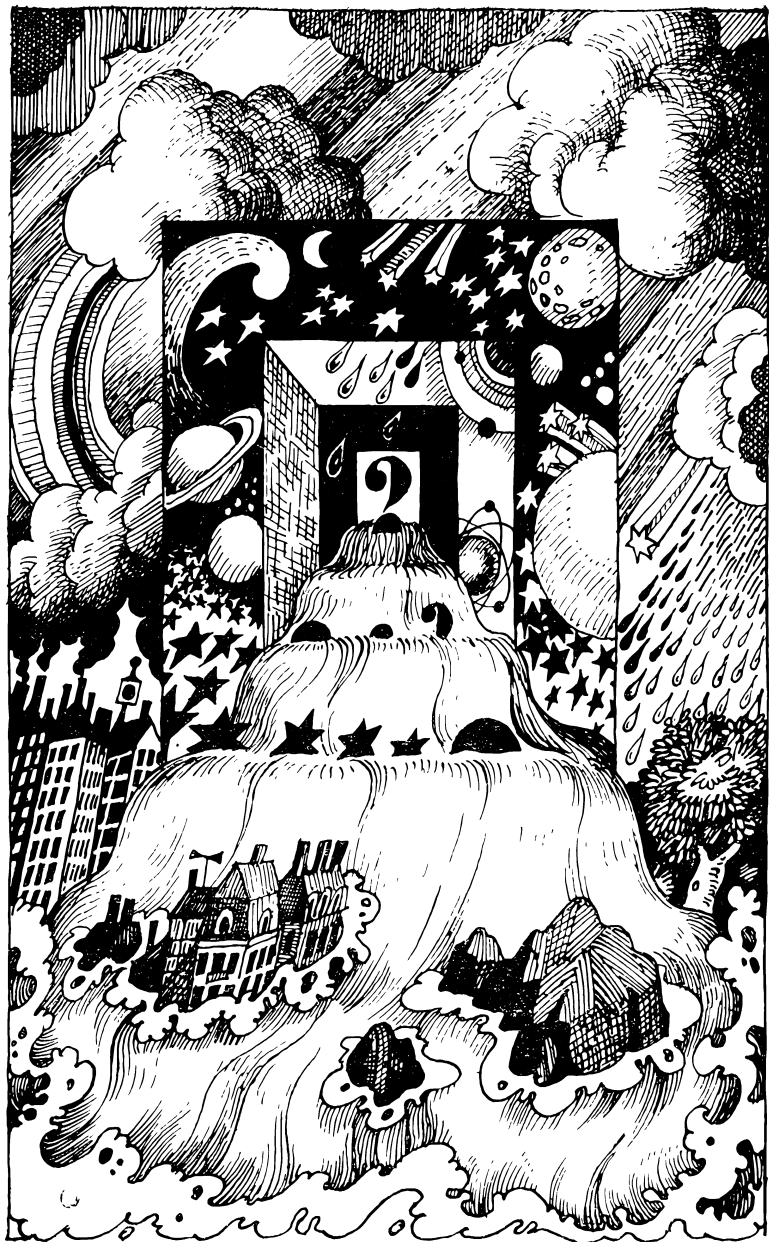


Б. З. ФРАДКИН

# БЕЛЫЕ ПЯТНА БЕЗБРЕЖНОГО ОКЕАНА







Б. З. ФРАДКИН

**БЕЛЫЕ ПЯТНА  
БЕЗБРЕЖНОГО ОКЕАНА**

МОСКВА · НЕДРА · 1976

В книге в популярной форме рассказывается о воде — одном из самых распространенных и в то же время самых необыкновенных веществ на Земле. В ней говорится о том, какую роль сыграла вода в формировании нашей планеты: в образовании океанов, материков, горных хребтов, пустынь, в возникновении жизни на Земле; как появилась сама вода на Земле.

Вода обладает множеством особенностей; часть из них объяснена наукой, другая часть продолжает оставаться загадкой. Полное раскрытие свойств воды позволит современной науке решить такие проблемы, как чистота биосферы и предупреждение «водного голода». В книге говорится также об использовании воды в будущем.

Книга рассчитана на массового читателя.

В Новороссийске разрабатывается проект монумента воде. Да, да, именно воде, которая пришла в город, многие годы страдавший от жажды.

«Известия», 1974 г., 24 марта

Необыкновенным называют все, что резко отличается от привычного, повседневного. Необыкновенное поражает наше воображение и не сразу воспринимается нашим разумом.

Вспомним, как было потрясено человечество первым полетом на воздушном шаре. Какую сенсацию вызвало открытие радио, лучей Рентгена, полупроводников, ультразвука! Мир был изумлен мужеством доктора Хавкина, испытавшего на себе вакцину смертоносной чумы, и рукоплескал Кристину Барнарду, совершившему первую пересадку человеческого сердца. Мир подавленно замер от грохота атомных разрывов в Хиросиме и Нагасаки и ликовал, приветствуя полет пионера Космоса — Юрия Гагарина.

Таких событий бесконечное множество. Каждое из них, подобно взрыву, ослепительной вспышке света, открывает новое направление в науке и технике. Но... проходит некоторое время и самое революционное свершение превращается в рядовое будничное дело.

Мы уже не удивляемся посадкам космических кораблей на Луну. Десятки людей годами живут с пересаженными сердцами. Мирный атом трудится на благо человечества. Полупроводники-транзисторы прочно вошли в наш быт. Все стало привычным, понятным, перекочевало на страницы школьных учебников.

Однако существует область знания, заглядывая в которую уже не одно поколение мыслителей восклицает: «Необыкновенно!!!»

Это — вода.

Да, да, та самая вода, которая заполняет моря, озера, реки, падает на землю дождями, ложится на нее снежными покровами. Та самая вода, без которой немислимо существование не только человека, но и всего живого.

Во все времена естествоиспытатели не обходили своим вниманием воду, пытаясь постичь ее удивительные свойства. И каждый раз... отступали, признаваясь в своем бессилии.

А вода с каждой новой эпохой приобретала все большее значение для человечества. Сначала она понесла на себе первые утлые суденышки. Потом ею научились орошать поля, создали первые примитивные водопроводы. И вот она уже привела в движение первый двигатель — водяное колесо.

По истории общения человека с водой можно было бы написать своеобразную историю возникновения древних цивилизаций, и

историю развития техники, и, наконец, историю появления основных направлений в сегодняшней науке.

Вот лишь несколько примеров.

Политическое объединение древнего Двуречья вокруг Вавилона было продиктовано необходимостью создания единой ирригационной системы. Массовое рытье каналов стимулировало замену бронзовых орудий труда железными. Резкий рост урожайности способствовал расцвету культуры Вавилона, развитию ремесел, росту военного могущества.

Увы, неразумное орошение привело к заболачиванию земель, катастрофическому снижению урожайности и... к распаду царства Вавилонского.

В середине 60-х годов XVIII века английский физик Генри Кевендиш открыл «горючий воздух», рождающий воду (водород). Тем самым он доказал, что вода — сложное вещество. Дальнейшее исследование свойств воды и ее химического состава привело другого английского физика Джона Дальтона к созданию атомной теории вещества. А в наше время эта теория обернулась атомной бомбой и атомными реакторами.

В начале XVIII века англичанин Томас Ньюкомен первым заставил трудиться водяной пар; он изобрел паровую машину. Усовершенствованная его соотечественником Джеймсом Уаттом, она открыла новую эру в истории человечества — эру промышленного капитализма. «Революционер-пар», по выражению Карла Маркса, вызвал появление самого прогрессивного класса, гробовщика угнетателей — пролетариата.

Исследование тепловых свойств водяного пара привело французского физика Никола Карно (начало XIX века) к открытию идеального цикла работы теплового двигателя. На основе этого цикла были теоретически обоснованы, а затем и выполнены в металле сначала поршневые, затем турбореактивные и, наконец, ракетные двигатели.

Таким образом, водяной пар предопределил появление железнодорожного транспорта, автомобилей, самолетов и космических кораблей.

Эти примеры можно было бы продолжить, переходя от одной отрасли знаний к другой. И по сей день вода остается источником открытий в тех науках, которые, на первый взгляд, не имеют никакого отношения к ней.

Но самое удивительное заключено все-таки в самой воде. Если в микромире человек расширяет свои познания за счет открытия новых, прежде неведомых элементарных частиц, а в космическом пространстве — за счет открытия качественно иных звезд — протон-

ных, нейтронных, черных дыр, белых карликов и пр., то в мире воды он делает это, имея перед собой все ту же привычную обыкновенную воду. На протяжении всей истории общения человека с водой она продолжает оставаться примелькавшимся веществом и в то же время с поразительной последовательностью, век за веком, год за годом раскрывает перед исследователями все новые свои свойства, одно удивительнее другого.

Мы вправе рассматривать воду как необъятную самостоятельную область познания — безбрежный океан, усыпанный белыми пятнами загадок. И едва удастся раскрыть одну загадку, как появляются две, пять, десять новых, еще более невероятных. Совершить путешествие по этому «океану» мы и приглашаем читателя.

В этой книге сделана попытка обобщить в популярной форме все известное науке о воде. Мы расскажем об ее наиболее уникальных свойствах, одни из которых раскрыты достаточно полно, а другие продолжают оставаться волнующими тайнами, предметом смелых, оригинальных, но зачастую противоречивых гипотез.

Поскольку каждая гипотеза есть не более как логически обоснованное предположение, автор берет на себя смелость высказать и собственные прогнозы относительно роли воды в безостановочном процессе преобразования нашей планеты, в эволюции всего живого на ней, в том числе и Человека.

Автор искренне благодарит д-ра географических наук профессора А. С. Шкляева, д-ра химических наук профессора В. В. Вольхина и кандидата географических наук доцента Г. Г. Жидкову за ценные замечания.



Мудрецы древности  
и вода



## Самое замечательное!

Семь мудрецов знала древняя Греция на заре своего становления. И самым прославленным из них был Фалес из Милета. Первым из мудрецов древности сделал он попытку постичь первооснову всего сущего.

— Самое замечательное — вода! — воскликнул Фалес. — Только ее можно встретить одновременно в трех состояниях: твердом, жидком и газообразном. Вода — вот первооснова всего сущего. Из воды вещи зарождаются в самом начале и в нее превращаются при окончательном уничтожении, причем первооснова остается неизменной, а меняются только ее состояния.

Фалес Милетский был недалеко от истины, став два с половиной тысячелетия назад, по словам Энгельса, одним из первых представителей «стихийного материализма».

В воде возникла жизнь.

Мировой океан — колыбель жизни. Без воды немислимо существование органического вещества. Наша кровь — на 90% вода. Наши мускулы на 75% состоят из воды. Даже самое «сухое» в нас — кости и те содержат 28% воды. В целом наше тело состоит на 71% из воды.

Ежегодно мы пропускаем через себя количество воды, равное более чем пятикратному весу нашего тела, а в течение жизни каждый из нас поглощает около 25 тонн воды.

Лишить человека воды — значит лишить жизни.

Значение воды для человека особенно понятным становится тогда, когда он ее лишается. Без пищи человек может существовать 40 дней, а без воды умирает на восьмые сутки. При потере живым организмом 10% воды наступает самоотравление, а при потере 21% — смерть.

Без воздуха жизнь возможна. Есть бактерии, обходящиеся без кислорода (так называемые анаэробы). Но без воды пока неизвестна никакая форма жизни.

Лишить природу воды — значит обратить ее в мертвый холодный камень.

## Эврика! Эврика!

Не знаящие поражения легионы римского полководца Марцелла осадили сицилийский город Сиракузы. Начался штурм крепостных стен.

И тогда произошло непредвиденное. Хитроумные рычажные машины начали сбрасывать со стен толпы атакующих римлян, швырять в них огромные камни, метать тучи копий.

С моря к стенам Сиракуз подошел римский флот. Но и здесь машины своими «журавлиными клювами» цепляли за нос галеры и, приподняв, бросали обратно в воду, превращая в обломки.

— Придется прекратить войну против этого проклятого геометра, — невесело пошутил Марцелл.

Не отвага защитников Сиракуз обратила в бегство прославленные римские легионы, а мудрость Архимеда. Далеко за пределы древней Сицилии разнеслась молва о необыкновенных выдумках первого в мире инженера. Казалось, нет такой задачи, которая была бы не под силу его могучему уму.

Но однажды Архимеду довелось изведать горечь бессилия.

В честь победы над римлянами царь Сиракуз повелел отлить корону из чистого золота. Однако, когда корона была готова, в душу тирана закрались сомнения: не утаили ли мастера часть золота, подменив его более дешевым серебром?

Уличить мастеров в обмане поручили мудрейшему из мудрых — Архимеду. Но как заглянуть в тайну сплава, который внешне ничем не отличается от чистого золота? Все решенные до того и составившие славу Архимеда задачи показались теперь детской забавой в сравнении с этой, к которой он даже не знал, как подступиться.

Кто знает, какой силы достигло отчаяние мудреца? Все его размышления были тщетными, от них лишь росло чувство собственной беспомощности.

И, быть может, именно в тот день, когда Архимед собрался сложить оружие, пришло озарение. Влезая в наполненную до краев ванну, он вдруг увидел то, на что сотни, а может быть, и тысячи раз смотрели его глаза. Смотрели, да не видели. По мере того как тело Архимеда погружалось в воду, она переливалась через края ванны.

Острая, яркая, как молния, сокрушающая своей простотой мысль едва не лишила его сознания: ведь объем воды, выливающейся из ванны, в точности равен объему его тела! Если массу тела поделить на объем, получится число, свойственное только этому телу. Только этому и никакому более!

В наши дни это число называется плотностью, или объемной массой.

Неистовая радость, радость открытия, заставила великого старца выскочить из ванны и с криком «Эврика! Эврика!» помчаться по улицам Сиракуз.

В тот же день Архимед приказал изготовить слиток чистого золота с массой, равной массе короны. Поочередно погружая корону и слиток в воду, он определил их объемы. Затем, поделив мас-

сы на объемы, нашел их плотность, сравнил и... уличил обманщиков!

Так вода помогла Архимеду решить задачу века и стала первым средством познания внутренней структуры вещества.

Несколько позже, продолжая опыты в ванне, Архимед сформулировал свой знаменитый закон о плавании тел и тем положил начало науке гидравлике.

## Самое непостижимое...

Мрачные времена средневековья...

Надломленный пытками в застенках святой инквизиции старец Галилео Галилей вынужден был отречься от учения Коперника. Однако, как повествует молва, выйдя из судилища и оглянувшись на святых отцов, Галилей воскликнул:

— А все-таки она вертится!

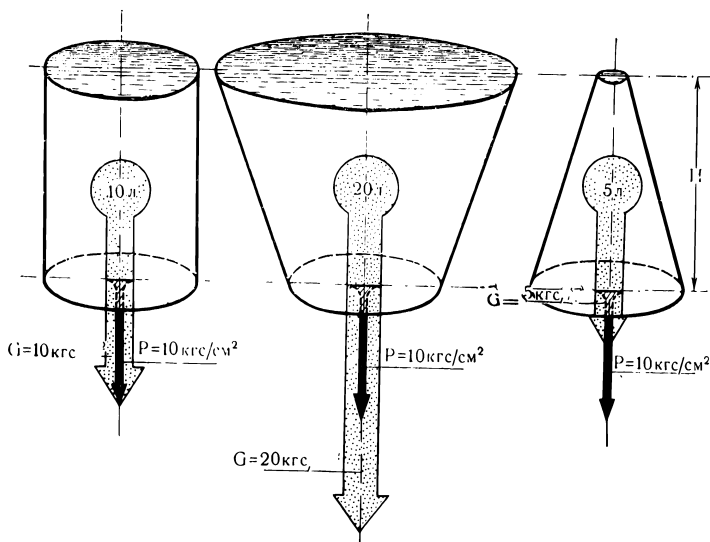


Рис. 1. Гидростатический парадокс, открытый Галилео Галилеем.

В первый бак налито 10 литров воды (10 кгс), во второй — 20 литров (20 кгс), а в третий — 5 литров (5 кгс). Но сила давления на дно (черная стрелка) во всех баках одна и та же при условии, что площадь дна одинакова и глубина  $H$  общая

Дорого обошлись ему эти слова. Галилео был изгнан из родной Флоренции и дни свои закончил на чужбине.

Но еще более мужественным оказался Галилей в науке. Он первым отважился опираться не на авторитет великих предшест-

веяников, а на опыт, на силу логики. Полет его мысли, казалось, не знал предела. Это Галилей открыл закон инерции. Он—основоположник законов колебаний маятника и законов падения тел. Галилей изобрел телескоп и первым заглянул в глубины Вселенной, открыл горы на Луне, пятна на Солнце, фазы Венеры и спутников Юпитера.

Но вот его внимание привлекла вода.

Рассуждая над неподвижным сосудом с водой, Галилей пришел к поразившему его выводу: сила давления на дно сосуда могла превышать массу налитой в сосуд воды (рис. 1). Ошибки в рассуждениях быть не могло, ибо эти рассуждения опирались на законы логики и, конечно же, на эксперимент. Однако судите сами: в сосуде находится 5 литров воды (их масса 5 кг), а на дно давит сила в 10 кгс/см<sup>2</sup>. Откуда же взялись дополнительные 5 килограммов?

Этого объяснить Галилей не смог.

Тогда он начал изучать поведение движущейся воды. И тут его подкараулила еще более сокрушительная неудача: законы логики никак не хотели ладить с законами течения обыкновенной воды. С горечью Галилей признался своим единомышленникам:

— Легче установить закономерность движения бесконечно удаленных светил, нежели закономерность движения ручья, текущего у ног наших.

Не дрогнувший перед инквизицией, талантливый мыслитель и экспериментатор отступил перед неразрешимыми загадками заурядного вещества — воды. Вода оказалась для Галилея самой непостижимой.

## Сгинь! Сгинь!

Ему всю жизнь не везло.

В детстве необъяснимый недуг едва не отнял у него жизнь. Судьба пощадила его, но ненадолго. В юности внезапный паралич сделал его калекой—ноги отказывались служить, он с трудом передвигался на колесах.

Но тем неизмеримее его подвиг в науке. Преодолевая физические страдания, он трудился с упорством, с упоением, свойственными лишь подлинному искателю.

В 16 лет Блез Паскаль стал не менее известным математиком, чем такие его современники, как Ферми и Декарт. В 18 лет он изобрел счетную машину — предшественницу современного арифмометра.

И наконец, вторгся в ту область, в которой потерпел неудачу великий Галилей. Он начал с несоответствия между массой налитой в сосуд воды и силой, с которой эта масса давит на дно. Желая получить наглядное доказательство «гидростатического парадокса», он выполняет свой исторический опыт, получивший название «бочки Паскаля».

По указаниям Паскаля, крепкую дубовую бочку до краев наполнили водой и наглухо закрыли крышкой. В небольшое отверстие в крышке заделали конец вертикальной стеклянной трубки такой длины, что ее верхний конец оказался на уровне второго этажа.

Выйдя на балкон, Паскаль принялся наполнять трубку водой, выливая в нее стакан за стаканом (рис. 2). Не успел он вылить и десяти стаканов, как вдруг, к изумлению столпившихся вокруг зевак, бочка с треском лопнула. Ее разорвала непонятная сила.

Паскаль убеждается: да, сила, разорвавшая бочку, вовсе не зависит от массы воды в трубке. Все дело в высоте трубки, только в высоте, которая определяет величину давления на единицу площади поверхности воды в бочке.

Далее, рассуждает Паскаль, проявляется удивительное свойство воды — передавать давление, приложенное к ее поверхности, по всей массе, каждой точке стенки или дна сосуда, с которыми вода соприкасается.

Так он приходит к открытию закона, получившего его имя, имя Блеза Паскаля: «Давление, приложенное к поверхности жидкости, передается каждой точке этой жидкости без изменения своей первоначальной величины».

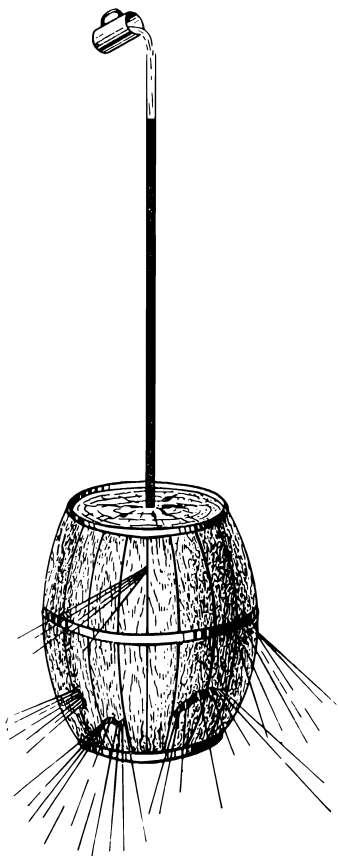


Рис. 2. Исторический опыт Блеза Паскаля с бочкой.

Если принять высоту воды в трубке 4 метра (балкон второго этажа), диаметр бочки 0,8 метра и высоту бочки 0,8 метра, то как бы ни было мало количество воды в трубке, разрывающая бочку сила составит... 2816 килограммов!

Произведение этого давления на площадь дна и на площадь диаметрального сечения бочки и дало ту силу, которая сокрушила прочные дубовые доски.

Уже опираясь на открытый им закон, Паскаль делает вывод: «Если полный сосуд воды, закрытый со всех сторон, имеет два отверстия, одно из которых в 100 раз больше другого, то, помещая в каждое отверстие поршень, соответствующий этому отверстию, человек, нажимающий на малый поршень, будет создавать усилие, равное усилию 100 человек, нажимающих на поршень, по площади в 100 раз больший».

Таким образом, Блез Паскаль обосновал возможность получения сколь угодно больших усилий из сколь угодно малых с помощью жидкости.

Трудно переоценить значение этого открытия, особенно в наши дни. Использование закона Паскаля привело к созданию прессов с силой давления в десятки тысяч тонн. На основе закона Паскаля работают сложнейшие гидравлические устройства, управляющие воздушными реактивными лайнерами, орудийными башнями, металлорежущими станками, ракетами. Именно с воды началась та отрасль техники, которая ведает созданием мощнейших и чувствительнейших мускулов машин.

А что же Паскаль? Предвидел ли он, к чему приведет открытый им закон? Испытывал ли радость творца, постигшего одну из величайших тайн природы?

Паскаль неожиданно прекратил исследования и отказался от всего, что еще вчера составляло смысл его существования. Он отрекся от науки, предпочтя ей религию.

Если великого Галилея даже самые жестокие пытки в застенках инквизиции не заставили изменить науке, то Паскаль сделал это сам, без всякого принуждения. Обществу друзей ученых он стал предпочитать общество мракобесов-церковников. Молитвы и чтение священного писания стали его единственным занятием. Дни свои Паскаль закончил облаченным во власяницу. И он умер в 39 лет.

Но почему он отрекся? Не испугался ли он своего открытия, как это случилось с Роджером Бэконом, изобретателем пороха? Или его привела в отчаяние непознаваемость свойств воды, его бессилие понять источники сил, с которыми сила порохового взрыва не идет ни в какое сравнение?

Трагедия Блеза Паскаля легла темным пятном на яркую историю науки.

Вода на планете Земля  
или попытки установить  
родословную  $H_2O$ ,  
а также ее основные  
глобальные обязанности





## Много ли на Земле воды?

На  $\frac{3}{4}$  поверхность нашей планеты покрыта океаном. Объем воды, находящейся в океанах, составляет 1360 миллионов кубических километров.

В ледниках (включая и ледники Антарктиды) заморожено около 29 миллионов кубических километров воды. Если бы все льды на Земле растаяли, уровень океана повысился бы на 64 метра и немало суши оказалось бы погруженной в морские пучины.

Если учесть еще воду в озерах и реках, то общий запас ее на поверхности планеты составит 1469 миллионов кубических километров.

Однако самым вместительным хранилищем воды являются недра Земли. В коре Земли воды столько же, сколько в Мировом океане (1,3 миллиарда кубических километров), а в мантии в 10—12 раз больше (примерно 13—15 миллиардов кубических километров). Правда, основная масса этой глубинной воды физически и химически связана с веществом планеты, но под влиянием пока неизвестных науке причин идет непрерывный процесс разрушения этих связей. Освобожденная вода становится неиссякаемым резервом наземных и подземных океанов.

## Как появилась на Земле вода?

На этот счет имеется несколько гипотез.

**Первая гипотеза.** Исходит из «горячего» происхождения Земли. Считается, что некогда Земля была расплавленным огненным шаром, который, излучая тепло в пространство, постепенно остывал. Появилась первородная кора, возникли химические соединения элементов и среди них соединение водорода с кислородом, или, проще говоря, вода.

Пространство вокруг Земли все более заполнялось газами, которые непрерывно извергались из трещин остывающей коры. По мере охлаждения пары образовали облачный покров, плотно окутавший нашу планету. Когда же температура в газовой оболочке упала настолько, что влага, содержащаяся в облаках, превратилась в воду, пролились первые дожди. Тысячелетие за тысячелетием низвергались дожди. Они-то и стали тем источником воды, которая постепенно заполнила океанические впадины и образовала Мировой океан.

**Вторая гипотеза.** Исходит из «холодного» происхождения Земли с ее последующим разогревом. Разогрев стал причиной вулканической деятельности. Извергаемая вулканами лава выносила на

поверхность планеты пары воды. Часть паров, конденсируясь, заполняла океанические впадины, а часть образовала атмосферу.

Как теперь подтверждено, главной ареной вулканической деятельности на первых стадиях эволюции Земли действительно являлось дно современных океанов.

Согласно этой гипотезе, вода содержалась уже в той первичной материи, из которой сложилась наша Земля. Подтверждением такой возможности является наличие воды в падающих на Землю метеоритах. В «небесных камнях» ее до 0,5%. На первый взгляд мизерное количество.

Теперь прикинем: Земля весит  $6 \cdot 10^{21}$  тонн. Если она образовалась из подобных метеоритов, то в ней сейчас должно находиться ни много, ни мало  $30 \cdot 10^{18}$  тонн воды! Тогда названное прежде количество воды на Земле ( $13\text{—}15 \cdot 10^9$  тонн) по крайней мере в 200 раз меньше истинного. Получается, что наша старушка Земля от самого центра до поверхности, как губка, пропитана водой.

