

НАУКА
Сельское хозяйство

Ф. Н. КРАСИКОВ

ВОДА
И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ
В СЕЛЬСКОМ
ХОЗЯЙСТВЕ



«МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ»

~~4650p.~~

НАУКА и СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

под общей редакцией В. Г. Фридмана

Ф. Н. КРАСИКОВ

628.1

К-78

ВОДА и ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

с 10 рисунками

пр

Бібліотека НУВГП



741760

628.1

К78

Вода и её значение в сельском
Красиков Ф. Н.

МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ

Москва 1927 Ленинград

НУВГП №2
НАУКОВА
БІБЛІОТЕКА

Отпечатано
в типо-хромолитографии
„ИСКРА РЕВОЛЮЦИИ“
Мосполиграф.
Москва, Арбат, Филипповск., 11.
Тираж 5.000 экз.
Главлит № 75.518.

ОТ ИЗДАТЕЛЬСТВА

Без изучения естествознания нельзя выработать себе марксистско-ленинского мировоззрения. Объясняя многообразные явления природы едиными законами, естествознание дает основу, на которой вырастает правильная оценка экономических и общественных явлений. Тем более изучение естествознания необходимо нашей молодежи теперь для выработки марксистского, ленинского понимания общественных явлений.

Выпускаемая Издательством „Молодая Гвардия“ серия „Наука и сельское хозяйство“ предназначена в помощь всем, кто хочет заняться самообразованием; в частности и в особенности она должна помочь разобраться в основных вопросах естествознания деревенской молодежи, как охваченной, так и не охваченной школой крестьянской молодежи. Изложение вопросов построено поэтому на примерах и фактах, взятых из сельского хозяйства.

В значительной мере наша серия может оказаться также полезным пособием и для самообразования городской молодежи.

ОТ РЕДАКЦИИ

Издательство ЦК ВЛКСМ „Молодая Гвардия“ выпускает серию книжек по естествознанию под общим названием „Наука и сельское хозяйство“. Цели этой серии—дать нашей молодежи знакомство с основными вопросами естествознания, без знания которых нельзя быть сознательным марксистом и ленинцем, нельзя понимать строительства современной жизни. Одной из книжек этой серии является интересная книжка Ф. Красикова „Вода и ее значение в сельском хозяйстве“; она обращает внимание читателя на свойства и значение в жизни земной природы (а в частности в сельском хозяйстве) того вещества (воды), к которому мы все привыкли с малолетства, вследствие чего и не ценим его в достаточной мере. Большим достоинством книжки является, между прочим, то, что она не только знакомит с теми или иными свойствами воды, но и учит читателя, как ему самому ставить различные опыты (и при том не сложные) для того, чтобы самому на практике проверить то, о чем написано в книжке. Наш совет читателю—последовать за приглашением автора книжки и действительно поставить описываемые в ней опыты.

Читая эту книжку, читатель узнает, как важно вести правильное водное хозяйство страны, особенно в таком земледельческом государстве, как наш СССР, к каким пагубным последствиям ведет расточительное и невнимательное отношение к водным богатствам страны. В то же время читатель должен обратить внимание на то, как правильное применение открываемых наукой свойств и отличительных особенностей воды в практике увеличивает удобства жизни и благосостояние страны. Книжка Ф. Красикова рассказывает об этих свойствах просто и понятно, давая яркую картину смычки науки и практики.

1. О ВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Человек так устроен, что интересуется чем-нибудь редким, необычайным, а на то, что окружает его в обыденной жизни, он редко обращает внимание. Взять хотя бы воду. Что может быть обыденнее воды? Что интересного в воде? Ну, конечно, все мы знаем, как вода необходима для нас. Ведь чем мы начинаем свой день? Встаем и идем умываться. Затем пьем чай. Завтракаем и обедаем мы тоже не в сухом мятку: какое-нибудь жидкое кушанье считается необходимой принадлежностью обеда. Словом, питье так же необходимо, как и твердая пища, и мы вводим в наше тело воды по весу в несколько раз больше, чем твердой пищи. И это необходимо делать, чтобы покрывать ежедневные траты воды на испарение через кожу, на выделение воды с мочой, с дыханием.

Мы знаем, что вода нам необходима, как составная часть пищи, необходима для мытья тела, мытья одежды, полов. Знаем мы и о значении воды для хозяйства. Знаем, что когда бывает засуха, то плохо приходится и людям и животным. А вот, думаем ли мы о том, что засухи часто происходят по вине самого человека? Именно потому происходят, что он мало знает о воде, не умеет беречь ее запасов в почве и в водоемах, не умеет вести свое водное хозяйство. Мы должны признать, что за невнимание к себе, за равнодушие и небрежность природа мстит жестоко,

и человеку приходится расплачиваться за свое незнание бесчисленными убытками, а часто и самой жизнью. И больше всего знать нам следует как раз о самых обыденных вещах, которые всю жизнь нас постоянно окружают, о таких, как, например, воздух, вода. В особенности крестьянину надо много знать и о воде и о водном хозяйстве.

Поясним, что такое водное хозяйство. Вода состоит на службе человеку. Человек управляет с запасами воды: хранит или дает им применение, например, орошает водою поля и огороды, заставляет воду работать на мельницах и лесопилках, осушает болота, направляет по воде тяжело-нагруженные суда. Он и реки приспособляет для удобного плавания: где нужно, углубляет их, где нужно — соединяет каналами. Таким образом, человек управляет запасами воды, он ведет водное хозяйство, крупное и мелкое, и для того, чтобы успешно вести его, он должен обладать и знаниями и умением.

Возьмем теперь для примера колодец. Использование колодца и содержание его в чистоте и исправности также представляет маленькое водное хозяйство. Для удачного выполнения этого дела также необходимы знания свойств воды. Где следует выбрать место для рытья колодца? Какой глубины копать его? Почему один колодец дает свежую, вкусную и здоровую для питья воду, а другой колодец дает воду такую, что от нее заболевают и люди и животные? Почему иногда задыхаются люди, опускающиеся в колодец для починки его? И как узнать, есть ли в колодце удушливый газ или его нет? Откуда берется в колодцах удушливый газ? Почему вода, добытая из колодца, бывает прохладная? Почему прежде, чем поливать колодезной водою грядки, ее наливают предварительно в бочки, чтобы она там согрелась и усвоила температуру окружающего воздуха? Почему в колодцах бывает по большей части вода жесткая, содержащая в себе известь? Как известно,

в жесткой воде мыло плохо мылится, овощи плохо развариваются; на стенках котлов и самоваров при употреблении жесткой воды осаждается обильная накипь. Почему же в природе попадаетея и жесткая, и мягкая вода? Вот целый ряд вопросов, а чтобы на них ответить, нам надо исследовать разнообразные свойства воды.

Возьмем еще примеры. При ведении водного хозяйства необходимо уметь сохранить воду в почве, чтобы она могла пойти впрок растениям. Хороший запас воды в почве образуется при таянии весной снежного покрова. Но надо, чтобы снег таял возможно медленнее, чтобы, таким образом, вода успевала впитываться в почву, а не стекала бы по наклону в сторону. Чтобы замедлить таяние снега, часто на полях наваливают снег большими кучами, а сверху покрывают их листьями, землей, соломой, чтобы весеннее тепло и солнечные лучи действовали по возможности медленнее. Такая куча снега держится несколько недель, прежде, чем растает вся до конца. И кругом нее на далекое расстояние почва пропитана влагою.

На полях часто ставят изгороди и сажают кусты для того, чтобы около них намело побольше снега, чтобы эти сугробы при таянии дали больше воды в почву. Иногда, засевая озими, засевают вместе с ними какое-нибудь скороспелое растение, например, сурепицу. Она выгоняет свои высокие стебли, но погибает от осеннего холода. Однако, высохшие стебельки остаются на зиму, и вокруг них также образуются маленькие сугробы, которые при таянии дадут влагу для почвы. Многие хозяева, для удержания снега на полях, жнут хлеб высоко над поверхностью почвы.

Под защитою леса и мелкого кустарника снеговой покров также тает медленно и дает воду для правильного питания ручьев, речек и рек. Особенно предохраняет почвенную влагу от испарения так называемая лесная подстилка, состоящая из опавших, полусгнивших листьев и

других растительных остатков. Сотни лет тому назад, когда в средней части России было изобилие лесов, реки были полноводнее, в почве было больше влаги, засухи случались реже. Вода оскудевает в почве благодаря беспощадному, хищническому уничтожению леса. Поэтому, правильное лесоводство также составляет часть водного хозяйства страны.

Ранняя запашка и бороны также сберегает запас влаги в почве. Разберем вкратце, в чем тут дело, а впоследствии исследуем этот вопрос подробнее. Осенью и зимою (в особенности, под тяжестью снегового покрова) верхний слой земли уплотняется, скважины в земле становятся уже. Очень много в слежавшейся с осени земле узких и длинных скважин, которые тянутся сверху вниз: скважины эти остались на местах, где раньше были стебельки и корешки растений; стебельки и корни сгнили или высохли, а на их месте в почве остались узкие каналы, скважины, по которым вода поднимается снизу вверх. А дальше мы исследуем, что по узким скважинам вода или иная жидкость поднимается выше, чем по широким. Вот поэтому слежавшаяся земля, словно губка, присасывает снизу, из почвы, влагу, сверху же испаряет ее, и, таким образом, поле зря теряет много воды, а для растений остается влаги мало, они страдают от засухи. Что же надо делать, чтобы не случилось этого присасывания? Надо разрушить слежавшийся слой земли, надо его запахать. Но одной запашки мало, так как в перевернутых пластах земли узкие скважины уцелели и пласты будут быстро высыхать. Вот почему надо еще и бороновать, не откладывая, чтобы окончательно разрушить мелкие скважины, чтобы наружный слой земли сделался рыхлым. Скважины в рыхлой земле широкие и присасывать воду снизу они будут очень мало.

Но как только почва удобрена навозом, и навоз заделан в почву (то-есть, запахан на глубину от полутора до трех вершков), так сейчас же слегка уплотняют почву

при помощи тяжелых катков. Это уплотнение особенно полезно производить на почвах легких, например на супеси, для того, чтобы влага по суженным скважинам поднялась повыше, к самому навозу, чтобы он был получше смочен почвенной водой: оттого он быстрее разлагается.

Так земледелец, смотря по надобности, перемещает почвенную влагу вверх или же задерживает ее в глубине почвенных пор.

В иных случаях, если за водою не доглядеть, она может наделать много бед. Как это ни странно, но целые области значительно беднеют водою, благодаря деятельности самой воды, если только человек по незнанию или по небрежности и неорганизованности запускает „водное хозяйство“. Примером можем служить наша черноземная область, где засухи теперь повторяются чаще, чем раньше. Главною причиною засух служат овраги; они покрывают довольно густой сетью черноземную область, и где сеть оврагов гуще, там и воды меньше, и засухи чаще. Овраги не только отнимают от почвы много воды, но также лишают ее многих составных частей, полезных для растений. Поясним—в чем тут дело.

В черноземной области, как известно, лесов мало; да и те, которые были раньше, почти все повыврублены. Поэтому, снежный покров ничем не защищен от весенних лучей солнца и тает быстро. Это бы еще ничего, если б вода подольше задерживалась на поверхности земли и успевала впитываться в почву. Но горе в том, что если поблизости есть овраг или один из его многочисленных отрогов, то вода почти вся туда уходит и, следовательно, пропадает для земледельца. Да и мало того, что вода уходит; она увлекает с собою много плодородного ила с полей, растворяет и уносит, протекая по земле, те удобрительные вещества, которые так нужны растениям. Так через овраги утекает народное благополучие. А тут еще получается другой вред.

