими солями. Но пока этот метод экономически невыгоден. Американцы считают более перспективным пропускать морскую воду через фильтры — куски хлопчатобумажной ткани, пропитанной гидроокисью титана. Рекомендуются такие фильтры устанавливать в районах приливов. Предварительные опыты показывают, что таким способом можно извлечь из морской воды до 1 тыс. тонн окиси урана в год.

Можно также добывать из морской воды и радий, хотя в настоящее время это не представляет интереса. Радий, который широко применялся в медицине, вытесняется там изотопом кобальта (Co^{60}), так как стоимость его в несколько раз ниже. К тому же производство радия в настоящее время почти полностью прекращено, потому что его запасы у фирм, занимающихся продажей радия, составляют свыше 3 тыс. граммов. В Мировом океане радий накапливается преимущественно в красных глинах, улавливающих его из океанской воды. В будущем при комплексном извлечении редких и рассеянных металлов из морской воды, добыча океанского радия станет также выгодной.



ВОДА ВТОРОЙ ПРИРОДЫ

Кто больше «выпивает» воды



В аравийских пустынях еще до нашей эры родилась пословица: «Река соленой воды стоит меньше, чем кувшин пресной». Прошли века, но это утверждение справедливо и поныне. Ведь до сих пор существуют на земном шаре пустыни и засушливые области, где мало выпадает осадков и всегда не хватает пресной воды.

А есть и такие уголки на нашей планете, где десятилетиями не бывает дождя, например Нубийская пустыня в Египте. На большей части суши (около 60%) сказывается нехватка пресной воды.

В скупых словах древнего изречения отражены чувства народов, немало страдавших от жажды и недостатка воды. В них заложена глубокая истина: пресная вода — бесценное сокровище нашей планеты. Без нее немислима жизнь, развитие человеческого общества и технический прогресс¹.

Невиданно быстрыми темпами растет в нашей стране промышленность. Ведь только за последние 3—4 года вступило в строй свыше 40 тыс. фабрик, заводов и комбинатов. Экономисты подсчитали, что промышленные предприятия страны «выпивают» за 1 секунду целую Волгу. И это не удивительно. Ведь для производства 1 тонны никеля нужно 800—850 тонн воды, алюминия — 1200 тонн, синтетического каучука — 2200 тонн, капрона — 5000 тонн. Немало воды поглощает и транспорт. Автомобилу нужно 50—100, а трактору — 150 литров воды в сутки. Расход воды на одного городского жителя составляет в сутки от 30 до 400 литров.

Ежегодно население земного шара увеличивается примерно на 60 млн. человек. Ученые считают, что к 2000 г. оно удвоится и превысит 6 млрд. (по данным ООН, даже достигнет 7 млрд. человек), потребление же пресной воды увеличится в 5 раз. Уже сейчас в некоторых крупных городах мира чувствуется нехватка воды. В Нью-Йорке жителям часто по радио и телевидению напоминают, чтобы они сэкономили воду. На почтовых марках ставят штемпель «Save water» (экономьте воду). В городе время от времени закрываются фонтаны и купальные бассейны. Из-за нехватки пресной воды в Токио периодически закрываются предприятия бытового обслуживания и останавливаются фабрики и заводы.

В сельском хозяйстве нашей страны расходуется 125 млрд.

¹ Воды в мире потребляется почти в 1000 раз больше, чем всех остальных видов сырья. Однако почти 1 млрд. людей (т. е. треть населения) страдает от недостатка воды.

кубометров воды в год, в США только на орошение полей уходит ежегодно около 500 млн. кубометров воды. Например, для ухода и содержания овцы или козы нужно 10—15 литров воды в сутки, коровы — 100—125 литров. А сколько воды «выпивают» растения? На полив цветников и газонов в садах и парках нужно ежедневно до 3 литров воды на 1 квадратный метр площади. Для выращивания 1 грамма пшеничного зерна требуется 410 литров воды, хлопка — 600—800 литров.

Огромные территории суши на всех континентах из-за недостатка пресной воды остаются в запустении. Только в юго-восточных районах нашей страны не используется свыше 1 млн. квадратных километров пастбищ. Если опреснить солоноватые воды в этих районах, то можно было бы получать ежегодно дополнительно 100 тыс. тонн мяса. Почти 10% нашей Родины занимают пустыни Средней Азии и Казахстана — около 211 млн. гектаров. Обводнение пустынь не только превратило бы их в цветущие сады и житницы, но и дало бы возможность освоить подземные богатства этих районов.

Многим районам и даже целым странам приходится ввозить пресную воду. Так, на нефтепромыслы Восточной Туркмении воду доставляют на самолетах. Кубометр воды обходится почти в 100 рублей (в городах стоимость водопроводной воды от 2 до 6 копеек за кубометр). В Красноводск воду привозят на танкерах из Баку по цене 1 рубль 54 копейки за кубометр. Еще недавно Кувейт, небольшое государство на Аравийском полуострове, богатое нефтью, но бедное водой, закупало ежегодно за границей свыше 1 млн. кубометров пресной воды.

Один процент

Поверхность нашей планеты на 71% покрыта водой. Но эти огромные ресурсы (1 454 643 000 кубических километров) непригодны для питья: 97% засолены, часть (29 000 000 кубических километров) находится в виде ледников. Лишь 1% — пресная вода. По самым последним подсчетам, в озерах и реках (самом главном источнике снабжения пресной водой) всего лишь 0,05% от общих запасов воды. В 10 раз больше воды содержится в атмосфере, т. е. около 0,5%. Атмосферные осадки играют важную роль в распределении воды на земном шаре, пополняя ее запасы в реках и озерах. Однако они неравномерно выпадают в разных уголках земного шара.

Свыше 40% пресной воды спрятаны глубоко под землей. Недавно ученые обнаружили в пустыне Сахаре, на глубине около 3 километров, огромное озеро кристально-чистой холодной воды, но пока еще невыгодно извлекать ее из земных недр.

Призрак всемирной жажды становится для человечества все ближе и ощутимее. Недаром писатели-фантасты пишут,

что когда-нибудь землянам придется доставлять пресную воду с Марса. Марсиане будут продавать нашим далеким потомкам воду за умеренную цену. А что думают и говорят ученые? Они предлагают прежде всего сделать поставщиком пресной воды Мировой океан.

Как же лишить морскую воду солей? Ведь в среднем в ней содержится около 3,5% разных солей. Общая солевая масса Мирового океана, как уже говорилось, превышает 41 квадриллион тонн.

По пути Аристотеля

Еще в IV в. до нашей эры древнегреческий философ и естествоиспытатель Аристотель заметил, что если кипятить в закрытом сосуде соленую воду, то пар кипящей воды не будет содержать солей. Перегоняя морскую воду и конденсируя пар, он впервые опреснил ее. Неизвестно, были ли последователи у Аристотеля. Вплоть до второй половины XIX в. никто не пытался опреснять морскую воду в сколь-нибудь значительных количествах. Вместе с провиантом на морские суда грузили бочки с пресной водой¹.

В России впервые в промышленном масштабе стали опреснять морскую воду в 80-х годах прошлого века. В 1881 г. в Красноводске, на берегу Каспийского моря, был построен небольшой опреснитель для снабжения пресной водой расположенной неподалеку от города воинской части. На этой установке в сутки получали всего 67 кубометров воды (сейчас получают там же около 3 тыс. кубометров).

Но уже в 1899 г. в Баку была пущена девятикорпусная дистилляционная установка. В настоящее время во всем мире работает больше 100 крупных опреснительных установок с суточной производительностью свыше 3 800 тыс. кубометров. Наряду с многоступенчатыми испарителями, в которых соленая вода частично испаряется в первой камере (ступени), затем в следующей, где давление ниже и т. д., применяются термокомпрессионные установки, где полнее используется тепло конденсирующегося пара. Одна из таких установок в Росуэлле (США) вырабатывает в сутки около 4 тыс. кубометров пресной воды².

¹ У нас до сих пор рыболовные траулеры, которые работают в Северной Атлантике, снабжаются пресной водой танкерами из Мурманска. Однако почти все торговые и пассажирские морские суда уже имеют опреснительные установки. Новые, более совершенные испарители позволяют получать пресную воду стоимостью 5—9 копеек на теплоходах и 30—60 копеек за кубометр на пороходах.

² Еще более выгодно опреснение методом мгновенного вскипания. Испарение солевой воды происходит при давлении ниже атмосферного. Число ступеней 30—40.

Наиболее крупные испарители для опреснения морской воды находятся в Кувейте (28 тыс. кубометров в сутки) и на острове Аруба у Северного побережья Южной Америки (13,2 тыс. кубометров в сутки).

Все способы опреснения морской воды путем перегонки требуют большого расхода электроэнергии или топлива. Поэтому ученые стали изыскивать способы, которые бы позволили сократить расход топлива и тем самым снизить стоимость опреснения соленой воды. Их поиски увенчались успехом: сейчас известно уже свыше 30 способов обессоливания морской воды.

В южных и восточных засушливых районах нашей страны, где мало воды, но много солнца, пользуются для обессоливания воды солнечными гелиоустановками¹. Такие установки есть и за рубежом: в Алжире, в США, в Израиле. Построить гелиоустановку несложно. В земле выкапывают большие бассейны, дно и стенки которых бетонируют и покрывают черной краской. Соленая вода в таких бассейнах быстро нагревается солнечными лучами и испаряется. Чтобы уловить пары и конденсировать их, бассейн накрывают стеклянными крышами. По краям крыши изнутри устанавливают узкие наклонные желобы, в которых накапливается пресная вода.

К сожалению, производительность таких опреснительных установок невелика. С 1 квадратного метра поверхности испарительного бассейна удастся получить не более 5 литров пресной воды в сутки. К тому же и стоимость 1 кубометра воды пока довольно высока — от 3 до 6 рублей.

Соперником огня при опреснении морской воды может быть и мороз. Уже говорилось, что на Севере люди давно заметили, что лед в море несоленый. На Белом море с незапамятных времен добывали пресную воду, заготавливая зимой лед и растапливая его по мере надобности. Теперь строят специальные установки, в которых обессоливают морскую воду с помощью холода. По американским данным, стоимость опресненной воды, полученной таким способом, при производительности установки в 4 тыс. кубометров в сутки не превысит 30 центов за тонну.

Можно ускорить замораживание, если ввести в соленую воду какой-нибудь холодильный агент, который не реагирует с водой и кипит ниже, чем вода, например сжиженный газ бутан или пропан. По предварительным подсчетам, на больших установках с производительностью не меньше 40 тыс. кубометров воды в сутки стоимость составит 13 копеек за литр.

¹ Первая гелиоустановка производительностью примерно 20 кубометров воды в сутки была построена в Чили в 1872 г.

В 80-х годах прошлого века известный шведский ученый Сванте Аррениус сделал важное открытие. Оказывается, если какую-нибудь соль растворить в воде, то ее молекулы распадаются на положительные или отрицательные частицы — ионы. Что же произойдет с ними, если через соленую воду пропустить электрический ток? Они будут притягиваться соответственно заряженными электродами. Следовательно, электрический ток поможет нам выловить все частицы соли из воды, и она станет пресной.

Способ опреснения воды с помощью электричества называется электродиализом. Несколько опытных установок, опресняющих соленую воду по этому способу, было построено в 60-х годах в СССР, США, Южной Африке, Голландии, Японии. Метод электродиализа пригоден только для обессоливания вод с малым содержанием солей (1—4 грамма в литре), преимущественно подземных солоноватых вод. По американским подсчетам, кубометр опресненной воды на больших установках (производительностью 7560 кубометров в сутки) будет стоить от 5 до 15 центов. Опреснять с помощью этого метода морскую воду невыгодно, так как слишком велик расход электроэнергии, и пресная вода будет слишком дорогой.

Прекрасными «ловцами» ионов из соленой воды стали иониты. Однако ионитами, так же как и электродиализом, можно пока опреснять только воды с небольшой соленостью. Для морской воды этот метод непригоден.

Если налить в ванну, разделенную на две ячейки полупроницаемой мембраной, соленую и пресную воду, то вследствие осмоса¹ молекулы воды будут проходить через мембрану в ячейку с соленой водой. Как и в растительных клетках, давление со стороны пресной воды на полупроницаемую перегородку будет выше, чем со стороны соленой. Если в ячейки налита океанская вода, в которой содержится 35 граммов солей в литре и чистая дистиллированная вода, то осмотическое давление будет равно 24 атмосферам.

А что будет, если со стороны соленой воды искусственно создать давление, намного превышающее осмотическое, тогда молекулы воды будут проникать через мембрану в обратном направлении, т. е. из соленой воды. Концентрация солей в одной ячейке будет увеличиваться, а в другой — будет накапливаться пресная вода. Такой способ опреснения воды на-

¹ Осмос — односторонняя диффузия через полупроницаемую перегородку. Опустите увядающий цветок в воду, он снова оживет. Оболочка клеток — это полупроницаемая мембрана, через которую вода проникает в клетки. Она создает довольно большое давление, называемое осмотическим, растягивающее клетки и поддерживающее их в напряженном состоянии.

зывают «методом обратного осмоса», или ультрафильтрацией. Мембраны в опреснительных установках, работающих по этому принципу, изготовляют из пористого пластика, причем поры в них чуть больше молекул воды, но меньше размеров молекул солей. Выходит, что мембрана представляет собой как бы молекулярное сито, которое пропускает воду, но задерживает соли.

В США выпускаются такие установки для обессоливания воды в сельском хозяйстве. Они дают 5 кубометров пресной воды в сутки. У нас опреснительные установки такого типа сконструированы сотрудниками научно-исследовательского института ВОДГЕО с мембраной из ацетил-целлюлозной пленки. Испытания показали, что лучше всего задерживаются ионы кальция и сульфатные ионы. Потому эти установки также более пригодны для опреснения подземных солоноватых вод, которыми так богаты многие районы в Туркмении, Западном и Северном Казахстане. Опреснение этих вод в значительной мере поможет развитию промышленности и сельского хозяйства.

Атом утоляет жажду

В Директивах XXIII съезда КПСС записано «Ускорить создание нового крупного района нефтегазодобывающей промышленности на полуострове Мангышлак». Для того чтобы успешно выполнить задание партии и правительства, нужно было прежде всего обеспечить рабочих и население нового города Шевченко, где строится нефтехимкомбинат, пресной водой. Ведь на полуострове, окруженном Каспийским морем, нет воды.

Современная техника дает нам возможность обессоливать воду разными способами: перегонкой и фильтрацией сквозь слой ионитов, электродиализом и методом обратного осмоса. Какой же из них будет самым удобным и выгодным, чтобы превратить Каспийскую соленую воду в пресную?

Чтобы ответить на этот вопрос, водоснабженцы решили сначала проверить разные способы обессоливания воды. На окраине города построили небольшую опытную опреснительную установку. Опыты показали, что для местных условий больше всего подходит перегонка. Но ведь солей в Каспийской воде содержится 16 граммов в литре. Если ее испарять в обычной опреснительной установке, то стенки труб и котлов будут покрываться столь плотным слоем накипи, что придется раз в две-три недели останавливать установку для очистки.