Третья гипотеза. Также исходит из «холодного» происхождения Земли с последующим ее разогревом.

На какой-то стадии разогрева в мантии Земли на глубине 50—70 км из ионов водорода и кислорода начал возникать водяной пар. Однако высокая температура мантии не позволяла ему вступать в химические соединения с веществом мантии.

Под действием гигантского давления пар выжимался в верхние слои мантии, а затем и в кору Земли. В коре более низкие температуры стимулировали химические реакции между минералами и водой. Результатом «химической» деятельности воды явилось разрыхление пород, образование трещин, пустот. Трещины и пустоты немедленно заполнялись свободной водой.

Под действием давления воды трещины раздавались, превращались в разломы, и вода через них устремлялась на поверхность.

Так возникли первичные океаны.

Однако деятельность воды в коре Земли этим не исчерпывалась. Горячая вода довольно легко растворяла в себе кислоты и щелочи. Эта «адская смесь» разъедала вся и все вокруг, превращаясь в своеобразный рассол, который и придавал морской воде присущую ей соленость.

Тысячелетия сменяли друг друга. Рассол неумолимо виришь и вглубь расплзался под гранитными основаниями континентов. Проникнуть же в собственно гранит ему дано не было. Пористая структура гранита, подобно тонкому фильтру, задерживала взвеси. «Фильтр» засорялся, а засорившись, начинал играть роль экрана, преграждавшего путь воде.

Если все это имело место, то под материками на глубине 12—20 км расстилаются океаны сжатой и насыщенной растворенными солями и металлами воды. Вполне возможно, что такие же океаны раскинулись и под многокилометровой толщей базальтового дна наземных океанов.

В пользу приведенной гипотезы свидетельствует резкое возрастание скорости сейсмических волн на глубине 12—20 км, т. е. как раз там, где должна находиться граница предполагаемого раздела между гранитом и поверхностью рассола, граница резкого изменения физико-химических свойств вещества.

Приведенную гипотезу подтверждает и так называемый дрейф материков. Гранитные громады материков перемещаются. Они «плывут», хотя скорость их движения составляет всего несколько сантиметров в столетие. Отчего бы не предположить, что океаны рассолов выполняют роль своеобразной пленки под «днищами» материков, подобно пленке масла в подшипнике между цапфой и валом?

Если рассолы существуют, то в будущем человечество наверняка использует их как богатейшую жидкую руду, в которой растворены ценнейшие элементы и их соединения.

**Четвертая гипотеза.** Предполагает космическое происхождение воды. Дело в том, что на Землю из космоса непрерывно низвергается ливень электрически заряженных частиц. И среди этих частиц изрядную долю составляют протоны — ядра атомов водорода.

Пронизывая верхние слои атмосферы, протоны захватывают электроны и превращаются в атомы водорода, которые тут же вступают в реакцию соединения с кислородом атмосферы. Образуются молекулы воды.

Расчет показал, что космический источник способен дать почти 1,5 тонны воды в год, и эта вода в виде осадков достигает земной поверхности.

Полторы тонны в год... По глобальным меркам — ничтожное количество. Но следует иметь в виду, что образование космической воды началось одновременно с возникновением планеты, т. е. 5—7 миллиардов лет назад. Да и во все ли эпохи Земля получала из космоса только полторы тонны в год? Не случалось ли в доисторические времена подлинных потопов от космических водяных дождей? Не заливала ли тогда вода нашу планету до самых вершин первозданных горных хребтов, а уж позднее частично ушла в недра Земли, и на поверхности остались лишь знакомые нам океаны?

У этой гипотезы противников значительно больше, чем сторонников. Но ведь и предыдущие гипотезы пока только... гипотезы,

Пятая гипотеза. Нам кажется наиболее интересной. Она опирается на очень спорные, но смелые и оригинальные идеи.

Взгляните на географическую карту полушарий. Нельзя не заметить странного подобия береговых линий Американских континентов с береговыми линиями Африканского и Евро-Азиатского континентов. Таким подобием обладают края разорванного листа бумаги.

Как установлено геологией, примерно 250 миллионов лет назад на Земле был единый континент. Затем, неизвестно по каким причинам, он треснул и части его начали расползаться, «уплывать» друг от друга. Доказательствами существовавшего некогда единства материков является не только подобие береговых линий, но также сходство флоры и фауны, сходство геологических структур побережий.

Короче говоря, мало кто сомневается в единстве континентов Земли в прошлом. Недоумения вызывает другое: как могут, подобно гигантским айсбергам, «уплывать» друг от друга глыбы материков, если их корни уходят вглубь на десятки километров? И что приводит их в движение?

Исследования последних лет подтвердили: да, материки «плывут», расстояние между ними непрерывно увеличивается.

Передвижение материков блестяще объясняет гипотеза расширяющейся Земли. Гипотеза утверждает: первоначально Земля имела радиус вдвое меньший, чем сейчас. Материки, слитые тогда воедино, опоясывали планету. Океанов не существовало.

И вот на границе протерозоя и мезозоя (250—300 миллионов лет назад) Земля начала расширяться. Единый материк дал трещины, которые, наполнившись водой, превратились в океаны. И с того дня по наше время радиус Земли увеличился вдвое!

Изобретение атомных часов позволило с абсолютной точностью определить долготу и широту земных объектов по звездному небу. Измерения показали, что наша планета... продолжает расширяться! Расширяется, например, Европа. Москва и Ленинград «плывут» на восток со скоростью 10 сантиметров в год. А Гамбург, расположенный в центре Европы, остается на месте.

Скорость расширения европейского континента огромна. Ведь за каких-нибудь 20 миллионов лет (ничтожнейший срок для геологической эпохи) в результате такого перемещения может образоваться чаша будущего океана шириной в 4000 километров!

Одного не могут до сих пор объяснить сторонники гипотезы расширяющейся Земли: почему она расширяется? Какие силы двигают оболочку планеты?

И вот как теперь это объясняют.

Напомним прежде всего (и мы к этому еще вернемся), что

Вселенная по числу атомов на 98% состоит из водорода, т. е. из элемента, рождающего воду. На 98% из водорода состоит и наша Земля. Он пришел к нам вместе с теми частицами холодной космической пыли, из которой образовались все планеты Солнечной системы.

А среди этих частиц находились и металлы.

И вот тут-то мы сталкиваемся с интереснейшим явлением. Оказывается, металлы способны поглощать огромное количество водорода — десятки, сотни и даже тысячи объемов на один свой объем. Далее: чем больше водорода поглощает (или присоединяет) металл, тем плотнее он становится, т. е. тем более уменьшается в объеме. Да, мы не оговорились—уменьшается. Так, щелочные металлы, присоединяя водород, уменьшаются в объеме в 1,5 раза уже при атмосферном давлении. Что же касается других металлов (например, железа и никеля, которыми, по мнению некоторых ученых, сложено ядро Земли), то при нормальном давлении 1 кгс/см<sup>2</sup> уменьшение объема у них проявляется весьма незначительно.

Однако по мере уплотнения пылевого облака происходило его гравитационное сжатие и, быть может, наличие сверхдавлений вызвало у железа и никеля тот же эффект уменьшения в объеме, который мы наблюдаем у щелочных металлов.

Сжатие пылевого облака сопровождалось разогревом вещества. А так как наибольшее сжатие испытывали центральные области образовавшейся планеты, то там сильнее всего и росла температура.

И вот на какой-то стадии разогрева, когда температура в ядре Земли достигла определенного критического значения (а может быть при вмешательстве и других неизвестных нам факторов, начался обратный процесс — выделение водорода из металлов.

Распад металловодородистых соединений, т. е. восстановление металлических структур, вызвал резкое увеличение объема вещества ядра Земли. Расширение металлического ядра проявилось с такой силой, что мантия и кора планеты, не выдержав, дали трещины.

Таким образом, дегазация водорода сопровождалась расширением Земли. Между тем водород, пронизывая огромную толщу планеты, захватывал по пути атомы кислорода и на поверхность ее вырывались уже пары воды. Конденсируясь, вода заполняла разломы в коре. Постепенно образовались океаны.

Итак, пять гипотез происхождения земной воды. Со временем выяснится, в какой из них истина. Возможно, окажутся верными все пять..., в какой-то степени каждая. Пока же вопрос «Откуда взялась вода на Земле?» остается открытым.

## Вода — зодчий планеты

Принято, что земная кора образовалась 4,5 миллиарда лет назад. И если вода образовалась вместе с корой, то все эти 4,5 миллиарда лет на земную поверхность падали дожди.

Маленькая, безобидная на вид дождевая капля... Как любим мы подставлять ей свои ладони! Нет, теперь-то мы знаем, насколько обманчива эта безобидность. Не случайно же говорят, что вода по капле камень долбит. Падая с большой высоты, капли воды с течением времени способны обратить в песок самую крепкую горную породу. Тем более, если они будут падать одна за другой в течение 4,5 миллиардов лет!

При падении капли воды на поверхность камня проявляются два уникальных свойства воды: самое высокое среди всех известных жидкостей поверхностное натяжение (т. е. прочность оболочки, в которую одета капля, «бронированная» способность капли) и универсальная способность растворять существующие на Земле вещества (не исключая и благородных металлов, вспомним, сколько золота растворено в морской воде!).

День и ночь дожди непрестанно долбили, разрушали, обращали в песок, а потоки воды столь же неумолимо смывали в океан горные хребты, плоскогорья, целые материки. Вода стремилась выровнять, сгладить земную поверхность. И если бы эта цель в конце-концов была достигнута, то ныне Земля являла бы печальное зрелище: идеально гладкий шар, покрытый сплошным океаном глубиной 3—5 километров.

На наше счастье, воде столь же упрямо противостоит деятельность тектонических сил, которые снова и снова вспучивают земную кору, поднимают над морскими водами новые материки.

Правда, природа самих тектонических сил остается волнующей загадкой. Отчего бы нам не предположить, что тектонические силы есть порождение деятельности... глубинных вод? С этим предположением отлично согласуется гипотеза расширяющейся Земли. Вода, возникшая благодаря дегазации водорода, находится в подкоровом веществе в предельно сжатом состоянии, она подобна до отказа закрученной пружине. И пружина эта пытается то тут, то там разорвать сдерживающий ее панцирь.

Не странно ли: вода порождает материки и она же их уничтожает. Какая необъяснимая, противоречивая деятельность! А в итоге наша планета непрерывно меняет свой лик. Проходят миллионы лет, и там, где был материк, уже плещутся воды океана. Но зато там, где расстилась водная гладь океана, подымается новая суша. Так, быть может, исчезнут со временем Европа, Азия, Африка,

обе Америки. Для человечества далекого будущего наименования и очертания сегодняшних континентов, превратятся в историю.

Вода — могучий и неутомимый зодчий планеты.

## Вода — истопник планеты

Ни одно вещество на Земле не обладает способностью поглощать тепло так жадно и в таком количестве, как вода. Чтобы превратить 1 грамм воды в пар, необходимо затратить 537 калорий тепла. Конденсируясь, пар возвращает эти 537 калорий в окружающую среду.

Обогреваемая лучами солнца, каждая капля воды на Земле превращается в своеобразный аккумулятор тепла. Представьте теперь, каким гигантским аккумулятором тепла является весь Мировой океан! Аккумуляторами тепла являются каждое озеро, река, пруд, водохранилище.

Подсчитано, что с поверхности океанов и с поверхности суши испаряется за год 520 000 кубических километров воды. В виде пара она улетучивается в атмосферу, чтобы превратиться затем в 520 000 кубических километров дождя, снега, льда.

Циклоны и антициклоны способствуют переносу водяных паров, а вместе с ними и накопленного тепла, из экваториальных горячих областей земного шара в области более холодные, с умеренным и полярным климатом.

Если еще добавить перенос тепла морскими течениями, мы получим полную картину выполнения водой одной из важнейших глобальных «обязанностей» — «истопника» планеты.

Не обладай вода только ей свойственной способностью поглощать и отдавать тепло в столь значительных количествах, климат Земли оказался бы непригодным для существования человека. В высоких широтах тогда царил бы нестерпимый марсианский холод, а в низких, наоборот, солнце испепелило бы все живое.

Таким образом, Мировой океан (вода!) не только колыбель жизни, но и ее заботливая няня. Благодаря океану атмосфера превратилась в надежное теплое одеяло, укрывающее тело планеты и защищающее его от космического холода.

Воде мы обязаны тем, что есть, и тем, чего достигли.

Однако нельзя забывать и о другом океане, о подземном.

Если наземный, Мировой океан аккумулирует тепло, поступающее на Землю извне, от Солнца, то подземный, скрытый океан обладает возможностью снабжать нас теплом из внутренних источников планеты.

Горячая вода выплескивается на поверхность во многих странах. Геотермальные воды использовали еще древние римляне в своих знаменитых банях. Ныне водой и паром горячих источников отапливается самая северная столица — Рейкьявик. С помощью тепла, доставляемого водой из земных недр, приводятся во вращение турбины ТЭЦ. В Италии еще в 1952 году 6% всей добываемой в стране электроэнергии получали за счет горячих источников. А в Новой Зеландии на том же «топливе» работают электростанции с годовой выработкой 1 миллиард киловатт-часов.

Как утверждают американские специалисты, мощность геотермальных электростанций США к 2000 году возрастет до 390 миллионов киловатт. Это больше, чем нынешняя суммарная мощность всех электростанций страны, — 350 миллионов киловатт.

Горячими источниками природа щедро одарила и нашу страну. Особенно много их в районах вулканической деятельности — на Камчатке и Курильских островах. Здесь близ Петропавловска-Камчатского создан первый в Советском Союзе геотермальный тепло-парничковый комбинат. Овощи в нем зреют независимо от времени года.

Но если на Камчатке и Курилах горячая вода приходит к людям естественным путем, так сказать, «самотеком», то на Кавказе ее получают из буровых скважин. Столица Дагестана город Махачкала частично теплофицирован именно такой подземной водой.

А сегодня гидрогеологи установили, что добывать подземную горячую воду можно не только в районах действующих или временно притихших вулканов. Ее оказалось полным-полно в недрах Западной Сибири в районах... многолетней мерзлоты!

Под нашими ногами океан тепла. Прикрытый гранитной оболочкой, этот океан лишен возможности согревать воздушное одеяло Земли. То, что сегодня выплескивается в виде гейзеров или из буровых скважин, — жалкие крохи от истинных резервов подземного тепла. Но придет время и подземное тепло в глобальных масштабах будет добываться Человеком. Буровые скважины прорежут Землю на глубину 20, 50 километров и более. По тысячам и тысячам трубопроводов на поверхность хлынут настоящие реки горячей воды и пара. С помощью подземного тепла человечество не только обогреет себя. Оно будет в состоянии растопить льды Заполярья. Быть может, именно использование подземного тепла делает Человека хозяином климата и погоды. Мы уже не говорим о том, какая революция произойдет в теплоснабжении промышленности. Не вытеснит ли подземное тепло все прочие источники вплоть до атомных?



## Вода — фильтр атмосферы

Еще не раз мы упомянем об удивительной и универсальной способности воды растворять все (!) вещества, существующие на Земле. Правда, в разных количествах и за различное время. Для растворения одних достаточно долей секунды, для других могут потребоваться столетия.

Теперь вообразите, сколько тысяч и тысяч вулканов в течение всех геологических эпох выбрасывали в атмосферу Земли ядовитые газы и пыль. Если бы все это оставалось в воздухе, ни один бы луч солнца не смог сегодня проникнуть сквозь плотную, черную мглу, окутавшую планету. Ни один бы микроб не выжил в ее ядовитой среде. А что уж говорить о животном или растительном мире...

Однако, опять-таки на наше счастье, сколько лет действуют вулканы, столько же лет низвергаются на землю дожди. Пронизывающая воздушную оболочку планеты, капли воды захватывают пыль и растворяют в себе ядовитые газы.

Каким свежим бывает воздух после дождя!

Ныне деятельность вулканов дополняется не менее бурной «деятельностью» заводских труб и выхлопных труб автомобилей. Катастрофически растет загрязнение воздуха уже при участии человека. И дождям все труднее справляться со своими фильтрующими «обязанностями».

Вполне естественно может возникнуть вопрос: если вода растворяет все газы, находящиеся в атмосфере Земли, так почему же она не растворит в себе саму атмосферу, сквозь которую падает дождем и которая сама является смесью газов?

Дело в том, что воздух, окружающий Землю, тоже растворяется в воде, но только он непрерывно восполняется растительным покровом планеты. К тому же количество растворяющегося в воде газа определяется степенью насыщения, т. е. не может быть сколько угодно велико.

Конечно, напрашивается возражение: дожди пронизывают атмосферу Земли не тысячи и не миллионы, а миллиарды лет. Происходит непрерывный круговорот воды в природе. Частный случай его — превращение воды в пар, а пара обратно в дождевую воду. Поэтому даже при самой низкой степени насыщения у воды имелись время и возможность растворить в себе всю газовую оболочку планеты.

Этого, однако, не могло произойти. И не только благодаря восстановительной деятельности растительного мира. Безвозмездное поглощение воздуха привело бы к непрерывному снижению атмос-

ферного давления, что в свою очередь вызвало бы более интенсивное испарение воды. Испаряясь, вода должна освободить растворенные в себе газы.

Вот вам и еще одна глобальная «обязанность» воды — своеобразное реле давления атмосферы. Давление окружающего нас воздуха с очень незначительными колебаниями имеет постоянную величину, равную 1 кгс/см<sup>2</sup>, или 760 мм ртутного столба.

Непонятным остается другое обстоятельство: почему при испарении воды не возвращаются в атмосферу все растворенные ею газы, а только азот и кислород? Каким образом удастся воде удерживать такой активный элемент, как кислород, от реакций с другими растворенными в ней веществами?

Вода и гомо сапиенс  
или повесть о том,  
как в погоне  
за благами земными  
Человек рискует остаться  
у разбитого корыта,  
и о том, как следует  
предотвратить катастрофу



## Оказывается она дефицитна...

В последнее время все чаще и с тревогой говорят о недостатке воды.

Дефицит воды на самой водной планете Солнечной системы! Не парадокс ли?

Оказывается, не парадокс. Только речь идет не о воде вообще, а о той, без которой человек и часа обойтись не в состоянии, — о пресной воде. Вот ее-то на Земле не так уж много: всего 0,06% от всех доступных нам водных ресурсов, что составляет примерно 826 000 кубических километров.

Беда заключается прежде всего в том, что природа крайне неравномерно распределила пресную воду по земной поверхности. Существуют районы, где количество осадков превышает количество испаряющейся воды. Это северные области СССР, США, Канады, большинство областей тропической зоны Южной Америки и Африки.

В то же время на Земле немало пустынь и полупустынь, где годами не бывает дождей. Например, в местах строительства Асуанской плотины дожди не выпадают десятилетиями. Такие зоны составляют 60% всей суши, они захватывают многие страны — СССР, США, Бразилию, Чили, Алжир, Иран...

Все убыстряющийся рост народонаселения, бурное развитие промышленности, увеличение площадей орошаемых сельскохозяйственных земель вызывают стремительно растущий спрос на пресную воду.

И вот ее уже катастрофически не хватает.

В США «районами национального бедствия» объявлены Калифорния, Техас, Пенсильвания, Колорадо и другие штаты. Нуждаются в пресной воде и многие районы Советского Союза. От недостатка пресной воды эпизодически страдают крупнейшие города мира: Нью-Йорк, Токио, Париж и другие.

Мир вступил в полосу «водного голода».

## Вода и грязь ... грязь и вода ...

Пресной воды было бы вполне достаточно (по крайней мере пока), если бы не засоряли колодец, из которого только что напились, забыв, что жажда заставит возвратиться к нему же.

Сточные воды канализационных систем и отходы промышленных предприятий сбрасываются в те же реки и озера, из которых города и заводы снова берут воду для своих нужд.

Загрязнение рек, озер, морей, а уже и океанов, грозной опасностью нависло над человечеством.

Только в одно озеро Эри каждый день река Детройт приносит 20 миллионов фунтов отходов из 12 городов США и Канады. Миллионы рыб гибнут в жиже из мазута, грязи, отходов и сточных вод. Вся эта масса выплескивается на берег, закрываются общественные пляжи.

Озеро Эри мертво... Умирают и другие Великие озера США. Районы, для которых эти озера являются источниками пресной воды, стоят на грани катастрофы.

В водопроводную сеть Нью-Йорка поступает вода, почти дважды побывавшая в употреблении (река Гудзон не успевает вынести сбросы в море и они вновь захватываются насосами водопроводной станции). Естественно, такая вода непригодна не только для питья, но и для умывания. Питьевую воду нью-йоркцы покупают в продовольственных магазинах, она продается в бутылках: водопроводная, специальной очистки и высококачественная родниковая.

Подобное положение не только в Нью-Йорке, но и во многих других городах США. Рынок сбыта чистой воды стремительно разрастается, превращается в источник бизнеса. Производством чистой воды заинтересовались крупные компании, между ними вспыхнула острейшая конкурентная борьба.

Швейцария...

Страна горного воздуха и кристально чистых озер.

В 1963 году на горном курорте Церматт разразилась эпидемия тифоидной лихорадки. Заболело 310 человек, двое из них умерло. Все отели в Церматте были закрыты.

Источник инфекции был найден — питьевая вода из «кристально чистых озер». Увы, озера оказались зараженными сточными водами.

В 1965—1966 годах зараженность Люцернского озера достигла критического уровня. В 1971 году швейцарская полиция запретила купание в озере Лугано и в знаменитых Женевском и Цюрихском озерах.

Великолепное Женевское озеро умирает. Рыбы в нем уже почти нет. По поводу воды Женевского озера микробиологи невесело шутят: «Слишком густое для питья и слишком жидкое для пахоты!»

Рейн... Важнейшая водная артерия Западной Европы. Ежегодно в своих водах Рейн «транспортирует» до 120 тысяч тонн железа, 85 тонн ртути, 1000 тонн мышьяка, 1500 тонн свинца. С промыслом рыбы на Рейне давно покончено. Для Нидерландов загрязнение Рейна приобрело трагические последствия. Там воду из Рейна не только нельзя пить. Домохозяйки Голландии стирают белье в минеральной воде, привозимой... из Норвегии!

В июле 1972 года группа коммунистов — делегатов итальянского парламента во главе с Генеральным секретарем Итальянской коммунистической партии Э. Берлингуэром обратилась к правительству, требуя принять срочные меры для очистки вод Средиземного моря.

Средиземное море — самое грязное море на Земле. По сути оно превратилось в гигантскую сточную канаву. Степень загрязнения в нем достигла опасного предела и ставит под угрозу жизнь не только обитателей моря, но и людей, населяющих побережье.

В портах Барселоны, Марселя, Генуи, Неаполя и Стамбула корабли с трудом заходят в доки, потому что вся поверхность моря покрыта мусором.

По мнению специалистов, если загрязнение вод Средиземного моря будет продолжаться нынешними темпами, его флора и фауна полностью погибнут в течение ближайших 30 лет.

В конце мая 1973 года в Хельсинки состоялась встреча экспертов Дании, Швеции, Финляндии, Советского Союза, ГДР и ФРГ. Цель встречи — катастрофическое загрязнение Балтийского моря.

Балтийское море — одно из самых малых морей, длина его береговой линии составляет примерно 20 тысяч километров. Но вдоль этой линии соседствуют высокоразвитые государства. На берегах Балтийского моря стоит более 60 крупнейших промышленных городов. В Балтику несут свои мутные воды 200 рек.

Трудно в полной мере представить масштабы загрязнения этого моря. В Копенгагене и многих других городах Дании канализационные воды сбрасываются в Балтику без всякой предварительной очистки. Без очистки сбрасывают промышленные отходы и основную массу фекалий Швеция, Финляндия, ФРГ.

Экипажи судов начинают использовать Балтику как своего рода сточную яму. Только в западных районах Балтийского моря с судов ежедневно сбрасывается за борт до 1000 кубометров сточных вод и сотни тонн твердых отходов.

«Когда плывешь по Балтике, — пишет датский эколог Аксель Элхаммер, — приходится буквально продирается сквозь мусор. В Балтийском море можно теперь плавать без компаса, ориентируясь по мусору».

Исследователи океанских глубин со дна Пуэрто-Риканской 8-километровой впадины вместе с уникальными, еще неизвестными науке породами рыб, извлекли... бидоны с краской, банки из-под фруктовых соков и пива, пустые бутылки, электрические батареи!

В водах Карибского моря обнаружили ДДТ, которым опыляют плантации Африки. Близ Гренландии в морских водах нашли остатки туалетной бумаги, вообще неизвестно откуда приплывшей.

Во время своего легендарного плавания на папирусной лодке «Ра» норвежский исследователь Тур Хейердал обнаружил, что поверхность Атлантики загрязнена стоками промышленных и бытовых отходов на всем протяжении от Европы до Вест-Индии.

Однажды жители Форт-Майерса (штат Флорида, США) были поражены, увидев море красным, на поверхности которого всплыло множество мертвой рыбы. Выяснилось, что кровавая окраска вызвана внезапным «нашествием» полурастительных, полуживотных организмов — дипофлагеллатов. Бурному размножению этих паразитов способствовало повышение концентрации кобальта, фосфора, азота и витамина В-12 в прибрежных водах. «Цветение воды» сопровождалось выделением ядов. Рыбадохла, разлагалась, превращаясь в дополнительный корм для дипофлагеллатов. В Форт-Майерсе перестали ловить рыбу. Сюда больше не заглядывают туристы.

С тех пор на американском побережье Атлантики (а здесь живет 60% американцев) море все чаще принимает зловещую кровавую окраску...

Океану грозит опасность!

Уже не морям, а всему Мировому океану, безбрежному, вбирающему в себя основное водное богатство планеты. Океан более не в силах противостоять загрязнению, производимому человеком.

А как обстоят дела в нашей стране?

Статистика раскрывает перед нами довольно неприглядную картину: в реки нашей страны сбрасывается еще много разбавленных кислот, нефтепродуктов, различных масел, солей, волокон, взвесей...