Из оврагов вода попадает в речки и реки. И так как овраги очень быстро собирают воду при таянии снежного покрова, то и выходит так, что реки и речки вздуваются, производят убыточные наводнения, а затем, когда вся полая вода пройдет в море, реки так мелеют, что судоходство по ним затрудняется. И выходит с водою так, что разом густо, разом пусто; вред получается и от стремительного вздутия рек и от последующего обмеления.

Все это происходит потому, что человек сильно запустил в черноземной полосе водное хозяйство. Лишь теперь люди спохватились и начали вести организованную борьбу с оврагами.

Но почему же овраги попадают в таком изобилии только в черноземной полосе? Это объясняется тем, что черноземная почва отличается природной рыхлостью, залегает же она толстым слоем. Воде не трудно размыть ее, и притом — на большую глубину. Иногда размывание начинается с пустяка. Например, по наклону проходит глубокая колея — след от колес. По этим колеям устремляется водяной поток, когда идет сильный дождь или когда тают снега. Глядишь — и колея превращается сначала в глубокую канаву, а через несколько лет — в глубокий овраг, по дну которого с шумом бежит вздувшийся весенний ручей.

Но почему же раньше было иначе? Ведь целые тысячелетия протекли, а увеличение оврагов в черноземной полосе шло медленно, и лишь за последнее столетие, вернее, за последние пятьдесят лет овраги стали стремительно расти и развиваться. Дело в том, что раньше черноземная полоса представляла собою сплошную степь. Степные травы, как известно, пускают густую сеть корней; корни между собою переплетаются и вместе со стеблями образуют крепкую дернину, которая не поддается размыванию, а если и поддается, то очень, очень медленно: ведь частицы почвы связаны корнями растений. Таким образом, травянистый покров

почвы был надежной защитой против размывания. Так продолжалось до тех пор, пока степь была мало населена. Но вот, в черноземной полосе появилось густое население; леса повыврубили, степи распахали, а вместе с этим уничтожили и дерновый почвенный покров, то-есть уничтожили защиту против размывания, — и овраги стали быстро расти в длину и в глубину, врезываясь все дальше и дальше вглубь страны, обезвоживая местность. Сперва на развитие оврагов не обращали особенного внимания, а потом, когда неурожаи стали повторяться все чаще и чаще, спохватились и стали бороться с оврагами. Но какая же возможна с ними борьба? Чтобы бороться с оврагами, надо было изучить, как они возникают, в какую сторону растут. Возникает овраг, как мы знаем, благодаря размыванию почвы силою текущей воды. Спустившись в овраг, направимся против течения воды, и мы придем к истоку ручья, к тому месту, где ручей низвергается в овраг. Это и есть головной конец оврага. Ручей здесь падает вниз с большой высоты и размывает дно очень сильно. Но кроме того, ручей размывает и свое ложе, по которому течет, то-есть, подмывает тот склон, по которому падает, а потому овраг непрерывно удлиняется с головного конца, растет навстречу воде, протекающей по его дну.

Зная все это, можно остановить дальнейшее разрастание оврага. Для этого крепят головной конец его, чтобы ручей не мог его размывать. Для падающей воды устраивают водосток из твердых материалов — из дерева, из камней. Также крепят и то место на дне оврага, куда падает вода, так, чтобы никакого размывания впредь быть не могло. Склоны оврага, а особенно его головной конец, засаживают растениями с густыми и длинными корнями, чтобы связать частицы почвы. Засыпать весь длинный и глубокий овраг очень трудно, но и то хорошо, если удастся задержать его рост и не допускать развиваться новым оврагам; а для этого приходится внимательно следить за текучими весенними водами.

Борьба с оврагами есть борьба за сохранение воды. Но бывают в водном хозяйстве такие случаи, когда, наоборот, приходится избавиться от избытка воды. Для примера приведем осушение болот. Как известно, большой избыток влаги вреден для тех растений, которые человек и травоядные животные употребляют в пищу. На болотах растут по преимуществу осоки („кислые злаки“), жесткие и непитабельные, да всякие мхи. Болотистые места, таким образом, пропадают для земледелия. А между тем, болот у нас очень много. Нельзя ли превратить болота в луга? Да, можно, и это делается при помощи осушения болот. Для этого на болотах копают широкие каналы, куда попадает окрестная вода, и, таким образом, избыток воды выводится из почвы. Роят и узкие многочисленные каналы, на дно которых закладывают глиняные трубы (глазурованные). Трубы между собою соединяются. Вверху у труб сделаны отверстия, через которые вода из почвы попадает в трубы, а так как трубы имеют небольшой наклон в одну сторону, то вода и стекает по этому наклону. Осушение болот при помощи уложенных в почву труб называется дренажем. Так удастся превратить болото в луг, который удобряется и на котором засеваются кормовые травы; а через несколько лет луг превращается в поле, годное, после обработки и внесения соответствующих удобрений, для произрастания хлебных злаков.

Осушением превратили десятки тысяч десятин болотистой земли в луга и пашни.

2. НАМ НЕОБХОДИМО ПОБЛИЖЕ ПОЗНАКОМИТЬСЯ СО СВОЙСТВАМИ ВОДЫ

Приведенные выше примеры поставили перед нами ряд вопросов, ждущих своего разрешения. Таковы вопросы о жесткой и мягкой воде, о способности воды проникать в почву (и при этом очищаться от грязи), о проникновении

воды в корни растений, о рабочей силе воды. Действительно, ведь, вода, двигаясь, например, стекая по наклону, может ра б о т а т ь: передвигать камешки, песчинки, частицы почвы, может также вращать мельничное колесо, может уносить по течению тяжело нагруженные плоты и барки. Мы видим, что работа воды бывает и вредная (размывание почвы, образование оврагов), но бывает и полезная (движение судов по течению, сплав леса по течению рек и ручьев, вращение мельничных колес). И вот наука о воде учит, как надо избегать вредной работы воды и пользоваться полезной работой. Очень многие свойства воды вы можете исследовать самолично, при помощи нехитрых приспособлений. А это исследование обогатит вас знаниями, приучит вас к исследовательской работе. После воды, приобретя кое-какие исследовательские навыки, мы можем перейти к исследованию других веществ, например, воздуха, почвы. А теперь перейдем к ознакомлению с важнейшими свойствами воды.

3. ПРИМЕСИ К ВОДЕ — ГАЗООБРАЗНЫЕ И ТВЕРДЫЕ. ИХ ИССЛЕДОВАНИЕ

Поставим прежде всего вопрос: содержатся ли в воде какие-нибудь вещества? Для ответа обратимся к наблюдениям и опытам. Легче всего обнаружить присутствие в воде веществ, похожих на воздух, иначе — газообразных веществ. Внесите в теплую комнату бутылку холодной воды. Вы заметите, что, по мере согревания воды, на стенках бутылки изнутри появляется множество мелких пузырьков воздуха, которые делают все больше и больше. Наиболее крупные из них отрываются и всплывают наверх, другие отрываются и всплывают при потряхивании бутылки. Если мы унесем бутылку в холодные сени, то, по мере охлаждения воды, пузырьки становятся меньше и, наконец, исчезают.

Наше наблюдение показывает, что в воде содержится вещество, похожее по виду на воздух. При согревании воды воздух, растворенный в воде, выделяется из раствора в виде пузырьков. А при охлаждении воды сидящие на стенках пузырьки воздуха уменьшаются, так как воздух опять растворяется в воде.

Делаем вывод: газообразные вещества, например, воздух, могут растворяться в воде. Поясним теперь, что значит растворение. Если какое-нибудь вещество — воздух или сахар, соль, спирт так соединяются с жидкостью, например, с водою, что делаются совершенно неотличимыми от нее, при чем и вода остается прозрачной, то мы говорим, что вещества растворены в воде. А вот, например, глина или тонко измельченный мел в воде не растворяются. Правда, их можно разболтать в воде помешиванием, так что мельчайшие их частицы разойдутся по воде. Но частицы эти висят в воде, не растворяясь, и вода делается мутной, непрозрачной. Если такую воду оставить в покое, то взвешенные частицы осаждаются на дно или, что бывает реже, всплывают наверх. Так вот, газы растворяются в воде. При этом в холодной воде они растворяются лучше, чем в горячей.

Но как же нам показать, что газ, растворенный в воде, есть воздух? Для этого нам надо выделить из воды и собрать заключенный в ней газ. Если этот газ поддерживает горение зажженной лучины, значит, это и есть воздух. Сделаем такой опыт. Наполним винную небольшую бутылку холодной водой до самого верха, заткнем отверстие пальцем, перевернем и погрузим в котелок с водою (рис. 1, а), после чего палец отнимем от отверстия. Теперь поставим котелок на плиту или подвесим его над пламенем костра. При постепенном нагревании воды наша бутылка не лопнет; когда же вода в котелке и в бутылке нагреется почти до кипения, то весь воздух, находящийся в воде бутылки, выделится из раствора

в виде крупных пузырей, которые всплывут наверх. Значит, в бутылке наверху соберется весь воздух, заключенный в воде. Теперь прекратим кипячение, дадим воде остывать, и пока она будет еще теплой, погрузим руку в котелок, заткнем пальцем отверстие бутылки, вынем ее из котелка и поставим на стол в прямом положении, не отнимая пальца. Весь воздух окажется наверху, в горлышке. И мы видим, что его было растворено в воде немало: примерно, на каждые 100 кубических сантиметров воды приходится 4 кубических сантиметра растворенного воздуха. Теперь зажигаем спичку, отнимаем палец от отверстия и всовываем спичку в бутылку (рис. 1, б). Она продолжает гореть: следовательно, газ, выделившийся из воды, на самом деле есть воздух.

Теперь проверим, весь ли воздух выделяется при кипячении из воды? Производим контрольный (поверочный) опыт. Дольем опять бутылку из котелка теплою водою, опять закрываем отверстие пальцем,



Рис. 1.

погружаем в опрокинутом виде в котелок и повторяем опыт. Мы замечаем, во-первых, что вода при повторении опыта закипает труднее, а во-вторых, что воздух в бутылке уже не выделяется: он весь выделился при первом кипячении.

Подумаем с минуту: а какое значение в природе имеет это свойство воды — растворять в себе воздух? Не поддерживает ли этот воздух жизнь всех тварей, обитающих в воде? Делаем опыт: в прокипяченную, уже остывшую воду пускаем живых рыбок. Они начинают усиленно глотать воду, видно, что они задыхаются. И, действительно, если их во-время не вынуть из воды, они засыпают, всплывая животом вверх. Но если через прокипяченную воду пропустить струю воздуха (или просто взболтать в бутылке с воздухом), то воздух снова растворяется в воде, и пушенные туда рыбы живут.

В воде могут быть в растворе и иные газы. Повторим наш опыт, наполнив бутылку загнившей водою из канавы или огородной бочки. В бутылке соберется газ (его больше, чем в первом опыте). И когда мы, поставив бутылку на стол, станем вносить в него тлеющую лучинку, то она в нем гаснет, сам же газ загорается и сгорает синеватым пламенем. Газ этот имеет зловонный запах. Называется сероводород. Он очень вреден для дыхания, и если им надыхаться много, то можно отравиться.