Как же избавиться от накипи? Сделали ее анализ. Оказалось, что накипь состоит преимущественно из углекислых солей — карбонатов магния и кальция. В морскую воду стали добавлять мел (карбонат кальция — CaCO_3). При испарении

воды карбонаты начинают в установке выпадать в осадок. Взвешенные в морской воде крупинки мела становятся центрами кристаллизации. Они увлекают содержащиеся в воде карбонаты, которые оседают уже не на стенках, а на крупинках мела и выносятся затем водой из установки.

Позднее на основе полученных результатов построили более крупную опреснительную установку, которая снабжала город 12 тыс. кубометров пресной воды в сутки. Но город быстро растет. В ближайшие годы, чтобы утолить его жажду, потребуется уже не 10—20 тыс. кубометров воды в сутки, а 50—60 тыс., а в дальнейшем еще больше. Потому и было решено построить новую мощную опреснительную установку, которая будет выдавать в сутки 150 тыс. кубометров пресной воды. Этого количества воды хватит, даже если население города Шевченко превысит 100 тыс. человек. Для того чтобы опреснить такое количество морской воды, нужно израсходовать больше 10 железнодорожных составов с углем. Точно так же невыгодно сжигать нефть. Для опреснения привлекли могучие силы атома. Ведь 1 килограмм ядерного горючего заменяет 2300 тонн угля (почти два эшелона). Так впервые в нашей стране появился мощный атомный опреснитель.

Ученые предлагают

В последние годы проблема опреснения воды все больше привлекает внимание ученых. В поисках новых, более выгодных и удобных способов обессоливания воды, чего только ни предлагают. Морскую воду можно опреснять, нагревая до сверхкритической температуры (375—380°С). При такой температуре значительно уменьшается вязкость воды, молекулы становятся подвижнее и можно отделить соли под действием силы тяжести.

В химических лабораториях и в промышленности нередко, чтобы разделить смеси жидких или твердых тел, пользуются растворителями, в которых составные части смеси растворяются по-разному. Правда, еще не найдено такого растворителя, который мог бы извлечь из соленой воды соли. Но зато имеются органические жидкости, способные поглощать воду. При нагревании они выделяют обратно большую часть поглощенной ими воды. После охлаждения растворитель снова смешивается с соленой водой, и круговорот повторяется¹.

¹ Несколько лет назад физиками Нью-Йоркского университета разработан весьма оригинальный метод опреснения соленой воды с помощью магнита. Морскую воду в установке пропускают по трубе, расположенной вблизи источника ультрафиолетовых или рентгеновских лучей. После такой обработки воду пропускают по другой трубе, возле которой установлен магнит. Он отклоняет ионизированные молекулы солей от центра трубы. Из трубы вытекает опресненная вода. Новый метод позволяет извлечь 90% солей, содержащихся в соленой воде.

А вот еще один способ опреснения, основанный не на законах физики и химии, а на законах биологии. Замечено, что водоросли поглощают из морской воды соли. Если их периодически погружать и вынимать из воды, то содержание солей в воде станет гораздо меньше.

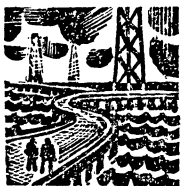
Проблема обеспечения человечества пресной водой — это одна из основных проблем современности. Недаром в 20 странах мира свыше 100 различных институтов и организаций занимаются разработкой и внедрением разных методов опреснения. Правительством США отпущено свыше 20 млн. долларов за последние 15 лет на исследования, связанные с опреснением воды. В 1965 г. в Вашингтоне состоялся международный симпозиум по опреснению соленой воды. В работе этого форума приняло участие 2400 делегатов из 65 стран.

Силы ученых всего мира направлены на быстрейшее и эффективное разрешение этой проблемы. И нет сомнения в том, что она будет успешно решена с помощью мирного атома и Мирового океана.



ОСТРОВ СЕМИ КОРАБЛЕЙ¹

Нефтяные камни



В лучах яркого южного солнца искрятся зеленоватые волны. Кругом широко расстилается безбрежная морская гладь. Теплоход неожиданно меняет курс, так как прямо по курсу видны черные скалы, лоснящиеся, как спины неведомых морских чудовищ. В старину сюда редко отваживались заходить даже самые смелые рыбаки. Говорят, что по ночам скалы све-

тились нежным голубоватым сиянием — это горел газ, что еще больше отпугивало суеверных людей, принимавших странное свечение за «бесовское наваждение». В старых морских лоциях этот опасный для судоходства район Каспия (отстоящий примерно в 90 километрах от Баку) был известен под названием «Черные нефтяные камни».

Именно здесь из недр седого Каспия были добыты первые тонны «черного золота». К ажурному остоу первой нефтяной вышки прикреплена мраморная доска, на которой написано, что это «первая скважина, пробуренная мастером Каверочкиным, положившая начало нефтяному промыслу в открытом море. Дала нефть 8 ноября 1949 года».

Начиная с памятного ноябрьского дня, заработал тут мощный нефтяной промысел — из года в год становился гуще лес вышек. Не прошло и года, как на железных сваях возник первый в мире городок Нефтяные камни, где добывают из-под дна моря нефть. Неизмеримо вырос этот необыкновенный городок за два десятилетия, теперь морской нефтепромысел раскинулся на стальных эстакадах и искусственных островах² почти на 300 километров.

Есть остров на том океане...

Если бы вам довелось лет 20 назад побывать на Каспии на острове Песчаном, то вас оглушил бы неугомонный крик чаек, кружившихся стаями над необитаемым клочком суши в поисках корма. Выжженный солнцем, сплошь покрытый тонким

¹ На банке «Нефтяные камни» было затоплено семь старых пароходов, только тогда удалось начать бурение дна моря на нефть.

² Еще в 1924 г. на Апшеронском полуострове в бухте Ильича был построен небольшой островок на деревянных сваях, годом позже с него была пробурена морская нефтескважина. Позднее — в 1932—1938 гг. там было построено еще два деревянных острова. Добыча же нефти в открытом море началась лишь в 1949 г.

морским песком и мелкой галькой, он казался никому не нужным. Но вот геологи, исследовавшие дно Каспийского моря, высказали предположение, что в акватории Песчаного острова должны быть крупные залежи нефти. Вскоре сюда пришли разведчики и стали бурить скважины. Предположения геологов оправдались. В 1954 г. из сверхглубокой скважины № 5 забила огромный фонтан. Месторождение оказалось богатейшим на Каспии. Буровые работы развернулись широким фронтом. Уже в начале 1955 г. было пробурено несколько новых скважин. В строй морских нефтяных промыслов вошел еще один — имени Серебрякова.

Азербайджанские нефтяники уже достигли немалых успехов в освоении подводных залежей нефти, но они продолжают поиск, и после 1968 г. на карте морских залежей нефти появилось еще одно новое и весьма крупное месторождение Сангачаллы-Дуваный (там пробурена скважина глубиной 4604 метра), а добыча морской нефти возросла более чем вдвое.

Теперь уже 60% всей добываемой в Азербайджане нефти дают морские нефтепромыслы: имени Нариманова, имени А. П. Серебровского, Бахар, банка Южная и др. Однако по-прежнему лидирует первенец — нефтяной промысел имени XVII съезда КПСС — «Нефтяные камни».

Добывают нефть со дна Каспия не только в Азербайджане. Свыше 30 лет работают морские нефтепромыслы в Дагестане (район Избердажа и в Махач-Кале). Ведется разведка на нефть и у острова Челекен.

На Юге и на Севере

Советская страна владеет самой большой в мире частью шельфа¹ Мирового океана — 8 млн. квадратных километров из 28,7 млн. квадратных километров. Видный советский геолог профессор М. Ф. Двали считает, что акватория шельфов окраинных и внутренних морей в СССР только до глубины 200 метров составляет 5 млн. квадратных километров. Данные о геологическом строении прибрежных территорий и островов свидетельствуют о высоком содержании нефти в их подводных сокровищницах. Нефтяные богатства шельфа подтверждают также геофизические исследования морского дна и поисково-разведочные работы последних лет.

В Черном море особенно много нефти предполагают добывать в его северо-западной мелководной части². Геологи счи-

¹ Шельф — прибрежная часть Мирового океана глубиной от 0 до 200 метров (местами до 500 метров), окаймленная материковым склоном.

² Болгары уже начали добычу нефти со дна Черного моря, неподалеку от Варны. Строится 400-метровая стальная эстакада, с которой в разные стороны будут пробурены скважины. В Баку еще в 1967 г. был изготовлен для Болгарии стальной остров.

тают перспективным по нефтеносности и шельф, который непосредственно примыкает к Керченскому и Таманскому полуостровам. В нем много грязевых вулканов, а это надежный признак присутствия нефти. В северо-западной части Черного моря продолжаются структуры Тарханкутского полуострова и Степного Крыма. А к ним как раз приурочены месторождения нефти, например Приозерское, Октябрьское. Ведутся поиски нефти и в других районах Черного моря, и, наверное, они увенчаются успехом.

За последние годы разведчики нефти обнаружили ее и в шельфах других морей нашей Родины: Азовском, Балтийском, Баренцевом и Карском. По прогнозам геологов, мощные нефтяные залежи должны быть и в Охотском море, и в прибрежных районах на Западе Камчатки, а также в Татарском проливе и на северо-востоке Сахалина. Изучая геологическое строение дна в Азовском море, ученые заметили, что оно сходно со строением прилегающих участков суши, в недрах которых еще несколько лет назад были открыты довольно крупные залежи нефти (Копневское, Гривенское и др. месторождения).

Совсем недавно советские ученые Д. А. Тунголесов и Ю. Я. Кузнецов высказали предположение о наличии нефти в Балтийском море. Исследования позволили наметить несколько наиболее перспективных для промышленной разработки участков — у берегов Южной части Рижского залива, Северной Прибалтики и в районах, прилегающих к Калининградской области и Литовской ССР.

На площади огромного шельфа, омываемого студеными водами Баренцева моря, продолжается нефтегазоносная Печорская впадина и располагается передовой прогиб у складчатых структур Новой Земли. Еще более богатым нефтью и газом должно быть Карское море, где обнаружены такие структуры, что и в пределах Западно-Сибирской низменности. А ведь они обладают исключительно высокой нефтеносностью. Эти структуры распространены на огромной территории — в несколько сот тысяч квадратных километров. Возможно наличие нефтяных залежей подо дном и в северо-западной части Карского моря. Совсем недавно впервые была добыта нефть из-под дна этого студеного моря — неподалеку от городов Нового Порта и Тазовского.

Уже более 10 лет внимание геологов и нефтяников привлекает Северный Ледовитый океан. Нефтегазоносная площадь подо дном океана простирается вплоть до 85-ой параллели. Об этом свидетельствуют исследования последних лет. По подсчетам профессора М. Ф. Двали площадь Арктического шельфа составляет 3 млн. квадратных километров.

Геологическая структура дна Северного Ледовитого океана очень похожа на структуру прилегающих к его берегам

территорий. В направлении Северного Ледовитого океана понижаются впадины, в которых уже найдена нефть — Мезенская, Северо-Аляскинская, а также другие, возможно, нефтеносные впадины, такие, как, например, Ленская, Колымская, Шпицбергенская.

Несколько лет назад советские геологи обнаружили крупное месторождение газа на Севере.

Высокая нефтегазоносность акватории Северного Ледовитого океана подтверждается и результатами геолого-разведочных работ, проводимых за рубежом. Несколько лет назад американские геологи обнаружили на одном из островов Канадского Арктического бассейна огромные скопления битуминозных песков. Недавно на побережье северной части Аляски открыто величайшее в мире нефтяное месторождение Прадхо-Бей. По данным американских геологов, в водах Аляски запасы нефти превышают 240 млн. тонн, а газа — 140 млн. кубометров.

Добывать нефть со дна морей и океанов в Арктике будет гораздо труднее, чем в южных морях. Хотя средняя глубина шельфовой зоны в Северном Ледовитом океане относительно невелика, 20—25 метров, но большую часть года шельфы покрыты льдом. Однако современная техника позволяет преодолеть эти трудности.

1400 миллиардов тонн

Много нефти добывают из-под морского дна и за рубежом. Если еще 10 лет назад поисками морской нефти занимались всего лишь в 10 странах, то в настоящее время — уже в 75. В 28 странах уже налажена промышленная добыча нефти и газа. Директор крупнейшей английской фирмы по разведке морской нефти «Бритиш Петролеум Эксплорейшн Компани» М. М. Пеннал, выступая в Лондоне на годовом собрании Общества подводной технологии, сказал, что добыча нефти из сокровищниц Нептуна составляет уже 17% от всей добываемой на нашей планете нефти. Только за последние четыре года она выросла почти вдвое.

Американские экономисты считают, что в начале 80-х годов мировая добыча морской нефти составит не менее 35% всей ее добычи, а французы полагают, что она превысит 44%. Не будем ломать копыта, кто из них прав. Ясно лишь одно, что кладовые морской нефти распечатывают теперь так быстро, что ее добыча обгоняет самые смелые предсказания. Ведь уже сейчас добывают в сутки свыше 800 тыс. тонн морской нефти.

По подсчетам советских ученых запасы нефти в неглубоких частях Мирового океана составляют 135 млрд. тонн (в зем-

ных недрах — около 300 млрд. тонн)¹. Огромные запасы нефти в США в Мексиканском заливе, на Аляске — в заливе Кука, в Венесуэле — в лагуне Маракайбо и в Иране — в Персидском заливе. Нефть, которую можно извлечь из-под дна в заливе Кука, составляет три четверти всей нефти, добываемой на Аляске. По подсчетам советского геолога М. Калинин, в Иране можно добыть морской нефти свыше 8 млн. тонн.

Несколько лет назад Америку охватила нефтяная лихорадка. По масштабам она несколько напоминала золотую, потрясшую Соединенные Штаты в середине прошлого века и столь красочно описанную Джеком Лондоном в его знаменитом романе «Белый клык» и других произведениях. На этот раз любителей легкой наживы (которых так много в капиталистическом мире) привлекли не каньоны и горные склоны калифорнийских долин, а голубые воды Мексиканского залива. Там было выявлено свыше 2 млрд. тонн нефти и 360 млрд. кубометров газа. Сотни американских фирм, не жалея средств, начали усиленную разведку морского дна. Ежегодно пробуривали более 500 скважин. Теперь уже трудно найти в мире столь хорошо изученную область моря (разведано более 300 млн. тонн нефти)². Нефть искали и на дне залива у берегов Калифорнии, Луизианы, Техаса. Нефтяные фирмы заплатили Федеральному правительству США около 2 млрд. долларов за право добычи морской нефти.

В каких же кладовых прячет Нептун черное золото? Оказалось, что в этом районе больше всего скоплений нефти в пластах, которые сопровождают образование соляных куполов. В Южной Флориде геологи обнаружили нефть на глубине 4 километров. Полагают, что эти богатые нефтью пласты продолжаются и в области моря к западу от Флориды в сторону мелководной зоны. Было замечено, что нефть просачивается в различных участках и за пределами континентального шельфа. Следовательно, полагали геологи, на большей части дна Мексиканского залива должны быть значительные залежи нефти, пригодные для промышленной разработки.