Однако в Советском Союзе охрана природы находится в центре внимания правительства и общественных организаций. Плановый характер советской экономики позволяет заранее предвидеть и предупредить отрицательные последствия загрязнения вод.

Так, усилия по очистке одной из самых загрязненных некогда рек — Москвы-реки дали замечательные результаты. С поверхности реки навсегда исчезли радужные нефтяные пятна, вода стала чистой, прозрачной и... в ней появилась рыба!

В марте 1972 года ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли постановление по предотвращению загрязнения Волги и рек Урала неочищенными сточными водами. В 15 городах, расположенных на Волге и Каме, будут построены очистные сооружения.

Уникальная станция биологической очистки уже построена на Каме под Пермью (дер. Гляденево). Она предназначена для сбора и полной, стопроцентной очистки сбросовых вод областного центра.

Однако и Советскому Союзу приходится сталкиваться с опреде-

ленными трудностями в решении проблемы очистки загрязненных и продолжающих загрязняться рек. Необходимы объединенные усилия ученых для решения этой проблемы с привлечением самых новейших достижений науки и техники.

В мае 1972 года Советский Союз посетил бывший президент США — Р. Никсон. Одним из пунктов совместного Советско-Американского коммюнике была охрана окружающей среды. Речь шла о срочном объединении усилий по восстановлению чистоты рек, озер, морей, океанов.

Итак, чистота источников пресной воды превратилась для человечества в проблему номер один. Но даже если наукой и будет достигнута всеобщая стопроцентная очистка сбрасываемых в реки, озера и моря сточных вод, угроза «водного голода» будет лишь отодвинута, но не устранена.

Дело в том, что спрос на чистую воду с каждым днем все более опережает возможности его удовлетворения.

Посмотрим, куда человечество расходует пресную воду?

### ... Прежде всего на себя лично

Мы пьем ее, утоляем жажду.

Как уже говорилось, человек за год выпивает количество воды, равное пятикратному весу его тела.

Для питья и приготовления пищи расходуется не так уже много: 2—3 литра в сутки на каждого жителя Земли. Но, кроме того, вода необходима и для других целей.

В средние века каждый городской житель расходовал в среднем 10—15 литров воды в сутки. Но уже в минувшем столетии эта потребность достигла 30—45 литров в сутки.

В наше время, когда комфорт наших жилищ неизмеримо возрос, бытовое потребление пресной воды достигло 150—600 литров в сутки на человека (в зависимости от культурного уровня государства). В нашей стране за годы Советской власти расход воды на каждого жителя увеличился в среднем в 13 раз.

На каждого москвича в сутки расходовалось

в 1890 году	11 литров
1914 »	60 »
1926 »	85 »
1959 »	571 »

Если даже взять некоторую условную среднюю величину 400 литров в сутки и умножить ее на все население земного шара (3,5 миллиарда человек), то получится астрономическое число —  $14 \cdot 10^8$  кубометров пресной воды в сутки! К 2000 году население



планеты удвоится и составит 7 миллиардов человек. К середине XXI века оно перевалит за 20 миллиардов.

Так что даже обеспечение личных (бытовых) потребностей в пресной воде представляет сложнейшую техническую проблему. Но бытовое потребление составляет ничтожную долю от общенационального потребления.

## Общенациональное потребление

Главными потребителями пресной воды ныне являются бурно развивающаяся промышленность и сельское хозяйство. Современный металлургический или целлюлозно-бумажный комбинат расходует воды больше, чем город с населением в 100—200 тысяч человек.

Вот несколько показателей:

чтобы произвести 1 тонну стали	необходимо 120 кубометров воды
1 тонну бумаги	— 900 » »
1 тонну резины	— 1500 » »
1 тонну синтетики	-- 2000 » »

Если бы нужды москвичей ограничивались только питьевой водой, столичному водопроводу было бы достаточно подавать около 15 400 кубометров воды в сутки. В действительности же московский водопровод подает в 260 раз больше — около 4 миллионов кубометров в сутки. Одной Москвы-реки при таком потреблении хватило бы всего на один день. К счастью, столичный водопровод имеет возможность пользоваться и волжской водой.

Сегодняшняя норма пресной воды с учетом промышленности и сельского хозяйства на одного человека составляет во Франции 1200 литров, а в США 6500 литров в сутки!

Перед человечеством встала проблема: где взять дополнительные источники пресной воды?

## Подземные источники

Подземными источниками люди пользовались на протяжении всей истории своего существования. Какое даже современное село обходится без колодцев? А кому из нас не доводилось испить студеной, прозрачной, как воздух, родниковой водицы?

Но речь идет не об этом, а о промышленной добыче подземной пресной воды, о том, чтобы на поверхность хлынули реки, соизмеримые по своему стоку с реками наземными: Волгой, Амазонкой, Нилом.

Поиски таких вод увенчались успехом. Гидрогеологи обнаружили настоящие моря подземной пресной воды. Так, в нашей стране под Западно-Сибирской низменностью было открыто «водохранилище» площадью 3 миллиона квадратных километров, что составляет примерно  $\frac{1}{3}$  территории Европы.

Под Туркменией раскинулось «водохранилище», превышающее по своей площади Аральское море.

Подсчитанные (далеко не полные) запасы пресных вод под безводными пустынями Казахстана составляют более 65 таких озер, как Балхаш. Установлено, что подземные моря Казахстана имеют ежегодный приток пресной воды порядка 45 миллиардов кубометров!

Уже в 1972 году число городов Казахстана, находящихся на подземном водообеспечении, достигло 36 и среди них столица Казахстана Алма-Ата.

По планам 9-ой пятилетки наряду с водообеспечением городов этой республики за счет подземных источников предстояло обводнить 32 миллиона гектаров засушливых пастбищ. И к концу 9-ой пятилетки для нужд сельского хозяйства Казахстана было извлечено из земных недр до 600—700 миллионов кубометров пресной воды ежегодно.

Впечатляющая цифра даже для наших планов. К тому же орошение и обводнение подземными водами обойдется Казахстану в 3—7 раз дешевле, чем при любом методе использования поверхностных пресных вод (сооружение каналов, прокладка трубопроводов и т. п.).

Подземным водам суждено превратить Казахстан в самый цветущий и благодатный край нашей Родины.

Подземные моря пресной воды обнаружены на всех материках и под всеми пустынями. Существует такое море и под самой обширной безжизненной пустыней — Сахарой.

Однако начавшееся интенсивное использование пресных подземных вод очень часто сопровождается непредвиденным осложнением: вслед за пресной водой на поверхность вдруг устремляется соленая.

Не будем удивляться. Подземные пресные моря — лишь тоненькая пленка на поверхности того бездонного и неисчерпаемого Океана, который пропитывает недра Земли и в существовании которого мы уже не сомневаемся.

Своим вмешательством человек нарушил какое-то установленное природой равновесие между пресными и солеными подземными водами. Очевидно, до тех пор, пока закономерность этого рав-

повесия не будет установлена, путь в подземные кладовые пресной воды для ее промышленного использования будет закрыт.

Другим препятствием для использования подземной пресной воды явилось проседание грунта, опускание земной поверхности. С этой неожиданной проблемой столкнулись такие страны, как США (особенно штат Калифорния), Япония, Италия. Причина опускания — образование пустот, рыхлость почвы. Проседание захватывает значительные площади и может изменяться по глубине от нескольких сантиметров до нескольких метров в год. В результате опускания почвы рушатся здания, приходят в негодность дороги и каналы, рвутся трубопроводы...

Особенно печальным примером этого является опасность, нависшая над одним из прекраснейших городов мира — Венецией. Истари население Венеции брало воду из артезианских колодцев (других источников пресной воды город не имеет). Увеличение численности населения, а главное бурный рост промышленности в черте города привели к резкому повышению потребления пресной (подземной!) воды.

И вот проседает весь город с его великолепными храмами, дворцами, музеями. А так как расположен он в основном на островах, то судьба ему уготована трагическая: разделить участь мифологической Атлантиды, т. е. превратиться в дно морское.

Трудно в полной мере оценить еще более грозные последствия, которые обрушатся на человека, если он, пренебрегая законами баланса подземных вод, тысячекратно или даже в миллионы раз повысит откачку их на поверхность.

Существование подземных морей пресной воды явилось одним из сенсационных открытий XX века. И, конечно, сразу же гидрогеологи подметили странную закономерность: подземные моря расположены главным образом... под мертвыми безжизненными пустынями.

Взаимосвязь истолковывается следующим образом.

Вот бесспорный факт, установленный наукой: Сахара, величайшая пустыня Земли, в течение последних тысячелетий дважды меняла свой лик. Дважды она покрывалась буйной тропической растительностью. Дважды на ней появлялись леса, возникали широкие глади озер, устремляли к океану свой бег полноводные реки. Трудюбивые феллахи возделывали плодородные поля вокруг богатых многолюдных городов, а бедуины пасли стада на тучных нивах. Леса кишели дичью, зверьем, а в реках не переводилась рыба.

И дважды исчезали озера, пересыхали реки, выгорали травы и леса. Зеленый благодатный край постепенно угасал, обращаясь

в раскаленную мертвую пустыню. Под солнцем лежал только голый камень да песчаные барханы.

Не случалось ли такого и с каждой пустыней?

Верхняя граница подземного моря, например в Каракумах, находится на глубине около 30 метров от песчаной поверхности пустыни. В Сахаре эта глубина достигает 150—200 метров. Не говорит ли столь заметная разница в уровнях о возможности периодического воздымания и опускания подземных морей? Не имеют ли места в недрах нашей планеты своеобразные приливы и отливы воды в вертикальной плоскости? Что касается причин, способных вызвать такие приливы и отливы, то ими может быть тектоническая деятельность.

Если уровень подземных морей действительно периодически меняется (с периодом опускания и воздымания 2—3 тысячи лет), тогда становится легко объяснимым столь же периодическое появление пустынь на Земле и столь же неотвратимое возвращение их к жизни.

Сочетание пустынь с подземными морями переплетается еще с одной закономерностью: в одних широтах с пустынями расположены высочайшие горные хребты, самые глубокие разломы земной коры (типа Средиземноморского) и очаги самых разрушительных землетрясений.

Выше мы уже высказали предположение, что тектонические силы есть результат безостановочного процесса образования воды. Продолжая эту мысль, на основании приведенных закономерностей мы утверждаем, что вода не только вздымает материки, но и устилает их мертвыми, безводными пустынями.

Вода — первооснова всего живого, и она же — творец безжизненных пустынь.

## Транспортировка воды

Современное развитие гидравлической техники позволяет осуществлять переброску пресной воды по трубопроводам и каналам из районов, чрезмерно обильных водой, в засушливые районы.

Так, построенный еще в 1962 году Каракумский канал длиной более 900 километров подает ежедневно в Ашхабад до 500 000 кубометров амударьинской воды.

Для обеспечения пресной водой города Лос-Анджелесса (США) создано три грандиозных трубопровода протяженностью 400, 600 и 900 километров.

В наши дни каналы и трубопроводы буквально опоясывают планету. Зачастую это уникальнейшие творения, вобравшие в себя лучшие достижения гидравлической науки и техники.

Однако каждая из подобных магистралей требует значительных расходов на строительство, а затем на обслуживание, ремонт восстановительные и реконструкционные работы. К тому же при всех своих достоинствах приведенный способ транспортировки воды не увеличивает резерва ее, не решает общенациональной проблемы непрерывно растущего «водного голода».

## Опреснение морских вод

Самое древнее, а в наши дни самое перспективное получение пресной воды — это дистилляция, выпаривание морских вод. Основное достоинство этого способа — безграничный источник, Мировой океан.

Опреснение морской воды заманчиво еще и потому, что в качестве осадков после выпаривания остаются ценнейшие вещества, такие как золото, платина, титан и все прочие элементы, входящие в периодическую систему Менделеева (включая и редкоземельные). Высокая насыщенность этими веществами подземных рассолов со временем превратит выпаривание не только в источник пресной воды, но и в один из промышленных способов добычи дефицитных металлов и химических соединений.

Крупнейшая в мире опреснительная установка была построена в начале 60-х годов в Советском Союзе на берегу Каспийского моря. Она представляет собой уникальнейший комбинат по производству пресной воды. Творцам ее удалось избавить систему трубопроводов от накипи и осадков, чего не удавалось до этого еще никому в мире. Производительность установки была весьма велика — 13 600 кубометров пресной воды в сутки.

И вот в безводной и бесплодной пустыне вокруг опреснительной установки, как вокруг живительного родника, возник город-сад, город-цветник. Он разительно контрастирует с мертвым ландшафтом пустыни, появляется перед глазами путника, подобно сказочному оазису. Этот самый современный город химиков и нефтяников с многотысячным населением называли именем великого украинского поэта Шевченко.

Искусственно получаемой пресной воды хватает не только на удовлетворение бытовых нужд населения, и не только нужд промышленных предприятий. С первых же дней работы установки пресную воду щедро используют на полив зеленых насаждений.

Все живое в этом городе зависит от бесперебойной работы опреснительного комбината. Надо заметить, что получаемая пресная вода для города Шевченко оказалась несколько дороговатой. Это объяснялось тем, что установка работала на привозном мазуте.

Дальнейший рост населения и стремительное развитие промышленности вокруг города привели к необходимости замены мазута более дешевым топливом. В июле 1973 года в стороне от города Шевченко среди степного простора поднялось здание атомной электростанции. Мощность ее реактора 350 тысяч киловатт. Однако турбинам отдано лишь 150 тысяч киловатт, а остальные 200 тысяч идут на опреснение вод Каспия.

В результате деятельности мирного атома город получает дополнительно 120 000 кубометров пресной воды в сутки.

Кстати, реактор на АЭС в городе Шевченко — пока самый мощный реактор в мире, работающий на быстрых нейтронах.

## Самый современный способ опреснения

Существуют методы опреснения, которые не требуют ни нагревания, ни охлаждения.

Знаете ли вы, как в древности поступал путник, мучимый жаждой и нашедший в безводной пустыне родник с солоноватой, непригодной для питья водой? Он вырывал поблизости достаточно глубокую яму, и просочившаяся в нее из родничка вода оказывалась достаточно пресной. Секрет очень прост — грунт играл роль своеобразного фильтра и очищал воду не только от грязи, но и от растворенной в ней соли.

Как же это происходит?

Дело в том, что в водном растворе молекулы солей распадаются на ионы — катионы и анионы. Правда, количество диссоциирующих на ионы молекул для разных солей будет разным. Соли сильных кислот (например, соляная кислота + каустик) распадаются на ионы полностью.

А теперь представьте, что и вещество, сквозь которое фильтруется соленая вода, тоже способно диссоциировать в воде. Тогда неизбежна ионообменная реакция между фильтрующим веществом (его называют сорбентом) и раствором соли. Итог реакции — пресная вода.

Существуют естественные сорбенты. Это уже упомянутый нами грунт пустыни. Но естественные сорбенты обладают низкой поглощающей способностью, они дают мало пригодную для питья воду и быстро загрязняются, т. е. теряют очистительную способность.

В этом отношении человек оказался сильнее природы. В химических лабораториях созданы синтетические ионообменные смолы — катиониты и аниониты, обеспечивающие полное обессолива-

ние воды. Разумеется, выбор той или иной смолы зависит от типа растворенных в воде солей.

В принципе сорбционный способ опреснения воды подкупает простотой. Но даже лучшие синтетические иониты недостаточно эффективны, они пригодны лишь для малозасоленных вод и не позволяют создать установки промышленного значения, т. е. им не под силу напоить целый город.

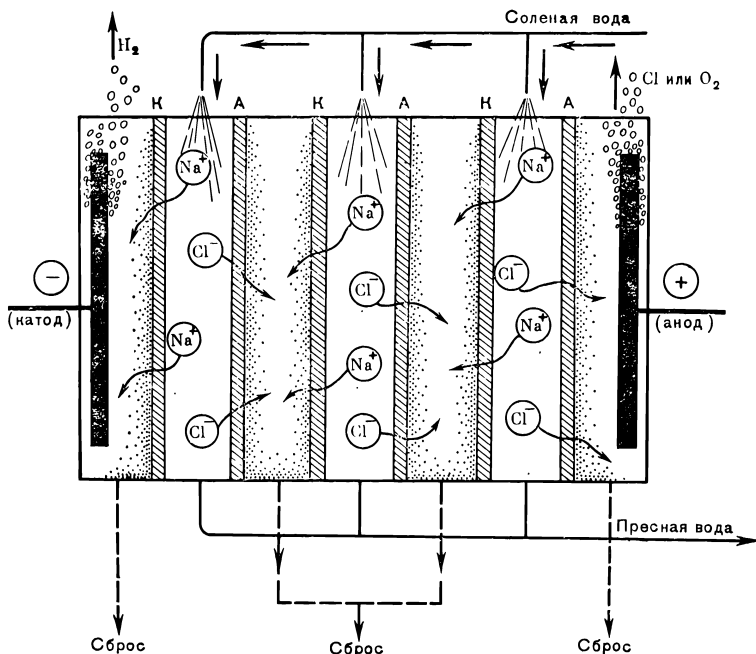


Рис. 3. Схема многокамерного электродиализатора.

К тому же эксплуатация сорбционных установок осложняется необходимостью периодической регенерации (восстановления) ионообменных перегородок.

Дальнейшее совершенствование сорбционного способа опреснения привело к открытию электродиализного метода. Мы уже говорили, что в водном растворе соли распадаются на ионы. Так вот, если в таком растворе создать электрическое поле, ионы солей устремятся к катоду и аноду соответственно знаку своих зарядов.

Однако в обычном сосуде тенденция к такому направленному движению будет сводиться на нет хаотическим тепловым движением молекул растворителя, т. е. самой воды.

Тогда исследователи пошли на хитрость: сосуд, предназначенный для обессоливания, разделили перегородками (диафрагмами), изготовленными из ионообменных смол. Катионитовые и анионитовые диафрагмы чередуются, как это изображено на рис. 3. Диафрагмы не пропускают ни молекул воды, ни ионы солей..., пока к ним не присоединят источник тока. Как только на перегородки будет подано напряжение, катионитовая диафрагма свободно пропустит катионы, но остановит отрицательно заряженные ионы (анионы). Зато анионитовая диафрагма, наоборот, даст путь анионам, но преградит путь положительно заряженным частицам (катионам).

Процесс электроионитного опреснения приобретает, таким образом, строго организованный характер. Число камер может быть сколь угодно велико (обычно делают установки на 50—200 камер). Но ионы солей не совершают путешествия через все камеры, в том нет необходимости. Катион, свободно минуя катионитовую перегородку, будет остановлен в следующей камере анионитовой перегородкой.

Таким образом, из каждой, например четной, камеры ионы солей выбрасываются в нечетные камеры и остается в них чистейшая пресная вода, которая непрерывным потоком отводится потребителю.

Установки, работающие по описанному способу, называются диализаторами. В нашей стране созданы диализаторы производительностью до 1000 кубометров пресной воды в сутки. В южноафриканском городе Уэнкоме эксплуатируется электродиализная установка производительностью 11 000 кубометров в сутки. В США проектируется установка на 7560 кубометров в сутки.

Электродиализный способ может оказаться решающим в городских очистительных сооружениях. Он гарантирует 100%-ную очистку канализационных вод, что позволит повторно или даже многократно использовать эти воды.

Идея замкнутого кругооборота в использовании пресной воды давно «стучится в дверь» современной техники очистительных сооружений. Внедрение такого кругооборота даже в пределах промышленного предприятия приведет к резкому сокращению потребления воды городом. Без использования замкнутого кругооборота пресной воды не может быть и речи о дальних космических перелетах, тем более о путешествиях в иные звездные системы. Взять с собой запас питьевой воды на многие месяцы или годы — значит, безнадежно перегрузить космический корабль.

И вот — «первая ласточка» замкнутого кругооборота.



Первомайский химический комбинат, возводимый на Харьковщине, будет не только бессточным, но и безотходным. Проектом предусмотрено извлечение из сточных вод и газовых выбросов всех ценных продуктов. Это позволит сэкономить 3 миллиона рублей в год.

На предприятий будет осуществлен замкнутый цикл водоснабжения. При этом очистка сточных (отработанных) вод из вспомогательного превратится в основной технологический процесс производства.

Первомайский химкомбинат будет потреблять воды из реки Северский Донец в 25 раз меньше, чем если бы он потреблял ее при наличии обычного сброса.

Чистота реки будет полностью сохранена.

## Вода из воздуха

В 1888 году на раскопках в Феодосии обнаружили сеть водопроводных труб, проложенных много веков назад. Установить назначение труб труда не составило: они подводили воду к 114 фонтанам древнего города.

Но откуда подводили?

Трубы брали свое начало... в кучах щебня, сложенных на самых возвышенных местах, где, кроме голого камня да семи ветров, ничего не было.

Объяснение дали физики: ветер, проходя через рыхлые кучи, оставлял на камнях мириады капелек воды. Несложный расчет показал, что капельки, сливаясь, низвергали в древнюю Феодосию настоящую реку пресной воды — около 700 000 литров в сутки!

Древний, испытанный и основательно забытый способ получения воды из воздуха. Природа постоянно демонстрирует его человечеству: в летние месяцы в средних широтах на траву дважды в сутки выпадает роса. Так вот эту самую росу, только искусственным путем, получали не знавшие физики феодосийские умельцы.

Между тем секрет получения воды весьма прост. За ночь камни и окружающий воздух охлаждались (а ночи на юге прохладнее, чем на севере). Днем воздух нагревался быстрее, чем щебенка. Просачиваясь между холодными камнями, ветер оставлял на их поверхностях то, что в технике именуют конденсатом.

Отчего бы и в наши дни не воспользоваться этим архаичным, но верным способом?

Ученые подсчитали, что в центральной полосе СССР ветер, дующий со скоростью 5 метров в секунду, пронесит за сутки над

участком длиной 100 километров и шириной 1 километр количество воды, вполне достаточное для заполнения водохранилища длиной 1 километр, шириной 5 метров и глубиной 60 метров.

Вполне приличное получилось бы озеро. И всего за сутки.

А суховей, как это ни парадоксально, несет в себе еще больше воды, поскольку скорость его значительно выше. Он, суховей, мог бы обильно орошать поля вместо того, чтобы их высушивать.

К сожалению, получение воды из воздуха дальше опыта не пошло.

Но, как говорится, голод — не тетка. Особенно «водный голод». Будем надеяться, что он заставит использовать опыт древней Феоодии.

### ... И не забудем о микробах

Б а л х а ш. «Известия», 25 июня 1972 года.

«На Балхашском горно-металлургическом комбинате завершены исследования по новой схеме биологической очистки промышленных вод. В результате жизнедеятельности особых бактерий различные вредные примеси, содержащиеся в отходах обогастительных фабрик, выпадают в виде нерастворимых соединений. Этот эффективный способ биологической очистки промышленных вод найден учеными института «Казмеханобр» в содружестве с производственниками комбината. Он позволяет снизить содержание различных цветных металлов в «хвостах» обогащения в десятки раз...»

Биологическая очистка сточных вод находит в наши дни все более широкое применение. Особенно эффективными являются так называемые аэротенки. Это чрезвычайно вместительные бетонные резервуары. Поступающая в них сточная вода продувается снизу мощным потоком мельчайших пузырьков воздуха. В сточной воде создается избыток кислорода, что при наличии органических веществ приводит к бурному размножению микроорганизмов. Бактерии слипаются в хлопья с громадной рабочей (активной) поверхностью, и с этой поверхности идет непрерывное выделение ферментов, которые в свою очередь расщепляют органические загрязнения до простых минеральных молекул.

Отстоявшаяся вода чиста, она пригодна для повторного использования.

То, что не под силу сделать природе в естественных условиях, делает человек с помощью аэротенков.

Мы рассмотрели лишь те способы получения или восстановления пресной воды, которые уже сегодня приобретают промышленное значение. В стороне оставлены такие спорные возможности,

как транспортировка айсбергов, использование обратного осмоса, солнечного тепла и прочее.

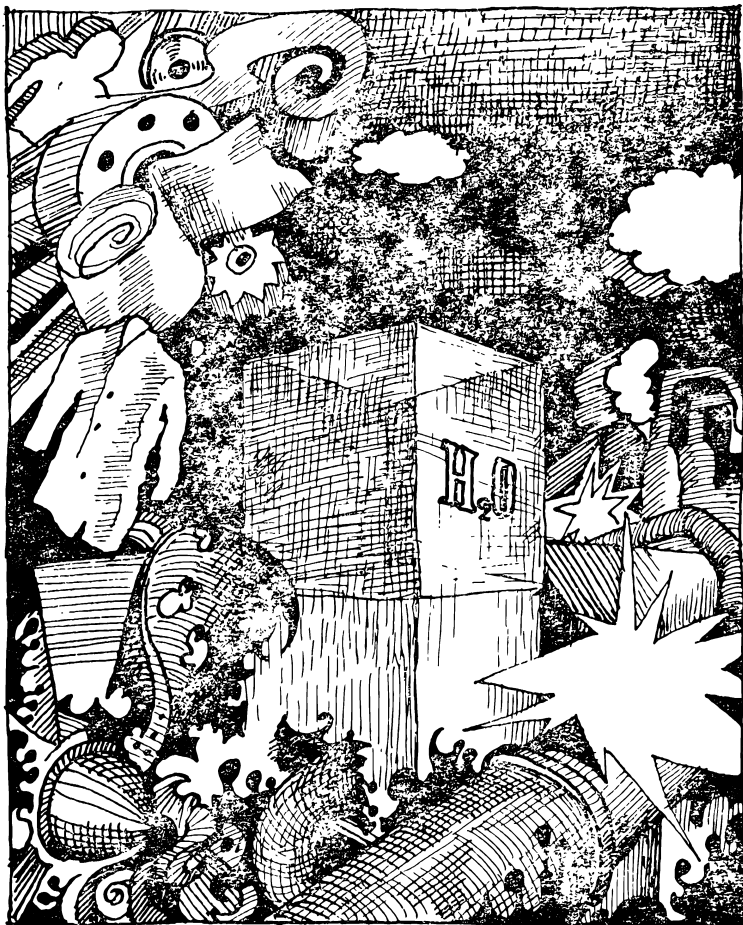
Во всяком случае могучий рост науки и техники раскрывает перед человечеством довольно радужные перспективы в смысле избавления вод от грязи. Что касается новых источников пресной воды, то самым многообещающим среди них пока остается опреснение вод океана.