Проделаем теперь тот же опыт с колодезной водою (постараемся взять воду из такого колодца, в котором гаснет погружаемый на шнурке фонарь с зажженной свечою). При нагревании в бутылке собирается довольно много газа, который не имеет запаха и не поддерживает горения: горящая лучина, погруженная в него, гаснет; но сам газ не горит. Это — углекислый газ, довольно частая примесь к воде. Углекислый газ так распространен в природе, он имеет для жизни на земле такое большое значение, что здесь мы немного остановимся на нем, исследуем его свойства.

Прежде всего, добудем углекислый газ. Кладем в банку или в бутылку куски мела, известняка или неочищенной соды, той самой, которую употребляют прачки. Обливаем куски крепким уксусом (несколько ложек) или, еще лучше, крепкой неочищенной соляной кислотой. Слышится сильное шипение. На поверхности кусков выделяются пузыри, которые растут и лопаются, выделяя газ, куски же понемногу растворяются, словно тают. Выделяющийся газ и есть углекислый газ. Интересно знать, остается ли он в банке или улетает? Зажигаем лучину и погружаем ее в банку с углекислым газом: лучина мгновенно гаснет, как в воду опущенная, не оставляя тлеющего нагара. Ясное дело, что в банке находится углекислый газ. Из опыта делаем еще такое заключение: углекислый газ тяжелее воз-

духа. Он собирается на дне сосуда, вытесняя воздух прочь.¹

Итак, углекислый газ тяжелее воздуха (измерения показывают, что он в полтора раза тяжелее). Попробуем теперь перелить углекислый газ из нашей банки в другую. Он льется невидимой струей, и когда мы погрузим во вторую банку горящую лучину — она гаснет. Еще поразительнее опыт, когда вы льете углекислый газ на зажженный огарок (надо взять короткий огарок, чтобы пламя было ближе к поверхности стола). Огарок вдруг гаснет. Струю углекислого газа можно и увидеть, если производить опыт на ярком солнечном свете или держать пламя свечи так, чтобы струя лилась между газом и пламенем: струя заметна по особому колебанию и дрожанию в ней света, на подобие того, как днем в лучах солнца заметна струя теплого воздуха, поднимающаяся из печной трубы.

Так вот, важное свойство углекислого газа заключается в том, что он хорошо растворяется в воде. Это вы можете проверить, если нальете полстакана воды и дольете углекислым газом из банки (где он добывается). Как убедиться, что углекислый газ наполнил стакан до краев? Конечно, испытанием при помощи зажженной спички. Теперь плотно прикройте отверстие стакана ладонью и сильнее встряхивайте заключенную в нем воду. Вы замечаете, что ваша ладонь присасывается к стакану? Это оттого, что углекислый газ переходит в воду, растворяется в ней, а между ладонью и поверхностью воды газа остается очень мало. Взбалтыванием мы получили углекислую воду. При нагревании, например, если стакан с углекислой водою опустить в кипяток, из воды в изобилии обратно выделяется углекислый газ.

¹ На подобие того, как вода, налитая в баночку с керосином, идет ко дну, вытесняя керосин из банки, и, наконец, заполняет всю банку.

Приготавливают особые шипучие напитки (зельтерскую воду, лимонад), накачивая в воду углекислый газ. Такие напитки очень вкусны. Углекислого газа содержится много в пиве и квасе. Налейте полстакана пива. Оно пенится, выделяя углекислый газ. Погрузите в стакан зажженную спичку (не касаясь пива): спичка гаснет. В пиве и квасе углекислый газ образуется при брожении этих напитков (для лучшего брожения, к квасу прибавляют изюм). Образуется углекислый газ и при закисании теста: квашня оттого и пыхтит, что из вязкого теста время от времени выделяются большие пузыри углекислого газа. Вообще, углекислый газ образуется при всяком брожении, а также и при гниении и при дыхании растений, животных и человека. Приложите ко рту стакан и выдохните в него воздух из легких (сделайте возможно долгое выдыхание), а затем быстро погрузите в стакан зажженную спичку: у дна стакана она погаснет. Мы впоследствии опишем более убедительный опыт. Дышат и корни растений. А так как корней в почве много, а также много гниющих частиц, то поэтому углекислого газа в почве содержится довольно много. Протекающая по почве вода растворяет его в себе; эта же вода, попав в колодцы, может выделить углекислый газ: вот почему он и собирается в колодцах иногда в большом количестве.

Второе важное свойство углекислого газа, что он не поддерживает горения, а также и дыхания. Известно, ведь: где не может гореть свечка, там не может дышать человек или животное. Опустите в банку с углекислым газом мышенка. Он сразу впадает в обморочное состояние и, если его немедленно не вынуть из банки, то умирает. Опыт этот имеет первостепенное значение. То же, что с мышенком, может произойти и с человеком, если он полезет в колодезь с углекислым газом. А, ведь, такие случаи совсем нередки. Как же узнать, есть ли в колодце углекислый газ?

Теперь мы сумеем ответить на этот вопрос: следует привязать фонарь с зажженной свечей к длинному шнурку и погружать в колодезь до самой воды: если он горит — можно опускаться в колодезь; если он же гаснет, то опускаться — значит, рисковать своей жизнью. Здесь знание может предупредить несчастье, спасти человеческую жизнь.

Углекислый газ можно вычерпать из колодца ведрами (словно воду) или выкачать при помощи пожарного насоса.

С углекислым газом так часто приходится иметь дело при исследовании воздуха и воды, что необходимо знать еще один удобный и быстрый способ распознавания углекислого газа при помощи известковой воды. Ее можно достать в аптеке, но лучше приготовить ее самолично. Купите в москательной лавке кусок негашеной извести, той самой, которую камешники употребляют для приготовления „раствора“, служащего для скрепы кирпичей. Купите кусок побольше — с полфунта или фунт. Положите его в глубокую тарелку и облейте водой из ложки. Вода быстро впитается в кусок. Тогда облейте еще, подождите, пока вода впитается, и так обливайте ложка за ложкой. Минут через пять, через десять, кусок извести вдруг начинает пучиться, сильно разогревается, от него валит пар, он разваливается постепенно в мелкий порошок. Тарелка так разогревается, что к ней нельзя прикоснуться. Все это называется гашением извести. Белый порошок, получающийся после гашения, называется гашеной известью.

Бросьте потом щепотку гашеной извести в бутылку с водой и хорошенько взболтайте. Получится белая, как молоко, жидкость — она так и называется известковым молоком, но для питья, конечно, не годится: от этого молока не поздоровится! Закупорьте бутылку и оставьте отстояться, пока белая известь не осядет на дно. Часть извести растворяется в воде, и вот этот-то раствор и есть нужная нам известковая вода.

Осторожно, чтобы не взмутить осадка, наклоните бутылку и вылейте в стакан часть прозрачной известковой воды. Этой порции вам хватит на несколько важных опытов.

Отлейте часть вашей порции в другой стакан; сверху прилейте углекислого газа, закройте стакан ладонью и взболтайте: известковая вода сильно мутится и происходит соединение извести и углекислого газа, образуется так называемая углекислая известь, в виде мельчайших твердых комочков, плавающих в воде. Прилейте к этой мутной жидкости немного уксуса или соляной кислоты и взболтайте: жидкость мгновенно делается светлой: комочки углекислой извести растворяются в кислоте.

Сделайте другой опыт. К известковой воде прилейте немного зельтерской воды или пива: происходит помутнение, свидетельствующее о том, что в пиве и зельтерской воде содержится углекислый газ. То же будет и с хлебным квасом, в которой был положен изюм (кстати, изюминки в нем бывают раздутыми от переполняющего их углекислого газа). При помощи известковой воды вы можете обнаружить присутствие углекислого газа в воде некоторых колодезев. Наконец, взяв в рот соломинку и опустив другой конец ее в стакан с известковой водою, начните выдыхать воздух. Вода помутится. Следовательно, в выдыхаемом воздухе содержится углекислый газ. Вот почему так душно бывает в закрытом помещении, где собрано много людей. Подержите несколько секунд опрокинутый стакан над пламенем свечи, а затем закройте отверстие ладонью, поставьте стакан на стол и влейте известковой воды. Она мутится: при горении также образуется углекислый газ.

Теперь от исследования газообразных тел, содержащихся в воде, перейдем к исследованию твердых тел.

Мы наблюдаем в печных котлах, а также в самоварах, отложение на стенках особой накипи, называемой котельным камнем. Откуда она берется? Очевидно, из воды:

осаждается, слой за слоем, при каждом кипячении воды. Вот почему котельный камень бывает слоистый. Отбейте кусок этого камня от котла и внимательно его рассмотрите. Котельный камень вреден тем, что вода в таких котлах и самоварах, где имеется толстый слой накипи, закипает при нагревании не так скоро. Чтобы понять причину этого, исследуйте, хорошо или плохо распространяется сквозь котельный камень нагревание. Выломав широкий кусок котельного камня, положите на него сверху немного воска, стеарина или сала, а снизу подогрейте, держа хотя бы над пламенем свечи. Вам придется порядочно подождать, пока кусок прогреется и воск начнет плавиться. А теперь сложите стопкой столько медных монет, чтобы столбик их был такой же толщины, как котельный камень. Захватите столбик щипцами; на верхнюю монету положите воск; снизу столбик нагревайте на свечке. Скоро воск начинает плавиться. Вывод: металл (медь и другие металлы) прогревается быстро, котельный же камень — медленно. Иначе: металлы — суть хорошие проводники тепла, а котельный камень — плохой проводник. Вот почему так трудно согреть воду в котле, на стенках которого отложилось много камня.

Отделаться от котельного камня не трудно. Сделайте такой опыт. Набросав в банку кусков котельного камня, облейте их уксусом или соляной кислотой. Слышится шипение, выделяется углекислый газ (как это доказать?). Сам же камень понемногу растворяется. Это особенно заметно на маленьких кусочках, которые словно тают на наших глазах. Зная это свойство котельного камня, вы можете избавиться от него в самоваре таким способом. Налейте самовар до половины водой, прилейте несколько ложек крепкого уксуса или, еще лучше, чтоб не было запаха — крепкой соляной кислоты (1—2 ложки), долейте воды и вскипятите. Когда угли в самоваре все прогорят, слейте воду. Котельный камень так разъедается кислотой, делается

таким рыхлым, что легко отскабливается от стенок, не увлекая за собою полуды. Если же он не весь снялся, опыт можно повторить. Если же удалять котельный камень без кислоты, отбиванием, то можно вместе с кусками камня свести и полуду: так крепко он держится на стенках.

Тончайшую корочку котельного камня вы можете получить на жестяной пластинке, капнув на нее воды и выпарив воду нагреванием. Нагревать следует над ламповым стеклом зажженной лампы или даже над пламенем свечи; жечь следует держать щипцами. После испарения воды на месте капли остается беловатая накипь, которая от прибавления уксуса или иной кислоты растворяется.

Котельный камень похож на все известняки. Он так же относится к числу углекислых известняков, как мел и обыкновенный известняк. Из котельного камня можно получить даже негашеную известь. Для этого нужно положить кусок камня в жарко топящуюся печку. Тогда при продолжительном и сильном нагревании от котельного камня отделяется углекислый газ, а за вычетом его остается негашеная известь, которую можно „погасить“ известным нам способом.