Большие месторождения нефти скрыты в глубинах Тихого океана, вблизи Новой Зеландии. Совсем недавно обнаружены значительные запасы нефти в Японском, Южно-Китайском, Восточно-Китайском и Желтом морях. Найдена нефть в прибрежных районах Индонезии, Малайзии, Аргентины, Бразилии, а также на побережье Южной Африки от Кейптауна и мыса Доброй Надежды до Порт-Элизабет. Богаты нефтью и районы на восточном побережье Африки — Танганьика, Ке-

¹ Зарубежные геологи оценивают запасы морской нефти в 150 млрд. тонн. Еще более высокую цифру дает известный американский геолог Л. Д. Уикс — 337,6 млрд. тонн.

² Это крупнейший нефтепромысел в мире, в бухте пробурено свыше 3 тыс. нефтяных скважин.

ния, Мозамбик. Уже более 10 лет итальянские фирмы добывают нефть в Суэцком заливе в Египте. В 1967 г. начато бурение скважин на нефть у побережий Туниса и Ливана. Появились новые буровые у побережья Кувейта, Бахрейна, Омана и других государств, омываемых водами Персидского залива и Аравийского моря. Интенсивно ищут нефть в акваториях вдоль побережья Ливии, Западной Африки, Тринидада, Борнео, Суматры.

Не забывают нефтяные разведчики и о Европе. Несколько лет назад в Северном море были открыты громадные залежи природного газа. По оценке английских специалистов уже разведанные запасы газа только на дне моря, примыкающего к Британским островам, составляют 400 млрд. кубометров, а всего — 8,5 триллионов кубометров. Найдены также и залежи нефти. Свыше 70 фирм США, Франции, Дании и других стран занимаются уже более пяти лет разведкой нефти. Совсем недавно норвежцы открыли в 150 километрах от своего побережья два огромных подводных месторождения нефти. Ряд фирм начал разведку морских площадей на нефть во Франции — в Лионском заливе, а также в Италии — Равенне и Сицилии, в ФРГ — в Балтийском море и у берегов Голландии. Есть основания полагать, что в морях, омывающих шестой континент — Антарктиду, — также немало нефти.

По подсчетам М. Калинко, общая площадь водных пространств, где можно найти нефть, составляет 40 млн. квадратных километров (нефтеносная площадь суши — 30 млн. квадратных километров). Общие запасы нефти на всех морях и океанах достигли внушительной цифры — 1400 млрд. тонн.

И вглубь и вширь

Еще совсем недавно нефть добывали на глубинах моря не свыше 60—90 метров, лишь одиночные скважины были кое-где пробурены с глубины 200 метров, хотя площадь перспективных на нефть подводных месторождений глубиной до 200 метров составляет почти 2,5 млн. квадратных километров. Сконструированный советскими инженерами несколько лет назад турбобур позволил бурить разведочные скважины с большой глубины моря до 700—800 метров.

За последние годы появились плавучие буровые установки, которые позволяют бурить скважины на нефть на глубину до 6 тыс. метров¹.

¹ Такая плавучая буровая была построена в Баку в конце 60-х годов. Ее водоизмещение 9000 тонн. Длина платформы — 60 метров, ширина — 45 метров, высота — 7,5 метра. Этот огромный нефтяной корабль-завод имеет комфортабельные каюты для рабочих и команды, кинозал, столовую, комнаты отдыха.

Первое время, когда начали добывать нефть из-под морского дна, скважины бурили с каменных или бетонных эстакад пирсов и искусственных островов, возводимых недалеко от берега.

Но уже перед второй мировой войной благодаря развитию буровой техники появилась возможность бурить в море с помощью наклонных и направленных скважин. Это был уже значительный шаг вперед. Стало возможным добывать нефть подальше от берега — примерно на расстоянии 3—4 километров. Нововедение не надолго удовлетворило нефтяников. Этот метод бурения, как и разбуривание морского дна с искусственных островов и пирсов, страдал тем же недостатком — был ограничен расстоянием. А ведь уже тогда было известно, что и в открытом море есть много крупных залежей нефти.

Как же овладеть морскими просторами и добыть нефть из более глубоких районов открытого моря? После войны нефтеносные моря и заливы начинают бороздить разные типы самоходных плавучих буровых установок. Они оборудованы по последнему слову техники. На корме взлетно-посадочная площадка для вертолетов, перевозящих рабочих и оборудование. В специальном помещении электронно-вычислительная машина, которая автоматически управляет работой винтов и двигателей, обеспечивающих устойчивость и точно фиксированное положение во время бурения¹. С таких самоходных судов можно бурить при глубине моря от 75 до 6000 метров.

Другая новая самоходная буровая платформа имеет четыре самоподнимающиеся колонны. Во время бурения она опирается этими колоннами (длина каждой 107 метров) о дно моря. Эта платформа отличается хорошей устойчивостью, даже при самом сильном волнении моря и ураганном ветре. Буровая установка, построенная недавно во Франции, представляет собой огромный плавучий цилиндр с резервуаром для сбора и хранения нефти. На этой установке можно бурить при глубине моря до 1000 метров.

Однако до сих пор еще широко пользуются для добычи морской нефти неподвижными буровыми установками. Только в одном Мексиканском заливе их имеется уже свыше тысячи на глубинах моря до 45 метров. С каждым годом растет также число новых передвижных буровых установок. За последние два года их было построено в разных странах свыше 50.

Все большее развитие получает на море (так же, как и на суше) турбинное и электробурение нефтяных скважин. Неф-

¹ В других типах самоходных барж для бурения морского дна устойчивость создается при помощи нескольких якорей и тросов, которые проходят крест-накрест в носовой и кормовой частях баржи.

тяники-буровики научились теперь при проходке наклонных скважин так далеко отклонять их стволы от вертикали, что можно создать целый «куст» скважин. На одной буровой площадке можно расположить устья от 8 до 24 скважин. Их стволы веером расходятся в разных направлениях. Само собой разумеется, при таком бурении достигается большая экономия материалов, затрат и труда. Ведь платформу в этом случае строят для нескольких скважин, а стоимость ее почти та же. Такие «кусты» буровых (по 4—20 скважин) есть и у нас в бухте Ильича, на острове Артема и на морском месторождении нефти Гюргяны.

Вооруженные новейшими достижениями техники, морские нефтяники стремятся все глубже проникнуть в подводные владения Нептуна. В Мексиканском заливе установлено наличие нефти на глубине 3500 метров от дна шельфа. Американские геологи считают, что на глубинах свыше 4500 метров в Мексиканском заливе нефти на 70% больше, чем в Персидском заливе. Они предлагают даже бурить скважины глубиной до 7500 метров. Освоение все более глубокого бурения, совершенствование буровых установок и оборудования позволят нефтяникам в ближайшем будущем значительно увеличить добычу морской нефти.



ЗОЛОТОЕ ДНО

Посылающий вызов



В 1872 г. английское правительство снарядило крупную океанографическую экспедицию на корвете «Челленджер» (в переводе на русский это означает «посылающий вызов»). Была намечена широкая программа исследований. Ученые должны были изучить и нанести на карту рельеф дна океана, сделать промеры глубин, исследовать физические и химические свойства морской воды в поверхностных и глубинных слоях, на разных широтах. В задачу экспедиции входило и изучение растительного и животного мира океана.

Три с половиной года бороздил океан «Челленджер». Свыше 120 тыс. километров прошел за этот срок корабль. Во время плавания были исследованы 362 глубоководных района моря. Во время остановок наряду с измерениями солености и температуры воды, промерами глубин, определением скорости поверхностных и глубинных течений брались пробы грунта со дна с помощью драги. Материалы, собранные экспедицией на «Челленджере», оказались столь обширными, что на их обработку ушло свыше 20 лет. Результаты исследований экспедиции были опубликованы в 50 объемистых томах.

В осадках, поднятых сотрудниками экспедиции на «Челленджере» со дна Атлантического океана, были обнаружены какие-то странные желваки — конкреции¹ темного цвета, некоторые из них были величиной в кулак, другие — немногим больше горошины². Химический анализ показал, что они содержат марганец, железо, никель, кобальт. Марганцевые конкреции, как их стали называть за преимущественное содержание в них марганца, были найдены впервые в Тихом океане в начале нашего века экспедицией на океанографическом судне «Альбатрос». В настоящее время установлено, что железо-марганцевые конкреции имеются на дне всех морей и океа-

¹ Конкреция (от латинского слова *concretio* — срастание) минеральное образование осадочных горных пород. Центрами срастания обычно являются раковины, кости и предметы, способствующие концентрации определенных минералов.

² Диаметр этих желваков может изменяться в широких пределах — от 0,5 до 25 сантиметров (в среднем 3 сантиметра). Изредка попадаются крупные конкреции, достигающие 1,5—2 метра в диаметре. Самая крупная была найдена в 60-х годах в Тихом океане в 500 километрах к востоку от Филиппинских островов. Она весит 850 килограммов. Другая солидная конкреция, найденная также в Тихом океане, весила 55 килограммов. Она состояла из чистого манганита.

нов. Особенно многих таких желваков (или шаров) на глубинах свыше 3000 метров. Огромные скопления конкреций были обнаружены на дне в северной части Тихого океана в 1957—1958 гг. Местами дно сплошь усеяно шариками, бугорчатыми «картофелинами», лепешками. Одни из них — красно-бурые — содержат больше железа, другие — синевато-черные — богаты марганцем. Большинство конкреций имеют тусклую, матовую поверхность, лишь некоторые обладают стекловидным блеском.

По подсчетам американских геологов, площадь, занимаемая железомарганцевыми конкрециями в Тихом океане, составляет несколько десятков миллионов квадратных километров. По мнению американских ученых Менарда и Шипека, только в юго-западной части Тихого океана конкреции располагаются на площади в 10 млн. квадратных километров, а их запасы достигают 100 млрд. тонн. Советские ученые Н. А. Скорнякова и Н. Л. Зенкевич составили карту размещения железомарганцевых конкреций в Мировом океане. По их расчетам этих конкреций не менее 300—350 млрд. тонн.

Известный американский геолог Джон Мери, пользуясь фотографиями дна океана, приходит к выводу, что около 20% площади дна Тихого океана полностью покрыто конкрециями. За последние годы советские океанографические экспедиции выявили большие запасы железомарганцевых конкреций в Индийском океане (на глубине 4000—6500 метров), в Балтийском море и в некоторых районах Баренцева и Карского моря. В 1968 г. наши ученые, находившиеся в составе экспедиции на судне «Академик Курчатов», обнаружили в районе тихоокеанского побережья Южной Америки (южнее 10-й параллели южной широты) на глубине 5000 метров огромное скопление железомарганцевых конкреций. Несколько лет назад американские геологи обнаружили крупные запасы железомарганцевых конкреций близ побережий штатов Флорида, Джорджия, Южная Каролина в Атлантическом океане на глубине 500—1000 метров.

Успехи подводного фотографирования (фотокамера за одно погружение может сделать сразу до тысячи фотоснимков) позволяют теперь точно определить концентрацию ценных желваков в любом районе морского и океанского дна. В Москве, в Институте океанологии имеются тысячи фотографий дна океана, снятых советскими учеными (Л. А. Зенкевичем, Н. А. Скорняковой и др.). Большим количеством подобных фотографий располагают и зарубежные ученые в США, Японии, Франции. По этим фотографиям можно судить о распределении и форме конкреций. Местами она составляет 1, 1,5; 2 и более граммов на квадратный сантиметр, или соответственно 10, 15 и 20 тыс. тонн на квадратный километр.

Если 100 лет назад, когда «Челленджер» привез в Англию

первые обнаруженные человеком кусочки морской руды, они интересовали только ученых, то в наш век, когда потребление металла неизмеримо выросло, буро-красноватые и синевато-черные «шарики» начинают интересовать производителей. Нет сомнения в том, что мы являемся свидетелями зарождения морской металлургии. И в ней заметная роль будет отведена железо-марганцевым конкрециям.

Когда наступит время, что человечеству не будет хватать руд, скрытых в подземных кладовых земли, то на помощь придет океан. Уже ставится на повестку дня вопрос о широком промышленном использовании железо-марганцевых конкреций.

На дне океана встречаются желваки, в которых содержится свыше 50% марганца, до 18% меди и до 2% кобальта и никеля. Следует отметить, что на суше считается вполне выгодной разработка никелевых руд с содержанием металла 1,2—1,5%, кобальтовых — от 1 до 2% и медных — до 1%. Если к этому добавить, что возможно извлечение из конкреций и ценных, дорогостоящих редких и радиоактивных металлов, то еще больше повышается рентабельность их промышленного использования.

Несмотря на то что добыча океанских руд гораздо труднее и сложнее, чем добыча металлов и полезных ископаемых на суше, теперь уже нет никаких сомнений, что в недалеком будущем океанические руды станут соперником сухопутных. По мнению американских экономистов, добыча подводной руды будет вполне рентабельной при выработке со дна моря не менее 5 тыс. тонн конкреций в сутки. Это обеспечит потребность США в кобальте на 96%, марганце — на 26%, никеле — на 6% и меди — на 0,6%.

Извлечение и переработка железо-марганцевых конкреций представляют большой интерес и для нашей страны. Особенно если учесть, что наряду с марганцем, кобальтом, никелем можно будет добыть с морского дна много ценных, редких, рассеянных металлов, столь нужных для изготовления различных приборов и аппаратуры для развития новой техники, физики и химии. По мнению видного советского экономиста С. В. Михайлова, особенно перспективными для добычи конкреций является у нас северная часть Тихого океана, Баренцево и Карское моря.

Кому обязаны

Почти 100 лет изучают ученые железо-марганцевые конкреции — их состав, характер распределения на морском или океанском дне, особенности минералогического строения, причины образования. Однако среди ученых до сих пор нет единого мнения об их происхождении.

В 1891 г. английский ученый Меррей опубликовал статью, в которой он доказывал, что основным источником накопления марганца и железа в конкрециях служат извержения подводных вулканов. Основанием для такого вывода явилось нахождение им в вулканитах довольно больших количеств марганца. Проведя значительное число анализов конкреций и заметив, что соотношение в них марганца и железа гораздо выше, чем в кусках застывшей лавы, он пришел к несколько другому заключению. Он по-прежнему считал основной причиной появления марганца в конкрециях подводную вулканическую деятельность, но полагал, что атомы этого металла мигрируют вверх из глубоко захороненных слоев, где разлагаются лавы, а не осаждаются в результате окисления. Эта точка зрения была поддержана крупным американским геологом и геохимиком Кларком в 1924 г. Еще позднее — в 1945 г. — в защиту вулканической теории, как основной причины накопления железа и марганца в конкрециях, выступил шведский геолог Петтерсон. По его мнению, марганец освобождается за счет подводного разложения лавовых продуктов на дне океана.