И все-таки... В 1969 году на земном шаре действовало более 80 промышленных опреснительных установок общей производительностью 45 миллионов кубометров воды в год. Увы, это менее 1/20 000 современной (стремительно растущей!) мировой потребности в пресной воде.

От техники опреснения требуется не количественный, а качественный скачок. Ученым предстоит найти принципиально новые, более эффективные способы опреснения. А это возможно лишь в итоге более глубокого вторжения в область, именуемую водой.

О том, что уже известно современной науке о физических и химических свойствах обыкновенной воды, мы далее и поведем речь.

Физика воды  
или перечень  
аномальных свойств  
обыкновенной  $H_2O$   
и граничащие с фантастикой  
перспективы  
их использования



## Одна в трех лицах

Фалес Милетский, о котором мы уже рассказывали, первым обратил внимание на это исключительное свойство воды.

Вода — единственное вещество на Земле, способное существовать в естественных для человека условиях одновременно в трех состояниях: твердом, жидком и газообразном. В океанах плавают ледяные поля и айсберги. Зимой поверхности рек покрыты льдом. А в небе во все времена года мы видим облака.

Лед, вода и пары воды могут окружать нас одновременно. Они способны меняться ролями, превращаться одно в другое, но никогда не становятся на планете чем-то одним.

### Действительно счастливое исключение

Все вещества на Земле, будь это твердое тело, жидкость или газ, при охлаждении сжимаются. При замерзании любой жидкости ее отвердевшие фракции как более плотные и более тяжелые тонут, опускаются на дно.

Любой, кроме воды. Вода — совсем другое дело.

Водяной пар, остывая, как и все газы, уменьшается в объеме. Кипящая вода, охлаждаясь, вначале тоже ведет себя, как и все нормальные жидкости. Но едва ее температура понизится от  $+100$  до  $+4^{\circ}\text{C}$ , как она сразу меняет свои свойства на диаметрально противоположные. От  $+4^{\circ}\text{C}$  и до полного замерзания вода расширяется, увеличивается в объеме.

Объем льда на  $\frac{1}{11}$  больше объема, занимаемого водой до замерзания. Это расширение может оказаться роковым для водопроводных труб, если в них на морозе будет вода. Стальные стенки лопнут с легкостью, будто они не из стали, а из бумаги.

Таким образом, вода — единственная жидкость на Земле, лед которой не тонет. А теперь представьте себе, что произошло бы, измени вода вдруг своей «ненормальности». Озера, реки, моря и океаны начали бы зимой замерзать со дна к поверхности. За зиму они превратились бы в гигантские ледяные глыбы, и глыбы эти наверняка не успели бы растаять в течение летних месяцев.

Все живое в морях, реках и озерах вымерзло бы. Промерзание водоемов до самого дна резко уменьшило бы количество испаряющейся воды, а с нею и количество отдаваемого в атмосферу тепла. Прекратилось бы выпадение осадков — дождя и снега. Сухая ледяная стужа от полюсов двинулась бы к экватору. И едва ли солнцу удалось бы отстоять для человечества хотя бы узенькую полосу земли, пригодную для существования. Скорее всего наша планета превратилась бы в сплошной безжизненный ледник...

## Аккумулятор тепла

Ни одно вещество на Земле не поглощает столько тепла, сколько вода. Теплоемкость воды в 10 раз больше теплоемкости стали и в 30 раз больше ртути.

Повесьте пустой чайник над огнем и через несколько минут он раскалится докрасна. Теперь наполните его водой. Скоро ли закипит вода? «Если смотреть на чайник, — гласит английская поговорка, — он никогда не закипит».

Чтобы обратить 1 грамм воды в пар, необходимо 537 калорий тепла, — больше, чем для любого другого вещества. Но эти же 537 калорий пар отдает в окружающую среду, конденсируясь в воду. Во всех своих трех состояниях вода — отличное средство для передачи тепла; обстоятельство, не только создавшее на Земле условия, пригодные для жизни, но и саму жизнь.

## Поглотитель газов

Помните, вода — надежный фильтр атмосферы? Ни одна жидкость не поглощает газы с такой жадностью, как вода. Но она же при определенных условиях легко и добровольно расстается с поглощенными газами.

Налейте водопроводной воды в стакан и поставьте его на стол. Вскоре вы увидите, как стенки стакана покроются россыпью мелких пузырьков — это покинула воду часть растворенного в ней воздуха. В водопроводной трубе вода находится под давлением, а налив ее в стакан, вы освободили ее от этого давления.

Чем меньше давление окружающей среды или чем горячее сама вода, тем интенсивнее будет выделяться растворенный в ней воздух — свойство воды, причинявшее и продолжающее причинять крупные неприятности машиностроителям.

## Пожиратель металла

...1894 год.

Прославленные английские корабли спустили на воду миноносец «Дэринг». На судне установили сверхмощные паровые машины. Проектировщики потирают руки. Еще бы! При таких машинах, как показывают расчеты, «Дэринг» поразит мир скоростью своего движения.

И вот начались ходовые испытания. Машины «Дэринга» пущены на полную мощность. За кормой корабля буруны. А скорость корабля... далека от расчетной. Происходит нечто необъяснимое —

судно сотрясается от вибрации. Кажется, оно вот-вот развалится, Скорость падает. «Дэринг» ползет уже медленнее старых парусных калаш.

Испытания прекратили, миноносец отвели в док. Каково же было изумление кораблестроителей, когда вместо винтов они обнаружили бесформенные, изъеденные раковинами куски металла.

Так техника впервые столкнулась еще с одним свойством воды — свойством «пожирать» металл.

В 1907 году известные на весь мир океанские лайнеры «Маэритания» и «Лузитания» начали терять ход. При осмотре на винтах обоих кораблей были обнаружены язвины глубиной 6—8 см. Винты пришлось менять каждые два месяца, поскольку они теряли обтекаемую форму — вода «пожирала» их. Замена каждого винта обходилась фирме в 70 000 долларов.

В первую мировую войну в германском морском флоте винты на торпедных катерах работали не более недели. Затем их меняли. Вновь поставленные винты уже через 24 часа работы становились непригодными: покрывались раковинами, теряли форму.

В США на одной из рек возвели гидростанцию. Воду подняли до проектной отметки и пустили к турбинам. Раздался грохот, словно в недрах станции начали рваться фугасы.

Испуганные инженеры бросились перекрывать воду. Следов от якобы подложенных под станцию мин не оказалось. Зато на стенах водоподводящих туннелей тут и там были вырваны куски бетона — непонятная причина привела в ярость поток воды. Ничего подобного до сих пор гидростроителям видеть не приходилось.

В Советском Союзе на Тереке была возведена Эзминская ГЭС. Напор воды в ней составил приличную величину — 160 метров. Но проектировщики были уверены, что турбины станции прослужат без всякого ремонта десятки лет.

Однако их постигло горькое разочарование: турбины пришлось остановить на ремонт уже через четыре месяца — вода «сожрала» изрядное количество металла на лопастях турбин и направляющих аппаратов...

Так вода встала неожиданным и непреодолимым барьером на пути увеличения скорости морских судов, увеличения скорости вращения турбин, насосов, увеличения скорости потока в обыкновенных трубах. Она превратилась во врага номер один гидравлической техники.

### Кавитация...

Представьте себе горизонтальную трубу, по которой течет вода (рис. 4). Пусть на каком-то участке трубы из каких-то конструк-

тивных соображений выполнили сужение. Когда поток воды будет проходить суженный участок трубы, скорость воды возрастет.

Неизбежное возрастание скорости легко объясняется законом сохранения вещества: через каждое сечение трубы за одно и то же время пройдет одно и то же количество воды. А чтобы то же количество успело пройти через малое сечение, вода вынуждена двигаться быстрее. При этом с уменьшением диаметра трубы вдвое скорость увеличивается в четыре раза, т. е. зависимость здесь квадратичная.

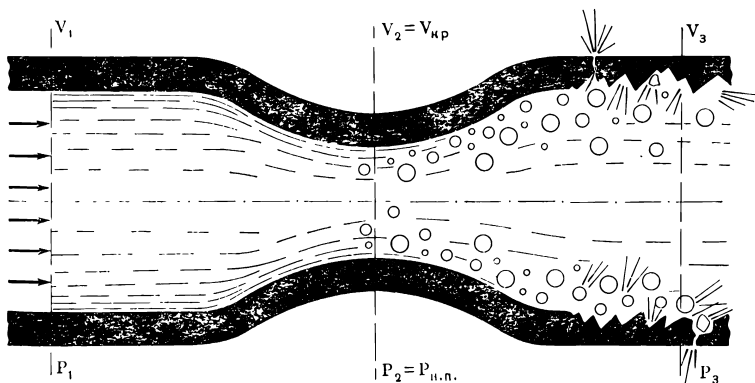


Рис. 4. Возникновение кавитации в трубопроводе.

Здесь  $V_1$  и  $P_1$  — скорость и давление перед сужением. При значительном сужении скорость в трубопроводе возрастает до некоторого критического значения  $v_2 = v_{кр}$ , а давление упадет до давления насыщенных паров  $P_2 = P_{н.п.}$ . Вода закипит. При выходе из сужения скорость начнет падать до  $v_3$ , а давление возрастает до  $P_3$ . На этом участке вода «съест» трубу

Увеличение скорости означает увеличение кинетической энергии потока. На основании закона сохранения энергии последняя из ничего появиться не может. Поэтому рост кинетической энергии неизбежно вызовет падение потенциальной энергии, а роль потенциальной энергии в потоке воды выполняет давление.

Таким образом, чем меньше диаметр сужения, тем выше в нем будет скорость и тем ниже упадет давление. В наших возможностях выполнить сужение сколь угодно малым. Возрастет ли при этом скорость до бесконечности? Упадет ли давление до нуля?

Нет, ничего этого не произойдет.

Как только в своем падении давление приблизится по величине к давлению насыщенных паров, начнется бурное выделение растворенных в воде газов с одновременным парообразованием. Ко-



роче говоря, вода, какой бы холодной она ни была, закипит. Кипение будет сопровождаться образованием великого множества пузырьков, тех самых безобидных пузырьков, понаблюдать за которыми мы вам предлагали в стакане с водопроводной водой.

Подхваченные потоком воды пузырьки устремятся из сужения в широкую часть трубы. Но здесь скорость движения должна резко снизиться, а давление соответственно возрасти. Увеличение давления приведет к обратному процессу: конденсации пара, растворению газов в воде, т. е. к исчезновению пузырьков.

И тут-то начинается самое неприятное.

Пузырьки будут лопаться, «рассерженно хлопать дверью». Стенки пузырька, смыкаясь в тысячные доли секунды, вызовут скачок давления до сотен тысяч атмосфер. Исчезая, пузырек оставляет след — гидравлический удар.

Правда, скачок давления происходит в точке, он подобен уколу иголки. Но какому уколу! И потом иголок-то мириады.

В итоге «иголочки» сделают свое коварное дело: кристалл за кристаллом начнут они «съедать» металл трубы и, если им не препятствовать, то на стенке сначала появятся раковины, а затем и дыры.

Описанное явление получило в гидравлической технике название кавитации (по латыни «кавитас» — полость, пузырь).

Кавитация способна возникнуть не только в сужении трубы, но всюду, где изменение профиля обтекаемого тела вызовет местное возрастание скорости, а значит, и местное падение давления.

Современная техника сталкивается с кавитацией в насосах, на корпусах и винтах кораблей, у гранитных набережных и на бетонных плотинах.

Кавитация — непримиримый и жестокий враг гидравлической техники. Она накладывает вето на увеличение скорости потока или в потоке. Стоит нарушить ее запрет, и самый прочный металл, способный выдерживать даже прямое попадание бронебойного снаряда, будет обращен в пыль от ударов микроскопических водяных пузырьков.

## Кавитация? Это замечательно!

Говорят, что нет худа без добра.

Кавитация — враг гидравлических машин и гидравлической автоматики. Она «съедает» тысячи тонн металла в год, ограничивает возможности техники. Но она же подсказала инженерам и замечательную возможность использования разрушительной способности пузырьков. Сначала кавитацию испытали на очистке деталей, там,

где грязи не должно быть и тысячных долей миллиграмма, например, на частях часового механизма или на частях электронных реле.

Результат превзошел все ожидания.

Ныне установки для кавитационной очистки, изготовленные в Советском Союзе, экспортируются в Болгарию, Англию, Индию и другие страны. Что касается степени очистки, то она так велика, что никакими известными способами не удастся обнаружить после кавитации даже малейших следов грязи.

Затем кавитацию испытали на механической обработке. Ей «доверили» снятие заусенцев после штамповки на мелких металлических деталях (рис. 5). И опять замечательный результат, которого не добиться никаким иным способом.

На заводе торгового оборудования мучились с очисткой внутренних поверхностей труб. Попробовали с помощью кавитации — и поразились: зеркало! Такой чистоты и в ружейных стволах не найдешь.

Конечно, все это лишь первые шаги. А что ждет кавитацию завтра?

Наверняка ей суждено стать самым дешевым «инструментом» для самой чистой обработки металлов. Всех металлов. И всех металлических сплавов. Даже таких, которые пока ни один алмазный резец не берет.

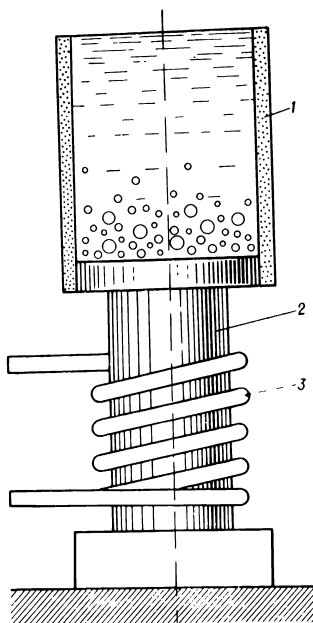


Рис. 5. Схема установки для кавитационной обработки деталей.

В ванну 1 загружаются детали. С помощью соленоида 3 создаются ультразвуковые колебания сердечника 2 (сердечник изготавливается из магнитострикционного материала). Вибрация сердечника вызывает появление кавитационных пузырьков в жидкости, заполняющей ванну

## Прочность воды

Как представить себе прочность жидкости?

Известно, что если на каждый квадратный сантиметр поверхности воды надавить с силой 1 кгс/см<sup>2</sup>, то первоначальный объем

воды уменьшится на  $1/21\ 000$ . Величина практически ничтожная. Но ведь это при давлении  $1\text{ кгс/см}^2$  (1 атмосфера). А если создать давление в десятки и сотни тысяч атмосфер? Тогда, очевидно, мы получим возможность сжать воду до  $1/21$  и даже до  $1/2$  ее первоначального объема.

Едва ли сжатая до такой степени вода останется знакомой нам водой. Согласно закону диалектики, она должна скачкообразно перейти в какое-то иное состояние. В какое? Этого мы пока не знаем, так как еще никому не удавалось сжать воду вдвое.

Пока же отметим, что при сжатии вода значительно слабее противостоит сжимающим силам, чем металлы. Ее сопротивление сжатию в 100 раз меньше, чем, например, стали. А растяжению?

Вопрос как будто лишен смысла. В самом деле, как представить воду, которую растягивают подобно резине? Но вспомним о поверхностном натяжении, которым обладает любая жидкость, а вода в особенности. Частицы, лежащие на поверхности жидкости, обладают более высокой силой сцепления. Они образуют как бы своеобразную пленку и, чтобы порвать эту пленку, нужно приложить весьма заметные растягивающие (обратите внимание, растягивающие!) усилия. Чтобы убедиться в этом, попробуйте оторвать друг от друга смоченные водой стеклянные пластинки. Не удастся? То-то! Их скрепляет сила поверхностного натяжения.

Из всех известных на Земле жидкостей только ртуть обладает более мощным поверхностным натяжением.

Теоретические исследования и эксперименты над поверхностным натяжением воды привели физиков к неожиданному выводу: если бы удалось получить идеально чистую воду, т. е. такую воду, в которой полностью отсутствовали бы механические примеси и растворенные газы, то для разрыва «веревочки» из такой воды диаметром в 1 см потребовалась бы сила в 14 тонн!

Короче говоря, каждый квадратный сантиметр этой чудо-воды способен был бы выдержать растягивающую силу в 20 тонн. Подобные нагрузки не под силу даже лучшим сортам легированных сталей.

Конечно, получить идеально чистую воду пока еще не удалось и даже пути к достижению такой цели предсказать невозможно. Но расчеты есть расчеты. Теоретически возможность получения сверхпрочной воды обоснована. Кто осмелится отрицать переход от теоретической возможности к практическому осуществлению, пусть даже в далеком будущем? Без сомнения, придет время, когда сверхпрочную воду смогут получать сначала в лабораториях, а затем и на заводах.

Со временем вода станет отличным машиностроительным материалом. Освоят изготовление из воды деталей машин, они будут легкими, чистыми, прозрачными. Технология изготовления достигнет предельной простоты: налил в форму, нажал кнопку очищающего устройства и... деталь готова. Отпадет необходимость в последующей механической и термической обработках. Чистота и без того будет предельной. А прочность... Мы уже сказали — сталь в сравнении с такой отвердевшей водой покажется воском.

К тому же водяное сырье избавит человечество от трудоемкой добычи металлических руд, которые нуждаются еще в обогащении, очистке, транспортировке, многократной переплавке. Исчезнут доменные-гиганты, дымные металлургические комбинаты, громоздкие прокатные станы.

«Жидкая руда» всегда под рукой. Бери из любой реки. Мало будет — в твоём распоряжении моря и океаны. Она поистине неисчерпаема.

Возможность обращать воду в металлически-твёрдое состояние позволит обходиться без мостов, по крайней мере без пешеходных. Постоянно или временно, как заблагорассудится. Скажем, решил отправиться пешком через океан — клади перед собой твёрдую дорожку, а позади она будет сама убираться.

Разумеется, это уже из области фантастики. Пока.

## Четвёртое состояние воды, или вода незамерзающая

Помните: «Эврика! Эврика!»?

Мудрый старец открыл понятие удельного веса воды. С тех пор удельный вес воды стал эталоном плотности, по которому оценивают плотность всех прочих веществ.

Удельным весом называют вес вещества, заключённого в единице объёма, например, в 1 кубическом сантиметре. Так вот, удельный вес воды принят за единицу. Это значит, что 1 кубический сантиметр воды весит ровно 1 грамм, а 1 кубический метр ровно 1 тонну. И величина эта со времён Архимеда оставалась неизменной.

Однако...

Приходилось ли вам видеть серебристые облака? Сказочное явление природы.

Их можно наблюдать только в северных широтах вскоре после заката или перед рассветом. Серебристые облака, просеивая лучи невидимого с земли солнца, излучают нежное серебристое сияние.

Обычные облака выше 10 километров не забираются. Серебристые парят на высоте 80—90 километров. До сих пор существо-

вало убеждение, что серебристые облака представляют собой скопление мельчайших кристалликов льда. Но вот, изучая их, анализируя поглощающую и преломляющую способность, молодой советский астрофизик Олег Васильев сделал любопытное открытие. Солнечные лучи вели себя так, словно прошли не сквозь кристаллики льда, а сквозь капельки воды.

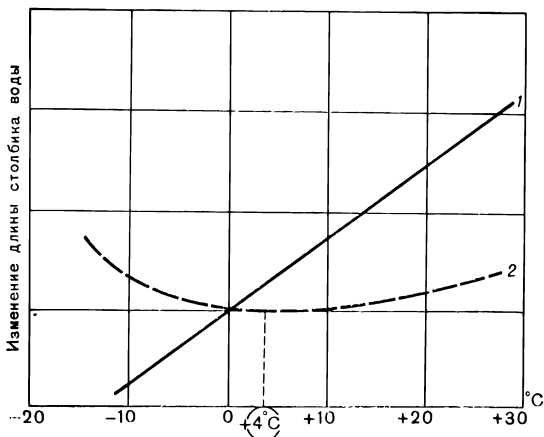


Рис. 6. Тепловое расширение воды в капиллярах.  
1 — обыкновенная вода (вода I); 2 — вода II

Вода на высоте 90 километров, где царит холод уже космического пространства! Нет, вода не может там оставаться обыкновенной водой, она должна находиться в каком-то ином состоянии. В каком же?

В 1959 году доценту костромского текстильного института Н. Н. Федякину удалось разработать технологию изготовления сверхтонких стеклянных капилляров с радиусом до 0,000017 мм. Наблюдая расширение столбиков воды в капиллярах при нагревании, он получил странную закономерность. В капиллярах с радиусом более 1 микрона (0,001 мм) в интервалах от 0 до +4°C проявлялась известная нам аномалия воды — столбик воды укорачивался. При +4°C его длина становилась наименьшей, а при дальнейшем нагревании все шло как «должно быть» — столбик начинал удлиняться, плотность воды падала.

Но в самых узких капиллярах вода переставала походить на себя, изменяла своей «таинственной» аномальности. Здесь удлине-

ние столбика происходило во всем диапазоне температур, и коэффициент расширения сохранялся постоянным (рис. 6).

Дальнейшие исследования велись в отделе поверхностных явлений Института физической химии АН СССР под руководством члена-корреспондента АН СССР Б. В. Дерягина.

Выяснилось, что в сверхузких капиллярах вода, оставаясь по химическому составу все той же  $H_2O$ , резко меняет свои физические свойства. Ее называли «водой II».

Прежде всего оказалось, что вода II почти в 2 раза плотнее обыкновенной воды I. Плотность воды II составляет 1,4, а вязкость в 15—20 раз больше. По своей вязкости вода II напоминает вазелин, — обмакни в нее палец и она потянется за ним, как смола. Вода II не замерзает при  $0^{\circ}C$ . Только при  $-100^{\circ}C$  она, не образуя льда, сразу вся вследствие еще более резкого увеличения вязкости переходит в стекловидное состояние. А закипает лишь при  $300^{\circ}C$ . Когда же температура достигает  $700-800^{\circ}C$ , пары ее распадаются, превращаясь в пары обыкновенной воды I.

Сообщение об открытии советских ученых было встречено за рубежом с явным недоверием. Только 7 лет спустя, в конце 1969 года лаборатория английской фирмы «Юнивелер» подтвердила опыты Н. Н. Федякина и Б. В. Дерягина. Ныне уже десятки исследовательских учреждений в США, Англии, Бельгии, Франции изучают «дерягинскую воду II».

Природа воды II пока остается загадкой. Существует несколько противоречивых точек зрения. Одни исследователи считают, что «виною» всему примеси, неизбежно имеющиеся в воде. Другие утверждают, что при конденсации паров на поверхности стекла или кварца имеют место каталитические процессы, способствующие переходу воды в такое состояние, какого не получить на поверхности других веществ.

Третьи, и к ним относится Б. В. Дерягин, полагают, что в сверхтонких капиллярах происходит полимеризация молекул воды, образование цепей типа  $(H_2O)_n$ . Многие на Западе воду II так и называют поливодой.

Наши симпатии, безусловно, на стороне последних и не только потому, что к ним принадлежит наш соотечественник и первооткрыватель воды II. Полимерная гипотеза Б. В. Дерягина приближает к реальным воплощениям все наши самые фантастические предсказания о возможных превращениях обыкновенной воды.

Незамерзающая, не дающая льда, закипающая при температуре красного каления стали вода II найдет самое широкое применение в технике уже наших дней. Мы нисколько не сомневаемся, что овладение процессом полимеризации воды позволит создать совершенно

новую отрасль большой химии — комбинаты, по производству волокна из водяных полимерных нитей. Это будет удивительнейшая ткань! Во-первых, мы можем предположить, что в полимерных нитях  $H_2O$  в какой-то степени проявится потенциально скрытая в воде сверхпрочность. Во-вторых, поскольку водяные нити будут обладать сверхпрочностью, их можно будет изготавливать более тонкими, чем самые тонкие современные капроновые или нейлоновые нити. И, наконец, в-третьих, водяная ткань сохранит многие аномальные свойства воды: ее огромную теплоемкость, высокую диэлектрическую постоянную и пр.

Короче говоря, мы беремся утверждать, что в недалеком будущем человечество наденет одежду, какой не знали самые волшебные сказки народов мира: бесконечно тонкую, бесконечно прочную, укрывающую от любой жары и от любого холода. В такой одежде люди смогут в равной степени расхаживать и под палящими лучами солнца Сахары и среди ледяной стужи Антарктиды. Легкий костюм из водяной ткани освободит космонавта от тесного и громоздкого скафандра, позволит ему выйти в открытый космос без всякой дополнительной защиты.

Что касается сырья для нашей волшебной ткани, то недостатка в нем текстильная промышленность (как и металлургическая!) никогда не испытает.

А пока не она ли, вода II, украшает наш небосклон серебристыми облаками?

Впрочем, кажется, не только небосклон Земли. Изучением отраженного света от облаков нашей космической соседки Венеры установлено, что в этих облаках имеются капельки воды с показателем преломления, равным 1,5. Но именно такая величина показателя преломления у «дерягинской воды» и у серебристых облаков.

Советский астроном В. Бронштэн и американский астроном Донахью независимо высказали одинаковое предположение, что капельки полимерной воды в атмосфере Венеры сконденсировались на мельчайших пылинках — продуктах выветривания венерианских пород.

Насколько справедливы высказанные здесь предположения, покажут исследования с помощью советских межпланетных станций типа «Венера».

## Магнитная вода

Первыми на это необычное явление обратили внимание в 30-х годах советские физики Берлага и Горский: скорость выпадения

кристаллов из пересыщенных водных растворов резко возростала, если сосуд с раствором помещали в магнитное поле.

Вслед за этим итальянскому физiku Пиккарди удалось продемонстрировать влияние магнитного поля на скорость протекания химических реакций опять-таки в водных растворах.

Вскоре уже ни у кого не оставалось сомнений в том, что вода, подвергнутая воздействию магнитного поля, меняет свои физико-химические свойства. Особенно заметно меняются растворимость солей и скорость химических реакций.