Откуда в воде берется углекислая известь? Сделайте опыт. Взболтайте в воде немного толченого мела или зубного порошка, который есть не что иное, как измельченный мел, иначе—углекислый известняк. Зубной порошок надо взять без мяты, которая к нему обычно подмешивается. В эту слегка мутную жидкость продувайте соломинкой или бумажной трубкой воздух из легких или же прилейте зельтерской воды, богатой, как известно, углекислым газом. Жидкость мало-помалу светлеет. Вывод: мел или известняк растворяется в углекислой воде, где углекислый газ содержится в большом избытке. Но если жидкость с этим раствором нагревать или выпаривать или даже взбалтывать долгое время, то растворенный известняк опять выделяется из раствора в виде

накипи или налета. Опыт этот имеет громадное значение. Он объясняет нам, откуда берется жесткая вода, т.-е. вода, содержащая в растворе значительное количество углекислой извести. По почве протекает вода. В почве она растворяет много углекислого газа. По дороге она может встретить куски или пласты известняка. И вот, вода мало-помалу раз'едает, растворяет его и уносит с собою. Вот почему в тех местах, где известняки попадаются толстыми пластами, в них часто образуются обширные пещеры; они образуются действием углекислой воды, протекающей через известняки.

А затем, как мы видели, углекислый газ не особенно крепко соединен с известью. Стоит ему выделиться,—известь тотчас же осаждается, другими словами,—в растворе ее остается мало (или даже совсем не остается): жесткость воды уменьшается, даже исчезает. Подобная жесткая вода обнаруживает временную жесткость. Но бывают такие сорта извести, которые сообщают воде постоянную жесткость. Например, в иных местах в земле залегает много гипса (это вещество, между прочим, употребляется и для удобрения). Протекая по гипсу, вода его слегка растворяет, а так как гипс — тоже известковое вещество, то и гипсовый раствор представляет собою жесткую воду. Но эта жесткость более прочная, так называемая постоянная жесткость.

Интересно, что водные растения, поселившиеся в воде с временной жесткостью, отбирают от нее углекислый газ, при чем известь осаждается на них, образуя рыхлое отложение — туф. Между тем в воде с постоянной жесткостью туфа не образуется.

Мы можем обнаружить при помощи выпаривания воды на жестяной пластинке и другие твердые примеси к воде. Например, соленая вода, столь часто встречающаяся в природе, даст нам накипь поваренной соли. Может получиться накипь гипса, а также бурая накипь железа.

Железистая вода часто попадает на болота. По виду она как бы совсем чистая, но содержит в растворе железистые вещества. Если взять соломинку и продувать воздух через железистую воду, то при действии воздуха железистые вещества превращаются в бурую железную ржавчину, которая и оседает на дно сосуда в виде бурого налета.

Значит, чаще всего встречаются в воде следующие твердые вещества: поваренная соль (вспомним, что она представляет составную часть морской воды), затем — углекислая известь, железистые вещества. Надо упомянуть и о том, что в воде растворяются многие твердые вещества, нужные для питания растений. В воде вообще растворяется множество твердых веществ. Иные из них, например, селитра, крайне нужны растениям. Те твердые удобрения, которые разбрасываются по полю, мало-по-малу растворяются водою, проникают к корням и всасываются ими. А как всасываются — увидим дальше. Мы видим, какое огромное, неизмеримо-важное значение имеет способность воды растворять в себе твердые и газообразные вещества.

4. ЧТО ТАКОЕ МУТНАЯ И ГРЯЗНАЯ ВОДА, КАК ЕЕ ОЧИСТИТЬ И КАК ОНА ОЧИЩАЕТСЯ В ПРИРОДЕ

Мы видели, что вода способна растворять в себе воздух, углекислый газ и другие газы, а также твердые вещества, например, соль. При этом раствор сохраняет полную прозрачность: растворенные вещества делают составную часть воды, совершенно ей уподобляются, так что различить их в воде невозможно, пока они не начнут выделяться из раствора. Подобную воду мы назовем чистой. Поэтому прозрачная, светлая морская вода, хотя и содержащая соль, есть вода чистая. Но бывает так, что в воде плавают комочки нерастворимых веществ, например песка, ила глины, или же в воде размножаются мельчайшие, часто

невидимые простым глазом, существа, так что вода кишит ими. Тогда вода утрачивает свою прозрачность, она делается мутной, часто издает зловоние (например, вода, взятая из непроточной канавы, или застоявшаяся в бочке вода). Если она совершенно непрозрачна или даже имеет темный цвет от переполняющих ее твердых частиц, то мы называем ее грязной водой. Такова вода, стекающая с тряпки после мытья полов. Такова бывает вода в лужах после дождя.

В лужах, как мы знаем, вода недолго остается. Она отчасти испаряется в воздух, отчасти же впитывается в землю, уходит вглубь, насколько это возможно, и часто образует водяную жилу: так называется какой-нибудь слой подпочвы, напитанный водою, например песчаник или известняк. Подобный слой называется водоносным. Часто водяная жила идет наклонно и выходит где-нибудь на поверхность земли. Тогда просачивающаяся вдоль водоносного слоя вода выступает на поверхность земли в виде ключа или родника. Родниковая вода бывает обыкновенно холодная и совершенно чистая. Такая грунтовая вода собирается на дне колодцев: колодезная вода бывает обыкновенно чистая. Итак, протекая под землею, вода каким-то образом очищается от всех своих твердых примесей. Ведь почвенные, иначе — грунтовые воды возникают из той дождевой или талой снеговой воды, которая бывает на поверхности земли, а вода эта чистотой не отличается. Исследуем теперь, как очищается почвенная вода.

Устроим так, чтобы на наших глазах она просачивалась или процеживалась через слой земли или песка, и проследим, насколько она очистится от твердых комочков, в ней находящихся. Для опыта возьмем обыкновенную винную бутылку с отрезанным или пробитым дном. Полезно уметь разрезать бутылку на две части: из нижней получается стакан, из верхней — воронка. Один из наиболее простых,

хотя и не самых лучших способов заключается в том, что вы проводите на бутылке круговую черту напильником или острым кремнем, затем обвязываете бутылку по черте шнурком, который пропитан керосином или, лучше, денатурированным спиртом. Поджигаете шнурок, держа бутылку горизонтально и поворачивая так, чтобы вдоль шнурка стекло повсюду нагрелось; затем погружаете бутылку в ведро с водой или обливаете по черте холодной водой — и бутылка лопается вдоль черты. Для нашей цели, для изготовления цедилки или фильтра, достаточно пробить дно бутылки.

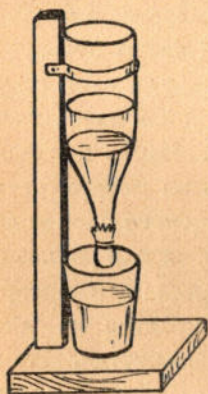


Рис. 2

Для этого, держа бутылку в перевернутом виде и уперев ее горлышком в стол, ставим на дно большой гвоздь и делаем по шляпке гвоздя отрывистый удар молотком. Упавшие внутрь бутылки крупные осколки стекла можно и не вытряхивать. Теперь прикрепляем бутылку в опрокинутом виде при помощи двух жестяных полосок или при помощи шнурков, к ножке опрокинутого, поставленного на стол, табурета. Или же приколачиваем бутылку жестяными полосками к стене и придвигаем к стене стол, чтобы удобно было поставить под бутылку стакан (рис. 2).

Горлышко бутылки обвязываем лоскутком холста. Уже в таком виде наш прибор может работать как фильтр, отцеживая от воды крупные частицы.

Например, если мы выльем в бутылку чай из чайника, то крупные чайинки задержатся на холсте, а в подставленный стакан пройдет чистый чай. Но грязной воды таким грубым фильтром не очистить. Поэтому насыплем в бутылку поверх холста крупного отмытого гравия, поверх гравия насыплем слой мелкого песка толщиной в 7—9 сантиметров, поверх песка нальем грязную воду (например, выжмем ее из тряпки,

которой мыли пол). Пробираясь через узкие скважины между песчинками, вода оставляет там твердые примеси и стекает в стакан значительно очищенной. Очищение происходит неполное, потому что самые малые твердые частички все-таки проходят сквозь поры между песчинками и попадают в стакан (вода в него капает слегка мутная). Удивительнее всего то, что наша цедилка (фильтр), простояв несколько дней, начинает работать гораздо лучше и вода почти совсем освобождается от слоев мути. Причина та, что на поверхности песка заводится плотная пленка из мельчайших водорослей, и вот сквозь эту очень густую пленку, напоминающую самое мелкое сито, вода фильтруется очень хорошо.

С приготовленным фильтром произведем не один, а несколько опытов. Будем процеживать через него грязную воду, пресную и соленую, будем процеживать гнилую воду из канавы, будем цедить чай. Мы заметим, что от твердых частиц жидкость освобождается, проходя через фильтр; но от тех, что в ней растворены, она не очищается. Поэтому цвет чая сохраняется, сохраняется и его сладкий вкус (если был в него положен сахар), сохраняется вкус соленой воды, хотя она и очистилась от грязи. Если профильтруете грязную тухлую воду, то вода будет стекать с фильтра в стакан совершенно прозрачной, но со зловонным запахом.

Есть удивительное вещество, способное впитывать в себя многие газы, пахучие и непахучие, а также и многие красящие вещества. Это вещество — древесный или, лучше, костяной уголь, который вы можете купить в любой москательной лавке. Если смешать песок с 3—4 столовыми ложками костяного угля и всыпать в фильтр, а затем фильтровать сладкий чай, то чай обесцвечивается, хотя сохраняет свой сладкий вкус: растворенного в воде сахара уголь и песок не задерживают, но между тем красящее вещество чая задерживается углем. Также и гнилая вода, профильтро-

ванная через песок с мелким угольным порошком, делается чистой и без запаха.

На свеклосахарных заводах фильтруют грязный свекловичный сок через угольные фильтры: грязь и окраска задерживаются, а с фильтра стекает чистый и прозрачный сахарный раствор, из которого и вываривается сахар. Профильтрованная болотная вода делается прозрачной и годной для питья, хотя ее все-таки лучше вскипятить, а не употреблять сырой. Через угольные фильтры фильтруется также вода городских водопроводов.¹

Мы можем, вместо песка, наполнить фильтр землею: и через нее протекающая грязная вода значительно очищается.

Так вот, когда вода процеживается (фильтруется) через слой песка или почвы, то она очищается от всяких крупных и мелких комочков, в ней плавающих, и становится чистой и светлой. И чем толще слой почвы, через который протекает вода, тем и очищение полнее и лучше.

При рытье колодцев стараются проникнуть в почву возможно глубже, чтобы пересечь глубоко-лежащую водяную жилу, и таким образом получать в колодце чистую, свежую воду. Если же колодец питается из неглубокой жилы, то вода в нем бывает не столь чистая, и от употребления ее могут заболеть и люди, и животные. В особенности опасно сооружать колодцы вблизи кладбищ или свалок с нечистотами: в водяную неглубокую жилу тут попадают вредные вещества, которые проникают и в колодец, и употребление такой зараженной воды поведет к большим несчастиям. Это проникновение вредных веществ в колодец облегчается,

¹ Хорошо прокаленный уголь употребляется на войне в так называемых противогазовых масках. Их солдаты надевают на лицо для защиты от вредных газов, например, от хлора, при газовых атаках противника. Вдыхаемый воздух, испорченный примесью хлора, проходит сперва через уголь, помещенный в маске; здесь хлор поглощается очищенный же воздух вдыхается без вреда.