Противники вулканической теории утверждают, что марганец освобождается за счет выветривания континентальных горных пород и переносится реками в океаны и моря. Некоторые из сторонников этой теории полагают, что марганец извлекается из морской воды мельчайшими живыми существами — корненожками. После их смерти на морском дне образуются целые кладбища их известковых раковин, которые частично либо целиком растворяются. Исследования Петтерсена, проведенные в 1945 г., показывают, однако, что столь высокое содержание марганца в конкрециях может быть объяснено лишь частично за счет такого процесса накопления.

В 50-х годах появляются попытки осветить эту проблему с других позиций. Некоторые американские ученые (например, Кюенен и др.) высказывают мнение, что в глубинах моря происходит химическое осаждение марганца, который накапливается в медленно осаждающихся взвешях и в первую очередь в красных глинах. Американский ученый Гольдберг, развивая эту гипотезу, полагает, что формирование конкреций происходит благодаря электрофоретическому осаждению коллоидных частиц железа и марганца, обладающих противоположными электрическими зарядами на любой твердой поверхности, которая в этом случае играет роль электрода. Накопление же в конкрециях никеля, кобальта, меди, цинка и редкоземельных элементов происходит за счет поглощения их коллоидными частицами марганца и железа из морской воды. Несколько позднее, в связи с появлением новых данных о природе конкреций, Гольдберг совместно со шведским ученым Аррениусом несколько изменил эту гипотезу.

В основу новых представлений были положены химические реакции, в частности окисление. В морской воде растворен двухвалентный марганец ($MnCl_2$). Под каталитическим воздействием поверхности окислов железа он окисляется до четырехвалентного ($MnCl_4$). Эта реакция протекает близ богатой кислородом зоны на границе раздела осадок — морская вода. Образующиеся при этом окислы марганца (MnO_2) соединяются с окислами железа (Fe_2O_3), образуя железо-марганцевые конкреции. Вот потому-то часто находят желваки, имеющие двухслойную структуру. Эта новая гипотеза Гольдберга и Аррениуса пользуются сейчас наибольшим признанием ученых.

Некоторые американские ученые (Дорф, Грехэм) утверждают, что формирование конкреций обязано бактериям, которые окисляют марганец. Они исходят из наличия в некоторых конкрециях органического вещества. Анализы конкреций, проведенные на образцах, взятых в разных районах океанского дна, показывают, однако, что в органическом веществе не было белка. Следовательно, органические соединения, видимо, были адсорбированы конкрециями, а не синтезированы бактериями в конкрециях.

Таким образом, по-видимому, основными источниками поступления марганца служат выветривание пород суши и рассеивание в морской воде с последующим осаждением на дно, а также подводная вулканическая деятельность, которая и играет главную роль в образовании железо-марганцевых конкреций. Формирование конкреции происходит вокруг твердого ядра. Ядрами могут быть любые твердые предметы — зубы акул или других рыб, кости китов, кремневые или известковые губки, а также кусочки глин, фосфатов, цеолитов и т. п. В ядрах конкреций встречаются нередко и раковинки корненожек. Иногда окислы марганца и железа находят на поверхности подводных скал и даже на предметах, сброшенных с судов в море. Чаще всего внешняя форма конкреции зависит от формы ядра.

Образование конкреций происходит очень медленно — примерно один миллиметр за 100 тыс. лет. В то же время были найдены конкреции, образовавшиеся на осколках артиллерийских снарядов, пролежавших на морском дне не больше 50 лет. Скорость их образования была выше и составила бы несколько сантиметров за 100 лет.

Детальное изучение условий формирования¹ железо-мар-

¹ Советский океанографический корабль «Витязь» во время своего 43-го рейса в 1968 г. обнаружил в Тихом океане неподалеку от Гавайских островов залежи глубоководных фосфатов-конкреций (на глубине 3000 метров), покрытых коркой марганца. Эта находка заставляет по-новому рассматривать условия образования железо-марганцевых конкреций.

ганцевых конкреций позволит нам со временем научиться ускорять их рост и сделать процесс их образования управляемым.

Раскрывая кладовые Нептуна

Богаты кладовые Нептуна и крупными жильными залежами металлических руд. Уже несколько лет ведется интенсивная добыча железной руды в Канаде со дна моря около острова Ньюфаундленда в Атлантическом океане. Для извлечения руды был сооружен искусственный остров. От главного шахтного ствола на острове идут штреки подо дно океана. Запасы руды в этом месторождении, по самым скромным подсчетам, оцениваются в 3,5 млрд. тонн.

Большой известностью пользуется теперь морская шахта близ острова Стур-Юссаре в Финляндии, примерно в 50 милях юго-западнее Хельсинки, где добывают магнетит. Это месторождение было открыто в 60-х годах с помощью магнитных методов разведки¹. Разработка рудных жил производится в направленных шахтных стволах и штреках, которые пробиты с островов, расположенных вблизи месторождения. Японцы уже более 10 лет успешно эксплуатируют подводные шахты в Токийском заливе, извлекая в год более 7 млн. тонн высококачественной железной руды. Зарубежные ученые считают, что промышленные запасы железа могут быть сосредоточены в прибрежных районах Африки, Индии, Австралии, Канады и Южной Америки.

Разведочные скважины, пробуренные советскими исследователями за последние годы на дне Азовского моря, дают основания предполагать, что только в юго-западной и северной его частях скрыты огромные запасы железных руд, составляющие сотни миллионов тонн.

Несколько лет назад западногерманские и шведские, американские и английские океанографические суда, проводившие совместные исследования в Красном море, сделали чрезвычайно важное открытие. На глубине около 2000 метров в Красном море было обнаружено несколько громадных впадин с осадками сульфидов железа (FeS , FeS_2), марганца (MnS), свинца (PbS) и цинка (ZnS). Найдено также серебро и золото. Мощность слоя сульфидных руд, по американским подсчетам, превышает 100 метров, а запасы достигают 130 млн. тонн. Это еще один перспективный источник для развития морской металлургии.

¹ Магнитные измерения производились с помощью магнитометров, установленных на дне моря. Анализы образцов руды, извлеченные со дна моря водолазами при помощи алмазного бурения, подтвердили наличие магнитной аномалии.

Среди сокровищниц Нептуна, в которых спрятаны рудные богатства, немаловажное место занимают его кладовые в зоне морского шельфа. Неподалеку от побережья Таиланда уже много лет добывают олово на глубине примерно 30 метров. Издавна славятся оловом высокого качества подводные месторождения вблизи берегов острова Суматра в Индонезии. Имеется небольшой подводный оловянный рудник в Англии, около полуострова Корнуолла. В рыхлых отложениях шельфа в Англии найдена платина, а в Индонезии — золото.

Из многих редких элементов, нашедших себе в нашу эпоху применение в новой технике, высоко ценится цирконий (Zr). Атомы этого тугоплавкого и не боящегося коррозии металла можно встретить в различных аппаратах химической промышленности и в медицинских инструментах. Нередко из циркония изготавливают детали для различных электронных приборов — генераторных ламп, ртутных выпрямителей тока, радиоламп. Но больше всего, пожалуй, он пригодился при сооружении атомных реакторов. Оказалось, что цирконий, в отличие от многих других металлов, обладает редким свойством — он слабо поглощает медленные нейтроны, которые вылетают из ядра атома урана при его расщеплении.

Почти 70% циркония содержится в минерале цирконе¹ ($ZrSiO_4$). Красивые цветные и прозрачные кристаллы циркона были хорошо известны древним обитателям Египта, Индии, Ирана. Из циркона делали бусы, ожерелья, серьги. Кристаллы циркона очень тверды, немногим уступают по твердости алмазу, но в то же время очень хрупки. Поэтому циркон легко выветривается — разрушается и отделяется от сопутствующих ему других минералов. Кристаллы циркона накапливаются в россыпях, которые геологи называют «песками». В этих песках иногда находят очень крупные кристаллы циркона весом в 6—7 килограммов.

В некоторых странах (в Австралии, Индии) реки выносят такой «песок» в океан. На берегах океана постепенно образуются мощные наносы подобных «песков». В них, кроме циркона, встречаются ильменит², монацит, рутил и др. минералы.

Залежи циркона и рутила в Австралии на побережье Нового Южного Уэльса тянутся более чем на 2000 километров

¹ Сходство кристаллов циркона с драгоценными камнями отразилось в его названии. Ученые полагают, что название «циркон» произошло от арабского слова «царк» — драгоценный камень либо от персидских слов «цар» — золото и «гун» — цвет.

² Ильменит — минерал, состоящий из окислов титана и железа. В Индии россыпи ильменитовых песков тянутся вдоль побережья Индийского океана почти на 150 километров. Монацит — минерал, из которого получают цезий, торий и ряд редкоземельных металлов. Рутил, как и ильменит, минерал, служащий источником получения титана.

от острова Фразер до города Сиднея. По оценке зарубежных экономистов, добыча циркона в Австралии составляет почти 60% мировой его добычи в капиталистических странах.

Велики заслуги в развитии современного технического прогресса и другого редкого металла — ванадия (V). Ничтожные его добавки к стали повышают ее прочность и выносливость почти наполовину. Окислы ванадия (например, V_2O_5) — активные катализаторы. В производстве серной кислоты они с успехом заменяют платину (Pt). Чудодейственная сила ванадия и его соединений проявляется и при синтезе ряда органических веществ. Содержание ванадия в земной коре невелико — всего лишь около 0,2%. Потому со временем его главным поставщиком станет океан. Уже несколько лет в Японии из прибрежных песков восточного побережья острова Хондо добывается этот ценный металл. По предварительным подсчетам японских геологов запасы ванадия в этих песках достигают 10 млрд. тонн.

В россыпях, которые тянутся почти на 1600 километров вдоль побережья Бразилии, найдены различные редкие элементы. Крупные россыпи ильменита, монацита, рутила находят на пляжах в прибрежных песках на побережьях Индии и Бразилии, Новой Зеландии и Цейлона, США (штаты Флорида и Каролина). Полагают, что в этих песках содержится до 80% мировых запасов циркона, 30% монацита и 20% титана. Есть пески, содержащие металл и в шельфах советских морей.

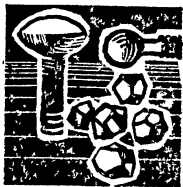
В 1968 г. началась разработка таких песков на Балтийском море в районе города Лиепая (Латвийская ССР). Здесь они залегают на небольшой глубине. Толщина слоя также невелика — от 30 сантиметров до 1 метра. Хотя металла в них содержится в несколько раз меньше, чем на суше, тем не менее добыча их специально переоборудованными земснарядами вполне выгодна.

Среди богатств, спрятанных Нептуном в своих обширных кладовых, есть много и других полезных ископаемых — каменный уголь, фосфориты, сера, ракушечник, нефть, газ, алмазы...



ПОДВОДНАЯ СОКРОВИЩНИЦА

Не счесть алмазов...



С алмазом люди познакомились около 5 тыс. лет назад. В те времена уже были известны многие красивые камни-самородки: смарагды, рубины, изумруды, но алмаз привлек к себе особое внимание. Каждого, кто держал в руках этот камень, поражали его необыкновенно яркий блеск и твердость.

Издавна алмазы ценились как самые дорогие камни. Они всегда стоили во много раз дороже золота. Появившись в Европе с XIII в. алмаз сразу стал «королем» драгоценных камней. За обладание этим камнем, неподражаемым по блеску искрившихся лучей, совершались кровавые преступления, чудовищные злодеяния и дерзкие кражи.

В наш век алмазы перестали быть только украшением, они верно служат человеку в технике. Алмазные зубья вгрызаются в самые твердые породы, помогая проникать в земные недра и отыскивать на больших глубинах залежи металлических руд, пласты каменного угля, скопления нефти. Более трети добываемых природных алмазов используют для изготовления режущих инструментов — резцов, фрез, сверл. При помощи алмазов делают фильеры — камни с просверленными мельчайшими отверстиями, через которые протягивают тончайшую проволоку из тугоплавких металлов — молибдена, вольфрама. Так готовят волоски для электроламп, спирали выпрямителей переменного тока для радиоприемников.

С развитием новой техники резко увеличился спрос на алмазы (некоторая доля спроса уже покрывается синтетическими алмазами). За последние годы добыча алмазов в капиталистических странах достигла внушительной цифры — 30 млн. карат¹ в год (6 тонн). Геологи считают, что при все нарастающем потреблении алмазов (особенно много расходуется на буровые работы) запасы их на суше иссякнут. И тогда океан станет единственным поставщиком. Особенно богато алмазами побережье юго-западной Африки. В течение сотен тысяч лет реки этого континента вымывали из недр земли алмазные россыпи и несли их к своим устьям. Работу рек продолжали морские течения, приливы и отливы. Они откладывали алмазоносные пески в мелководных частях океана.

Разработка алмазов производится в настоящее время по всей реке Оранжевой (Южная Африка), но особенно много

¹ Один карат — 0,2 грамма.

алмазов находят в устье этой реки неподалеку от бухты Чамайс и острова Плум-Пудинг. Нередко попадаются и крупные алмазы весом более 10 карат. Большинство алмазных россыпей расположены на расстоянии 300—500 метров от берега и на глубине от 30 до 120 метров. Характер формирования алмазных подводных россыпей напоминает образование золотоносных песков или платиновых россыпей¹.

Наиболее крупным потребителем алмазов на мировом рынке являются США, которые закупают более половины всей добычи. Однако и этого количества не хватает американцам.

Несколько лет назад в США было построено крупное судно для разработки алмазонасных песков, представляющее собой комбинацию земснарядов с обогатительной фабрикой. Оно может вести добычу алмазов на глубине моря до 120 метров. Пропускная способность обогатительной фабрики до 300 тонн песка или гравия в сутки. Среднесуточный выход алмазов до 2500 карат.

Суда для поиска и добычи морских алмазов строят теперь и в других странах. Недавно в Дании спущено на воду судно-землесос, оборудованный землечерпательным устройством для выемки подводных песков. Порода, поднятая со дна моря, поступает сначала в сортировочный барабан, а затем по конвейеру в специальные бункера для обработки. Применение новых, еще более совершенных приспособлений для выемки и переработки алмазонасных подводных грунтов позволит в ближайшем будущем значительно удешевить добычу морских алмазов.

На службу урожаю

В каждом колосе пшеницы, в каждой картофелине, в каждом куске сахара и даже в чае присутствуют миллиарды атомов фосфора. По подсчетам академика А. Е. Ферсмана, с куском хлеба весом в 100 граммов мы съедаем столько атомов фосфора, что если их вытянуть в цепочку, то такой цепочкой можно было бы 250 раз опоясать земной шар. Есть фосфор и в черноземе, и в красноземе, и в суглинках. В различных почвах содержится неодинаковое количество фосфора, однако оно не превышает 0,25%. К тому же фосфор в почве находится по большей части в таких солях, которые плохо усваиваются растениями. Между тем без фосфорных солей они не могут расти. Без него не появятся на полях всходы пшеницы, не созреет лен, не начнет колоситься рожь.