Еще нет единого мнения о характере взаимодействия между водой и магнитным полем, а магнитная вода уже нашла широкое применение в народном хозяйстве.

Первыми магнитной водой заинтересовались теплоэнергетики и котловики, для которых накипь в котлах и осадки на стенках труб паросиловых установок всегда являлись настоящим бедствием. Сотни километров труб ежегодно выбрасывали не потому, что их съела ржавчина, а потому, что они оказались намертво забитыми отложениями. Котлы же периодически приходилось подвергать трудоемкой чистке, удалению накипи. Правда, существовали антинакипины, но эффект от них был весьма незначительный.

Первые же опыты с магнитной водой дали поразительные результаты. Оказалось, что магнитная вода не только не дает накипи, но и смывает ранее образовавшиеся отложения.

В нашей стране работают уже тысячи магнитоводных установок на морских и речных судах. Без них теперь не обходится ни одна ТЭЦ. Исследованиями магнитной воды и возможностью ее более широкого применения заняты десятки НИИ, специальных учреждений, политехнических институтов.

И круг использования магнитной воды непрерывно расширяется. Выяснилось, что применение магнитной воды повышает прочность бетона, значительно ускоряет его застывание.

При флотационном обогащении полезных ископаемых магнитная вода весьма заметно повышает процент выхода обогащенной руды.

И небольшой прогноз.

До сих пор общенародной проблемой остается замена труб, по которым горячая и холодная вода поступает в наши квартиры. Нужно ли приводить то астрономическое число ремонтных организаций, в задачу которых входит эта замена? В ржавчину, в труху превращаются тысячи тонн металла ежегодно. Непроизводительно расходуется труд тысяч людей.

Но вот в наши квартиры придет магнитная вода. И трубы в домах станут вечными. Удивительной белизной засверкают раковины



ны и ванны, ибо вода не только не будет оставлять на них осадков, но и станет смывать с них грязь. Отпадает необходимость в чистке.

Поскольку у магнитной воды такая волшебная способность не давать осадков, отчего бы ее не применить в городских очистных сооружениях? Может быть, магнитному способу предстоит сыграть важную роль и в извращении речных, озерных и морских вод от загрязнений.

Наконец, не следует упускать из вида, что растительный и животный мир, наш организм — все это по сути водные растворы, которые тоже никак не могут оставаться безучастными к воздействию на них магнитного поля. Но... об этом речь впереди.

## Вода в роли молота

В конце прошлого столетия строители московского водопровода столкнулись с загадочным явлением: лопались только что проложенные трубы. Лопались без всяких видимых причин. Их заменяли, но они лопались снова то в одном, то в другом месте. Трубы рвала изнутри таинственная сила, которую никак не могла бы создать насосная станция. Стенки труб были рассчитаны по всем правилам, толщина их взята с достаточным запасом прочности, — уж что-что, а сопромат водопроводчики знали!

Катастрофические поломки водопровода заставили задуматься отцов города: «Не возвратиться ли к старому и надежному способу снабжения водой — развезти ее в бочках на клячах, как это делалось испокон веков?»

Отчаявшись справиться с коварной водой, инженеры-водопроводчики обратились за помощью к известному русскому ученому Н. Е. Жуковскому, и тот довольно быстро нашел ответ.

Причина разрушения труб оказалась удивительно проста: резкое закрытие кранов. В момент внезапной остановки потока воды в трубе возникало явление, которое было названо гидравлическим ударом. Возле крана мгновенно подпрыгивало давление. Оно многократно превышало давление, создаваемое насосной станцией. А затем на сцену выступали упругие свойства воды. Скачок давления в виде упругих колебаний, или так называемой ударной волны, со скоростью звука бежал вдоль трубы и, найдя уязвимое место, рвал стенки трубы. Разрушение зачастую происходило вдали от крана и потому виновник происшествия — удар — оставался незамеченным.

Чем быстрее останавливали поток воды, тем мощнее становился гидравлический удар. Дело в том, что на первых водопроводах

устанавливались пробковые краны (наподобие самоварных). Короткое движение — и кран закрыт.

По совету Н. Е. Жуковского, эти краны были заменены медленно закрывающимися вентильными кранами (которыми мы пользуемся и поныне), и таинственные разрушения труб прекратились.

Вскоре, однако, гидравлический удар дал о себе знать и в других быстро развивающихся отраслях гидравлической техники. И чем большие скорости движения жидкости использовало человечество, чем сложнее и чувствительнее становилась аппаратура, тем суровее напоминал о себе гидравлический удар.

Ныне он подкарауливает нас в каждом насосе, в каждом клапане, в каждой трубе, т. е. всюду, где возможна резкая остановка движущейся жидкости. Зачастую никакие ухищрения не помогают избавиться от гидравлического удара, и тогда конструкторы вынуждены повышать прочность деталей, делать устройства более тяжелыми и громоздкими. Или остается мириться с тем, что деталь раньше времени выходит из строя — выкрашивается, лопается, деформируется.

Кавитация действует постепенно. Гидравлический удар подобен удару молота или, точнее, — тысяче следующих один за другим ударов. Как и кавитация, он неизбежный и непримиримый враг гидравлической техники.

## Вода — штамповщик

Но, подобно тому, как при кавитации разрушительная способность воды может быть направлена на выполнение полезных операций, так с наименьшей перспективой она может использоваться и при гидравлическом ударе.

И вот уже созданы установки, в которых с помощью высоких давлений, возникающих при гидравлическом ударе, штампуются детали, производится прессовка металло-керамических порошков, выполняется холодная сварка путем прижатия друг к другу свариваемых деталей.

До последнего времени гидравлический удар в таких установках создавался с помощью обычной взрывчатки. В момент взрыва на поверхность «выстреливался» поршень, а далее взрывное давление передавалось уже по всей массе жидкости.

Давления при этом достигались порядка 70—100 тысяч атмосфер.

Однако такая величина давлений современную технику уже не удовлетворяет. Да и сама технология получения удара довольно

примитивна. Установка при этом получается неуклюжей, громоздкой и небезопасной.

Новые горизонты в области использования гидравлического удара открывает лазерная техника. Луч лазера, пронизывая массу воды, вызывает в ней поистине фантастические давления — в миллионы атмосфер. Таким «сверхпрессом» в принципе можно штамповать детали из любых ныне непрессуемых сверхтвердых металлических и неметаллических материалов.

Световой взрыв в воде, с невероятной силой прижимающий друг к другу детали, неограниченно расширит возможности контактной холодной сварки, полностью сведя на нет существующие в настоящее время «несвариваемые сочетания».

## Вода в роли наковальни

А что же сама вода? Остается ли она все той же водой в то время, когда в ней создаются давления в сотни тысяч и миллионы атмосфер?

Как она поведет себя, выполняя роль наковальни?

Опыты показали, что подвергнутая даже сравнительно невысокому давлению — 300 атмосфер и затем освобожденная от этого давления вода на некоторое время меняет свои физические свойства. Она кипит уже не при  $-100^{\circ}\text{C}$ , а при  $+200^{\circ}\text{C}$ , не дает кавитации там, где она прежде легко возникала. Такую воду можно уже и слегка растягивать, создавая в ней отрицательные давления (до минус 1 кгс/см<sup>2</sup>).

Короче говоря, подвергнутая предварительной «ковке» давлением вода становится прочнее.

Какой же она станет от удара в миллионы атмосфер?

Пока ответа на этот вопрос наука не дала. Исследования только начинаются. Мы же сделаем очередное предположение.

Сверхвысокое давление способно сблизить молекулы воды настолько, что между ними возникнут неизвестные сегодня более мощные связи. В результате таких связей образуется или та сверхпрочная вода, о которой мы чуточку помечтали, или молекулярные цепи и настоящая полимерная вода. А может и то и другое одновременно.

## Вода — источник энергии

Мы уже говорили, что, проследив за взаимоотношениями человека и воды, можно было бы написать своеобразную историю возникновения древних цивилизаций. Вода сыграла важную (если не решающую) роль в развитии современного общества. Есть ли

надобность повторять слова Карла Маркса о «революционере-паре»?

В своем безостановочном движении в будущее, создавая все более современные средства производства, человек так или иначе опирается на использование воды.

Наш век называют веком электричества. Но ведь турбины и тепловых, и гидравлических, и атомных электростанций приводит в движение вода. Откажитесь от использования воды — и вы оставите мир без электричества. Это ли не будет катастрофой?

Правда, появился новый источник электроэнергии: плазма. Мы верим, придет время и человечество откажется от использования громоздких турбин, приводимых в движение паром или водой. Электроэнергия будет добываться непосредственным преобразованием тепла в электричество (с помощью полупроводниковых или других устройств). Но сырьем для плазмы, для термоядерного синтеза останется та же вода. Откуда же еще брать дейтерий или тритий?

### Самое известное и самое непонятное свойство воды

Применение сверхдавлений и сверхскоростей в использовании воды привело к насущной необходимости познания ее внутренней структуры.

И тут наука возвратилась к самому старому вопросу, который волновал еще средневековых флорентийских академиков: почему течет вода?

Вопрос на первый взгляд нелепый. Вода течет потому, что она жидкая. Но тогда возникает новый вопрос: а собственно что такое жидкость? Твердое или газообразное состояние вещества мы можем представить себе более или менее ясно. В нашем воображении возникают картины пространственного расположения атомов в кристаллах металлического сплава. Мы «видим» хаотическое движение молекул в газовых смесях. Но как выглядят частицы воды, каково их взаимное расположение? Конечно, существуют гипотезы (и мы их еще приведем), но они расплывчаты и экспериментально не подтверждены. Вопрос «почему течет вода?» остается самым трудным для науки.

Многие теоретики предпочитают проводить аналогию между жидкостью и твердым телом (например, плохая сжимаемость). А при гидродинамических расчетах проектировщики и ученые экспериментаторы применяют к жидкостям (в том числе и к воде) те же математические зависимости, что и к газам.

Весьма нелогично.

Необходимость устранения этого противоречия становится все более острой. Ибо, раскрыв структурное строение воды, мы вместо сомнительных, весьма приближенных и не всегда применимых аналогий, вместо грубых и неточных эмпирических зависимостей получим истинную картину. Появится возможность раскрыть закономерности, присущие только воде. Физики чисто аналитически, без

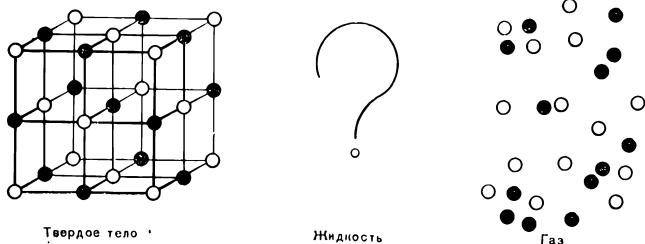


Рис. 7. Агрегатное состояние вещества.

Твердое тело (например, металлы или лед) имеет кристаллическую структуру. В газах частицы находятся в состоянии хаотического движения. Агрегатное состояние жидкости — пока загадка

всяких приближений получают точные, строгие формулы. И лишь тогда откроется путь к созданию сверхпрочной воды как машиностроительного материала, путь к полимеризации воды — основы будущего текстильного производства.

И очень хотелось бы, чтобы, наконец, был создан протонный или иный микроскоп, с помощью которого удалось бы увидеть молекулы воды, их движение, жизнь, возникновение и распад. Наблюдают же физики-атомщики поведение единичных элементарных частиц — протонов, мезонов, позитронов, размеры которых в сравнении с молекулой воды — как байдарка в сравнении с океанским лайнером.

Да, очень важно увидеть молекулы воды.

А пока... мы довольствуемся для воды тем положением, которое показано на рис. 7.

Химия воды  
или попытки  
раскрыть секрет  
аномальностей воды



## «Кирпичики» $\text{H}_2\text{O}$

Секрет аномальностей воды, конечно, следует искать в специфическом строении ее молекулы и в особенностях тех «кирпичиков», из которых складывается эта молекула.

Действительно, оба элемента — водород и кислород — крайне выделяются из многочисленной семьи химических элементов, представленной в Периодической системе Менделеева.

**Водород.** Как «горючий воздух» он был известен еще в XVI веке немецкому врачу и естествоиспытателю Парацельсу. Но подлинная природа этого газа была установлена лишь в 1783 году Антуаном Лавуазье. За способность, сгорая, производить воду «горючий воздух» впоследствии переименовали в «гидрогениум», т. е. «рождающий воду» (от латинского «хидер» — вода и «генас» — рождать).

Водород — единственный элемент, не имеющий даже одной полностью заполненной электронной оболочки. Из-за исключительной простоты его строения — один протон (ядро) и один электрон — ему присущи совершенно особые свойства. Между молекулами, образованными водородом с другими элементами, возникают единственные в своем роде водородные связи, сила взаимного притяжения по величине своей не сравнимая с взаимодействием всех прочих, неводородных молекул.

Забегая вперед, скажем, что именно наличие водородных связей не только определяет аномальные свойства воды, но и играет решающую роль в образовании живой материи — нуклеиновых кислот, молекул ДНК (дизоксирибонуклеиновая кислота), белковых молекул.

Водород — один из наиболее распространенных в природе элементов. Он обнаружен всюду: на других планетах солнечной системы, на самом Солнце, в атмосферах всех доступных наблюдению звезд, в туманностях, в межзвездной пыли.

Значение водорода во Вселенной исключительно велико. Достаточно сказать, что он играет роль «космического топлива», дает энергию звездам (в том числе и Солнцу).

В настоящее время известно пять изотопов атома водорода с атомными весами 1 (протий), 2 (дейтерий), 3 (тритий), 4 и 5 (названия пока не даны).

Наиболее распространена (по крайней мере на Земле) вода, в основе которой находится протий.

Дейтерий отличается от протия строением ядра. Ядро дейтерия состоит из протона и нейтрона, поэтому масса ядра дейтерия в 2 раза больше массы ядра протия. Такое резкое расхождение в мас-

сах изотопов является единственным случаем среди изотопов всех других элементов.

В обычной (земной) воде один атом дейтерия приходится на 5500 атомов протия.

В ядре трития имеется один протон и два нейтрона. Тритий радиоактивен. Он излучает бета-частицы и превращается в изотоп гелия с атомным весом 3. Период полураспада трития около 12,5 лет. В земной воде трития крайне мало: один атом на миллиард миллиардов ( $1/10^{18}$ ) атомов протия.

Недавно обнаружены изотопы водорода с атомными весами 4 и 5. Но физические и химические свойства обоих изотопов пока не изучены. Известно только, что время существования их ничтожно мало. Например, изотоп с атомным весом 4 «живет» всего лишь  $10^{-11}$  (0,00000000001) секунды.

**Кислород.** Открыт в 1774 году английским химиком Пристли. Но свое «крещение» получил в лаборатории французского ученого Лавуазье; там открытый Пристли газ называли «кислородом» — рождающим кислоту.

На нашей планете кислород — наиболее распространенный элемент. Земная кора до глубины 10—15 километров почти на 50% (по весу) состоит из кислорода. Песок содержит 53% кислорода, глина 56%, вода 89%, наконец, в человеческом теле его 65%.

Кислород — не менее своеобразный элемент, чем водород. Он занимает восьмое место в периодической системе Менделеева. Если его внутренняя электронная оболочка (слой K) укомплектована полностью (два электрона), то на внешней (слой *n*) вместо восьми положенных «по штату» электронов имеется только шесть. Два места остаются «вакантными». Элемент с резко выраженным электроположительным характером, кислород атакует все атомы, отдающие электроны (к каковым прежде всего относится водород!), и потому представляет собой один из наиболее агрессивных элементов в природе.

Известны три изотопа кислорода с атомными весами 16, 17 и 18. На Земле на 3150 атомов  $O^{16}$  приходится по пять атомов  $O^{17}$  и по одному атому изотопа  $O^{18}$ . К сожалению, никаких данных о физико-химических свойствах изотопов  $O^{17}$  и  $O^{18}$  у нас нет, наукой они пока не изучены.

## Вода — это не просто $H_2O$

Вода представляет собой химическое соединение водорода с кислородом. В молекуле воды один атом кислорода связан с дву-



мья атомами водорода. Химическая формула обыкновенной воды  $\text{H}_2\text{O}$ . Молекулярный вес ее 18,016. При нормальных атмосферных условиях температура кипения воды составляет  $+100^\circ\text{C}$ , а температура замерзания  $0^\circ\text{C}$ . Вода является отличным растворителем, бесцветна, не имеет ни запаха, ни вкуса.

Таковы общеизвестные физические и химические свойства воды.

После того как в прошлом столетии были изучены и, казалось бы исчерпывающе, физико-химические свойства воды, интерес к этой жидкости со стороны исследователей надолго угас.

Но вот в 1934 году американский физик Гарольд Юри обнаружил в обычной чистой воде примесь, химический состав которой был тот же — один атом кислорода на два атома водорода, но молекулярный вес составлял не 18, а 20. Это, как мы теперь знаем, была окись дейтерия; она получила название тяжелой воды. Ее формула  $\text{D}_2\text{O}$ . Она кипит при  $101,4^\circ\text{C}$ , и замерзает при  $-3,8^\circ\text{C}$ . В противоположность жизненной силе  $\text{H}_2\text{O}$  тяжелая вода в физиологическом отношении инертна. Семена растений, политые тяжелой водой, не прорастают. Если тяжелой водой поить животных, они погибают от жажды.

После открытия дейтерия интерес к воде резко повысился.

В 1943 году вокруг тяжелой воды разыгрались весьма драматические события.

Фашистская Германия форсировала создание атомной бомбы. В качестве замедлителя нейтронов в атомном реакторе немецкие исследователи использовали тяжелую воду. Однако получение тяжелой воды в больших количествах представляло (да и сейчас представляет) значительные трудности. Организовать производство тяжелой воды гитлеровцам удалось в оккупированной ими Норвегии, где можно было использовать дешевую энергию гидростанций и в фьордах которой вода имела повышенное содержание окиси дейтерия.

Следившая за работами гитлеровских атомщиков английская разведка предприняла отчаянные меры для уничтожения добытой немцами тяжелой воды. В Норвегии был выброшен десант парашютистов. С помощью норвежских патриотов десантникам удалось взорвать цех по производству тяжелой воды, но захватить и уничтожить запасы уже добытой тяжелой воды они не смогли.

Германское командование попыталось переправить в Германию уцелевшую тяжелую воду. В условиях чрезвычайной секретности ее доставили к морю. И только в последний момент, ценой огромного риска бойцам армии Сопротивления удалось проникнуть на пароход и взорвать его. 16 кубометров окиси дейтерия было пушено ко дну.

Работы по созданию атомной бомбы в Германии были сорваны.

Тяжелая вода — не единственный компонент, входящий в обычную воду. Мы уже сказали, что имеется пять изотопов водорода и три изотопа кислорода. Поскольку каждый изотоп водорода способен соединиться с любым изотопом кислорода в соотношении 2 : 1, может быть получено 42 сочетания атомов в молекуле воды. Из них 9 вполне устойчивы.

Вот они:	$\text{H}_2\text{O}^{16}$	$\text{HDO}^{16}$	$\text{D}_2\text{O}^{16}$
	$\text{H}_2\text{O}^{17}$	$\text{HDO}^{17}$	$\text{D}_2\text{O}^{17}$
	$\text{H}_2\text{O}^{18}$	$\text{HDO}^{18}$	$\text{D}_2\text{O}^{18}$

Итак, обыкновенная вода, текущая в реках, заполняющая озера, моря и океаны, снеговыми шапками украшающая горные вершины, дождями низвергающаяся на землю, послушно бегущая из кранов в наших квартирах,— все это не просто  $\text{H}_2\text{O}$ . Это — сложнейшая смесь различных видов воды, молекулы которых обладают резко отличными химическими и физическими свойствами.

К сожалению, на сегодняшний день более или менее изучены только две разновидности воды:  $\text{H}_2\text{O}^{16}$  и  $\text{D}_2\text{O}^{16}$ . Прочие «воды» остаются белыми пятнами в науке.

Конечно, процент содержания «прочих вод» в обыкновенной  $\text{H}_2\text{O}$  чрезвычайно мал. Так, тяжелой воды в ней всего 0,001—0,002%. Во много раз меньшую долю составляют другие сочетания водорода и кислорода. Но сколько воды в масштабах всей планеты! А стремительное развитие науки и техники, которое позволит со временем переводить одну модификацию воды в другую?

Теперь прогнозы.

Скажем, тяжелая вода. Это мертвая вода. Она угнетает все живое. Но не окажется ли среди 42 возможных сочетаний изотопов водорода с изотопами кислорода... живой воды? Живой в полном смысле этого слова. Воды, которая в двое, втрое, в десять раз ускорит рост растений, животных, человека! Вода, которая позволит выращивать капусту величиной с легковую машину и пшеницу с зернами в куриное яйцо.

А может, объявится и такая вода, которая станет панацеей от всех недугов, позволит мгновенно залечивать самые тяжелые раны, возвращать бодрость. Или даже возвращать молодость.

Не вода ли принесет человечеству страстно желаемую вечность?

Не улыбайтесь. От воды можно ожидать всего.

## Технология изготовления молекулы $\text{H}_2\text{O}$

Как же образуется молекула воды?

Вспомним, что вероятностное нахождение электрона по отношению к ядру определяется электронным облаком, т. е. совокуп-

ностью всех точек пространства, через которые может пробежать электрон. Это воображаемое облако называют орбиталью. Природой установлено: на одной орбитали не может находиться одновременно более двух электронов.

Единственный электрон атома водорода ( $1s^1$ ) имеет орбиталь в виде сферы. Такая форма орбитали соответствует минимально возможному уровню энергии атома.

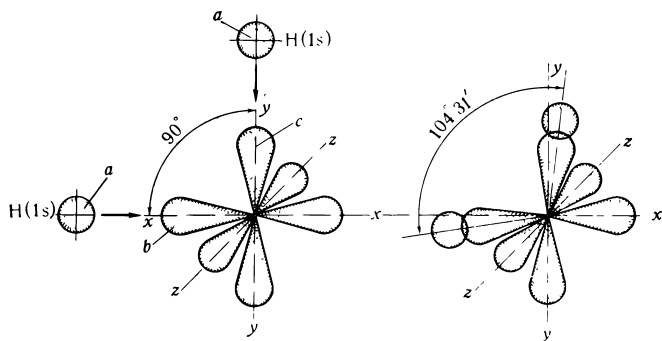


Рис. 8. Схема образования молекулы  $H_2O$ .

Сферические электронные облака (a) атомов водорода захватываются  $P$ -орбиталями (b) и (c) атома кислорода. Получившие дополнительный отрицательный заряд орбитали (b) и (c) отталкиваются на угол равный  $104^\circ 31'$

В атоме кислорода все гораздо сложнее.

Атом кислорода имеет два слоя электронов. Внутренний (слой  $K$ ) укомплектован двумя  $s$ -электронами, вращающимися по сферической орбитали (условное обозначение этих электронов  $1s^2$ , где 1 — номер слоя,  $s$  — энергетическое состояние — орбиталь и 2 — количество электронов на орбитали).

Внешний слой  $h$  имеет шесть электронов (их условное обозначение  $2s^2P^4$ , где 2 — номер слоя,  $s$  и  $P$  — орбитали, индексы 2 и 4 — соответственно количество электронов на орбиталях). В этом слое, как видно из условного обозначения, два  $s$ -электрона имеют одну и ту же сферическую орбиталь. Четыре  $P$ -электрона вынуждены расположиться на трех взаимно перпендикулярных орбиталях, имеющих в плане формы восьмерок. Восьмерки пересекаются в центре атома, как показано на рис. 8.

Обратите внимание:  $4P$ -электроны на трех орбиталях — здесь ключ к пониманию всех событий.

Орбиталь, вытянутая вдоль оси  $z$  —  $z$ , служит пристанищем для двух электронов. Она укомплектована, и ворота ее на прочном

запоре. На орбиталях же  $x-x$  и  $y-y$  по одному электрону и по одному капкану.

Итак, действующие лица охарактеризованы. Начинается действие.

Вот атом водорода оказался в опасной близости от атома кислорода, и единственный электрон его тотчас же будет захвачен непарной (недоукомплектованной)  $P$ -орбиталью. Поскольку у кислорода две непарные орбитали, он способен пленить два атома водорода. При этом сферическое облако водородного  $s$ -электрона наложится на яйцеобразную ветвь  $P$ -орбитали (см. рис. 8).

Между атомами Н и О возникает связь, которая получила название ковалентной. Итогом этой связи и будет возведение весьма своеобразного архитектурного сооружения, известного как  $H_2O$ .

Своеобразие образовавшейся молекулы состоит в следующем.

Во-первых, перекрытие электронных облаков приведет к уплотнению области перекрытия и, значит, к росту отрицательного заряда в этой части пространства.

Расположись атомы водорода по обе стороны от ядра атома кислорода под углом  $180^\circ$ , и возникшие уплотнения зарядов никак бы не отразились на электрическом равновесии образовавшейся системы, т. е. центры положительных и отрицательных зарядов по-прежнему находились бы в одной точке — в центре атома кислорода.

Но  $P$ -орбитали, захватившие водородные электроны, расположены под углом  $90^\circ$  и поэтому уплотнения в них вызовут смещение центра тяжести отрицательного заряда относительно центра тяжести положительного заряда.

Образовавшаяся молекула воды стала одновременно и маленьким микромагнитом или, как принято говорить в молекулярной физике, стала диполем, способным ориентироваться в магнитном поле.

Во-вторых, ветви  $P$ -орбиталей, получившие дополнительные отрицательные заряды, получат и дополнительную силу взаимного отталкивания. Они подальше отодвинутся друг от друга и угол между ними вместо  $90^\circ$  станет  $104^\circ 31'$ . Увеличение угла еще более усугубит несимметричность распределения зарядов. В связи с этим дипольный момент молекулы воды достигнет такой величины, какой не имеет молекула никакого другого вещества на Земле.