если колодец расположен на склоне, ниже кладбища или свалочного места. Зараженная вода стекает по наклону жилы прямо в колодец. Из этого примера видно, как важно уметь выбрать место для рытья колодца. При выборе места следует обязательно посоветоваться со сведущими людьми.

5. ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ И ВЛАГОЕМКОСТЬ (ВОДОЕМКОСТЬ) ПОЧВЫ

Огромнейшее значение для земледелия имеет способность разных почв пропускать сквозь себя воду и задерживать часть ее в порах. Задержанная вода может пойти на питание растений, всасываясь через корни в стебель и листья.

Сравним на опыте водоемкость нескольких почв, например, огородной земли, богатой перегноем, суглинка, супеси, известковой почвы, словом, всех почв, которые окажутся под руками. План нашей работы таков: будем брать одинаковые выемки почв из их естественных залегающих и пропускать через них воду. Для забирания проб (выемок) почвы удобно воспользоваться круглой жестяной емкостью высотой в 15—20 сантиметров. Предварительно делаем шилом или гвоздем в дне жестянки несколько отверстий (через них будет стекать процеживаемая вода). Пробу почвы забираем так: ставим жестянку вверх дном на землю и вдавливаем в почву целиком, слегка вращая, а потом вынимаем так, чтобы почва в жестянке осталась. Взятая таким способом почва не рыхлится и не уплотняется, а сохраняет свою плотность и сложение, какие она имела. Теперь взвешиваем почву вместе с жестянкой. Пусть жестянка имеет емкость в 1 литр и целиком наполнена почвой; значит, и почва со своими порами занимает 1 литр. Поливаем сверху взятую пробу, чтобы почва пропиталась водой, а затем предоставляем избытку воды стечь через отверстие в дне жестянки. Когда вытекание прекратилось, снова взвешиваем жестянку с почвой и по

прибыли в весе определяем, сколько воды удержалось в порах, то-есть определяем водоемкость почвы. Для примера, пусть вес увеличился на 500 грамм, следовательно, в порах удержалось 500 кубических сантиметров воды (1 кубический сантиметр воды весит 1 грамм). Объем почвы был 1000 кубических сантиметров (1 литр). Следовательно, взятая почва удерживает половинное, по объему, количество воды. Такова ее водоемкость. Делаем подобные же опыты с другими почвами. Опыты покажут нам, что водоемкость различных почв различная и зависит от крупности частиц почвы. Так, глинистая сухая почва может всосать воды до $\frac{3}{4}$ своего объема, а песчаная лишь $\frac{1}{3}$. Присутствие перегноя, особенно мало разложившегося, увеличивает водоемкость. Это мы можем испытать на торфяниковой почве, если предварительно высушим ее.

Водопроницаемость почв можно исследовать при помощи той же жестянки, если станем с часами в руках следить, сколько кубических сантиметров воды протекает в минуту или в час сквозь почву, при наливании воды сверху. Для более наглядного сравнения различной пропускной способности почв, возьмем три одинаковых бутылки с пробитым или отрезанным дном и вставим их в перевернутом виде в отверстия, сделанные в крышке какого-нибудь старого ящика, у которого удалена передняя и задняя стенки (рис. 3). Горло бутылок обвяжем лоскутками холста. В бутылки всыплем, до половины, образцы почв, например, черноземную, суглинок, песчаную почву; сверху нальем одновременно одинаковые количества воды. Теперь с часами в руках легко проследить, где быстрее просачивается вода и сколько кубических сантиметров стекает в стаканы каждую минуту или каждый час. Или же взвешиваем стекающую в стаканы воду.

Те почвы, которые легко пропускают воду, называются водопроницаемыми; такова песчаная или супесчаная почва, известковая почва. Почвы, плохо пропускающие воду

(все глинистые почвы и суглинки, а также каменные породы), называются водоупорными. Из всех водоупорных пород чаще всего встречается в почве и под почвой глина. Сухая глина сперва жадно впитывает воду. Возьмем кусок сухой глины. Приложим к ее поверхности мокрый палец. Темное пятно влаги быстро исчезает, впитанное глиной. Продолжая смачивать кусок водою, увидим, что вода поглощается глиной, которая становится все мягче и, напитавшись водой, делается водоупорной. Действительно, если мы вылепим блюдечко из размягнутой глины и нальем в него воды, то вода долго держится, не всасываясь и не просачиваясь сквозь глину. Это наблюдение помогает нам объяснить, почему болота так легко возникают на глинистых почвах и подпочвах, конечно, на ровной, плоской местности, где за-

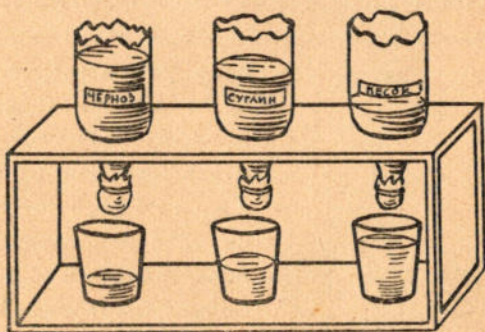


Рис. 3

стоявшейся воде некуда стекать. И водяные жилы в глубине земли образуются там, где водопроницаемая порода (например, песчаник) заключена между водоупорными, когда, например, песчаник лежит на толстом слое глины и сверху прикрыт также глиной. Если эти три слоя выходят наискосок на поверхность земли, то дождевая вода будет просачиваться и просачиваться в песчаник, образуя водоносный слой, жилу, и накопленная вода сохраняется долго в этой жиле: слои глины помешают ей уйти прочь из водоносного слоя. И вот, если добраться рытьем сверху до водоносного слоя, то на дне вырытой глубокой ямы (колодца) начнет в изобилии собираться вода.

6. ВОЛОСНОСТЬ ИЛИ КАПИЛЛЯРНОСТЬ

Мы упоминали уже ранее про свойство почвы впитывать воду из нижележащих слоев. Теперь разберем это свойство более подробно.

Спустим в подкрашенную воду две отвесных стеклянных пластинки, между которыми вложены кусочки дерева или пробки, так что между стеклами остается узкая щель. Вода поднимается в этот щелевидный промежуток и чем уже эта щель, тем выше поднимается вода (воду мы подкрашиваем, чтобы удобнее было наблюдать ее между стеклами). Поднимание в узких местах еще заметнее, если пластинки поставить углом (рис. 4). Вот это свойство

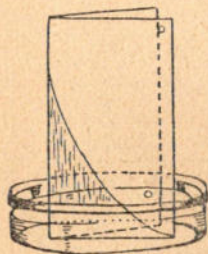


Рис. 4. В более узких местах вода поднимается выше

воды подниматься в узких щелевидных промежутках твердых веществ получило название волосности или капиллярности, потому что с наибольшей силой и отчетливостью свойство это проявляется в очень тонких стеклянных трубочках, внутренний канал которых столь узок, что толщиной напоминает нитку или волос. Подобную тонкую стеклянную трубку, похожую на нить, легко изготовить самому, если держать в пламени спиртовой лампы стеклянную трубку. Когда середина трубки разогреется до полного размягчения, тяните концы трубки в разные стороны — и середина будет у вас растягиваться в тонкую нить. Можно подумать, что внутренний канал трубки при этом заправился или закрылся, но это не так: обломив волосную трубку, погрузите узкий конец ее в чернила: жидкость начнет подниматься внутри трубки, и поднимается тем выше, чем трубка уже.

Волосностью объясняются многие явления в природе и обыденной жизни. Например, прикасаясь куском сахара

к поверхности воды, мы наблюдаем, как быстро поднимается вода по узким порам куска, так что он скоро оказывается весь мокрым. Керосин поднимается вверх по пористому и волокнистому фитилю лампы так же, как расплавленный стеарин по фитилю свечи. Вода впитывается в поры полотна, когда мы вытираем лицо и руки после умывания. Чернила впитываются в пропускную бумагу. В корнях и стеблях растений находятся бесчисленные узенькие трубочки, так называемые сосуды. Вода, попавшая в корни, поднимается вверх по этим трубочкам. Главной причиной поднятия тут является напор воды в корнях. В самом деле, вода впитывается в корни со значительной силой, ей некуда деваться, и она поднимается вверх по сосудам. Но поднятию воды также способствует волосность узких сосудов. Далее, для нас большое значение имеет капиллярность почвы, так как благодаря этому свойству вода постепенно поднимается из подпочвенных и почвенных слоев вверх, к корням растений. Следить за постепенным поднятием воды в почве можно на простом опыте. Возьмем ламповое стекло, широкий конец которого обвязан холстом. В стекло насыпан до верха слой сухой почвы. Поставим стекло широким концом в тарелку, куда налита подкрашенная жидкость, например, крепкий чай (рис. 5). Вода начинает подниматься по почве вверх, при чем цвет почвы будет темнеть, по мере смачивания ее водою. Теперь, всунув в верхний конец стекла деревянную палочку, умяем почву. При умиании щелевидные промежутки между частицами почвы становятся уже. Следовательно, на основании предыдущих



Рис. 5. Постепенное поднимание воды в ламповое стекло с почвой, вследствие волосности

опытов мы должны ожидать, что вода поднимется еще выше. Это на самом деле и происходит.

Опыт этот имеет большое значение. Он объясняет нам, почему укатывание и уминание (трамбование) почвы заставляет воду подниматься из низких слоев почвы к верхним, к корням растений. И наоборот, рыхление наружного слоя почвы (при помощи ранней вспашки и боронования) позволяет сберечь почвенную влагу ранней весной, чтобы она зря не испарялась с поверхности слежавшейся земли, а послужила бы для питания посеянных растений. Об этом мы говорили выше (см. стр. 3).

7. ДИФФУЗИЯ

Мы неоднократно упоминали о том, что вода всасывается в корни растений. При этом всасывается не только вода, но и растворенные в воде нужные для растения вещества. Часто сельский хозяин разбрасывает по полю твердые удобрения, которые растворяются водою, и раствор этот сам собою равномерно распределяется по полю. Как же все это происходит: и равномерное распределение густоты удобрительного раствора и всасывание воды корнями растений? Обратимся к опытам.

Приготовим крепкий раствор медного купороса; для этого станем бросать куски купороса в горячую воду, все время помешивая палочкой до тех пор, пока куски не перестанут растворяться. Тогда охладим раствор. У нас получится жидкость прекрасного голубого цвета, которая нам пригодится и для дальнейших опытов (поэтому, получив раствор, мы часть его отольем в бутылку про запас). Теперь нальем полстакана воды, свернем из четвертушки бумаги узкую и длинную воронку, обвяжем конец ее ниткой, чтобы не раскручивалась, вставим узким концом в воду, а с широкого конца станем приливать понемногу раствор

купороса. Купорос, благодаря своей тяжести, займет нижнюю часть стакана, так что когда мы вольем полстакана раствора купороса и осторожно вынем бумажную вороночку, то в стакане окажется два слоя жидкостей: нижний, голубого цвета — раствор купороса, и поверх него бесцветный слой воды. Граница между ними резкая и ясная. Теперь оставим стоять наш стакан с жидкостями к какому-нибудь спокойному месту, где бы не было толчков и сотрясений, и будем следить за ним изо дня в день. Купорос и вода начинают постепенно смешиваться между собою, при этом купорос проникает из того места, где его много, туда, где его меньше или где его нет. Граница обеих жидкостей перестает быть резкой, и недели через две, через три происходит полное смешение: не отличишь, где вода, где купорос, — вещество купороса повсюду распределилось равномерно. Подобное смешивание двух или нескольких жидкостей, которое происходит само собою, называется диффузией. Мы говорим, что вещество медного купороса продиффундировало в воду, распределилось по ней более или менее равномерно. Подобный же опыт мы можем произвести со спиртом и водой (вода займет нижнее место в стакане, спирт окажется над водой, через некоторое время они смешаются совершенно). Мы можем бросить в стакан с водою куски соли, сахара. Они растворятся, и раствор распределится равномерно по стакану: вся вода в нем делается соленой или сладкой.