¹ На Аляске уже более двух десятков лет производится разработка платиновых россыпей на реке Салмон-Ривер. Долина этой реки продолжается в залив океана, и платина содержится в донных осадках.

Но достаточно внести в почву фосфорные удобрения, как сразу повысится урожай. Особенно хорошие урожаи на фосфорном питании дают сахарная свекла и картофель. Еще за 200 лет до нашей эры в некоторых странах пользовались костями рыб и животных и пометом птиц для удобрения полей. С тех пор до середины прошлого века они были основным источником фосфорных удобрительных смесей.

В 1857 г. было замечено, что, обрабатывая кислотой природные фосфориты $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, можно превратить их в легко усваиваемые растениями фосфорные соли. Уже спустя 5 лет в Англии вырабатывалось свыше 200 тыс. тонн фосфорных удобрений в год. С той поры производство их неуклонно увеличивалось во всем мире. В 1970 г. мировая добыча фосфатов (без СССР) превысила 50 млн. тонн. Больше всего добывается фосфоритов — в США, Марокко, Советском Союзе¹ и Тунисе.

Мировые запасы фосфоритов оценивают в 50 млрд. тонн. Главные потребители фосфатов на мировом рынке: Япония, Англия, ФРГ и Австралия, которые из-за недостатка фосфорных руд в своих странах вынуждены покупать их за границей.

Обычно сырые, необогащенные фосфориты содержат от 10 до 35% фосфорного ангидрида (P_2O_5). Фосфорные удобрения, поступающие в продажу, содержат 31—36% P_2O_5 .

Морские же фосфориты, которые встречаются в осадках на дне в мелководных районах океана близ берегов Японии, Южной Африки, Аргентины, вдоль восточного побережья США, характеризуются содержанием фосфорного ангидрида в 20—30% (в отдельных случаях 36—38%). При обогащении оно может быть соответственно увеличено.

Разработка морских фосфатов является весьма перспективной, особенно для стран, вынужденных сегодня закупать фосфорные удобрения за рубежом. При извлечении фосфоритов из донных осадков в прибрежных водах этих стран намного снижается стоимость доставки, которая составляет значительную долю стоимости фосфорного удобрения, поскольку фосфаты являются дешевым товаром.

В Калифорнии (США) уже начата разработка морских фосфоритов, запасы которых только на шельфе в южной части штата составляют свыше 50 млн. тонн.

Можно отметить, что состав морских донных осадков в большинстве прибрежных районов Мирового океана изучен еще довольно слабо. Поэтому следует полагать, что со временем фосфориты будут найдены во многих странах. Если считать, что площадь шельфов на нашей планете составляет около 10 млн. квадратных миль, и допустить, что только 10%

¹ В девятой пятилетке производство фосфорных удобрений в СССР достигнет 25,1 млн. тонн.

этой площади имеют залежи фосфоритов, то их запасы будут оцениваться внушительной цифрой — 300 млрд. тонн. Предположим, что только 10% этих запасов окажутся пригодными для промышленной разработки, то и тогда их при современном потреблении фосфатов хватит более чем на тысячу лет.

Найденные впервые на дне океана экспедицией «Челленджер» еще в прошлом веке конкреции фосфоритов имеют самую различную форму — плоские пластинки, бруски с неправильными очертаниями, иногда овальные со сквозными отверстиями. Неодинакова и их структура. Иногда они однородны, сложены плотным фосфатным минералом без каких-либо примесей или посторонних включений. Однако чаще всего встречаются на морском дне слоистые конкреции. Толщина слоев весьма различна — от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров.

Неодинаковы и размеры конкреций. Средний диаметр фосфоритных конкреций, извлеченных со дна океана вблизи побережья Калифорнии, не превышал 5 сантиметров. Иногда попадаются и очень крупные конкреции размером в несколько десятков сантиметров и весом 60—70 килограммов. Местами они залегают на глубине 60—80 метров, местами же — на глубинах в 200—300 метров. В некоторых участках морского дна они покрывают до 85% его площади. Нередко концентрация фосфоритов достигает десятков тысяч тонн на 1 квадратный километр дна шельфа. Такие крупные залежи конкреций обнаружены в мелководных зонах Средиземного моря в районе Пиренеев, Гвинейского залива, на юге Африки, на побережье острова Мадагаскара, в Мексике, Австралии, Новой Зеландии, на Атлантическом и Тихоокеанском побережьях Южной Америки.

Как показывают результаты химического и рентгеноструктурного анализов, основные минералы (каллофан и франколит), из которых состоят конкреции, — карбонатные фтороапатиты — $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$. Если кипятить конкреции в соляной кислоте, то остается нерастворимый остаток, в среднем составляющий 17%. В нем можно обнаружить зерна полевого шпата, кварца, ферромагнетизальных минералов и обломки горных пород. Иногда в них содержится аморфный кремнезем (SiO_2), а также остатки одноклеточных организмов, радиолярий, фораминифер и губок.

Как же происходит образование фосфоритных конкреций на дне океана? До сих пор среди ученых нет единого мнения относительно их происхождения, и не существует однозначного объяснения их образования. Одни полагают, что конкреции формируются чаще всего там, где сталкиваются холодные и теплые течения. В этих районах шельфа происходит быстрое изменение температуры. Такой резкий температурный скачок нередко служит причиной гибели многих глубоко-

водных обитателей океана. Смерть больших масс организмов приводит к накоплению на дне значительного слоя разложившихся фосфатов.

Такая же картина наблюдается в районах, где происходит смешение вод различной солености, например близ устьев крупных рек, впадающих в море или океан, на стыке полярных и экваториальных течений. Разложившиеся фосфаты растворяются в соленой воде и переносятся морской водой в те участки моря, где преобладает окислительная среда. Под действием окисления фосфаты выпадают в осадок в коллоидной форме, образуя на морском дне фосфоритовые желваки. Сначала образуется зародыш, обладающий активной твердой поверхностью, к которому постепенно притягиваются коллоидные осадки, так как они обладают электрическим зарядом.

Другие ученые считают, что фосфаты, растворенные в морской воде, находятся в равновесии с твердым фосфатом кальция $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, который присутствует в виде взвеси в воде или же на океанском дне. В какой-то момент геологической истории происходит выделение вулканических газов, содержащих фтор. Вот тогда-то и образуются на дне фторапатиты, слагающие фосфоритовые конкреции.

В 50-х годах советские ученые (А. И. Смирнов, А. В. Казаков и др.) сделали важное открытие, позволяющее по-иному объяснить формирование конкреций. Оказывается, растворимость фосфатов в морской воде в значительной мере зависит от содержания в ней углекислоты. Когда на поверхность океана восходящими течениями выносятся глубинный слой воды, насыщенный фосфором, то вследствие изменения давления углекислоты фосфаты выпадают в осадок.

Некоторые американские ученые (Крумбейн, Гаррелс) выдвигают другую, резко отличающуюся гипотезу. Они утверждают, что формирование конкреций происходит в таких районах моря, где в воде мало кислорода, полагая, что недостаток кислорода возник в результате окисления громадных количеств органических веществ. Действительно, находят фосфориты в районах, где наблюдается повышенное содержание органического вещества в осадках. В то же время совсем недавно обнаружены на дне океана близ побережья Южной Калифорнии большие залежи фосфоритовых конкреций, которые находятся в резко окислительной зоне. Новые исследования дадут в ближайшие годы окончательное и точное объяснение этой проблемы.

Ценным помощником урожая может стать и глауконит — минерал, очень часто встречающийся в осадках мелководных районов океана. По химическому составу — это гидросиликат калия, железа и алюминия. Нередко в составе глауконита находят следы фосфата кальция. В частицах этого минерала встречаются обломки кварца, полевых шпатов, магнетита,

гнейса, гранита. По-видимому, основные элементы, составляющие глауконит, образовались в процессе выветривания этих пород. Нередко находят раковины фораминифер, заполненные или обросшие глауконитом. В нем содержится от 2 до 9% окиси калия (K_2O), что создает возможность для использования его в качестве источника калия для удобрений.

Чаще всего глауконит встречается в зеленых илах и песках, преимущественно в прибрежных районах моря, на глубинах 200—600 метров, где нет крупных рек, несущих свои воды в море. В морских илах нередко находят мелкие глауконитовые зерна (диаметром около 1 миллиметра) черного или темно-зеленого цвета. Иногда они срastaются и образуют желваки диаметром в несколько сантиметров.

Осадки, богатые глауконитом, обнаружены на разных континентах нашей планеты. Их находят в США, вдоль берегов Калифорнии, у восточных берегов Северной Америки и западного побережья Южной Америки, около побережий Новой Зеландии и Западной Африки. Находят глауконит и у берегов Филиппин, Китая, Японии, также в Европе — около побережий Португалии, Шотландии, Испании.

Хотя глауконитовые осадки содержат значительно меньше калия, чем калиевые руды, добываемые из недр земли, однако стоимость разработки глауконитового слоя в 10—12 сантиметров, залегающего на площади в несколько десятков квадратных километров, столь низка, что вполне рентабельна. Особенно выгодным станет добыча глауконита для стран, не имеющих своих калийных руд.

Железный остров

В открытом море в семи километрах от городка Гранд-Айл в штате Луизиана (США), возвышаясь над поверхностью воды почти на 20 метров, вот уже более 10-ти лет существует необычный остров. Созданный руками человека из стальных труб, ферм и опор, он стал базой для добычи серы из соляных куполов Мексиканского залива.

Соляные куполы представляют собой толщи соли, которые благодаря своей значительной пластичности под действием давления горных пород меняли свою форму и выжимались вверх. Обычно это цилиндрическое тело. Когда соляная толща поднимается вверх, то нередко она прорывает слои, ее покрывающие, и растягивает их по периферии купола. Так образуются пустоты-ловушки, в которых может накапливаться нефть. Потому разведчики нефти внимательно исследуют соляные куполы. В конце 50-х годов производилась интенсивная разведка нефти на дне Мексиканского залива. Было заложено несколько десятков буровых скважин. При бурении

в известняках, покрывавших соляной купол, были неожиданно обнаружены крупные залежи серы, занимающие третье место в США. Пласты серы толщиной от 60 до 120 метров занимают площадь в несколько десятков гектаров.

В 1960 г. американская фирма «Фрипорт салфер компани» начала промышленную разработку этого месторождения. На стальной эстакаде, длиной немногим меньше одного километра, смонтировано необходимое для работы оборудование, построены здания для рабочих и служащих, устроена площадка для вертолетов, перевозящих людей и грузы.

Сера добывается из глубокой скважины, пробуренной на дне залива, по несколько измененному методу Фраша (вместо пресной воды пользуются морской водой, нагретой до 177°). Заключается он в том, что в серную залежь опускают три стальные трубы, вставленные одна в другую. Горячая вода, которую подают по внешней трубе в серный пласт, плавит серу. Расплавленная сера под давлением сжатого воздуха, накачиваемого по центральной трубе, выдавливается на поверхность (по средней трубе). На поверхности добытая сера освобождается от пузырьков воздуха и перекачивается на берег по затопленному обогреваемому трубопроводу.

Из соляных куполов можно добывать и соль, однако вряд ли может представить промышленный интерес их разработка, даже в будущем, так как гораздо проще и дешевле добывать соль путем испарения морской воды или самосадочную из озер и лиманов.

Значительное место среди морских полезных ископаемых занимает каменный уголь. В Англии женщины и дети еще в средние века собирали на побережье Северного моря выброшенные волнами куски черного камня на топливо. У нас на Камчатке и теперь после каждого шторма в заливе Корфа на берегу образуются огромные кучи каменного угля, которым местные жители пользуются для отопления своих домов. Даже промышленные предприятия, например, Корфский рыбокомбинат, широко используют даровой морской уголь.

Миллионы тонн каменного угля ежегодно добывают на подводных шахтах в Японии и Канаде, Англии и Новой Шотландии. Найдены крупные залежи угля в Австралии, Чили, Испании, Италии. Чаше всего морские месторождения представляют собой продолжение пластов, скрытых в недрах суши.

В некоторых местах на дне океана на разных глубинах — 300—600 метров — находят желваки неправильной формы с концентрическими плоскостями. В них нет ни железа, ни марганца, ни фосфора. На 75—77% они состоят из сульфата бария (BaSO_4). Это вещество широко используется в промышленности для изготовления в смеси с сульфидом цинка (ZnS) специальных литопонных белил, которые не ядовиты и не темне-

ют на воздухе. Баритовые конкреции были найдены на дне Индийского океана близ города Коломбо, в районе островов Кап в Индонезии, у побережья Южной Калифорнии. Вес их колеблется в широких пределах — от грамма до килограмма.

Кому же баритовые конкреции обязаны своим происхождением? Полагают, что формирование их происходило в далекие геологические эпохи (возможно, в плиоцене — последней эпохе третичного периода от 6 млн. до 1 млн. лет до н. э.). Об этом свидетельствуют обломки раковин фораминифер, находимые в этих конкрециях. Американский геолог Эмери считает, что из магмы, залегавшей на большой глубине, выделялись растворы, содержавшие барий. На швах разломов они вступали в химическое взаимодействие с морской водой, покрывавшей донные осадки. В результате реакции между ионом бария и сульфат-ионом, содержащимся в морской воде, и образовался сульфат бария.

До сих пор мало изучено распространение в Мировом океане баритовых конкреций. Однако, если со временем удастся обнаружить крупные их залежи, разработка морских баритов будет вполне выгодной.

Загадка окаменевшей смолы

На дне морском «прячется» еще один замечательный «минерал» — янтарь.

До сих пор неизвестно происхождение этого слова в русском языке. Возможно, что оно произошло от венгерского слова «янтя» или литовского слова «гинтарас».

Янтарь был известен грекам, финикийцам, египтянам и другим народам древности. В развалинах древнего города Паленке в Мексике была найдена гробница, примерно VI в. н. э. Лицо знатного покойника было закрыто маской из сотен уложенных по гипсу мелких кусочков янтаря.

Еще в доисторические времена янтарь знали в Европе и Сибири. При археологических раскопках в Англии были найдены янтарные бусы в могилах бронзового века, в Сибири украшения из янтаря находят и теперь на берегах Балтийского и Белого моря, на побережье Охотского моря, на острове Сахалин, в Казахстане. Большие залежи янтаря обнаружены также на Украине — неподалеку от Киева на обоих берегах Днепра.

Но чаще всего встречается янтарь на южном побережье Балтийского моря. Рыбаки вытаскивают янтарь сетями, дети выкапывают из прибрежного песка, местные жители собирают куски янтаря после каждого шторма. В 1862 г. за одну ночь было выброшено около 2 тыс. килограммов янтаря, а в 1914 г. — свыше 1 тыс. килограммов.

Из красивого минерала камнерезы делали различные женские украшения — бусы, пряжки, застёжки, браслеты, вытачивали шахматные фигурки, костяшки для счетов. Из янтаря изготавливали чаши, кубки, табакерки, подсвечники, янтарем отделывали залы во дворцах. В Екатерининском дворце в городе Пушкине славилась красотой янтарная комната. С 1709 г. эта комната находилась в Зимнем дворце в Петербурге, но в 1760 г. была перенесена в Царскосельский дворец (нынешний город Пушкин). Во время Великой Отечественной войны комната была вывезена немецко-фашистскими оккупантами в Германию. К сожалению, до сих пор ее не удалось найти.