И, наконец, в-третьих. Сгущение сферического облака  $s$ -электрона водородного атома в месте наложения его на  $P$ -орбиталь атома кислорода приведет к разрежению этого облака с диаметрально противоположной стороны. Протон водорода, до того рав-

номерно прикрытый электронным облаком, после «пленения» атомом кислорода лишится «одежды».

Однако представляется возможность компенсации за счет соседних молекул. И он сделает это, вцепившись в проплывающий поодаль «чужой» атом кислорода с силой, которая значительно превзойдет силу, удерживающую его собственные электроны.

Эта сила связи с «чужим» атомом кислорода и будет представлять собой так называемую водородную связь.

## Золотой ключик к дверям в мир аномалий воды

Как вы, вероятно, уже поняли, этим золотым ключиком и являются водородные связи.

Известно, что между двумя любыми достаточно близко расположенными молекулами возникают силы взаимного притяжения: электронная оболочка одной молекулы притягивается положительным зарядом (системой ядер) другой молекулы. Эти силы получили название Ван-дер-Ваальсовых.

Если бы между молекулами воды действовали только Ван-дер-Ваальсовы силы взаимного притяжения, вода замерзала бы при  $-90^{\circ}\text{C}$ , а закипала бы при  $-80^{\circ}\text{C}$ . В действительности вода замерзает при  $0^{\circ}\text{C}$  и закипает при  $+100^{\circ}\text{C}$  — обстоятельство, долгое время смущавшее физиков и химиков. Недоумение было рассеяно после открытия водородных связей ей, более мощных, чем Ван-дер-Ваальсовы.

Водородные связи проявляются не только в воде. Они играют решающую роль в процессе биологического синтеза, т. е. в образовании молекул растительного и животного вещества. Все растущее и живущее на Земле обязано своим существованием специфичности самого распространенного во Вселенной элемента — водорода.

Однако ни в каком другом веществе водородные связи не проявляются в такой мере, как в воде.

Огромный дипольный момент молекул воды и существующие между ними водородные связи объясняют прежде всего аномально высокую диэлектрическую постоянную воды. Если принять диэлектрическую постоянную вакуума за единицу, то диэлектрическая постоянная воды будет равна 80. Это значит, что в воде два электрических заряда будут взаимно притягиваться или отталкиваться с силой в 80 раз меньше той, с которой они взаимодействовали бы в вакууме.

Высокая диэлектрическая постоянная в свою очередь объясняет феноменальную способность воды растворять в себе буквально все вещества, существующие в природе. На Земле не найти абсолютно

чистой  $\text{H}_2\text{O}$ . Все воды, включая и дождевую, и родниковую, и многократно дистиллированную,— растворы. Конечно, концентрация растворенных веществ может колебаться в очень широких пределах. Самый распространенный «раствор» на поверхности Земли — морская вода. В каждой капле ее 44 элемента таблицы Менделеева. Одного лишь золота в морях и океанах растворено порядка 10 миллиардов тонн — почти по 3 тонны на каждого сегодняшнего жителя планеты.

Особенно легко растворяются в воде вещества, атомы которых соединены ионной связью. Это сравнительно слабые химические связи. Растворенная в воде, например, поваренная соль легко диссоциирует на ионы натрия ( $\text{Na}^+$ ) и ионы хлора ( $\text{Cl}^-$ ). Соединиться вновь в воде этим ионам уже не суждено. Разделенные молекулами воды, они теперь притягиваются друг к другу в 80 раз слабее! К тому же вставшие на их пути молекулы  $\text{H}_2\text{O}$  обладают мощным дипольным моментом и без труда присоединяют к своим отрицательным концам положительные ионы натрия, а отрицательные ионы хлора соответственно исчезают в цепких «лапах» водородных протонов.

Пример растворения солей с ионной связью мы выделили потому, что такие связи составляют основу образования кристаллических структур, а из кристаллических структур в основном и сложена кора Земли, ее материк, горные хребты, дно океанов. Как уж тут не проявиться всеразрушающему свойству воды?

Не следует думать, будто водородные связи намертво удерживают одну молекулу воды относительно другой. Если бы это случилось, вода при всех условиях оставалась бы твердым телом.

В интервале между 0 и  $100^\circ\text{C}$  водородные связи ослабевают и рвутся под воздействием теплового движения самих молекул воды. Чем больше мы подводим тепла к воде, тем интенсивнее тепловое движение молекул и тем труднее водородным связям удерживать их на близком расстоянии друг подле друга. Наконец, тепловое движение окончательно берет верх над силами связей, молекулы рассыпаются, разлетаются, вода перестает быть жидкостью, она обращается в пар.

Но чтобы разрушить водородные связи в воде, нужно подвести значительное количество тепла — 537 калорий на каждый грамм воды. Вот то обстоятельство, которое объясняет феноменальную теплоемкость воды, ее способность выполнять роль «аккумулятора тепла» в глобальных масштабах.

На поверхности воды «оголенные» протоны остаются «не у дела». Здесь им не на чем испытать силу своего воздействия: выше уже нет атомов кислорода. И тогда водородные протоны уподоб-

ляются притаившимся в ожидании жертвы осьминогам. Стоит только поднести к свободной поверхности воды предмет, в котором есть атом кислорода, как протоны вцепятся в него «щупальцами» своих водородных связей. Этим обуславливается способность воды смачивать те или другие вещества.

**Прочность воды!**

Напомним, что согласно теоретическим расчетам изготовленный из идеально чистой воды стержень диаметром 1 см, должен был бы выдержать растягивающую силу в 14 тонн.

Теперь уточним — подобные расчеты основываются на прочности водородных связей. Как перейти от теории к практике? Для этого остается зафиксировать водородные связи. Один способ нам уже известен — это охлаждение воды, превращение ее в лед (мы вернемся к нему чуть позднее). Нам же хотелось бы придать воде сверхпрочность при любых температурных условиях.

Как сделать это, увы, не знают даже фантасты.

Давайте охладим воду.

Вот где особенно наглядно выступает ее аномальность!

Мы уже знаем, что вода, охлаждаясь от  $+100^{\circ}\text{C}$  до  $+4^{\circ}\text{C}$ , как и все вещества в природе, сжимается, уменьшается в объеме. А затем от  $+4^{\circ}\text{C}$  и до самого замерзания она увеличивается в объеме.

В чем же тут дело? В специфичности водородных связей. Пока энергия теплового движения достаточно велика, «голому» водородному протону не удастся зацепиться за атом кислорода, «проплывающий» мимо молекулы. «Багор с крючком», которым протон пытается пленить атом кислорода, либо, не выдержав, ломается, либо (и это чаще всего) оказывается слишком длинным. «Крючок багра» повисает над «головой» плывущего вплотную к протону кислородного атома.

Вот примерно, какая ситуация должна быть в воде, пока ее температура выше  $+4^{\circ}\text{C}$ . Молекулы воды имеют возможность скользить бок о бок, вплотную друг к другу. В воде имеет место так называемый ближний порядок.

Однако по мере охлаждения скорость движения молекул воды начинает падать. Теперь у протона есть время, чтобы вначале отодвинуть «багром» атом кислорода на длину «багра», а затем надежно зацепить его «крючком». Поскольку скорость движения мала, прочности «багра» достаточно, чтобы остановить плененную молекулу.

Обратите внимание: молекула будет остановлена на строго определенном расстоянии: на длине «багра». «Багор» — это водородная связь.

У молекулы воды два «голых» водородных протона, поэтому она захватывает сразу двух оказавшихся поблизости соседок. Но одновременно на ее собственный атом кислорода будут переброшены два «багра» с других не менее расторопных протонов.

Так, быть может очень примитивно, мы можем нарисовать в своем воображении картину возникновения кристаллической струк-

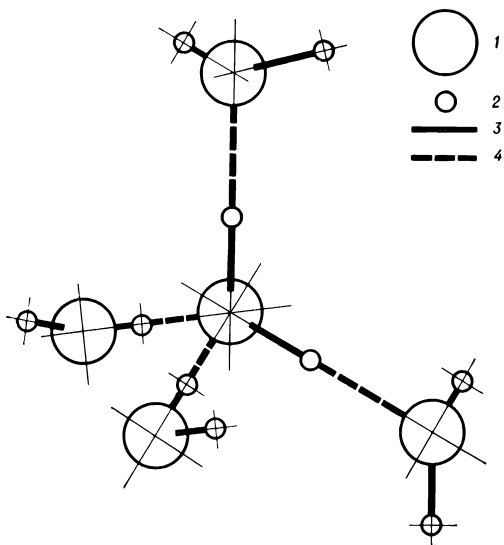


Рис. 9. Образование водородных связей между молекулами воды.

Каждая молекула перекидывает два мостика и одновременно на нее перекидывается два мостика. В результате возникает определенная геометрическая фигура — тетраэдр  
1 — кислород; 2 — водород; 3 — ковалентные связи; 4 — водородные связи

туры льда, возникновение тетраэдров, которые начнут выстраиваться один за другим, как солдаты на плацу.

Так как для построения тетраэдра молекулы должны отодвигаться друг от друга на определенное расстояние, объем, занимаемый водой, естественно, увеличивается. И он будет расти до тех пор, пока вся вода не обратится в лед (рис. 9).

— Но позвольте! — скажете вы. — Раз уж в кристаллах льда водородные связи проявили себя в полную силу, где же предсказываемая «сверхпрочность»? Почему лед не стал прочнее стального сплава?



А потому, что в лед перешли все пороки воды: растворенные в ней газы и механические примеси. Кристаллическая структура льда полна всевозможных дефектов — трещин, уродливых нагромождений, втиснувшихся в парадный строй кристаллов атомов посторонних элементов.

И от сверхпрочности не осталось и следа.

Кстати, аналогичную картину мы наблюдаем и в металлургии. Твердеющий расплав — тот же лед. Теория показала, что сталь и даже чистое железо могли бы стать в 1000 раз прочнее, если бы удалось получить идеальную кристаллическую структуру без искажений геометрии кристаллической решетки.

Но, увы, здесь, как и в воде, делают свое «грязное дело» газовые включения и посторонние механические примеси.

Раз уж речь зашла о льдах... Чтобы превратить лед в воду, его нужно нагреть. При этом на каждый грамм льда потребуется довольно приличное количество тепла — 80 калорий. Однако с оговоркой: 80 калорий, если лед взят при  $0^{\circ}\text{C}$  и при нормальном атмосферном давлении. Для расплавления 1 грамма льда, взятого при минус  $7^{\circ}\text{C}$ , достаточно уже 76 калорий, а при минус  $13^{\circ}\text{C}$  понадобится еще меньше — 73 калории. Получается, что с каждым градусом вниз по шкале термометра теплота плавления льда убывает на  $0,5^{\circ}\text{C}$ .

Не удивительно ли? Чем холоднее лед, тем легче его превратить в воду! Вот и еще одно «чуждачество» воды.

А давление?

Увеличение давления приводит к уплотнению льда. Например, при сжатии в 20 000 атмосфер (не такая уж впечатляющая величина в наши дни) плотность его возрастает в 1,5 раза.

И растает такой лед лишь при  $+80^{\circ}\text{C}$ .

Не удивительно, если в недрах Земли на глубине в несколько десятков (а скорее всего и в несколько сотен) километров будет обнаружен горячий лед. Горячий в полном смысле этого слова.

Вполне возможно, что такой горячий лед окажется в недрах и других планет Солнечной системы.

Как странно иногда совершаются научные открытия.

Сколько мудрецов до Архимеда пользовалось ванной, но ни одному из них и в голову не приходило усмотреть в льющейся через края воде явление необычайной важности.

А вот пример сегодняшнего дня.

Уже не одно столетие клянет человечество воду за ее коварное свойство: замерзая в трубах, рвать их стенки. А сколько рассеянных шоферов и по сей день «размораживает» автомобильные двигатели, оставляя в них зимой воду?

Но почему-то ни одна живая душа, в том числе и мы с вами не задумывалась над тем, какая огромная сила действует на наших глазах, слепая, не используемая человеком сила.

27 февраля 1974 года газета «Советская индустрия» сообщила о замечательном изобретении московского инженера П. А. Радченко. Суть изобретения сводится к сварке... с помощью льда! Точнее, с помощью того давления, которое возникает в момент превращения воды в лед. Количество потребной воды — объем куриного яйца. Источник холода — в зимнее время воздух с улицы. Ведь очень-то низких температур и не требуется: нуль или чуть ниже.

Не даром же говорят: «Все великое — просто!».

### Водородная связь водородной связи рознь

В наши дни выявилась еще одна (не последняя!) странность в поведении воды. Оказалось, что в зависимости от способа получения  $H_2O$  может обладать различной силой водородных связей.

Например, талая вода, т. е. вода, образующаяся в момент таяния льда, и она же, взятая спустя некоторое время, — не одна и та же вода. Вообще по многим общезвестным физико-химическим свойствам она осталась нашей старой знакомой (по чистоте, удельному весу, химическому составу и пр.), но претерпела изменение в самом главном — в величине водородных связей между молекулами.

Последнее обстоятельство подтверждается так: чтобы превратить 1 грамм обычной (например, водопроводной) воды в пар, необходимо 537 калорий тепла. А для талой воды потребуется уже 539 калорий. Разность в 2 калории при современной измерительной технике — величина очень заметная.

За счет чего же появилась эта разница?

Известно, что водородные протоны в молекуле  $H_2O$  ведут себя, подобно двум раскрученным волчкам, — они вращаются вокруг собственных осей и, значит, обладают моментом количества движения, или, как принято говорить в молекулярной физике, имеют спин.

Когда протоны вращаются в одну сторону, их моменты складываются, и получается молекула параводы. Если же они вращаются в разные стороны, возникает разность моментов, и получается молекула ортоводы. Схематично обе разновидности молекул показаны на рис. 10.

Естественно, молекулы параводы и ортоводы должны находиться на разных энергетических уровнях. Величина того и другого уровня вычислена физиками достаточно точно, и ничего неопределенного здесь нет.

До сих пор существовало твердое убеждение, что количественное соотношение между пара- и ортомолекулами в природной воде сохраняется при любых условиях (и зимой и летом) строго постоянным. Действительно, каждый раз эксперименты подтверждали: вода состоит на  $\frac{3}{4}$  из ортоводы и на  $\frac{1}{4}$  из параводы. Однако из поля зрения экспериментаторов до сих пор выпадал «суший пу-

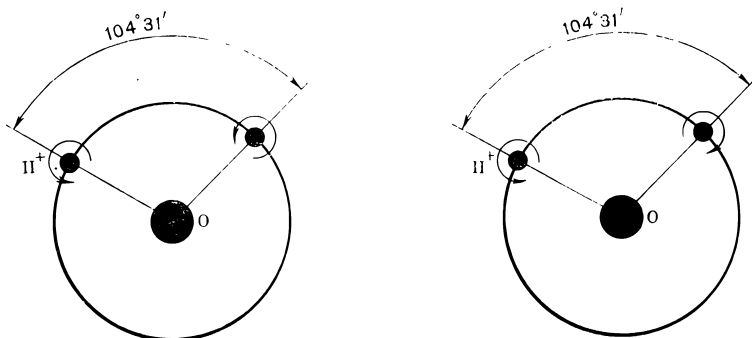


Рис. 10. Два энергетических состояния молекулы  $\text{H}_2\text{O}$ .

В молекуле слева направления вращения протонов  $\text{H}^+$  вокруг собственных осей (спины) совпадают и мы имеем так называемую параводу, в молекуле справа вращение направлено навстречу друг другу (спины противоположного знака) — это будет ортовода

стяк» — момент перехода изо льда в воду. И вот обнаружили эти 2 калории.

Желание установить причину выпада в свойствах воды привело сотрудников лаборатории бионики Казанского университета У. Ахмерова и А. Бильдюкевича к смелой догадке: а не происходит ли в талой воде изменение направления вращения одного из водородных протонов молекулы ортоводы и превращения ее в параводу?

Расчеты блестяще подтвердили догадку. Соотношение в талой воде изменилось в пользу параводы и ровно настолько, что энергетический уровень «смеси» повысился как раз на 2 калории.

Правда, спустя сутки теплота парообразования талой воды стала уже 538 калорий, т. е. разница по сравнению с обычной водой снизилась до 1 калории. Еще через сутки она едва достигала 0,5 калории. И так до тех пор, пока соотношение между ортоводой и параводой не пришло в норму ( $\frac{3}{4} : \frac{1}{4}$ ).

Две калории... Стоит ли обращать внимание на такой пустяк? Но, как говорится, «мал золотник да дорог». Исследования дали неожиданный результат: талая вода обладает повышенной биологической активностью; помещенные в нее семена растений давали ростки гораздо быстрее, чем в обычной воде.

До сих пор у геронтологов нет единого мнения о том, какой определяющий фактор позволяет отдельным представителям рода человеческого жить далеко за 100 лет.

Первоначальный вывод, что все решает питание, не оправдался. То, в чем отказывают себе одни долгожители, охотно употребляют другие (не пренебрегая и мясными блюдами, против которых особенно восставали геронтологи в недалеком прошлом).

Поскольку основная масса долгожителей приходится на горные районы планеты (особенно Кавказ), была выдвинута более обоснованная версия долголетия: разреженный и чистый воздух горных вершин. Действительно, в разреженной атмосфере меньше условий для размножения болезнетворных микроорганизмов.

Не возражая против целебных свойств горного воздуха, мы, однако, выдвинем более могущественный, на наш взгляд, фактор — в о д у. Точнее, ту воду, которую пьют жители аулов. Источником ее являются горные потоки. Ее дают тающие ледники гор.

Жители гор пьют в основном талую воду.

Правда, по мере движения потока постепенно теряется биологическая активность талой воды. Возможно, эта активность исчезает при кипячении. Но в какой бы малой степени ни попадала дополнительная порция п а р а в о д ы в организм горца, если это будет происходить изо дня в день, из года в год, то результатом может стать долголетие.

## Пришедшая из недр земных

На нашей планете имеется великое множество источников минеральных вод. Это — целебные воды. Они стали незаменимыми при лечении многих недугов, вокруг них возникли города-курорты.

В чем секрет чудодейственных свойств воды, пришедшей из недр земных?

Специалисты отвечают безапелляционно и однозначно: целительные свойства минеральной воды определяются ее химическим составом, т. е. теми солями, которые в ней растворены.

Так думают и те, кто пользуется минеральной водой.

Однако вот что получается. При современных методах анализа установить абсолютно точный химический состав минеральной воды — не проблема. А при тех возможностях, которыми обладает химия синтеза, приготовить искусственную минеральную воду, казалось бы, очень просто.

Попробовали и... ничего не получилось!

Состав воспроизведен, а на целебные свойства и намек нет. Вывод напрашивается сам. Очевидно, дело не только и не столь-

ко в растворенных веществах, сколько в свойствах самого растворителя, т. е. в свойствах воды. В каких именно? Возможно, в том же изменении соотношений между орто- и параводой. Вода в минеральных источниках — это вода, пришедшая с больших глубин. Там она подвергалась воздействию высоких температур, высоких давлений и, быть может, прошла еще какую-то неведомую нам «обработку».

Добравшись до поверхности, вода сохранила (пусть частично) приобретенные ею свойства, и человечество получило от природы источник бодрости и здоровья.

Нельзя ли провести аналогию между талой и минеральной водой? Дать положительный ответ столь же рискованно, как и отрицательный. Исследования только начались. Скорее всего у минеральной воды энергетический уровень еще выше, чем у талой в сравнении с обычной. И если талая вода довольно быстро утрачивает приобретенную энергетическую добавку, то в минеральной воде сохранить ее помогают растворенные соли. А может быть, соли — лишь катализаторы в приобретении водой целебных свойств?

Все это уже из области догадок.

## А магнитная вода?

Естественно, возникает мысль: нельзя ли искусственно изменять энергетическое состояние воды с помощью какого-либо доступного нам средства? Например, с помощью магнитного поля.

Исследовали теплоту парообразования у намагниченной воды.

Отклонения налицо! Только сдвиг произошел в обратную сторону от талой воды — в сторону преобладания ортоводы. Отличие от обычного (природного) соотношения ( $3/4 : 1/4$ ) оказалось, правда, гораздо менее значительным. Уровень энергии молекулы намагниченной воды снизился на 2—3%. Они-то и придают намагниченной воде те неоценимые свойства, о которых мы уже говорили. Для народного хозяйства магнитная вода — настоящая революция. Позднее мы добавим: и для всего живого на Земле.

## Обманутая кавитация

Коварный и неумолимый враг гидравлической техники. Ненасытный «пожиратель» металла в гидравлических машинах. Непреодолимый барьер на пути увеличения скоростей вращения турбин, увеличения скоростей движения судов, увеличения скоростей потока жидкости в трубопроводах.

Борьба с кавитацией не прекращается.

И вот однажды люди обманули кавитацию.

До сих пор разрушительная деятельность пузырьков, возникших в потоке жидкости, трактовалась лишь как механическое воздействие на кристаллическую решетку металла. Непонятным в этой «механической» трактовке оставалось лишь одно обстоятельство: почему кавитация довольно легко «расправляется» с одними металлами и сплавами и «ломает зубы» о другие, менее прочные металлы и сплавы?

Тут-то и вспомнили сущую малость, которую и мы сознательно обошли стороной. Оставаясь лучшим диэлектриком на Земле, вода все-таки не является идеальным препятствием для электрического тока. Даже при нормальных атмосферных условиях в ней самопроизвольно образуются ионы. Совсем в ничтожном количестве, но все-таки образуются. В 1 тонне воды содержится всего лишь 0,1 миллиграмма ионов  $H^+$  и 1,7 миллиграммов ионов  $OH^-$ .

А при ненормальных условиях? Например, при высоких и сверхвысоких давлениях?

Ведь в тот момент, когда лопается кавитационный пузырек, возникает гидравлический удар. На стенки трубы и на близлежащие молекулы воды обрушиваются сотни тысяч атмосфер. Такое давление не может не привести к разрушению водородных связей, а значит, и к бурному росту ионизации.

Ионизированная вода — это уже не диэлектрик. Это кислота чудовищной силы, в сравнении с которой все известные в химии кислоты будут казаться безобидными жидкостями. Вода превратится в реактив, способный вызвать бурную ионообменную реакцию с металлом, из которой изготовлена труба, винт теплохода или лопасти турбины.

Управлять подобной реакцией не столь уж сложно.

Советские инженеры М. Трифель, Е. Штерн, А. Хаиларов и С. Мехмандаров проделали интереснейший эксперимент на Волжской ГЭС им. В. И. Ленина.

На ремонт была остановлена одна из турбин: за три года кавитация «съела» на ее лопастях 243 килограмма специальной антикавитационной стали. Согласитесь — «аппетит» у кавитации отменный!

Колесо наварили, привели в порядок. Затем в колодце над колесом и под колесом смонтировали по медному поясу. К поясам и к колесу подключили ток низкого напряжения, т. е. сознательно превратили турбину в своеобразный гальванический элемент, с таким, однако, расчетом, чтобы ионообменная реакция шла между водой и медными поясами, минуя лопасти турбины.

Через три года опытную турбину снова остановили на ремонт.

Оказалось, что на этот раз кавитация «съела» всего лишь 7,35 килограммов металла — в 40 раз меньше, чем до включения электрической защиты!

## Гидравлический удар — союзник большой химии

Скачки давлений при лопании кавитационных пузырьков приводят к повышенной ионизации воды. А как изменяются свойства воды при гидравлическом ударе, когда сверхдавление обрушивается на всю массу воды одновременно?

На этот вопрос наука пока не дала ответа.

Между тем известно, что среди многочисленных методов полимеризации, применяемых в современной промышленности, высокое давление занимает не последнее место. Мономерной жидкостью заполняют автоклав, закрывают стальную тяжелую крышку и включают компрессор. Давление в автоклаве поднимают до 100 атмосфер и выше. Молекулы мономера сближаются настолько, что силы притяжения между ними становятся достаточными для образования полимерных цепей.

Советские ученые первыми решились заменить компрессор гидравлическим ударом. Удар осуществляется с помощью взрывчатки. Давление при этом достигает 70—100 тысяч атмосфер. Чтобы получить его с помощью компрессора, пришлось бы заставить компрессор работать несколько часов. Взрыв же производит полимеризацию всей массы мономера за миллионные доли секунды.

Но это еще не вода...

Чтобы осуществить процесс полимеризации в воде, потребуются миллионы атмосфер. Обычному взрыву такое не под силу. И тут последнее слово за оптической техникой — лучом лазера. Пронизывая воду, этот луч создает в ней гидравлический удар фантастической силы.

Вода же пока остается водой.

Почему? Что мешает полимеризации молекул воды?

На этот вопрос науке еще предстоит ответить. А мы осмеливаемся утверждать: водяной полимер — не за горами.

## Искусственная вода

Итак, вода не просто  $H_2O$ . Она — смесь из окислов различного сочетания изотопов водорода с изотопами кислорода. Число возможных сочетаний довольно велико — 42. Из них более или менее изучены только два. Остается еще 40. И даже при самом смелом полете фантазии невозможно предсказать, какие самые неожиданные свойства раскроет нам та или иная модификация воды.

Ясно, что по мере познания структуры воды, применяя все более совершенные методы теоретических исследований, с помощью аналоговых расчетов на ЭВМ ученые смогут предсказать все возможные свойства у всех возможных сочетаний. И не беда, если в природе не существует воды с предсказанным свойством. Она будет создана сначала в лаборатории, а затем производством ее займется промышленность.

Мы уверены, что именно одной или несколькими разновидностям воды, которые будут открыты в будущем, предстоит сыграть решающую роль в решении проблем наследственности, долголетия, избавления неизлечимых ныне заболеваний. Но... мы опять забегаем вперед. О той роли, которую вода играет в живой материи, речь пойдет далее.



Вода и биология,  
а также неопровержимые,  
по мнению автора,  
доказательства  
всегалактической роли воды  
в происхождении человека



## Происхождение жизни на Земле

Бесспорно установлено: гидравлический удар — отменный мастер по части полимеризации молекул. Пока не любых. Полимеризация воды — дело будущего. И не такого уже далекого. Мы не сомневаемся, что еще увидим здания, сложенные из водяных блоков; что нам посчастливится надеть на себя костюм из водяной ткани; что нам доведется проехаться в машинах, кузова которых будут изготовлены из водяного пластика. Все эти чудеса скорее всего будут совершены с помощью гидравлического удара. Сверхдавления... «волшебная палочка», по мановению которой молекулы выстраиваются в полимерные цепи.