То же самое происходит и в почвенной воде. Где бы вы ни разбросали куски твердых удобрений, они мало-по-малу растворятся в почвенной воде, и раствор, хотя и медленно, будет более или менее равномерно распределяться по всему полю, а ведь это равномерное распределение имеет огромное значение для тех растений, которые засеваются на поле. Отсюда понятно огромное значение диффузии. Заметим, заодно, что диффундируют не только жидкие вещества, но и газообразные. Так, равномерно распространяется по воз-

духу углекислый газ, образующийся при дыхании животных и человека, а также при горении. Правда, тут равномерному распределению углекислого газа и перемешиванию его с воздухом способствует ветер. Однако, сделаем такой опыт, где ветер вмешиваться не будет. Нальем в стакан углекислого газа. Затем накроем этот стакан другим опрокинутым стаканом, где углекислого газа нет, и оставим так на полчаса. Затем, приподняв слегка верхний стакан и просунив под него листок картона, снимем его прочь. Теперь при помощи известковой воды (о ней смотрите выше) не трудно убедиться, что углекислый газ успел продиффундировать из нижнего стакана в верхний.

Не всякие вещества способны проникать (диффундировать) одно в другое. Налейте в стакан поверх воды — масла. Сколько бы они ни стояли, они диффундировать не будут. Это потому, что масло не может растворяться в воде. Зато одно масло может проникать в другое, например, деревянное масло в подсолнечное или конопляное.

Итак, мы видим, что растворенные в почвенной воде вещества, распределяются сами собой более или менее равномерно. Многие из этих растворенных в воде твердых веществ всасываются корнями растений и идут на постройку их тела. Рассмотрим же теперь, где и как происходит всасывание. Всякий знает, что всасывание производится корнями. Когда производят пересадку растения, то стараются бережно откопать его вместе с корнями, чтобы они были окружены землей, и вместе с этой землей пересаживают в ямку на новом месте. Тогда растение хорошо принимается. Если же выдернуть растение вместе с корнем из земли, то хотя корень, повидимому, уцелел, но при посадке такого растения оно принимается на новом месте плохо, а часто совсем погибает. В чем же тут дело?

Исследования показали, что молодые части корня, так называемые корневые мочки, покрыты бесчисленными

нежными корневыми волосками, через которые и происходит всасывание воды. В этом вы можете убедиться личными наблюдениями и опытами. Прежде всего, нужно раздобыть растение с корневыми волосками. Для этого размочим в воде семена гороха, фасоли или овса, и затем станем проращивать семена на тарелке между смоченными листами обыкновенной пропускной бумаги (надо позаботиться, чтобы к семенам и молодым корешкам имел доступ воздух, а потому слишком обильно поливать бумагу водой не следует, чтобы не утопить семян). Недели через полторы корневые мочки разрастутся. Они покрыты обильным нежным пушком. Вот это и есть корневые волоски. Возьмем одно такое растение, положим между двумя листками пропускной бумаги и тщательно обсушим снаружи. Теперь все растение и корешки с мочками—сухие на ощупь. Проведем теперь пальцами вдоль корешков, чтобы снять корневые волоски. Они при этом раздавливаются, и между пальцами остается густой сок, не похожий на воду. Следовательно, в корневых волосках содержится густой сок, который и выделяется при раздавливании. Если теперь, после удаления корневых волосков, опустить растение корнями в воду и оставить так, то растение скоро завянет: корни перестанут всасывать воду. Наоборот, если погрузить в воду корни растения с неповрежденными корневыми волосками, то растение продолжает развиваться.

Интересно прорастить семена овса или пшеницы в мокром песке. Извлеките из песка проросшее семя. Его корневые мочки покрыты чехликами из песка, и если вы попытаете отмыть песок, погружая корень в воду, то окажется, что песок не отмывается. Дело в том, что песчинки крепко срастаются с корневыми волосками (срастаются корневые волоски и с другими частицами почвы). Вот почему при посадке семени в почву, невозможно потом распознать отдельно корневые волоски: они успели срастись

с почвой. Теперь мы понимаем, почему при выдергивании растения из почвы вместе с корнем, нежные корневые волоски остаются в земле, а без них растение очень плохо всасывает воду.

Корневые волоски по виду похожи на белые нежные нити или волоски. Каждый корневой волосок имеет вид продолговатого мешечка и состоит из нежной оболочки и заключенного в эту оболочку густого сока, похожего на белок куриного яйца. В оболочке нет отверстий. Но это не мешает воде проникать сквозь оболочку во внутренность волоска, а оттуда — в корень. Теперь сделаем опыты, показывающие, что вода способна проникать сквозь некоторые перепонки и оболочки, хотя бы в них и не было отверстий. Способность воды проникать сквозь оболочки и перепонки без отверстий называется осмосом. Сделаем несколько опытов с осмосом.

8. ОСМОС

Берем ламповое стекло и широкий конец его крепко обвязываем размоченным свиным пузырем. Убедимся теперь, что в перепонке пузыря нет отверстий, хотя бы и мелких. Для этого возьмем другой (узкий) конец стекла в рот, а широкий, с пузырем, погрузим в воду и станем вдвухать в стекло воздух. Пузырь на конце стекла надуется, но воздух через него проходить не будет. А ведь случись в пузыре мельчайшее отверстие, через него стали бы проходить в воду пузырьки воздуха.

Теперь возьмем в стекло, поверх пузыря, крепкий раствор медного купороса (полстакана), а стекло погрузим в банку с водой и укрепим в таком положении. Мы заметим, что скоро вода в банке начнет синеть: следовательно, раствор купороса проникает сквозь перепонку пузыря наружу. Ну, а вода из банки проникает сквозь перепонку внутрь? Чтобы ответить на этот вопрос, продолжим опыт

так: дольем ламповое стекло до самого верха крепким раствором купороса, затем крепко обвяжем размоченным свиным пузырем верхнее отверстие стекла, и погрузим стекло совершенно в воду (кладем его на дно широкой чашки с водой). Часа через полтора, через два, вода в чашке посинеет, а обе перепонки на концах стекла надутятся, словно их что-то выпирает изнутри. Значит, купорос выходит наружу, а вода входит сквозь перепонки внутрь лампового стекла; вот избыток-то вошедшей воды и производит напор изнутри. Выходит так, что купорос как бы присасывает воду внутрь стекла и притом в значительном количестве.

Сделаем еще такой опыт. Возьмем сырое куриное яйцо и погрузим его до половины тупым концом в крепкий уксус или в соляную кислоту. Скорлупа мало-по-малу с шипением растворится, но яичный белок не выльется: ведь он окружен в яйце двумя тонкими перепонками, которые вы наверное не раз отделяли ногтями от скорлупы вареных яиц. Итак, когда яйцо на тупом конце лишилось своей известковой оболочки и сделалось мягким, перенесем его в чистую воду и оставим в ней на день, на два. Яйцо значительно раздуется: его оболочки выпирают с тупого конца. Что здесь произошло? Вода проникает сквозь перепонку внутрь яйца и производит разбухание. Белок же сквозь перепонку проникать не способен. И вот, выходит так, что белок как бы присасывает воду сквозь перепонку.

Здесь мы имеем огромную модель (иначе — подобие) корневого волоска. Тонкая яичная оболочка соответствует оболочке корневого волоска, а белок соответствует соку корневого волоска. И здесь и там вода присасывается сквозь оболочку внутрь. Но только из яйца воде некуда идти и потому она раздувает оболочку, из корневого волоска присосанная вода уходит внутрь корня, а из корня направляется в стебель и листья.

Теперь прибавим к воде, где лежит яйцо, побольше соли и размешаем соль. Яйцо находится в крепком соляном растворе. Через день-два оно с'ежится, оболочка втянется: крепкий соляной раствор не только присосет обратно воду из яйца, но даже присосет часть собственной воды яйца, так что белок делается значительно гуще, потеряв часть своей воды.

Сделаем еще такой опыт. Приготовим модель корневого волоска в виде мешечка, с отходящей наверх трубкой. Для этого возьмем сырое яйцо и на остром конце его сделаем круглое отверстие, величиной немного меньше серебряного гривенника. Через это отверстие выпустим белок и желток, промоем внутренность яйца водою, а затем положим в уксус или соляную кислоту, где скорлупа растворится, а оболочка в виде мешка останется. Теперь возьмем стеклянную трубку толщиной с мизинец, и к концу ее привяжем мешечек, вставив трубку в отверстие и прикрутив края перепонки к стеклу ниткой. Погрузим конец трубки с мешечком в воду, а другой конец возьмем в рот и станем осторожно вдвухать воздух, чтобы узнать, не прорвался ли где-нибудь мешечек.

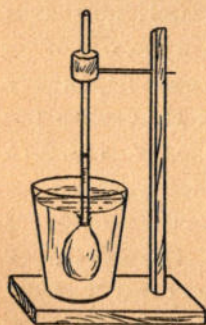


Рис. 6

Если он уцелел, возьмем в него через трубку крепкий раствор сахара или медного купороса (для этого мешечек не надо извлекать из воды) так, чтобы избыток жидкости выступал в трубку, и укрепим неподвижно в таком положении (рис. 6). Через час—два будет ясно заметно, что жидкость в трубке становится выше. Здесь мы наблюдаем проникновение воды во внутренность мешечка, а оттуда—в стеклянную трубку: полное сходство с корневым волоском и проводящим воду древесинным сосудом.

Так вот, осмосом называется проникновение воды и всяких соков сквозь цельную, неповрежденную перепонку.

Разные жидкости проникают сквозь перепонки с неодинаковой быстротою. Например, в последнем опыте раствор соли снаружи проникает внутрь медленно, вода же из яйца проникает наружу быстро. Вот почему яйцо „худеет“, и нам кажется, будто крепкий раствор соли присасывает в себя воду.

Мы нарочно задержались побольше на диффузии и на осмосе, потому что они имеют в природе огромнейшее значение. Они объясняют нам питание растений. В самом деле, у растения нет рта, а между тем оно всасывает корнями воду и растворенные в ней вещества, нужные для его жизни. Растения, как и животные, состоят из совокупности множества мельчайших клеток, имеющих оболочку, а внутри оболочки — густой сок. И вот питание клеточки происходит по способу осмоса. Клеточка окружена питательным соком, который просачивается сквозь перепонку из того места, где его много, туда, где его меньше, то-есть внутрь клеточки. Там он перерабатывается, идет на постройку тела клеточки, на ее рост, и опять всасывается, и т. д. В свою очередь, в клеточке накапливаются всякие жидкие отбросы, которых снаружи нет, а потому они и распространяются сквозь оболочку наружу. Вот таким образом клеточка поглощает нужные для нее вещества и отделяется от ненужных. Тут нет никакой особой таинственной „жизненной силы“, а лишь обыкновенные физические силы, доступные измерению и расчету.