В наше время из янтаря, как и прежде, делают разные украшения и безделушки. Но главным образом его используют при изготовлении ценных лаков и политур, изоляторов для электрических и радиотехнических приборов, производства канифоли. Янтарная кислота, которая получается при нагревании янтаря без доступа воздуха при 300°, оказалась ценным стимулятором роста. Опрыскивание семян и зеленых всходов раствором янтарной кислоты повышает также засухоустойчивость и урожайность льна, фруктов и овощей.

Еще в дореволюционной России в Паланге добывали и перерабатывали свыше 20 тыс. тонн янтаря в год. За это время сильно изменилась техника добычи. В настоящее время в поселке Янтарном синюю землю добывают на руднике экскаваторами, затем промывают гидромониторами и извлекают янтарь, который поступает на завод.

Хотя люди и давно познакомились с янтарем, тайна его происхождения оставалась неразгаданной в течение столетий. Многие зарубежные ученые считали янтарь минералом. Но еще в 1763 г. М. В. Ломоносов доказал, что янтарь — это не камень, а смола хвойных деревьев, окаменевшая с течением времени. Современные ученые подтвердили мнение великого русского ученого. Море сохранило для нас это ценное вещество. Хранят в своих «сейфах» подводные сокровищницы и много разных строительных материалов: известняков, глин, песка, гравия.



НАСЛЕДНИКИ ДРЕВНИХ МОРЕЙ

Биография белого камня



Немало зданий и жилых домов с давних пор строилось в разных странах, особенно в прибрежных районах, из известкового камня. Широко применялся известняк в строительстве в городах нашего Причерноморья — Одессе, Ялте, Севастополе. Известняк издавна ценился и как высококачественный облицовочный материал.

Им в течение столетий облицовывали в Москве фасады каменных зданий. Потому в старину называли столицу нашей Родины Москвой белокаменной.

Давно известна строителям и известь (CaO), как одно из лучших вяжущих средств. Более 5000 лет назад она уже применялась на стройках Египта и Китая. Башни Великой Китайской стены, строительство которых началось за 300 лет до н. э., были сложены на известковом растворе. Свыше 1000 лет назад стали применять известь на Руси. В древнерусских городах Киеве, Новгороде, Пскове, Суздале, Москве известь стала необходимым материалом при постройке крепостных стен, сооружении башен, строительстве церквей.

Много тысячелетий назад известь стала постоянным материалом в мастерской кожевников и стекловаров, неизменным помощником металлургов и гончаров.

В наш век известь — участник многих чудесных превращений, осуществляемых в современном органическом синтезе. Она вносит свою лепту в развитие промышленности искусственного волокна и каучука, пластических масс и казеиновых красок. В ней нуждаются содовая и сахарная, лакокрасочная и бумажная, пищевая и текстильная и многие другие отрасли промышленности. Успехи агрономической науки превратили известь в мощное средство повышения урожая сельскохозяйственных культур.

Огромные «кладбища» раковин встречаются в мелководных зонах у берегов некоторых американских штатов, расположенных вдоль побережья Мексиканского залива, а также вдоль побережья Флориды. Местами слой раковин достигает 3—4 метров. На это дешевое для производства извести сырье обратили внимание многие фирмы в южных штатах, которые уже более 40 лет занимаются добычей устричных раковин. Только в штате Техас в послевоенные годы было добыто их с морского дна свыше 45 млн. тонн. Фирма «Этил дау кемикл компани» с помощью драги извлекает устричные раковины со дна небольшой бухты Галвестон в Мексиканском заливе.

Их измельчают, прокаливают и полученную известь используют для осаждения магния из морской воды.

Осадки континентальных шельфов во многих странах, особенно в тропиках и субтропиках, состоят главным образом из устричных раковин и обломков кораллов. Такие известковые пески — прекрасное сырье для производства извести и цемента, однако их разработка представляет интерес только в районах, где нет на суше мощных залежей известкового камня и цементных пород.

В морях и океанах на больших глубинах, в районах, далеко удаленных от берега, часто встречаются известковые илы. Они покрывают свыше 35% всей площади Мирового океана. Местами толщина их слоя достигает 400 метров. По подсчетам американского ученого Джона Мери, запасы таких илов исчисляются астрономической цифрой — 10 тыс. триллионов тонн. Если даже когда-либо будут добывать 10% этой массы, то ее хватит на 10 млн. лет. Следует добавить, что ежегодно отлагается на дне океана 1,5 млрд. тонн илов, что примерно в 8 раз больше годовой добычи известняка на суше.

Глобигериновые илы¹ (так называют ученые морские известковые илы) более 70% покрывают дно Атлантического и свыше 50% — дно Тихого океана. Они преобладают возле берегов Новой Зеландии и Австралии. Химический состав этих илов полностью отвечает требованиям, которые предъявляет цементное производство к сырью. По сравнению с минералами, добываемыми на суше, у них есть большое преимущество. Они находятся в рыхлом состоянии и, следовательно, не требуют измельчения. Поскольку илы сыпучи, как песок, их можно транспортировать, перекачивая по трубам.

Анализ состава известковых илов, залегающих в разных участках океанского дна, показывает, что они содержат 80—93% карбоната кальция. Как правило, илы с более высоким содержанием карбоната кальция находят в мелководных зонах океана, что облегчает и удешевляет их добычу. Это немаловажное обстоятельство для рентабельности их эксплуатации. На дне океана в осадках встречаются и другие виды известковых илов, образованных моллюсками — птероподовые и кокколитовые. Однако их гораздо меньше.

Залежи известкового камня в недрах земли, как и известковые илы, обязаны своим происхождением мельчайшим морским организмам. Скелеты морских животных, скорлупки и раковины отмерших обитателей морских глубин оседали¹ на дно, смешиваясь с илом. В течение тысячелетий все больше увеличивались осадки илов, покрывая морское дно толстым

¹ Эти илы получили название от одного из видов одноклеточных организмов фораминифер — глобигерина буллойдес, известковая скорлупка которой служит их основой.

слоем в несколько сот метров. Под мощным давлением столба воды они спрессовывались и превращались в камень.

Таково происхождение большинства обыкновенных плотных известняков¹ и более мягких известняков — ракушечников. В нашей стране известняки встречаются в Карелии и Поволжье, на Украине и в Закавказье, Казахстане и Сибири, под Москвой и Ленинградом. Исключительно богата известняками Пермская область, унаследовавшая их от древнего Пермского моря.

Родственники известняка — мел и мрамор. Они также состоят из карбоната кальция и близки по химическому составу. Крупные месторождения мела имеются на Волыни, в Поволжье, на Южном Урале, в Крыму. В разных областях Советского Союза встречаются меловые горы — Святые горы недалеко от города Изюма (Харьковская обл. УССР), Дивные горы у станции Лиски (Воронежская обл. РСФСР). Эти отливающие снежной белизной горы представляют собой кладбища останков бесчисленного множества моллюсков, рачков, микроскопических живых существ — корненожек, которые строили из углекислого кальция свои красивые и прочные домики.

В теплых морях встречаются рифы, скалы и даже целые острова, сложенные известняками, которые образовались в результате титанического труда крошечных организмов. Вычислено, что устрица для построения своей раковины должна прогнать через свое тело такое количество воды, которое в несколько тысяч раз превышает ее собственный вес. Эта грандиозная работа идет непрерывно. Как уже говорилось, в морях накапливается ежегодно около 1,5 млрд. тонн углекислого кальция. Откуда же берется столь огромное количество кальция, которое морские животные превращают в углекальциевую соль и строят из него свои скелеты и скорлупки?

На этот вопрос ясный и четкий ответ дает геохимия. Просачиваясь через известковые или меловые горы, вода размывает их. Но вода не только механически разрушает известняки, она их и растворяет. Речные и грунтовые воды, насыщенные углекислым кальцием, текут в моря и океаны. Выпадение карбоната кальция происходит только в сильно прогретой воде обычно в мелководных зонах. Осаждению способствует поднимаемая при волнении со дна муть, в которой содержатся крупинки углекислого кальция. В открытой же части океана выделение карбоната кальция из воды ускоряется живыми существами, например, фораминиферами. Поэтому организ-

¹ В природе существуют и такие известняки, которые образовались без участия живых организмов. Они «родились» в процессах химических превращений первичных горных пород или в те далекие геологические эпохи, когда еще только формировалась наша Земля.

мы, которые строят свой скелет из кальция, живут преимущественно в теплых областях океана, где океанская вода насыщена карбонатом кальция. Потому именно в этих районах встречаются мощные известковые отложения, обширные «кладбища» минувших эпох.

Подводный склад стройматериалов

Богаты кальцием и ракушечные пески, которые встречаются на побережьях некоторых теплых морей и океанов. Они образуются в результате постепенной эрозии раковин. Местами толщина слоя таких песков достигает 4 метров. В США их добывают в заливе Сан-Франциско, в прибрежных водах штатов Луизиана и Вашингтон, в Исландии — на западном побережье острова, в заливе Факсафлуун. Они успешно применяются на цементных заводах для производства портланд-цемента (силикатный цемент). Хотя в них содержится не более 80% карбоната кальция, их используют и для получения извести.

Ни в одной стране не строят так много и так быстро, как у нас. Согласно решениям XXIV съезда партии в новой пятилетке должно быть построено 565—575 млн. квадратных метров жилой площади. Горы песка и гравия нужны строительной промышленности для изготовления бетона. Нужен песок также в производстве кирпича и керамики. Примерно 10% всего добываемого песка расходуется на изготовление стекла.

Обычно песок и гравий добывают из карьеров. Но иногда сооружать подобные карьеры по тем или иным причинам бывает невыгодно. В этом случае целесообразно воспользоваться песком и гравием со дна морей. Уже сейчас во многих прибрежных районах добывают большие количества этих материалов из донных осадков океана или песчаных побережий. Вероятно, в будущем океан станет главным их поставщиком. Ведь большая часть населения нашей планеты проживает в приморских районах или территориях, близких к ним.

Широкое применение в строительной промышленности находят кремнистые илы. Они бывают разных видов: одни состоят из раковин и скелетов мельчайших морских существ — радиолярий, другие — панцирей низших водорослей — диатомовых.

Радиоляриевые илы занимают большие пространства в Индийском океане, преимущественно в районе Кокосового острова, а также к востоку от Мадагаскара, примерно 300 тыс. квадратных километров. Почти в 20 раз большую площадь покрывают останки радиолярий в Тихом океане, главным образом вдоль 10-й параллели северной широты, а также к северу и к югу от нее. Чаще всего они образуют мощные залежи

между зонами накопления известковых илов и красных глин, на глубинах 4300—8200 метров. Содержание кремнезема в них редко превышает 60%. Обычно они окрашены в красно-бурый цвет, что обусловлено высокой примесью в них окислов железа.

Залежи диатомовых илов встречаются в южной и северной частях Тихого и южных окраинах Индийского и Атлантического океанов, на глубинах от 1100 до 5700 метров, и занимают площадь более 30 млн. квадратных километров. Больше всего этих осадков на дне Тихого океана — около 14,4 квадратного километра. Чаще всего они белого или кремового цвета. Общее их количество по подсчетам американского ученого Джона Мери 10 триллионов тонн. Содержание кремнезема в них почти в 1,5 раза выше, чем в радиоляриевых илах, и составляет около 90%. В наследство от древних морей остались громадные залежи останков диатомовых водорослей и на суше (во Франции, в Алжире, в Чехословакии, США, Австралии), известные под названием инфузорной земли, кизельгура или трепела.

Кремниевые илы, кроме строительной промышленности, где они применяются для изготовления особых сортов кирпича, служат пористыми наполнителями бетона, используются и в других отраслях народного хозяйства как минеральные наполнители, поглотители, фильтры, абразивы.

Только США ежегодно потребляют около 0,5 млн. тонн трепела. Подсчеты показывают, что себестоимость добычи кремнистых илов в 3 раза меньше, чем трепела. И еще одно преимущество: благодаря сыпучести илы можно транспортировать перекачкой по трубам. Нет сомнения в том, что со временем во многих странах кремнистые илы вытеснят инфузорную землю, которая применяется для очистки масел, а также в качестве изоляционного материала. К числу важных строительных материалов принадлежит и глина.

Глина с давних пор и поныне служит главным сырьем для производства кирпича и керамики. Образуется она в природе вследствие выветривания изверженных горных пород, т. е. их разрушения под действием воды и воздуха. Попадая в воду, глинистые частицы долгое время могут оставаться во взвешенном состоянии. Реки несут эту взвесь в океан, где она постепенно осаждается на дне, смешиваясь с частицами разных горных пород. Железо придает глине красную окраску, а марганец темно-бурый оттенок. Так как чаще всего примесью бывает железо, то морские глины в основном красные.

Больше всего красных глин в северной части и южных областях центральной зоны Тихого океана, где они покрывают почти половину площади дна — около 70 млн. квадратных километров. В Атлантическом и Индийском океанах они занимают свыше 100 млн. квадратных километров — примерно

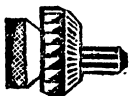
четверть площади дна. Если считать, что толщина слоя залегания 200 метров, то общее их количество в Мировом океане составит 10 тыс. триллионов тонн. Поистине астрономическая цифра! За 1000 лет образуется всего лишь пятимиллиметровый слой, тем не менее даже при такой скорости в океане за год образуется 500 млн. тонн красных глин.

В них содержатся примеси меди, никеля, кобальта. Обнаружены в их составе и свинец, и цирконий, и редкоземельные элементы. Правда, количество их ничтожно мало — от нескольких сотых до нескольких десятых долей процента. В работе известных зарубежных химиков Аррениуса и Гольдберга, опубликованной в 1958 г., указывается, что в красных глинах высокой концентрации кобальта, никеля, меди и других металлов всегда сопутствует высокое содержание марганца.

Поэтому в будущем, по-видимому, еще достаточно отдаленном, возможна добыча красных глин для производства строительных материалов с извлечением из них металлов в качестве побочного продукта. Перспективным со временем может стать и получение из них алюминия. Если в среднем в красных глинах содержится около 15% окиси алюминия (Al_2O_3), то имеются и такие залежи, в которых концентрация ее превышает 25%. Такие образцы близки по содержанию алюминия к глинам, добываемым на суше, которыми пользуются сейчас алюминиевые заводы.

Поскольку стоимость разработки красных глин на дне моря невелика, то можно полагать, что комплексная их разработка с извлечением всех металлов, особенно марганца и редкоземельных, станет вполне рентабельной.

Обширные склады строительных материалов в Нептуновом царстве, разнообразен и их ассортимент. И недалек тот день, когда они широко раскроют свои «ворота» и станут снабжать нас всеми своими богатствами.