Но ведь и все живое состоит из полимерных цепей.

В таком случае у нас есть все основания полагать, что гидравлический удар является творцом всего живого на Земле.

Доказательства?

Давайте рассуждать: в далекие доисторические эпохи земная твердь испытывала толчки изнутри не в пример сегодняшним. В недрах планеты бушевали необузданные силы. И каждый толчок порождал в подкоровом и коровом веществе мощные колебательные процессы.

Достигнув ложа океана, такие колебания отзывались в воде знакомыми нам гидравлическими ударами. Или, точнее, бесконечной чередой гидравлических ударов.

Не беремся утверждать, что в те далекие времена сверхдавления в океане непременно влекли за собой полимеризацию воды (хотя и отрицать такую возможность тоже нет оснований).

Зато бесспорно другое: вода, этот всемогущий растворитель, с первых дней появления на Земле успела накопить в себе простейшие химические соединения, содержащие «животворные» элементы, такие как фосфор, азот, углерод, кальций... Сверхдавления с помощью той же воды разбивали эти соединения, а затем «ткали» из них полимерные нити — строительный материал для простейших аминокислот.

Тут, конечно, не может быть и речи о случайностях или о слепой игре сил природы. Прежде чем создать жизнь, сверхдавления сами прошли длительную эволюцию своего совершенствования, приобретая определенную частоту колебаний, определенную амплитуду. К тому же их деятельность смогла проявиться лишь при определенных температурных условиях. Возможно, и сама вода к моменту возникновения аминокислот приобрела какие-то специфические (полимерные?) свойства, которые утратила в более поздние эпохи и которые нам предстоит открыть заново.

## Все-таки почему именно в воде?

Молекула живого вещества — сложнейшее химическое соединение, возникающее в результате последовательной цепи окислительно-восстановительных реакций.

Подобные реакции никогда не смогли бы стать итогом взаимодействия кристаллических (твердых) веществ. Ибо как представить образование твердой белковой молекулы? Или, скажем, твердой клетки? Или способное передвигаться и мыслить гранитно-каменное живое существо? Мы уж не говорим о том, что скорость протекания твердофазных реакций в сотни и тысячи раз ниже скорости в жидких растворах. «Твердое» живое существо оказалось бы фантастически тугоумным.

Отпадает возможность образования живого вещества и из газообразных составляющих. Конечно, газофазные реакции протекают достаточно быстро, но вообразить такое живое существо еще труднее, чем кристаллически твердое.

Следовательно, единственной средой, в которой могла возникнуть и эволюционировать жизнь, является жидкость, жидкий растворитель. Ни остывающая кора Земли, ни ее по-венериански плотная некогда атмосфера никогда не могли служить этой цели.

Ну, а если бы вместо океанов воды на Земле возникли океаны другого жидкого растворителя, например, жидкого аммиака или фтористого водорода? Появилась бы жизнь в таких океанах?

Нет, не появилась бы. И вот почему.

Жидких растворителей известно великое множество. Однако в отличие от воды каждый из них в той или иной степени обладает избирательностью. Так, в жидком аммиаке растворяются только те вещества, которые становятся в нем кислотами. Основаниям туда путь закрыт, и потому производить в жидком аммиаке реакции с основаниями невозможно.

В жидком фтористом водороде (тоже отличный растворитель), наоборот, растворяются вещества, проявляющие себя как основания. Значит, не может быть и речи о реакциях взаимодействия с кислотами во фтористом водороде.

Таким образом, ни в жидком аммиаке, ни в жидком фтористом водороде невозможно осуществить цепь кислотно-основных взаимодействий. А ведь молекулы живого вещества как раз и возникают в результате цепи таких реакций.

Что касается прочих растворителей, то с ними дела обстоят еще хуже. Во-первых, они обладают очень низкими растворяющими способностями, а во-вторых, вступают в очень узкий круг окислительно-восстановительных реакций. Каждый из них препятствует

большей или меньшей группе жизненно необходимых взаимодействий, без которых не может быть и речи о возникновении даже самой простейшей аминокислоты.

Подлинно «жизненный» растворитель должен быть, как говорят химики, амфотерным, т. е. одинаково охотно вступать в реакцию и с кислотами, и с основаниями, способствовать любым реакциям.

Таким универсальным растворителем является только вода.

Разумеется, к универсальной растворяющей способности мы должны добавить и другие ее «жизнеутверждающие» качества: высокую диэлектрическую постоянную, высокую химическую активность, высокую теплотворную способность и пр.

## Завтрашний день гидравлического удара

Если гидравлический удар был творцом белковой молекулы в далеком прошлом, отчего бы не заставить его выполнять эти функции в настоящем? Самых высоких давлений, которых можно достичь ныне, пока маловато для этой цели. Но техника освоения сверхвысоких давлений уверенно движется вперед. На повестке дня применение лазера, который даст в воде миллионы атмосфер.

Освоение полимеризации воды не только расширит ее чисто производственное значение (части машин, ткани), но превратит гидравлический удар в «шеф-повара» на вселенной сказочной кухне. С помощью гидравлического удара в воде человечество начнет производить искусственные белки. Появятся фабрики по производству искусственного хлеба, искусственного молока, искусственного мяса,— все это более качественное и более питательное, чем получаемое от природы. А главное — дешевое и в неограниченном количестве. Человечество избавится от забот о хлебе насущном.

## Магнитное поле, вода и кровь

В магнитном поле вода не остается инертным, безучастным веществом — она меняет свои физико-химические свойства. Пришло время еще раз вспомнить о том, что наше тело на  $\frac{2}{3}$  состоит из воды. Наш организм по сути — водный раствор различных органических веществ. Любая клетка нашего организма в основе своей имеет воду. Кровь на 90% — вода, почти «чистая вода».

Судите сами: может ли наш организм не реагировать на воздействие магнитного поля, если на воздействие этого поля так чутко реагирует основа организма — вода?

Попытки применить магнит в лечебных целях уходят в седую старину. Вероятно, они начались с того дня, когда человек впервые взял в руки кусок руды, обладающей таинственным свойством притягивать железо.

И в каком только виде не использовали магнит древние врачи! Алхимики приготавливали из магнита мази, порошки, микстуры. Магнитные бруски или пластинки прикладывались к телу больного, к ранам, опухолям.

Известный естествоиспытатель Парацельс, тот самый, который открыл «горючий воздух» — водород, писал: «...Я утверждаю ясно и открыто, на основании произведенных мною опытов с магнитом, что в нем скрыта тайна высокая, без которой против множества болезней ничего сделать невозможно...»

Пожалуй, сказано излишне категорично. Но не предвидение ли это ума смелого и трезвого?

Применение магнита то охватывало все слои населения, то, наоборот, осмеивалось. Однако никогда не бывало забыто вовсе.

Знает ли история подлинные исцеления магнитом?

Отрицать так же категорично, как утверждал Парацельс, на наш взгляд, нет оснований. В многоголосом хоре невежд легко затеряться робкому голосу истины. Ведь случилось же, что алхимики в слепых и бесплодных поисках философского камня наткнулись на секрет изготовления фарфора!

Эксперименты с магнитным полем, проведенные Джено Барнетти (США) на мышах, показали, что магнитное поле оказывает на кровь воздействие, прямо противоположное ионизирующему излучению,— оно повышает количество белых телец крови.

Напрашивается догадка: использовать магнитное поле в качестве защиты от лучевого поражения.

Далее Джено Барнетти обратил внимание на то, что магнитное поле омолаживает старых мышей, их мех становится гладким, лоснящимся, кожа теряет старческие складки.

Что это? Магнитное поле образует в организме «живую воду», элексир возвращения молодости?

Приоритет успешного использования магнитного поля на человеческом организме принадлежит работникам Медицинского института города Перми (СССР).

В 1938 году в клинике института из 21 пациента, страдавших кожным заболеванием — эпидермофетией, было полностью излечено 15. У остальных шести наступило значительное облегчение.

С тех пор и по сей день в больницах Перми продолжают успешно применять магнитное поле. Врач А. А. Тюреева использует

магнитное поле как обезболивающий фактор и как средство, ускоряющее рубцевание ран и язв.

Успешное применение магнитного поля в экспериментальной онкологии подтверждено многими коллективами советских исследователей. Ботаник П. П. Чуваев в 1969 году установил, что слабое магнитное поле меняет наследственность микроорганизмов.

Еще в 1935 году немецкие ученые подметили, что в периоды магнитных бурь, при которых напряженность поля Земли резко возрастает, заметно увеличивается число нервных и психических заболеваний. В то время сообщение немецких ученых было встречено с недоверием. Но вот недавно проведенные в США статистические сопоставления полностью подтвердили наблюдения, сделанные в Германии в 1935 году.

Статистические исследования, проведенные во Франции и одновременно в Советском Союзе, с абсолютной достоверностью показали, что число сердечно-сосудистых заболеваний и смертельных исходов от инфаркта миокарда резко увеличивается в периоды магнитных бурь. На ряде курортов уже имеются специальные службы, оповещающие врачей о приближении магнитной бури. Тяжело больные немедленно помещаются в палаты с антимагнитной экранировкой.

Вопрос о влиянии магнитного поля на организм человека встает со все большей остротой и становится особенно актуальным в наш век освоения космического пространства. Сильные магнитные поля будут возникать на космических кораблях будущего, снабженных термоядерными реакторами, ионными или фотонными двигателями. Космонавты рискуют оказаться на планетах с более сильным магнитным полем, чем то, к которому они приспособились на Земле. Они могут попасть в пространство, где вообще не будет никакого поля. Как все это отразится на состоянии космонавтов?

В Японии широко распространено ношение магнитных браслетов на запястьях рук. Японские ученые утверждают, что такие браслеты препятствуют повышению давления крови, т. е. являются профилактическим средством от гипертонии, а для тех кто ею страдает, — средством для облегчения страданий.

В нашей стране к этой японской моде некоторые отнеслись весьма скептически. Однако, как подтвердили исследования советских ученых, этот скепсис преждевремен.

Итак, всякое изменение напряженности магнитного поля сказывается на человеческом организме — факт, который уже никто не осмеливается опровергать. Правда, исследования этого влияния только начали выходить из стадии «алхимии». Механизм воздействия магнитного поля на живой организм остается еще полной загадкой.

А отсюда и последствия: у исследователей нет единого мнения, когда и в каких дозах следует применять магнитное поле в лечебных целях. Иногда тот же эффект дает повышенная напряженность поля, а иногда, наоборот, пониженная. На результатах магнитотерапии сказывается возраст пациента, его психическое состояние и пр.

Нам же остается право присоединиться к предположению У. Ахмерова и А. Бильдюкевича: не является ли основным звеном воздействия поля на воду переход воды из парасостояния в ортосостояние? Ведь в живом организме мы имеем все ту же самую воду.

## Почему вымерли динозавры?

Чтобы более убедительно показать роль взаимодействия в цепи магнитное поле—вода—все живое на Земле, приведем две интересные, на наш взгляд, гипотезы.

Гипотеза, согласно которой эволюция на нашей планете в значительной степени зависит от того, в какую сторону смотрит стрелка магнитного компаса, вызывает все более пристальное внимание ученых.

Геологические исследования последних лет достаточно точно установили, что за всю историю Земли ее магнитное поле неоднократно меняло свое направление, причем смена полярности происходила в течение примерно 100 миллионов лет.

В 1963 году канадский профессор Роберт Аффен высказал предположение, что именно перемагничивание приводило к массовому вымиранию морских организмов. Это вымирание имело место по меньшей мере 6 раз (начавшись примерно 500 миллионов лет назад), причем каждый раз незамедлительно вслед за изменением полярности.

В процессе перемагничивания напряженность поля падала до нуля и затем снова возрастала, но уже с обратным знаком. Таким образом, на какой-то промежуток времени поверхность Земли, обычно защищаемая панцирем магнитного поля, буквально «купалась» в космической радиации. Роберт Аффен предположил, что этот внезапный скачок радиации мог вызвать биологические мутации, явившись одним из основных факторов эволюции всего живого.

Однако другой канадский ученый, геолог Ян Крейн возражает, считая, что причиной массового вымирания животных на Земле было не влияние радиации, а непосредственное снижение напряженности магнитного поля в процессе изменения его полярности.

Крейн обосновывает свою догадку экспериментами, во время которых живые организмы помещались в искусственное магнитное поле с меньшей, чем у Земли, напряженностью. После 72-часового пребывания в таком поле способность бактерий к размножению уменьши-

лась в 15 раз. Нарушились двигательные рефлексы у ленточных червей и моллюсков, снизилась нейромоторная активность у птиц. У мышей нарушился обмен веществ. При более длительном пребывании в слабом магнитном поле у мышей появились патологические изменения в тканях, возникло бесплодие.

«Судя по древним окаменелостям, — заявил Крейн, — влияние изменений магнитного поля может оказаться катастрофическим...»

Не по этой ли причине вымерли гигантские ящеры?

А вот вторая гипотеза, свидетельствующая о том, что не следует пренебрегать воздействием магнитных полей на живой организм, состоящий в основном из воды.

Историческая зоогеография приводит факты, согласно которым новые типы животных появились не вдруг, не повсеместно, а прежде на территории отдельных районов земного шара. Причем как раз в этих районах наблюдалось наибольшее число «вариантов» возникающих родов и видов. В третичное время одним из подобных центров появления новых форм жизни стали, например, Северная Индия и Центральная Азия. Хоботные, также, к примеру, возникли не повсеместно, а сначала лишь в Северо-Восточной Африке.

Подобные центры развития имел и человек. И лишь впоследствии новые виды животных организмов распространились по остальной поверхности земного шара.

Но если сопоставить историко-зоогеографические карты с геофизическими, то окажется, что центры видообразования совпадают с зонами... крупных магнитных и электромагнитных аномалий! Причем чаще всего эти центры приурочены к районам, где аномалии, перемещаясь, секут зону 35-й параллели северной широты и где магнитное поле отличается особенно большой изменчивостью.

Что тут можно предположить? Скорее всего, магнитная неустойчивость влияет на наследственность, постепенно, но неуклонно перекраивая живой организм.

### **Стоп! Магнитная опасность!**

Приведенную нами цепочку магнитное поле — вода — живой организм мы хотели бы закончить газетным сообщением:

«Редкая отрасль промышленности может сейчас обойтись без мощных магнитов. Тысячи людей работают с ними. И тут возникает вопрос: как влияет магнитное поле на человека?»

Врачи считают, что сильное магнитное поле оказывает влияние на работу нервной и сердечно-сосудистой систем. У человека нарушается координация движений. Кожа кистей рук меняет цвет, появляется зуд и даже понижается кровяное давление.



В связи с этим в Институте гигиены (СССР) разработан ряд методических указаний. Они рекомендуют экранировать листовым железом или сеткой источники магнитного поля. Люди, работающие вблизи сильных магнитных полей, должны периодически проходить медицинские осмотры и принимать в случае изменения в состоянии организма медикаменты, которые уплотняют стенки кровеносных сосудов...»

## Тепловое реле

Человеческий организм обладает замечательным свойством теплового саморегулирования. Нормальная температура нашего тела колеблется в очень узком интервале:  $36,6\text{—}37,0^\circ\text{C}$ . Отклонение от этой нормы даже на несколько десятых градуса — свидетельство заболевания, нарушения нормального функционирования того или иного органа.

До сих пор науке не удастся постичь секрет механизма теплового саморегулирования. Ясно лишь одно — такое регулирование было бы невозможно без участия потока крови.

Но ведь, с нашей точки зрения, кровь — это прежде всего вода. И тогда на автоматизм теплорегулирования мы вправе взглянуть по-иному. Дело заключается прежде всего в способности воды (крови) отнимать (и соответственно возвращать) тепло в столь больших количествах, какие не под силу любой другой жидкости. Лучшего теплоносителя, чем вода, природа не знает.

Однако кровеносная система представляет собой сложнейшее разветвление тысяч крупных, мелких и капиллярных сосудов. Наше тело пронизано ими до самой последней клетки от кожного покрова до глубин головного мозга. И если бы выравнивание температуры разных участков тела происходило только за счет перемешивания крови, то на такую процедуру ушло бы много часов. И даже суток.

Между тем каждая (!) клетка нуждается в строго постоянном тепловом балансе с окружающей средой, без чего невозможен нормальный обмен веществ.

А если заболевание или изменившиеся внешние условия вызывают местный перегрев организма?

Прежде всего в действие приходит нервная система, которая, кстати, разветвлена так же, как и кровеносная. Нервные волокна пораженного органа приходят в возбужденное состояние. Каждый возбужденный нерв окутывается магнитным полем и часть водородных атомов крови (воды) в капилляре, прилегающем к такому нерву, переходит из парасостояния в ортосостояние. Энергоемкость крови резко возрастает. Кровь приобретает способность поглощать дополни-

тельные порции тепла, хотя она и без того уже перегрета. А постоянная циркуляция крови позволяет поддерживать этот процесс до тех пор, пока не будет устранен источник раздражения.

Температура  $36,6^{\circ}$  — значит, все в порядке, человек здоров.

Безусловно, мы упрощаем происходящее в нашем теле. В действительности все гораздо сложнее, но, не затрагивая чисто физиологической стороны вопроса, мы беремся утверждать, что без наличия аномальных свойств воды самотеплорегулирование организма было бы невозможно.

Со временем ученые до конца разберутся в механизме теплорегулирования. А разобравшись, научатся и управлять им. Какая же это будет победа над природой! Люди с одинаковой легкостью смогут переносить и лютые морозы и испепеляющую жару — для этого лишь придется изменить тепловой баланс между телом и окружающей средой, т. е. позволить крови либо задерживать тепло в теле, либо свободнее отдавать его в окружающую среду. И отпадет нужда в теплой одежде. Зимние купания станут обычным делом. Более того ледяные поля Арктики и Антарктиды превратятся в своеобразные пляжи, на которых даже во время полярной ночи юноши и девушки будут играть в мяч, как ныне на черноморских пляжах.

И, возможно, именно тепловое изменение режима человеческого тела станет одним из условий, необходимых при обживании иных планет, находящихся далеко от Солнца или, наоборот, в чрезвычайной близости к нему (Меркурий, например).

Пока же нормальная температура нашего тела остается в чрезвычайно жестком допуске:  $36,6—37,0^{\circ}\text{C}$ .

Но почему не  $46,6—47,0^{\circ}\text{C}$  или не  $26,6—27,0^{\circ}\text{C}$ ?

Теплорегулирование, как мы уже говорили, зависит от уникальной способности воды поглощать (или отдавать) тепло в больших количествах. Количество тепла, необходимое для нагревания 1 г вещества на  $1^{\circ}\text{C}$ , называется удельной теплоемкостью. Величина удельной теплоемкости не остается постоянной. Не все равно, нагреть ли вещество от 0 до  $+1$  или от  $+100$  до  $+101^{\circ}\text{C}$ . У всех веществ с повышением температуры нагрева возрастает и величина удельной теплоемкости.

У всех, но не у воды.

У воды от 0 до  $+37^{\circ}\text{C}$  теплоемкость падает, а начиная от  $+37$  и до  $+100^{\circ}\text{C}$  возрастает. Таким образом, легче всего вода нагревается и быстрее всего охлаждается в своеобразной «температурной яме», соответствующей температуре  $+37^{\circ}\text{C}$ .

Получается так, будто природа, создавая человека, мудро снаб-

дила его оптимальным, т. е. экономически наимыгоднейшим режимом самотеплорегулирования.

## Механизм мышления

Самой большой загадкой homo sapiens является не только способность мыслить, но, главное, способность мозга перерабатывать и запоминать колоссальное количество информации. Запоминать прочно, иногда на всю жизнь.

Каких только гипотез, объясняющих работу мозга, не высказано! В основу одних положены электрохимические процессы, в основу других молекулярные и субмолекулярные...

На наш взгляд, самой убедительной является гипотеза ученых Казанского университета У. Ахмерова и А. Бильдюкевича. Она исходит из известных свойств молекулы воды — переходить из парасостояния в ортосостояние и обратно. Как уже отмечалось, суть воздействия магнитного поля на молекулу  $\text{H}_2\text{O}$  состоит в том, что один из протонов  $\text{H}^+$  меняет знак своего спина, т. е. меняет направление вращения вокруг оси. Это происходит скачкообразно: шарик-протон переворачивается в плоскости своей орбиты, его полюса меняются местами. Энергетический уровень молекулы  $\text{H}_2\text{O}$  при этом также делает скачок в сторону повышения или в сторону уменьшения энергии.

Нечто подобное происходит при работе триггера — элемента электронно-вычислительной машины (ЭВМ). Триггер имеет два возможных состояния: «включено» (ток течет) и «выключено» (тока нет).

Разве не похоже на поведение молекулы воды в магнитном поле? Поле есть — ортосостояние, поля нет — парасостояние. Вот вам и триггер!

В таком случае клетку нервной ткани можно рассматривать как микроскопическую ЭВМ. Молекулы воды, входящие в структуру ядра и плазмы, не просто присутствуют там, выполняя роль инертного растворителя. Нет, они наверняка объединены в единую систему, в один общий, отлично организованный, слаженно работающий агрегат.

Допустим, что в нормальном, невозбужденном состоянии, т. е. при отсутствии сигнала извне, ровно  $3/4$  молекул  $\text{H}_2\text{O}$  в этом агрегате будут ортоводой и  $1/4$  — параводой.

Но вот поступил сигнал. Нервное волокно отвечает на него преобразованием накопленной в клетке химической энергии в электрическую. Вдоль волокна пробегает короткий импульс электрического тока. Волокно, подобно проводнику, окутывается магнитным полем. Немедленно приходит в действие вся система молекул  $\text{H}_2\text{O}$ . Фиксируя сигнал, одни молекулы переходят из парасостояния в ортосостояние, другие — наоборот. Соотношение  $3/4 : 1/4$  нарушается. Оно устанавливается соответственно характеру сигнала, характеру информации.

Теперь представьте себе, какое астрономическое число возможных сочетаний орто- и парамолекул становится возможным в каждой клетке! И каждое сочетание — зафиксированная информация. Чем не блок памяти с колоссальной емкостью?

В мозгу человека, как утверждают биологи, содержится 14 миллиардов нервных клеток (нейронов). С нашей точки зрения, это 14 миллиардов вычислительных машин, разрешающая способность каждой из которых, т. е. способность перерабатывать и запоминать информацию, невероятно велика, с клеткой (!) ни в какое сравнение не идет самая большая, самая современная ЭВМ.

А мозг в целом?

Его можно представить как уникальную квантовую вычислительную машину с неисчерпаемой возможностью запоминания. Едва ли мы используем даже миллиардную долю этой возможности.

В гипотезе У. Ахмерова и А. Бильдюкевича делается еще одно важное допущение: в работе механизма памяти принимают участие одновременно все нейроны мозга. Они действуют как одно целое, слитно. Наш мозг функционирует сразу весь, включая одновременно бесконечное множество блоков памяти. И если один из блоков окажется заполненным или поврежденным, внешняя информация будет тут же подхвачена другим блоком без всякого ущерба для всей «машины».

Отсюда объяснение высокой надежности «квантовой ЭВМ», заключенной в нашей черепной коробке.

Придет время, и гипотеза казанских ученых превратится в теорию. Тогда в руках исследователей окажется оружие, с помощью которого можно будет неограниченно совершенствовать человеческую способность к запоминанию.

И из нашего лексикона исчезнет слово «забыть».

До сих пор оставалось загадкой еще одно интересное обстоятельство: чрезвычайно высокий коэффициент полезного действия мозга человека. Наш мозг — это невообразимая по объему ячеек памяти вычислительная машина — потребляет всего каких-то 10 Ватт. По аналогии с существующими в технике ЭВМ ей бы полагалась по меньшей мере Днепровская ГЭС.

Гипотеза У. Ахмерова и А. Бильдюкевича легко преодолевает и это кажущееся противоречие. Для перевода молекул  $H_2O$  из ортосостояния в парасостояние и обратно затрачивается ничтожно малая энергия. Изменение знака спина происходит под воздействием слабого магнитного поля. Именно такие поля и зафиксированы в нейроне в момент прохождения импульса.

Насколько гипотеза У. Ахмерова и А. Бильдюкевича близка к истине, покажут дальнейшие исследования. Но мы уже не можем

не согласиться с мыслью ученых, что воде принадлежит главенствующая роль в деятельности центральной нервной системы человека.

Таким образом, в нашем теле вода — не просто жизненно необходимый растворитель. Она не остается в клетках инертной жидкостью, подобно воде, налитой в графин для питья.

## Человек — будущий обитатель океанских пучин

Вода обладает свойством растворять в себе не только твердые и жидкие вещества, но и газы. Чем выше давление окружающей среды, тем более жадно вода поглощает газ. При снижении давления происходит обратное — выделение газа в окружающую среду.

Для техники указанная способность воды — сущее бедствие. При малейшей потере бдительности проектировщиками она вызывает кавитацией. Но для органического мира, для живой природы это свойство воды обуславливает самую возможность существования. Достаточно сказать, что все млекопитающие (не исключая и человека) живут благодаря кислороду, растворенному в крови (еще раз напомним: кровь — на 90% вода). Кислородом, растворенным в воде, дышат все живущие в океанах, морях, реках, озерах, прудах.

Однако рыба, выброшенная на берег, гибнет. Не странно ли? Находясь среди кислорода, погибнуть из-за отсутствия кислорода. Зато и человек, погруженный в воду без специальных защитных технических средств, обречен на гибель, хотя вокруг вполне достаточно кислорода.

Но испокон веков человек мечтает покорить морские глубины.

Мы не собираемся рекомендовать более совершенные скафандры, акваланги, маски. Мы также отвергаем беляевского Ихтиандра, который по воле писателя-фантаста был превращен в рыбу-человека. Ихтиандру сделали пересадку жабер акулы, и, кроме страданий, он ничего не получил.