Осмоз позволяет нам объяснить, почему растворы удобрительных веществ должны быть слабыми, а не крепкими. Пока они слабые, они проникают сквозь оболочку корневых волосков быстро, как вода сквозь оболочку яйца. А как только они становятся крепкими и более густыми, чем те, которые содержатся в корневых волосках, так сейчас же начинается обратное выделение воды из корневого волоска наружу. Вот почему, если поливать корни расте-

ний крепким раствором удобрительных солей, то растение погибает от засухи (или „пригорает“), как это ни странно на первый взгляд! В самом деле, вместо того, чтобы всасывать, оно само отдает свои последние запасы влаги и погибает.

9. СВОЙСТВА ВОДЫ, ЗАВИСЯЩИЕ ОТ ЕЕ ТЯЖЕСТИ

Теперь перейдем к тем свойствам воды, которые зависят от ее тяжести. Они также имеют очень большое значение и в природе и в сельском хозяйстве.

Прежде всего вода, благодаря своей тяжести и удобоподвижности, имеет в спокойном состоянии совершенно ровную и притом горизонтальную поверхность. Такова поверхность воды в чашке, в пруде. Если мы это равновесие нарушим, например, бросим на воду камень, то от камня идут во все стороны волны. В природе возбудителем волн является ветер. Пена и брызги волн высоко вскидываются в воздух и легко захватывают и растворяют его в себе; благодаря волнению насыщенная воздухом вода распределяется по всей массе воды. Таким образом волнение облегчает растворение и равномерное распределение воздуха в воде; а без растворенного в воде воздуха жизнь рыб и других водных животных была бы невозможна. Чем шире водная поверхность, тем больше бывают волны. Поэтому самые большие волны на морях и океанах. Волны служат причиной качки, а иногда и крушения кораблей; волны подмывают высокие морские берега, а на плоские, низкие берега накатывают много мелкого песка, образующего песчаные холмы — дюны. Сила волн громадна и пока пропадает даром для людей. Но кое-где делаются попытки использовать силу волн для нужд человека: морские волны своими ударами приводят в движение машины, вырабатывающие электрический ток.

Сообщающиеся сосуды. Сделаем такой опыт. В стакан с водой погрузим стеклянную или металлическую, например, жестяную пластинку, чтобы разгородить стакан на два отделения — правое и левое. Между обоими отделениями, понятное дело, остается сообщение — через щели. Здесь мы имеем перед собою как бы два сообщающиеся сосуда. В обоих отделениях вода будет стоять на одном уровне, даже если одно отделение больше другого. Если мы в одно отделение нальем воду, то уровень ее, конечно, будет выше, но вода из этого отделения начинает перетекать в другое и перетекает до тех пор, пока уровни не сравняются. Таким образом: 1) в сообщающихся сосудах или водоемах вода стоит на одном уровне; 2) если же вода стоит на разных уровнях, то она самотеком перетекает от верхнего уровня к нижнему и перетекает до тех пор, пока уровни не сравняются. Сделаем на берегу реки или пруда подобный же опыт: ударим колом в землю недалеко от воды. Некоторое время спустя в ямку наберется вода. Стоять она будет на том же уровне, как в реке или в пруде. В этом опыте река и ямка представляют собою сообщающиеся сосуды (сообщаются они, конечно, при посредстве скважин, находящихся в земле). Мы можем выкопать ямку поодаль от берега: все равно, в нее наберется вода из реки и будет стоять на таком же уровне, как и в самой реке. Таким способом наполняются водою прибрежные колодцы.

Вообще, в окрестностях озера или реки почва на далекое расстояние пропитана грунтовыми или почвенными водами, и уровень этих вод такой же, как в самой реке или озере. Иные города, например, Ленинград, выстроены у берегов большой реки на плоском месте. Грунтовые воды у них находятся близко под поверхностью земли. Стоит начать рыть глубокую яму для фундамента дома или копать могилу, как на дне их появляется вода. Трупы людей, умерших от заразных болезней, например, от тифа,

разлагаются в могилах и заразные вещества попадают в грунтовые воды, а из них — в реку или колодцы, откуда жители берут воду для питья. Поэтому, пьющие сырую воду часто заболевают и тифом и кровавым поносом, а в холерное время — холерой. Кроме кладбищ зараза может попадать в грунтовые воды и из разных свалочных мест с нечистотами. Вот почему в больших городах устраивают водопроводы и канализацию. В почве прокладывают громадные широкие трубы, в которые стекают все городские нечистоты: грязная вода из кухонных раковин, вода из уборных и отхожих мест, вода с фабрик и заводов, загрязненных всякими отбросами производства. Так как канализационные трубы имеют небольшой наклон, то вся попавшая в канализацию вода стекает по трубам или в реку (ниже города), или же на особые поля, где все твердые вещества, например, человеческие испражнения, задерживаются и перерабатываются в удобрения.

Вместе с канализационными трубами прокладываются трубы водопроводные. Все они берут начало от городской водопроводной станции, а в станцию вода накачивается из реки и подвергается очень хорошей очистке и процеживанию (через песочные и угольные фильтры). Очищенная таким образом вода накачивается паровыми насосами в главную, самую широкую трубу (магистраль);¹ от этой трубы отходит много других труб в разные концы города; по трубам этим доставляется вода в каждый дом и в каждую квартиру. Подумайте, сколько при этом сберегается времени и труда! Не надо таскать воду из водоемов в высокие этажи, не надо выливать гряз-

¹ В небольших водопроводах очищенная вода накачивается сперва на верх высокой водонапорной башни, а оттуда самотеком идет в магистраль и расходится по всем местам, куда она проведена. Но только все эти места должны лежать ниже водонапорной башни. Здесь мы видим применение правила о сообщающихся сосудах.

ную воду в помойки: вода сама приходит и уходит. Работа водопроводной станции в одном Ленинграде заменяет собою работу 75.000 человек и за один только год доставляет на места около семисот миллионов ведер воды. Такое число трудно даже вообразить. Представьте себе водоем в виде куба, у которого длина, ширина и глубина около полуверсты, и водоем этот наполнен водою. Вот такое количество воды доставляется городским водопроводом в год жителям одного лишь Ленинграда.

В настоящее время трубы, проводящие воду, применяются также для орошения полей, для спасения их от засухи. Но об этом способе поговорим в конце нашей книжки.

Давление воды на дно и стенки водоема. Прижмите к ладони отверстие лампового стекла и попросите налить внутрь стекла воду. Ламповое стекло будет сосудом или водоемом, дном же сосуда служит ваша ладонь. И вот ладонь испытывает значительное давление со стороны наливаемой воды: чем выше становится уровень воды в ламповом стекле, давление больше. Вместо ладони сделайте дном лоскуток размоченного свиного пузыря, прикрутив его нитками к краю стекла. По мере наливания воды до самого верха, пузырь оттопыривается все более и более: давление увеличивается. Таким образом, давление на дно водоема тем больше, чем выше уровень воды в водоеме.

Но жидкость давит не только на дно, но и на стенки водоема или сосуда. Поставьте перед собою жестяную кружку, наполните ее до верха водою. Теперь проделайте в стенке шилом отверстие, недалеко от дна (например, на 1 сантиметр). Вода забьет струей из отверстия: значит, она производит боковое давление. Если вы заткнете отверстие спичкой, и заткнете слабо, вода вытолкнет спичку вон и вновь начнет выливаться. Теперь сделайте в кружке второе отверстие, на 3 или 4 сантиметра повыше. Из него также будет литься струя воды, но с меньшим напором: это будет заметно и по

виду струи. Теперь погрузите вашу жестянку в воду, держа ее дном вниз (но погружайте не до краев!). Вода вливается внутрь жестянки из обеих отверстий, при чем нижняя струя сильнее верхней. Следовательно, вода может давить на боковые стенки не только изнутри, но и снаружи, когда жестянка сама погружена в воду. Таким образом, и стенки сосуда испытывают давление со стороны воды, при этом давление на какое-нибудь место тем больше, чем глубже находится это место. Для примера возьмем мельничную плотину. Она испытывает со стороны воды боковое давление и притом очень значительное. Вот почему не жалеют средств, чтобы соорудить очень крепкую плотину.

Давление воды на погруженные в нее тела. Когда вы купаетесь, то испытываете, находясь в воде, удивительную легкость. Вы можете приподнять со дна реки камень такой тяжести, что на суше ни за что не подняли бы его. Вам кажется, что, войдя в воду, вы теряете часть своего веса; так же и все находящиеся в воде предметы теряют в своем весе. Стоит, однако, минуту подумать, чтобы ясно увидеть, что на самом деле потери в весе никакой нет, что потеря кажущаяся. Если вы погружаете в воду гирию весом в один килограмм, разве металл при этом меняется или убавляется? Нет, он остается без перемены, также и присущий ему вес остается без изменения. Если вы несете в руке тяжелый мешок, а ваш товарищ подходит и берется за мешок, помогая вам нести, то ведь не говорите же вы, что вес мешка изменился, а говорите лишь, что товарищ поддерживает часть вашего груза, берет его на себя. Вот и вода также поддерживает все погруженные в нее тела: камень, плавающее полено, купающегося человека. Все это вода производит своим давлением. Простые опыты помогут нам убедиться в том, что вода надавливает на погруженные тела не только сверху и с боков (об этом мы знаем из предыдущих опытов), но и снизу.

Возьмите пустое ведро и начинайте погружать его в бочку с водою, держа дном книзу. По мере погружения ведра вы испытываете большое давление со стороны воды. Вода давит на ведро снизу вверх и чем глубже мы погружаем ведро, тем больше становится давление. Старайтесь при этом опыте не зачерпнуть воду верхним краем ведра: ведро должно быть пустое.

Теперь разберем такой случай. Вот вы погрузили в воду кирпич, привязав его бичевкой к концу пружинных весов (рис. 7), а конец бичевки держите в руке. Весы показывают уменьшение. Вот это нам и надо исследовать.

Все части кирпича испытывают со стороны воды давление. Верхушка кирпича испытывает давление сверху, бока испытывают давление сбоку, а низ испытывает давление снизу. Означим величину и направления давления стрелками. Это очень удобный способ: стрелка дает вам знать и о направлении давления и о величине его. Такой способ изображать силу давления принят в науке. Так вот, стрелки нам показывают следующее: на верхушку кирпича направлено давление маленькое, сверху вниз (небольшая стрелка). На низ кирпича направлено давление гораздо большее (и сама стрелка больше). Почему же снизу давление больше? А потому, что низ кирпича погружен глубже, чем верх, потому и давление больше. Ну, а боковые давления? Они направлены сбоку на кирпич. Но на одинаковой глубине давление справа в точности равно давлению слева, а потому они друг друга уравнивают и на наш расчет не влияют. Нам лишь важно убедиться в том, что вода все-таки снизу

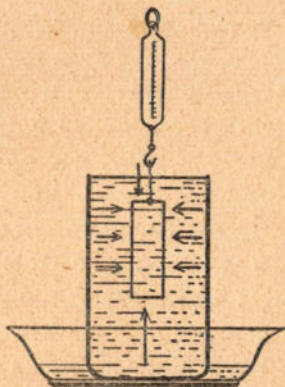


Рис. 7

давит на кирпич сильнее, чем сверху, и она вытолкнула бы его прочь, если бы кирпич не был так тяжел; но если вода не может вытолкнуть кирпича, так зато она все-таки подпирает, поддерживает его снизу со значительной силой. Вот почему кирпич как бы теряет в своем весе. Подобным же образом мы станем рассуждать не только о кирпиче, но и о всяком предмете (теле), погруженном в воду.