ВОДА — ГОРЮЧЕЕ

Прометей атомного века



Морская вода действительно может стать «горючим» — источником электроэнергии. Вернее, только «тяжелая вода» (D_2O), хотя на каждые 6 тыс. частей морской воды ее приходится всего лишь одна часть, однако запасы тяжелой воды в Мировом океане достигают астрономической цифры — 50 триллионов тонн! Собранная со всего земного шара, она заполнила

бы Черное море. В ней содержится столько дейтерия (D), что при термоядерной реакции можно было бы получить неисчерпаемый запас электроэнергии. Один кубометр морской воды по количеству калорий эквивалентен 350 тыс. литрам бензина или 2 600 000 киловатт-часов электроэнергии.

Для того чтобы заставить атомы дейтерия участвовать в термоядерной реакции, нужно нагреть их до нескольких сотен миллионов градусов. Только при таких космических температурах можно преодолеть силу взаимного отталкивания этих изотопов водорода (дейтроны заряжены положительно) и соединить их. Мало нагреть дейтерий, нужно еще удержать такую температуру в течение нескольких долей секунды. В каком же сосуде можно осуществить нагревание? Ведь ни один материал не выдержит подобных температур. Но физики нашли выход. Они создали установки, в которых через наполненную газообразным дейтерием камеру пропускают сверхмощные электрические разряды в течение миллионных долей секунды. При этом образуется плазма¹. В установке создается сильное магнитное поле, которое удерживает плазму и не дает ей возможности удариться о стенки камеры, так как на стенках она охлаждается и гибнет. Пока удалось получить плазму с температурой 10 млн. градусов. Этот первый успех станет началом создания в будущем энергетических гигантов. Сооруженные вблизи побережий, они будут снабжать весь мир дешевой электроэнергией.

Однако уже и в нашу эпоху Мировой океан становится поставщиком электроэнергии. Источником ее служит разница в температурах и давлениях верхних и нижних слоев морской воды. По законам физики при уменьшении давления быстрее закипает вода и быстрее происходит образование пара, который и вращает турбину. Вот этот физический принцип и был положен в основу сооружения первой гидротер-

¹ Плазма — четвертое состояние вещества, при котором ядра и электроны находятся в беспорядочном движении.

мальной электростанции (ГЭС) во Франции в 1927 г. За ней последовала постройка ГЭС в Африке на Берегу Слоновой Кости, около Абиджана, вырабатывающей в год 50 млн. киловатт-часов электроэнергии. Теплая вода поступает в турбины Абиджанской станции из лагуны, хорошо прогреваемой солнцем, а холодная вода накачивается из моря с глубины 500 метров.

Проектируется постройка ГЭС в некоторых других областях Африки, а также на острове Тринидад, в Рио-Гранде, в Бразилии. Возможно, что когда-нибудь ГЭС будут сооружаться на Кавказском побережье, в Крыму и на Каспии. Для этого конструкторы должны создать агрегаты, которые могут работать при разнице температуры в слоях воды до 10° и меньше. Сейчас станции работают при перепаде в 20°.

Голубой уголь

До сих пор еще бурый и черный каменные угли играют важную роль в современной энергетике. Пока еще более 80% электроэнергии получают за счет сжигания угля. Правда, его соперником все больше становится «белый уголь» — энергия рек и водопадов. Одновременно в разных странах мира появляются атомные электростанции. Однако потребность в электроэнергии столь велика и возрастает так быстро (за последние 100 лет она увеличилась более чем в 100 раз), что необходимо изыскивать новые источники энергетики.

Вот тут-то и вспомнили о «голубом угле» — энергии морских приливов. Подсчитано, что она составляет 1 млрд. киловатт, на 150 млн. киловатт больше энергии всех рек мира. В некоторых местах высота приливной волны достигает почти 20 метров (залив Фанди в Канаде). В СССР наибольшей высоты приливы наблюдаются на Белом море (10 метров) и в Охотском море (почти 13 метров). Человек с давних пор пытался заставить океан работать на себя.

В одной из жалованных грамот Ивана Грозного Кирилло-Белозерскому монастырю (XVI в.) на землю и угодья в Турчасовской волости на Белом море упоминается о мельнице Никиты Павлова в Усть-Золотице, а также о других мельницах, разбросанных по берегам Онежского полуострова. Все они работали на приливной волне. Хотя в тех местах высота прилива не превышает 3,5 метра, однако и этого достаточно, чтобы вращать мельничные колеса. На Соловецких островах до сих пор сохранились остатки водяных колес лесопилки, построенной в XVI в. В Архангельске в XVIII в. у купца Баженова, строившего корабли для Петровского флота, было несколько приливных лесопилок. Имеются сведения, что во Франции, Англии и Шотландии еще в XI в. на приливной

волне работало много мукомольных и известковых мельниц.

Уже с начала нашего века делаются попытки использовать силу приливов для получения электроэнергии. Казалось бы, достаточно было вместо водяных колес на пути приливно-отливной волны поставить турбины, подключить к ним электрогенераторы, чтобы начать вырабатывать электрический ток. Однако возникли трудности. И самая главная — неравномерность прилива, обусловленная характером притяжения Луны. Дважды в сутки происходит прилив и отлив; следовательно, высота прилива уменьшается до нуля и турбины придется останавливать, пока не создастся необходимый напор воды. В сети, которую снабжала бы приливная электростанция электроэнергией, резко падало бы напряжение, а ведь электростанция должна работать круглые сутки. К тому же 2 раза в месяц соответственно фазам Луны будет уменьшаться сила прилива и, следовательно, и мощность ПЭС¹, как сокращенно называют приливные электростанции.

В течение почти трех десятилетий энергетики тщетно пытались разрешить эту проблему. Выход из кажущегося тупика нашел советский ученый и инженер Л. Б. Бернштейн. Он предложил сочетать работу ПЭС с речными гидроэлектростанциями, у которых имеются крупные водохранилища. При полном напоре воды в ПЭС гидроэлектростанция сокращает выработку электроэнергии, а речная вода, сэкономленная за счет прилива, накапливается в водохранилище. Это помогает системе выравнивать напряжение в электросети.

Кольский первенец

Раньше всех строить ПЭС стали в Китайской Народной Республике. В 1958 г. там уже действовало 40 небольших приливных установок. Самая крупная китайская ПЭС — Далинская (мощностью 1 млн. киловатт) находится на острове в дельте реки Шунда, притока реки Чжудзян, впадающей в Кантонскую бухту. Любопытно, что ее турбины деревянные, изготовлены по проекту одного из советских научно-исследовательских институтов. Предполагается постройка еще более мощной ПЭС (7 млн. киловатт) в устье реки Цяньтанцзян, где высота прилива достигает 7 метров.

На границе США и Канады в южной части залива Фанди имеются две бухты — Кобсук и Пассмакводи, где сила

¹ Французские инженеры Ременьер и Смагге пытались создать ПЭС без водохранилищ и бассейнов. На дне моря установили огромную железобетонную раму с гигантским трехлопастным винтом. Во время прилива и отлива лопасти винта вращались и поворачивали ротор генератора, помещенного в водонепроницаемом кожухе. Мощность такой установки даже при размахе лопастей в 30 метров оказалась ничтожной и не представляла промышленного интереса.

прилива столь велика, что в сутки они принимают и сбрасывают обратно в океан около 4 млрд. тонн воды. Было предложено несколько проектов для постройки в этом месте ПЭС, однако они до сих пор не осуществлены.

Пока в США обсуждали, как быть с постройкой ПЭС, французы соорудили на берегу Ла-Манша, в устье реки Ранс у города Сан-Мало, приливную электростанцию мощностью в 240 тыс. киловатт, вырабатывающую в год 540 млн. киловатт-часов электроэнергии. ПЭС строилась семь лет, с 1960 по 1966 г. В основу ее положены идеи советского специалиста Л. Б. Бернштейна и французского энергетика Р. Жибра о гидроагрегате, работающем в обоих направлениях. Французы не случайно опередили американцев, англичан и голландцев. Огромная потребность в электроэнергии, покрываемой пока тепловыми станциями, мягкий климат, большая высота прилива и близость районов потребления электроэнергии — вот причины рождения этой ПЭС и французского приоритета¹.

Англичане давно обсуждают проект постройки ПЭС мощностью 800 тыс. киловатт в устье реки Северн у Бристольского залива. Приливная волна достигает здесь высоты 14,5 метра. Имеется несколько проектов сооружения приливных электростанций на побережье Северного моря, предложенных голландскими и западногерманскими энергетиками. Несмотря на небольшую высоту прилива в этих местах (3—3,5 метра), их мощность будет достигать 20 тыс. киловатт. Использование приливной энергии интересуются энергетики и в Аргентине, где местами высота прилива достигает 12 метров. В заливе Сан-Хосе запроектирована ПЭС, которая будет вырабатывать в год 10 млрд. киловатт-часов электроэнергии.

Нужны ли ПЭС нашей стране? Ведь мы обладаем огромными запасами каменного угля, нефти, газа и «белого угля» — ведь 12% всех гидроэнергетических ресурсов мира сосредоточено в Советском Союзе. Безусловно, нужны! Мы не менее богаты и «голубым углем». Если приливы всех наших морей будут вращать лопасти турбин, то мы сможем получить 240 млрд. киловатт-часов электроэнергии в год. Особенно много пользы принесут ПЭС на Севере, в Заполярье, где зимой круглые сутки царит ночь и расход электроэнергии резко повышается. Первые проекты постройки северных ПЭС появились в нашей стране в 1935—1940 гг. Война задержала их.

¹ Французами уже разработан 20-летний план постройки ПЭС, которые будут ежегодно давать 60 млрд. киловатт-часов. Лишь одна приливная электростанция, в бухте Мон-Сен-Мишень будет вырабатывать до 25 млрд. киловатт-часов электроэнергии в год. Площадь ее напорного бассейна — 500 квадратных километров. Он по своим размерам превосходит некоторые внутренние моря. Для создания такого бассейна в бухте придется построить плотину длиной в 95 километров.

осуществление. Лишь в декабре 1968 г. Кольский первенец — ПЭС в губе Кислой на Мурманском побережье дала ток.

Строители при сооружении Кислогубской приливной электростанции использовали опыт французов, но с некоторой «поправкой» на суровые климатические условия. Построили большой железобетонный блок будущей станции высотой в пятиэтажный дом. В нем размещены две громадные трубы водоводы, в которых смонтированы турбины и генераторы. Невелика мощность Кольского первенца — всего 800 киловатт. Однако она открывает широкие перспективы для использования приливов у нас. Энергетики уже рассматривают проекты строительства Лумбовской ПЭС мощностью 300 тыс. киловатт к востоку от Мурманска. Еще более крупную ПЭС мощностью 1,3 млн. киловатт намечено построить в Мезенском заливе. Проектировщики разрабатывают еще более смелые планы сооружения Кулойской ПЭС, в устье реки Кулоя мощностью в 14 млн. киловатт. Она сможет дать 36 млрд. киловатт-часов электроэнергии в год.

Со временем, вероятно, появятся ПЭС и на Дальнем Востоке, возможно, в Гижинской и Пенжинской губах залива Шелихова, на Шантарских островах или в устье реки Колпаковой. Здесь, как и на Севере, велики запасы приливной энергии — 170 млрд. киловатт-часов. В Советском Союзе, богатом и другими источниками энергии, ПЭС будут лишь дополнять атомные, тепловые и гидростанции.

Согласно решениям XXIV съезда КПСС в 1975 г. намечено произвести в нашей стране 1 триллион 65 млрд. киловатт-часов электроэнергии, на 325 млрд. больше, чем было выработано в 1970 г. Свою лепту внесут в выполнение этой грандиозной программы и наши ПЭС.

Не только приливные волны, но и ветровые помогут получать нам электроэнергию. Советский инженер Сидоренко сконструировал оригинальную плавающую турбину. Металлический цилиндр при волнении моря вращается в ту или иную сторону. Четырнадцать соединенных вместе таких турбин вырабатывают в сутки около 15 тыс. киловатт-часов электроэнергии.

Раскрывая кладовые Нептуна, все шире используя богатства Мирового океана, осваивая его пищевые и минеральные ресурсы, человечество поставит себе на службу со временем в полной мере и новые источники электроэнергии — «голубой уголь», тяжелую воду, тепло морей. И это будет еще одна победа над природой.



ЗАВТРА НАЧИНАЕТСЯ СЕГОДНЯ

К новым победам



Необозримы просторы океана, несметны его богатства. Наше путешествие по кладовым и «сейфам» Нептунова царства подходит к концу. Мы побывали на разных континентах, посетили пляжи и шельфы, опускались на дно в пучины, бродили в подводных лесах и рощах. Мы видели тысячи стальных вышек, возвышающихся, словно ажурные мачты, над поверхно-

стью моря и высасывающих из глубин морского дна нефть; подводные рудники, где добывают железо и олово; шахты, из которых извлекают миллионы тонн каменного угля. Побывали мы и на заводах, где из морской воды получают магний, калий, бром.

Человек уже начал осваивать богатства океана. За последние годы исключительно большие успехи достигнуты в добыче нефти и газа. На очереди промышленная разработка фосфоритов, запасы которых, по мнению специалистов, столь велики, что они смогут обеспечить потребность сельского хозяйства в удобрениях на тысячи лет. За фосфоритами следует, вероятно, промышленная добыча металлических руд — марганцевых конкреций, никеля, кобальта, меди.

Никогда еще в истории человечества наука и техника не развивались столь быстро, как в наш век. Только за 20 лет было накоплено около двух третей всех знаний. Вот уж поистине технический прогресс движется семимильными шагами. Совершенно очевидно, что темпы развития непрерывно вырастают. А это значит, что появляются и более широкие возможности для освоения сокровищ Мирового океана.

Как уже говорилось, в морской воде содержится свыше 50 химических элементов. При комплексном использовании можно будет извлекать большую их часть. Переработка «жидкой руды» станет особенно выгодной при одновременном опреснении морской воды. Подключение к опреснительным установкам колонок, наполненных ионитами, позволит «выловить» из морской воды все растворенные в ней соли.

За рубежом уже существует немало проектов крупных заводов, предусматривающих наряду с получением пресной воды выработку различных химических продуктов. Вот один из них, разработанный несколько лет назад японской фирмой «Курита Когиро». Из тысячи кубометров морской воды будут получать 750 кубометров пресной воды, 27 тонн поваренной соли, 0,55 тонны глауберовой соли, около 4 тонн магния, 4,2

тонны хлора и много других продуктов, в том числе рассолы для производства соды.

Существуют проекты опреснителей с суточной производительностью в 200 млн. литров. Предполагается, что к концу века будут так много получать опресненной морской воды, что можно будет ею орошать пустыни.

По американскому проекту, при пропускании через опреснители 1 млн. литров в сутки ежегодная продукция такого завода составит, кроме пресной воды, 2 тыс. тонн магния, 3 тонны урана, 1 тонну редкоземельных металлов и громадное количество поваренной соли, брома и разных химических продуктов. При этом не только значительно снизится стоимость опресненной воды, но также и химических продуктов. Появление все новых способов опреснения морской воды приближает срок осуществления этих проектов¹.