Мы намерены воспользоваться теми потенциальными возможностями для дыхания человека в воде, которые скрыты в самой воде! При этом не понадобятся никакие технические средства: иди в воду, как ходишь по земле; плавай наравне с рыбами на любой глубине; живи под водой, сколько захочешь. Соскучился по солнцу — возвращайся на землю. И тут, и там ты будешь чувствовать себя хозяином, находиться в естественных для тебя условиях.

Сверхфантастично? Несбыточно? Нет, не так уж далеко до реального воплощения.

В 1956 году голландский физиолог Бурема проделал сенсационный эксперимент: он поместил морскую свинку в специальную

барокамеру, куда затем был накачан воздух до давлений в 5 кгс/см<sup>2</sup>. Затем из животного удалили всю кровь. Однако свинка не погибла. Она продолжала жить, хотя должна была бы «задохнуться», потому что вместе с кровью организм лишился возможности получать кислород из окружающей среды.

Спустя несколько часов ей влили ее же кровь, и она вела себя так, будто ничего не произошло.

В чем секрет успеха этого опыта?

Все дело в способности воды растворять в себе газы из окружающей среды. И в том числе кислород. При этом, чем выше давление окружающей среды, тем больше кислорода растворяется в воде.

Но плазма каждой клетки живого организма — это прежде всего вода. Таким образом, при достаточно высоких давлениях кислород получает возможность проникать в ткани непосредственно из окружающей среды, обходясь без услуг природного «транспортного» средства — крови.

В наше время барокамеры превратились в надежных союзников врачей в борьбе с кислородной недостаточностью, с расстройством дыхательных путей, газовой гангреной и другими заболеваниями.

Впрочем барокамеры уже заменяются барооперационными и даже палатами с повышенным давлением воздуха.

В 1971 году в редакцию журнала «Вокруг света» был приглашен француз Жак Майоль, побивший рекорд погружения в море без всяких технических средств. Ему удалось достичь глубины 76 метров. Погружение и возвращение на поверхность заняло 4,5 минуты.

На вопрос, что он испытывал в эти 4,5 минуты глубоководного погружения, Жак Майоль ответил:

— Мне бывает так хорошо под водой, что время исчезает. Ни малейшего желания дышать (!): кажется, что под водой можно находиться вечно. Все это очень опасно: можно забыться, пропустить момент, за которым уже нет возврата на поверхность... Но вообще-то я считаю, что организм человека, часто и долго находящегося под водой, приспосабливается к морской жизни. Например, под водой устанавливается другой ритм биения сердца. И я уверен, что человек сможет и без помощи технических средств стать подводным жителем.

Присутствовавший на этой беседе летчик-космонавт Борис Егоров поддержал Жака Майоля:

— Да, на глубине 500—700 метров у человека есть все шансы (во всяком случае, теоретически) стать Ихтиандром без помощи

технических средств. Он сможет там плавать, как рыба. Жить как угодно долго. Важно лишь заполнить легкие водой. На глубине 500—700 метров легкие человека, по-видимому, смогут усваивать кислород прямо из воды. Подобные опыты уже ставились на мышах, собаках. Они жили под водой. Значит, и человек сможет жить под водой. Но... сможет ли такой человек вернуться на поверхность? Недавно появилось обнадеживающее сообщение — собаку, долгое время жившую в воде, удалось вернуть в обычные условия. Может быть, недалеко и то время, когда очередь дойдет до человека...

Мы убеждены, что это время действительно недалеко.

## Пушки и подснежники

Одним из аномальных свойств воды является увеличение ее объема при замерзании. При этом замерзающая вода с удивительной легкостью рвет водопроводные трубы. Средневековые исследователи, желая испытать силу расширяющейся воды, пробовали замораживать ее в жерлах чугунных пушек. Не выдерживая давления воды, лопались и чугунные пушки.

Теперь мы знаем, чем вызвана столь большая разрушительная сила замерзающей воды,— все дело в водородных связях, которые при понижении температуры от +4 до 0° С раздвигают молекулы воды, выстраивают их тетраэдр за тетраэдром.

Но взгляните на деревья, которые растут перед вашим домом. Почему они не лопаются даже при самых трескучих морозах? Ведь в их стволах и в их ветвях, даже после того как опали листья, более чем достаточно воды. Или обратите внимание, как ранней весной выпадают на заснеженных еще полях нежные и хрупкие подснежники. По ночам еще подергиваются ледком лужи и леденеют талые сугробы, а подснежникам ничего не делается. Их словно стороной обходит закон, по которому вода легко расправляется и с чугунными пушками, и со стальными трубами.

Конечно, ствол дерева или стебли подснежников обладают большей упругостью, чем металлические стенки труб. Растительные волокна легко растягиваются, и те 10—11%, на которые увеличивается объем замерзающей воды, для них ничего не значат.

Но ведь дерево не сразу промерзает насквозь. Вначале должна заледенеть кора и превратиться в твердую оболочку. А заледенеет, она, согласно законам физики уже ничем не отличаясь от стальной трубы, должна дать трещины. Однако ничего подобного не происходит. Никаких намеков на возможность разделить судьбу чугунных пушек и водопроводных труб.

И самое удивительное заключается в том, что после оттаивания деревья и прочие растения высоких широт возвращаются к нормальной жизнедеятельности. Некоторые виды сибирских растений подверглись замораживанию в жидком азоте при температуре минус 196°. Ветки вербы выдерживают замораживание при температуре минус 269°C. И никаких разрушительных последствий после оттаивания. Не только сохраняются клетки, но не гибнет, не распадается белок.

Разумеется, морозостойки далеко не все растения земного шара. Растительный мир высоких широт прошел длительный путь эволюции, прежде чем приспособился к низким температурам.

Некоторые ученые полагают, что тайну морозостойкости деревьев следует искать в выработке их тканями особого морозозащитного гормона, который и препятствует гибели клеточного белка.

Пока такой гормон не обнаружен, но поверим, что он все-таки существует. Возникает вопрос: как же гормон умудряется сделать растение морозостойким, позволяет дереву выстоять, чего не могут чугунные пушки?

Ответ пока может быть один: гормон обладает способностью при наступлении холодов переводить в растениях внутриклеточную «обыкновенную» воду в дерягинскую воду II или во что-то близкое к ней. Напомним: вода II не замерзает ни при каких земных морозах. Охлаждаясь, она не затвердевает, не расширяется, не образует кристалликов льда.

Конечно, все может оказаться гораздо сложнее. Недавно был установлен любопытный факт: измерение температуры деревьев показало, что у некоторых из них температура волокон, достигнув 10 градусов ниже нуля, вдруг перестает понижаться. Что это — самотеплорегулирование, подобное тому, которое происходит в организме человека?

Таким образом, в растительном мире вода — также загадка. Разгадка же секрета морозостойкости растительного мира будет иметь для человечества неоценимое значение. Люди по своему желанию сделают морозостойкими любые растения. Тогда citrusовые рощи раскинутся в тундре, чайные плантации появятся на Северном Урале, под Архангельском и под Мурманском будет зреть виноград.

К тому же мы научимся переводить и почвенную воду в дерягинскую воду II. Тогда и почва станет незамерзающей, на ней смогут круглый год расти хлеба. И незамерзающие фруктовые деревья будут плодоносить круглый год не только на юге, но и за Полярным кругом.



Заглядывая в более далекое будущее, предскажем, что освоение ледяных пустынь Марса станет возможным лишь при использовании воды II.

### Анабиоз...

Со страниц научно-фантастических произведений он уже давно перекочевал в операционные и в исследовательские лаборатории медиков и биологов.

Охлаждение замедляет все физиологические процессы в организме, облегчает работу хирурга при сложных и длительных операциях. Особенно при операциях на мозге. К тому же низкая температура подавляет деятельность микроорганизмов и вирусов.

Так, зимовщики-исследователи, живущие на самом морозном континенте планеты — Антарктиде, не ведают простудных заболеваний. Антарктида — единственный уголок Земли, где нет гриппа. Это замечательное обстоятельство объясняется тем, что микробы и вирусы не в состоянии приспособиться к суровым условиям «белого континента».

Применение анабиоза предусматривает возможность охлаждения человеческого организма до полного замораживания. Очевидно, вначале будет освоено замораживание отдельных органов, а где-то в будущем — всего человека.

Что даст такое замораживание?

Охлаждение до температуры минус  $272^{\circ}\text{C}$  позволит убить в человеческом теле все болезнетворные микроорганизмы, все вирусы. Холод космического пространства позволит исцелить людей, пораженных неизлечимыми ныне недугами.

Анабиоз сможет выполнять роль своеобразной «машины времени».

Не будем комментировать эксперимент американских ученых. Скорее всего ими руководило нетерпение исследователей: слишком много нерешенных проблем на пути полного замораживания человека.

Одна из них — аномальное расширение воды при замерзании. Образующиеся кристаллики льда неизбежно должны порвать оболочку клетки, разрушить ее ядро, все ее составляющие. Неотвратимая гибель клеток — вот главное, что тормозит использование самых низких температур.

Но эксперименты по замораживанию живых тканей убедительно показали, что возвращение к жизни вполне возможно, если охлаждение и последующее оттаивание вести с большими скоростями — 100, 200 градусов в минуту и более. Но современной технике такие скорости пока недоступны. Дело в том, что процесс замерзания должен идти одновременно по всей глубине тела. Замерзать

должны одновременно все клетки. Так же сразу они должны и оттаять.

Почему же нужны такие большие скорости?

Оказалось, что при столь резком снижении температуры вода в клетках не успевает превратиться в лед. Замерзая, она продолжает оставаться водой. Она не расширяется, не разрушает клетку. Короче говоря, быстрое охлаждение переводит внутриклеточную воду в дерягинскую воду II или в близкое к ней состояние.

Здесь и ключ к решению проблемы анабиоза при сверхнизких температурах. Она переключается все с той же задачей: окончательным выяснением природы воды II, изысканием простейшей технологии полимеризации обыкновенной воды.

Когда эта задача будет решена, возрастет не только могущество медицины. Люди получат своеобразную машину времени — они смогут отправляться в далекое будущее как живые свидетели прошлого. Единственным и главным недостатком такого путешествия во времени будет невозможность возвратиться обратно.

### ...И еще загадка растительного мира

Вспомним знаменитые опыты Торричелли с трубками, заполненными ртутью. Или с трубками, наполненными водой. Верхний конец трубки запаивался, а нижний опускался соответственно в чашку с ртутью или в чашку с водой.

Торричелли брал трубки различной длины, но в них всегда устанавливался столб жидкости постоянной высоты: для ртути 760 миллиметров, для воды — 10 метров. Если высота трубки оказывалась больше указанных величин, то в трубке над поверхностью жидкости образовывалась так называемая «торричеллиева пустота».

Постоянство высот столбов воды и ртути обуславливается постоянством той силы, которая удерживает этот столб. Это атмосферное давление.

Чтобы привести в действие и заставить работать атмосферное давление, нужно над поверхностью жидкости создать разрежение. Именно на этом принципе основан процесс всасывания жидкости с помощью насоса. И мы точно знаем: выше чем на 10 метров при нормальных атмосферных условиях всосать воду не удастся — не хватит силы атмосферного давления.

В растительном мире нарушается и эта закономерность.

Деревья всасывают воду из почвы на высоты, значительно превышающие 10 метров. Среди них есть «небоскребы» с высотой всасывания 100—150 метров. Что это — нарушение закона сохранения

энергии? Ведь силе атмосферного давления не поднять столб воды на такую высоту.

Нет, закон сохранения энергии всегда и всюду остается неизменным. Просто на сцену выступают еще неизвестные нам силы. Непонятным образом деревья заставляют работать воду на растяжение. Ведь чтобы поднять воду выше 10 метров за счет разрежения, нужно создать в ней отрицательные давления, заставить ее «тянуться» вверх.

До сих пор понятие отрицательных давлений считалось абсурдом. В жидкостях и до нуля не удавалось снизить давление. Как только давление в жидкости понизится до давления насыщенных паров, она закипит. И если это движущаяся жидкость, произойдет кавитация.

Не вводя понятия отрицательных давлений, не объяснишь всасывания воды на высоту 100—150 метров. И при этом никаких намеков на кавитацию. Каким образом удастся это деревьям, наука не знает. Даже гипотез на этот счет нет.

Остается предположить, что в капиллярах дерева вода меняет свою структуру, превращается в полимер, приобретает свойства той «сверхпрочной воды», о которой мы уже много говорили. В такой гипотетической воде можно создавать и отрицательные давления, не опасаясь кавитации.

## Рекорды водопития

Чтобы дерево или растение получило воду из почвы, нужно чтобы в ней постоянно находилась вода. И как можно больше, и как можно ближе к поверхности земли, дабы корни растений могли дотянуться до живительной влаги.

Казалось бы, как удержаться воде у поверхности? Ведь, как и все жидкости, обладая текучестью, она под действием собственного веса должна была бы стремиться уйти в глубину.

Но почва (особенно возделываемая) обладает свойством капиллярности. И здесь в полную меру проявляется одно из уникальных свойств воды: большое поверхностное натяжение. По капиллярам почвы вода устремляется вверх, к поверхности земли, к корням растений.

Благодаря исключительно высокому поверхностному натяжению снизу вверх к корням растений движутся целые реки, озера, ... моря воды.

Судите сами: за один сезон от всхода до созревания пшеница «откачивает» с каждого гектара до 2000 тонн воды. Кукуруза выпивает еще больше — 3200 тонн с гектара. Но рекорд пока остается

ся за капустой — с каждого гектара она поглощает за сезон порядка 8000 тонн воды!

Таким образом, всему, что нам дает земледелие, всему, что мы получаем с полей, огородов, садов,— всему этому способствует мощное поверхностное натяжение воды, проявление силы водородных связей в ее молекулах. Если бы эти связи оказались менее значительными почва просохла бы на такую глубину, до которой не смогли бы дотянуться корни растений и деревьев. О возможных последствиях судить нетрудно.

## Вода и космос

Обладание водой не является счастливой привилегией нашей планеты. В падающих на Землю небесных камнях — метеоритах, как уже говорилось, ее содержится до 0,5%. Ученые с достаточной убедительностью установили: вода в том или ином состоянии присутствует на кометах, астероидах, малых и больших планетах Солнечной системы.

А на самом Солнце?

Температура на поверхности нашего дневного светила слишком велика, чтобы вода могла находиться там даже в парообразном состоянии. Однако составные части воды — водород и кислород — имеются там в предостаточном количестве. Особенно много на Солнце водорода. Не будет преувеличением, если мы скажем, что фактически оно сложено из одного водорода.

Как сейчас установлено, вся Вселенная на 98% состоит из водорода.

А кислород? На раскаленном светиле его тоже предостаточно. По количеству атомов он занимает там четвертое место после водорода, гелия и углерода.

Так что все дело в температуре. Окажись она на Солнце на несколько тысяч градусов ниже, и атмосфера его состояла бы из одних паров воды.

Примерно так же обстоит дело с водой и в иных звездных системах. Планеты далеких звезд пока недоступны нашим наблюдениям. Но что касается самих звезд, то химический состав их атмосфер уже не представляет секрета. Как показал спектральный анализ, он примерно такой же, как химический состав Солнца, и весьма близок к химическому составу земной коры. Причем близость не только качественная, но и количественная (процентное соотношение по числу атомов). Если же количественные отклонения и имеются, то главным образом за счет водорода и гелия. Недра звезд,

согласно теоретическим расчетам, как и Солнце, состоят в основном из водорода.

А планеты, если они и окажутся у той или иной звезды, едва ли будут резко отличаться по химическому составу от планет Солнечной системы — они наверняка будут сложены из тех же кирпичиков, из которых сложено все Мироздание и основными среди которых являются водород и кислород.

Еще сравнительно недавно астрономы утверждали, будто все звезды образовались почти одновременно десятки миллиардов лет назад, т. е. задолго до того как возникла Земля.

Появление современных средств наблюдения опровергло это метафизическое толкование. Теперь установлено: немало звезд вспыхнуло, когда на Земле уже был человек. Сегодняшние астрономы имеют возможность наблюдать звезды на ранних стадиях их эволюции — всего несколько тысяч лет назад в результате конденсации межзвездной газовой-пылевой среды образовались сравнительно плотные сферические сгустки. Их называли «протозвездами».

Радиоастрономические наблюдения над протозвездами дали неожиданный результат. Оказалось, что это гигантские мазеры. На волне длиной 18 см они излучают необычайно яркую (как и положено мазеру) линию гидроксила. Напомним, что гидроксил имеет формулу  $\text{OH}$  и представляет собой соединение одного атома водорода с одним атомом кислорода. Гидроксил — по сути осколок молекулы  $\text{H}_2\text{O}$ .

Далее последовал еще один сюрприз: на волне 1,35 см протозвезды дали еще более яркую линию... водяных паров. Согласно радиоспектру протозвезда состоит в основном из молекул  $\text{H}_2\text{O}$ !

Итак, возникновение мира начинается с конденсации межзвездной воды ( $\text{OH}$  тоже почти вода) с образованием из нее гигантских мазеров, первичных космических тел, будущих небесных светил. Уплотняясь и сжигая водород, протозвезды постепенно превратятся в термоядерные горнила, в объекты наблюдения уже оптической астрономии.

«Все начинается с воды», — утверждал Фалес Милетский. Великим провидцем оказался он.

## Вода, космос и гомо сапиенс

Вероятно, вы почувствовали некоторое разочарование от того унылого однообразия веществ, которые, согласно нашим утверждениям, окружают нас в бесконечном пространстве. В какую бы галактику ни заглянули астрономы, они, увы, всюду находят все те же химические элементы. И прежде всего воду.

Однако сравнительное химическое однообразие элементов в космосе блестяще подтверждает материальное единство мира, то единство, на которое опирается наше диалектико-материалистическое мировоззрение.

Материальное единство влечет за собой и неизбежное единство действующих в космосе сил. Это означает, что характер взаимодействия атомов водорода с атомами кислорода в любой звездной системе не будет отличаться от характера подобного взаимодействия на Земле. Это означает также, что результатом реакции  $2\text{H} + \text{O}^{16}$  может стать лишь хорошо известная нам  $\text{H}_2\text{O}$  со всеми ее аномальными свойствами.

Посмотрите, к каким выводам ведут нас размышления над всекосмической водой и ее ролью в создании гомо сапиенс.

Жизнь на Земле возникла в океане.

Жизнь на Земле могла возникнуть только в воде.

Что это — случайность?

Нет, это твердая закономерность природы — результат проявления аномальных свойств окиси протия. Только в воде смогли созреть те силы, которые создали первооснову живой материи — белковую молекулу.

Значит, и в любой другой самой дальней галактике, на любой из неведомых нам планет белковая молекула может стать результатом деятельности идентичных сил, действующих в идентичных земных условиях. Вполне возможна полимеризация и без участия воды, но такая полимеризация никогда не соткет нити живого вещества, не приведет к рождению клетки. Схема возникновения белковой молекулы едина для всего Мироздания: вода — гидравлический удар — полимеризация при участии воды. Вода — основной стержень и эволюция живого. Единственный цемент в строительстве живого — водородные связи.

Эволюция живого (безусловно, с некоторыми отклонениями) пойдет по единственно возможному пути, обусловленному все теми же аномальными свойствами воды, — при отсутствии даже одного из этих свойств существование живого становится невозможным.

Итак, мы утверждаем: аномальность воды есть такое же всеобщее свойство природы, как и материальность мира, как и всеобщность действующих в нем сил.

## Заключение

Вот и заканчивается наша короткая экскурсия в удивительный мир воды. В неисчерпаемости загадок этого мира, мы надеемся, вы убедились. Бездонный и безбрежный океан непознанного!

Что касается догадок и предположений о возможной роли воды в дальнейшем ходе эволюционного развития науки, техники и самого гомо сапиенс, то ответственность за них полностью ложится на автора. Сегодня многие наши предсказания являются фантастическими. Но это сегодня. А завтра? Не окажутся ли они завтра лишь бледной тенью реальности? Не породит ли завтрашний день куда более невероятные прогнозы относительно новой роли  $H_2O$ ?

Пока же, подводя черту, мы снова и снова утверждаем то, с чего начали повествование: вода, обыкновенная вода — самое необыкновенное вещество в природе. И для человечества она с каждым днем приобретает все более жизненно необходимое значение.

Вода призвана и напоить, и накормить, и одеть людей.

Вода помогает человеку постигать природу и самого себя.

Вода превращает человека во Властелина природы.

Со временем она станет воистину «живой водой», ибо избавит человечество от всех телесных (а может быть и душевных) недугов.

Однако открытия не приходят сами, их совершает та часть человечества, которая именуется искателями.

Всегда и во все времена вода будет нуждаться в своих Колумбах. Возможно, и вы станете ими.

## Список литературы

Девис К., Дэй Д. Вода — зеркало науки. Пер. с англ. М., Гидрометеониздат, 1964, 149 с.

Львович М. И. Водные ресурсы будущего. М., «Просвещение», 1969, 174 с.

Малин К. М. Жизненные ресурсы человечества. М., «Наука», 1967, 174 с.

Павлов Ю. В. Опреснение воды. М., «Просвещение», 1972, 157 с.

Колычев Б. С. Атом утоляет жажду. М., Атомиздат, 1970, 112 с.

Дерпгольц В. Ф. Вода во Вселенной. Л., «Недра», 1971, 223 с.

Таубе П. Р. От водорода до...? М., «Высшая школа», 1964, 352 с.

Карцев А. А., Вагин С. Б. Невидимый океан. М., «Недра», 1973, 112 с.

Шкловский И. С. Вселенная, жизнь, разум. М., «Наука», 1973, 335 с.

Холодов Ю. А. Человек в магнитной паутине. М., «Знание», 1972, 143 с.

Такеучи Х., Уэда С., Канамори Х. Движутся ли материки? Пер. с англ. М., «Мир», 1970, 246 с.

Фичини Ж., Ламброз-Бадер Н., Денезе Ж. К. Основы физической химии. Пер. с франц. М., «Мир», 308 с.

## Содержание

<b>Мудрецы древности и вода</b>	8
Самое замечательное!	9
Эврика! Эврика!	9
Самое непостижимое...	11
Сгинь! Сгинь!	12
<b>Вода на планете Земля или попытки установить родословную H<sub>2</sub>O, а также ее основные глобальные обязанности</b>	15
Много ли на Земле воды?	16
Как появилась на Земле вода?	16
Вода — зодчий планеты	21
Вода — истопник планеты	22
Вода — фильтр атмосферы	24
<b>Вода и гомо сапиенс или повесть о том, как в погоне за благами земными Человек рискует остаться у разбитого корыта, и о том, как следует предотвратить катастрофу</b>	26
Оказывается, она дефицитна	27
Вода и грязь ... грязь и вода	27
...Прежде всего на себя лично	31
Общациональное потребление	32
Подземные источники	32
Транспортировка воды	35
Опреснение морских вод	36
Самый современный способ опреснения	37
Вода из воздуха	40
...И не забудем о микробах	41
<b>Физика воды или перечень аномальных свойств обыкновенной H<sub>2</sub>O и граничащие с фантастикой перспективы их использования</b>	43
Одна в трех лицах	44
Действительно счастливое исключение	44
Аккумулятор тепла	45
Поглотитель газов	45
Пожиратель металла	45
Кавитация	46
Кавитация? Это замечательно!	48
Прочность воды	49
Четвертое состояние воды, или вода незамерзающая	51
Магнитная вода	54
Вода в роли молота	56
Вода — штамповщик	57
Вода в роли наковальни	58
Вода — источник энергии	58
Самое известное и самое непонятное свойство воды	59
<b>Химия воды или попытки раскрыть секрет аномальностей воды</b>	61
«Кирпичики» H <sub>2</sub> O	62
Вода — это не просто H <sub>2</sub> O	63
Технология изготовления молекулы H <sub>2</sub> O	65
Золотой ключик к дверям в мир аномалий воды	68



Водородная связь водородной связи рознь . . . . .	73
Пришедшая из недр земных . . . . .	75
А магнитная вода? . . . . .	76
Обманутая кавитация . . . . .	76
Гидравлический удар — союзник большой химии . . . . .	78
Искусственная вода . . . . .	78
<b>Вода и биология, а также неопровержимые, по мнению авто- ра, доказательства всегалактической роли воды в происхож- дении человека . . . . .</b>	<b>80</b>
Происхождение жизни на Земле . . . . .	81
Все-таки почему именно в воде? . . . . .	82
Завтрашний день гидравлического удара . . . . .	83
Магнитное поле, вода и кровь . . . . .	83
Почему вымерли динозавры? . . . . .	86
Стоп! Магнитная опасность! . . . . .	87
Тепловое реле . . . . .	88
Механизм мышления . . . . .	90
Человек — будущий обитатель океанских пучин . . . . .	92
Пушки и подснежники . . . . .	94
...И еще загадка растительного мира . . . . .	97
Рекорды водопития . . . . .	98
Вода и космос . . . . .	99
Вода, космос и гомо сапиенс . . . . .	100
Заключение . . . . .	102
Список литературы . . . . .	102

Борис Захарович Фрадкин

## Белые пятна безбрежного океана

Редактор издательства Г. Ф. НЕМАНОВА

Художественный редактор В. В. ЕВДОКИМОВ

Художник И. П. ЛЕМЕШЕВ

Технический редактор А. Г. ИВАНОВА, Б. А. ИЛЯСОВА

Корректор С. А. АНИКИНА

---

Сдано в набор 5/V-76 г. Подписано в печать 19/VII-76 г. Т-13095  
 Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Бумага № 1 Печ. л. 3,26 Усл. печ. л. 5,46  
 Уч.-изд. л. 6,28 Тираж 50.000 экз. Заказ № 661/5529—2 Цена 22 коп.

---

Издательство «Недра», 103633, Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19

---

Московская типография № 32 Союзполиграфпрома при  
 Государственном комитете Совета Министров СССР по делам  
 издательств, полиграфии и книжной торговли.  
 Москва, К-51, Цветной бульвар, д. 26.

Сканирование - *Ессе Ното*  
DjVu-кодирование - *Беспалов*





22 коп.

НЕДРА



Б. З. ФРАДКИН

# БЕЛЫЕ ПЯТНА БЕЗБРЕЖНОГО ОКЕАНА