Источником получения ценных веществ, и в первую очередь редких металлов, могут стать со временем живые организмы и некоторые растения. Они ведь накапливают в своих тканях не только йод, бром и калий. Так, моллюски «любят» медь, а голотурии и асцидии предпочитают ванадий; омары и мидии — кобальт, медузы — олово, свинец, цинк; некоторым видам радиолярий больше всего «нравится» стронций. Есть и такие живые существа, которые накапливают уран, радий, молибден, а другие не «брезгают» и металлами попроще — железом, никелем. В некоторых видах водорослей — в фукусе и ламинарии обнаружено высокое содержание алюминия. Причем обитатели океана аккумулируют металлы в довольно больших количествах — нередко в тысячи и даже миллионы раз больше, чем в океанской воде².

Эти наблюдения натолкнули ученых на мысль создать в будущем в мелководных частях Мирового океана «питомники» тех или иных морских организмов или растений. По отмирании их сжигать, а из золы добывать металл. Ведь японцы уже давно разводят устриц, правда, пока для получения жемчуга. И не исключена возможность, что живая «металлургия» будет конкурировать с рудной.

¹ Египетский ученый Саед Мохамед Хасса предложил метод опреснения морской воды, не требующий затрат энергии. На глубину 230 метров или ниже опускается огромный полый резервуар с полупроницаемой мембраной. Поскольку на такой глубине давление выше 23 атмосфер, оно будет выдавливать в резервуар пресную воду. В США предлагают для «продавливания» использовать искусственное высокое давление. Уже выпускаются серийные установки, на которых воду пропускают под большим давлением по пористым трубкам из стекловолокна. В трубки вставлена полупроницаемая мембрана, задерживающая соли.

² Студенистое вещество водоросли оболочника накапливает ванадия в 280 тыс. раз больше, чем в окружающей морской воде. В некоторых частях скелета морских рыб концентрация свинца в 20 млн. раз превышает его содержание в морской воде.

Давно известно людям целебное действие морской воды. Издавна во всех странах мира врачи рекомендуют морские купания как лучшее средство укрепления нервной системы. Долгое время полагали, что лечебные свойства морской воды обязаны присутствию в ней растворенных солей и йода. Но недавно было установлено, что в морской воде имеются и витамины В₁, В₂ и В₁₂, а также антибиотики. Наступит время, когда их станут извлекать из вод морей и океанов.

Широко раскроет человек уже в начале XXI в. двери зеленых кладовых океана. Из волокон водорослей будут изготавливать кружева, которые не уступят по красоте брюссельским. Японцам уже удалось настолько упрочнить слабые волокна водорослей, что из них можно готовить нарядные ткани, соперничающие с тканями из штапельного волокна. В Японии также запатентованы способы, с помощью которых повышается водостойкость и извитость волокон водорослей. Они приобретают свойства и внешний вид овечьей шерсти.

Новые «профессии» появятся у альгинатов (органических веществ, получаемых из водорослей), которые уже сегодня применяются успешно в резиновой, лакокрасочной и бумажной промышленности. Альгиновая пленка предохранит замороженные рыбные и мясные продукты от высыхания и загнивания. В Норвегии недавно взят патент на подобную пленку для упаковки рыбы. Она может годами храниться в такой упаковке, не теряя свежести. Альгиновая пленка не пропускает воздуха и уничтожает неприятный запах рыбьего жира. В этом она превосходит целлофан и полиэтиленовую пленку. Из альгинатов будут готовить сгустители красок, связующие для обмазки электродов, применяемых при сварке металлов, пенообразователи для латекса (жидкий каучук). Это далеко не полный список новых «профессий» альгинатов, число которых будет неуклонно расти. В арсенале добрых услуг, которые оказывают нам альгинаты, есть кое-что и для медиков и их пациентов. Это кровоостанавливающие лекарства, вата и бинты, которые «врастают» в края раны, а затем рассасываются. Они безвредны для организма и по качеству не уступают тем, которыми пользуются сейчас.

Со временем водоросли будут разводить как для технических целей, так и для употребления в пищу¹. Они поглощают в 6—7 раз больше солнечных лучей, поэтому растут гораздо быстрее земных растений и лучше приспосабливаются к условиям.

У нас на Дальнем Востоке в заливе Посыет уже несколько лет существует плантация по выращиванию водорослей. На

¹ При искусственном выращивании водорослей можно увеличить в них в несколько раз содержание белков, жиров и углеводов. В Японии и Китае уже давно существуют плантации водорослей.

ней разводится 90 различных видов. Наступает время подводных огородов. Сегодня мы пашем и удобряем землю, а завтра, возможно, будем удобрять и вспахивать морское дно.

Судьба одного проекта

Освоение морского дна для добычи металлов и полезных ископаемых уже начато в шельфах.

Дальнейшим этапом станет их разработка на дне на больших глубинах. Вероятно, уже в начале XXI в. металлурги станут извлекать алюминий из красных глин, германий и редкоземельные элементы из цеолитов алюмосиликатов, содержащих высокие концентрации этих металлов, калий — из пеллагонита — минерала, образующегося при выветривании базальтовых вулканических стекол. По мнению академика Д. И. Щербакова, и сам базальт, запасы которого в океане практически неисчерпаемы, станет со временем важным металлургическим сырьем¹ и ценным строительным материалом.

Человек будет все глубже и глубже проникать в дно океана и добывать полезные ископаемые не только из современных осадков, покрывающих его, но и из древних горных пород, залегающих подо дном. Уже сейчас бурят скважины на нефть, глубиной 6—7 тыс. метров. На очереди исследования мантии².

В начале 60-х годов группа американских ученых разработала первый проект достижения мантии подо дном океана, получивший условное название проекта «Мохохл». Предполагалось пробурить сверхглубокую скважину на 9400 метров в Тихом океане в 270 километрах от города Гонолулу. Глубина моря в этом месте 4250 метров, а мантия залегает здесь на глубине 5170 метров. Предварительно были проведены опыты бурения дна океана в разных районах на глубинах в несколько километров. Хотя буровики прошли вглубь около 200 метров, однако взятые пробы грунтов (рыхлые донные осадки, отложения миоцена, базальт) показали, что выполнение про-

¹ Базальты содержат до 5% магния, 6% — железа, 15% — алюминия, а также титан, ванадий, серебро и некоторые редкие металлы.

² Мантия — слой, расположенный между земной корой и ядром Земли, занимающий около 85% объема земного шара. Земная кора подо дном морей и океанов гораздо тоньше, чем под материками — 5—6 километров вместо 20—70 километров. Предполагается, что верхний слой мантии подобен размягченному стеклу и имеет температуру 1200°. По расчетам ученых, можно будет достигнуть мантии, если на глубине в 5—6 километров пробурить от уровня дна скважину еще на 10—12 км. Для этого требуется, однако, создать такие буры, которые выдержали бы температуру в 400° и давление 4500 атмосфер.

екта вполне возможно при надлежащем подборе бурильного инструмента.

В 1965 г. проект «Мохол» был внесен Американской национальной Академией наук и другими научными организациями на рассмотрение конгресса США с просьбой ассигновать 108 млн. долларов. Осуществление проекта «Мохол» дало бы в руки океанографов ценнейшие сведения о морских течениях, составе морской воды на больших глубинах. Биолог нашел бы в кернах, полученных из этой сверхглубокой скважины, летопись биологических и биохимических процессов в океане прошлых геологических эпох.

Однако Палата представителей большинством голосов отклонила проект. Тратя миллиарды долларов на преступную войну во Вьетнаме, американские капиталисты не нашли средств на решение столь важной проблемы исследования морского дна, тем более что эта скважина могла бы дать ценную информацию для добычи полезных ископаемых и морского промысла нефти. Нет никаких сомнений в том, что если бы этот проект имел военное значение, он принят был бы единогласно.

По-видимому, пионерами в этом научном поиске станут социалистические страны. В Советском Союзе разработан проект «верхней мантии Земли». Он предусматривает закладку глубоких скважин для исследования земной коры и нижней ее оболочки — верхней мантии.

Еще в 1960 г. член-корреспондент АН СССР В. В. Белоусов на XII ассамблее Международного геодезического и геофизического Союза предложил проект исследования верхней мантии Земли. Наибольший интерес представляет бурение сверхглубокой скважины на Южном Сахалине или на одном из островов Курильской гряды. Там кора тоньше, чем во внутренних областях Европы. Уралмашзавод разработал бурильную установку «Уралмаш-15000». Она будет использована для бурения на мантию с глубины 7000 метров. До этой глубины будут бурить с помощью другой установки — «Уралмаш-ЧЭ».

Подводные лаборатории

Мы стоим уже на пороге широкой промышленной разработки полезных ископаемых, спрятанных на дне и подо дном океана. В США фирмы, предполагающие добывать железо-марганцевые конкреции, планируют использование глубоководных подводных лодок большого тоннажа. Они будут снабжены специальной электронной поисковой аппаратурой и будут иметь плавучие резервуары большой емкости для хранения добытых конкреций. Предусматриваются в будущем также и батискафы с гусеничным ходом, которые смогут работать как скрепе-

ры на океанском дне. Создаются специальные подводные «искатели» с атомными двигателями для разведки морского дна.

Во всем мире ежегодно вступают в строй десятки подводных кораблей науки — батискафы, мезоскафы, «ныряющие блюдца» и т. д. Снабженные новейшей аппаратурой (специальными кино- и фотокамерами, устройствами для взятия проб воды, донных осадков и грунтов) исследовательские подводные лодки станут подлинными плавающими лабораториями. Они позволяют проводить изучение солености, химического состава, радиоактивности морской воды и грунтов на любой глубине Мирового океана.

Морские геологи в отличие от их сухопутных коллег не могут так легко и просто исследовать склоны и хребты подводных гор и неровности дна. Зато на подводных судах с помощью механических рук-манипуляторов они могут изучить строение океанических впадин и возвышенностей, отбирать образцы горных пород и металлических руд. Немалый вклад в освоение морских сокровищ внесут «подводные деревни» — стационарные научно-исследовательские лаборатории.

В своей книге «Мир без солнца» известный французский исследователь морских глубин, создатель акваланга и ныряющего блюда Жак-Ив Кусто рассказывает, как впервые в истории человечества восемь акванавтов в сентябре 1963 г. прожили 30 дней в подводном доме «Пресконтинет-2» на глубине 25 метров, не выходя на поверхность. Ежедневно они с аквалангами отправлялись на «работу» на глубину в 50 метров.

В нашей стране первая подводная лаборатория была построена неподалеку от Сухуми в сентябре 1966 г. В честь былинного новгородского героя — певца-гуслира она была названа «Садко». Десять отважных акванавтов занимались на глубинах до 50 метров изучением животного и растительного мира, процессов затухания волн и перемешивания воды, исследованием придонного слоя и дна моря. Они также определяли температуру воды и ее химический состав, измеряли скорость и направление течений. Спустя год в том же районе была построена более совершенная подводная лаборатория «Садко-2». Не прошло и года, как конструкторы создали «Садко-3». В отличие от своих предшественниц новая лаборатория состоит уже из трех отсеков¹. Она гораздо вместительнее и лучше оборудована.

В июле 1968 г. в Голубой бухте на глубине 14 метров в

¹ «Садко-1» — металлический шар диаметром 3 метра. «Садко-2» состоит из двух металлических шаров, соединенных между собой тросом. Верхний — научная лаборатория со всеми приборами, одновременно и комната для отдыха и работы. В нижнем шаре умывальник, душ, вешалка для одежды.

500 метрах от берега недалеко от Геленджика была установлена самая большая советская подводная лаборатория — «Черномор». В течение всего лета гидрооптики, биологи, гидрофизики и морские геологи ежедневно проводили разные исследования и измерения. Чтобы следить за ходом образования донных осадков, геологи соорудили вокруг «Черномора» опытный полигон — очертили квадраты со стороной 20 метров, разбитые, в свою очередь, на еще более мелкие квадраты со стороной 5 метров. В средней части полигона укладывали гальку, окрашенную в красный цвет, и песок, приобретший ярко-желтую окраску после обработки люминофорами, что помогало проводить исследования.

Недавно кандидат технических наук В. В. Васильчиков предложил оригинальный проект геогидрометеобсерватории. Капсула из стеклопластика с различной аппаратурой повисает в толще воды на любой заданной глубине неподалеку от дна, удерживаемая якорем. В капсуле имеется открытый люк — «мокрый вход», через который в нее сможет войти водолаз для проверки работы приборов и ремонта в случае аварии. Капсула имеет особое приемное акустическое устройство, которое, приняв сигнал, приводит в действие механизмы для продувки балласта, и капсула всплывает.

Неподалеку от капсулы на дне закрепляется мачта, возвышающаяся над поверхностью моря. На верхней площадке мачты устанавливаются метеоприборы, а в подводной части — датчики для измерения физических и химических свойств воды, солености, температуры, скорости и направления течений и т. п. На дне в зонах, интересующих геологов, в верхних частях грунта, в илах, а возможно, и в придонном слое воды или в специально пробуренных скважинах также размещаются датчики. Полученные данные несколько раз в сутки будут передаваться в наземную обсерваторию и лабораторию для расшифровки.

Эти наблюдения в сочетании с исследованиями обитателей подводных лабораторий и экипажей подводных научных судов помогут нам быстрее изучить и освоить богатства океана и поставить его сокровища на службу человеку. И это будет еще один шаг на пути к улучшению условий жизни и благосостояния народов, населяющих нашу планету.



СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ФАБРИКА ПРОДОВОЛЬСТВИЯ	4
ОГОРОДЫ ВЛАДЫКИ МОРЕЙ	11
СОЛЬ ЗЕМЛИ	19
СЕЗАМ, ОТВОРИСЬ	24
ВИНОВАТА КОШКА	31
МЕТАЛЛЫ — ИЗ МОРСКИХ ПУЧИН	37
ВОДА ВТОРОЙ ПРИРОДЫ	45
ОСТРОВ СЕМИ КОРАБЛЕЙ	53
ЗОЛОТОЕ ДНО	61
ПОДВОДНАЯ СОКРОВИЩНИЦА	69
НАСЛЕДНИКИ ДРЕВНИХ МОРЕЙ	78
ВОДА — ГОРЮЧЕЕ	84
ЗАВТРА НАЧИНАЕТСЯ СЕГОДНЯ	89

Борис Яковлевич Розен

СОКРОВИЩА НЕПТУНОВА ЦАРСТВА

Редактор *В. С. Захаров*

Художник *В. Пантелеев*

Худож. редактор *Т. И. Добровольнова*

Техн. редактор *Т. В. Самсонова*

Корректор *Е. С. Лясс*

А09569. Сдано в набор 1/VII. 1972 г. Подписано к печати 17/X. 1972 г. Формат бумаги 60×90¹/₁₆. Бумага типографская № 1. Бум. л. 3,0. Печ. л. 6,0. Уч.-изд. л. 5,9. Тираж 86000 экз. Издательство «Знание». Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4. Заказ 2283. Типография издательства «Коммунист», Саратов, пр. Ленина, 94. Цена 19 коп.

19 коп.