Общее правило: всякое тело, погруженное в воду, испытывает со стороны воды давление, направленное вверх. Это давление стремится вытолкнуть тело из воды.

Закон (правило) Архимеда. Сделаем такой опыт. В широкую чашку поставим ведро, наполненное водою до самого верха, так что вода готова переливаться через край (рис. 7). Затем подвесим на шнурке кирпич к пружинным весам. Пусть вес кирпича 5 килограмм. Теперь осторожно опустим кирпич в воду, чтобы он погрузился целиком, но не касался бы ни дна, ни стенок ведра. Вода, понятное дело, вытесняется кирпичем и стекает вниз, в чашку. Кирпич вытеснит такой же об'ем воды, какой сам занимает. Теперь весы показывают „уменьшение“ веса: в воде кирпич весит всего лишь 2 килограмма 600 грамм. Значит, он „потерял в весе“ 2 килограмма и 400 грамм. Вынем теперь кирпич из ведра, снимем ведро с чашки, а воду из нее соберем и свешаем. Она весит также 2 килограмма 400 грамм (на самом деле немножко меньше, так как часть воды пристала к ведру и к чашке при выливании из нее воды, но эта разница незначительная). Итак, кирпич потерял в своем весе ровно столько, сколько весит вытесненная им вода.

Мы вместо кирпича можем взять металлическую гирию или какой-нибудь другой предмет — и для них вывод будет тот же самый, как и для кирпича. Для всех погруженных в воду тел справедливо следующее правило: всякое тело, погруженное в воду, теряет в своем весе ровно столько, сколько весит вытесненная им

в о д а. При этом вы можете погружать тело на какую угодно глубину — и правило это остается справедливым. Никаких исключений из этого правила не бывает. А такое общее правило, не имеющее исключений, называется законом природы.

Наш, исследованный нами, закон открыт древним ученым Архимедом, жившим за 2.100 лет до нашего времени, и в честь этого ученого называется законом Архимеда. Открытие законов природы составляет одну из главных задач науки. Знание законов природы дает в руки людей много силы, разных удобств и преимуществ: человек делается мало-по-малу повелителем природы, начинает лучше ее понимать.

А теперь на примерах покажем, какое значение имеет закон Архимеда. Применим этот закон к исследованию тел, плавающих на воде и тонущих.

Сперва займемся исследованием тел, плавающих на воде. Опять возьмем для опыта широкую чашку (рис. 7), поставим в нее ведро, а ведро до краев наполним водой (пусть даже вода горбом стоит у краев, вот-вот готовая вылиться). Затем пустим плавать в ведро кусок дерева, весом, скажем, в 2 килограмма. Погружаясь в воду, кусок вытеснит воду, которая стекает в чашку. Теперь вынимаем дерево прочь, снимаем ведро, а воду в чашке соберем и взвесим. Она весит тоже 2 килограмма.

Вывод такой: всякое плавающее на воде тело вытесняет своей подводной частью ровно столько воды, сколько оно само весит.

Если мы наш кусок дерева втолкнем в воду, то он всплывает наверх и высунется из воды. Насколько высунется? Да настолько, что вытеснит подводной частью 2 килограмма воды.

Если лодка с пассажирами весит 500 килограмм, то при плавании она вытесняет воды столько же. Про

лодку говорят, что ее водоизмещение вместе с пассажирами равно 500 килограмм. Таков ее вес вместе с пассажирами.

Нетрудно сообразить, что плавающее на воде бревно или лодка поддерживаются давлением воды снизу (выталкивающим действием воды). На этом основано все плавание, имеющее в жизни людей такое огромное значение. Вспомним, сколько тяжело нагруженных судов передвигается на воде. Вода держит их на себе своим давлением снизу, на дно; для того же, чтобы двигать судно, хотя бы и тяжело нагруженное, по поверхности воды, надо затрачивать сравнительно небольшое усилие. Так осуществляется огромное передвижение грузов, в том числе хлеба, сплавление лесных материалов по течению рек и тому подобное. Водяные пути сообщения — самые дешевые и удобные. Морское судоходство имеет величайшее значение в жизни людей. По нашим рекам, соединенным каналами, суда движутся на тысячи верст и вдоль, и поперек СССР. По одной Волге и ее притокам перемещается, примерно, четверть всех грузов, перевозимых в СССР.

Бросим на воду кусок камня. Он идет ко дну. Почему? Для ответа произведем исследование. Пусть вес камня оказался 300 граммов, а вес вытесненной им воды 110 граммов. Следовательно, вода своим давлением выталкивает камень с силой в 110 граммов. Но может ли она преодолеть вес камня — 300 граммов? Понятное дело — нет, и камень утонет. Чтобы поднять его к поверхности воды придется потянуть его с силой $300 \text{ гр.} - 110 \text{ гр.} = 190 \text{ граммов.}$

Вывод наш такой: тонут в воде тела, вес которых больше веса вытесненной ими воды.

Закроем крышкой пустую жестяную коробку, погрузим ее в воду и там пустим. Немедленно она всплывает наверх. Иные могут спросить: как же так? Ведь жечь — металл,

металлы же тяжелее воды, почему же коробка всплывает? Но суть в том, что коробка представляет не сплошной кусок металла, а имеет внутри полость, куда вода не проникает. Пусть сама коробка весит 100 граммов, а воды она вытесняет, благодаря полости, 400 граммов. Понятное дело, вода вытолкнет ее наверх и коробка поплывет, вытесняя подводной частью 100 граммов. Так плавают по морю огромные корабли, построенные из железа. Но если внутрь жестянки или корабля проникает вода в большом количестве, то они, конечно, затонут.

Сообразите теперь сами, на основании закона Архимеда, почему так легко тащить ведро из колодца, пока оно находится в воде, а как только оно показывается над водою, так тащить становится трудно? Сообразите, почему при купании легче держаться на воде, лежа на спине, когда голова почти целиком погружена в воду?

10. ДЕЙСТВИЕ НА ВОДУ НАГРЕВАНИЯ

Нагреть воду нам приходится каждый день; это — самое обыденное дело, а потому, по общему правилу, на него обращают мало внимания. Вскипела вода — и ладно. Между тем, как увидим ниже, нагревание воды заслуживает большого внимания. Кстати, нагревание воды нетрудно исследовать с помощью самых простых приспособлений.

Прежде всего: почему вода, поставленная в котелок на плиту, так скоро согревается и закипает? Вы скажете: ну что ж, теплота хорошо распространяется по воде, вода хороший проводник тепла... Так ли? Исследуем этот вопрос.

Воду нагревают, как известно, снизу. А мы попробуем нагревать ее сверху. Для этого наполним водою ведро или деревянную бадью и начнем поочередно погружать в воду сверху два горячих утюга или две нагретых на углях гири: одна погружается, а другая в это время

греется на углях. Гири привяжем к толстым проволокам, чтобы можно было их придерживать. Только гири не надо топить в бадье, а лишь погрузить под поверхность и держать в верхней части бадьи. Скоро вода в верхней части бадьи согреется, внизу же останется холодной (в этом можно убедиться, если погрузить в воду руку до самого дна). Если оставить бадью в таком положении и не перемешивать воды, то очень долгое время в ведре сохраняются два слоя: внизу холодная вода, над ней горячая.

Делаем, прежде всего, такой вывод: раз горячая вода держится наверху, значит, плотность ее меньше, чем холодной воды. Горячая вода всплывает в холодной. Свернем из четвертушки бумаги длинную воронку, обвязав ее ниткой, вставим до дна в стакан, наполненный до половины холодной водой, а сверху в воронку станем лить горячую воду. Мы заметим, что струи горячей воды поднимаются со дна кверху. Это легче заметить, если горячую воду подкрасить (просто наливать в воронку горячий крепкий чай). Наоборот, холодная вода опускается, тонет в горячей. Кстати, вода при нагревании увеличивается в объеме. Нальем в небольшую бутылочку воды до самого верха, закроем плотно пробкой, а затем поставим в котелок с водою на огонь. При постепенном нагревании бутылка не лопнет. И вот, мы заметим, что вода в бутылке при нагревании начинает расширяться: сперва она выпирает пробку, а потом и сама начинает вытекать из горла. Теперь легко сообразить, что если вода расширяется, то плотность ее уменьшается.

Если во время опыта присмотреться к воде внимательнее, то легко заметить, что никаких струй и течений от дна к поверхности и обратно нет. Это легко заметить по поведению брошенных в бадью опилок, или мелких бумажек. Нагреваемая вода остается вверху, холодная — внизу, каждая сама по себе, одним словом, нет струй.

Делаем второй вывод: сквозь неподвижную толщу воды теплота распространяется медленно. Вода, сама по себе, плохой проводник тепла. С полной наглядностью в этом можно убедиться на таком простом опыте. Возьмите тонкостенную стеклянную трубку. Залепите ее с одного конца воском и налейте в трубку воды — до верха. Теперь держите трубку пальцами за нижний конец (держите трубку наискось), а верхний конец внесите в пламя спиртовой лампы (но только не в пламя свечи: трубка покроется копотью и лопнет). Вода в верхней части трубки закипит и начнет выбрасываться, внизу же останется холодной, и воск, поэтому, даже не начнет плавиться.

В природе водоемы (реки, озера, моря) нагреваются и охлаждаются лучами солнца и прикосновением воздуха также сверху.

Если вода нагревается сверху, то она расширяется, делается легче и держится в верхних частях водоема; поэтому в глубине она продолжает оставаться прохладной. При охлаждении вода сперва сжимается, делается тяжелее, погружается на дно, а более теплую воду вытесняет наверх. Поэтому охлаждение водоема сверху идет быстрее, чем его нагревание сверху, но как только охлаждение перейдет за 4° Цельсия и будет приближаться к нулю, так опускание воды вниз прекратится: при охлаждении от 4° до 0° вода расширяется (см. ниже), а потому остается наверху, а водоем начинает охлаждаться теперь очень медленно и если даже покрывается коркой льда, то не промерзнет до дна (если только достаточно глубок).

Если у вас нет спиртовой лампы, соорудите себе для нагревания простейшую жаровню: в жестяной крышечке от ваксы пробейте гвоздем несколько отверстий, захватите крышечку щипцами, далее, положите на крышечку несколько раскаленных угольков. Они будут тлеть, так как к ним снизу притекает воздух; кроме того, вы можете раздуть

их ртом. Над этой жаровней также можно разогреть верхний конец трубки. Эта жаровня может оказать услугу при многих исследовательских работах.

Теперь присмотримся к тому, что происходит при нагревании воды снизу. Ставим на огонь котелок с водою. К воде подбросим мелких бумажек, чайнок или опилок. При нагревании они начинают кружиться по котелку вместе со струями воды. Мы наблюдаем, как при нагревании вода всплывает наверх (потому что плотность ее делается меньше). С боков и со стороны стенок притекает ко дну более плотная, пока еще холодная, вода. Она, в свою очередь, нагревается, поднимается и так далее, пока, наконец, не начнется кипение. Если наблюдать кипение в стеклянном сосуде, то можно видеть, как еще задолго до кипения на стенках сосуда в изобилии выделяются пузырьки растворенного в воде воздуха. Когда вода закипает, то пары начинают отделяться не только на ее поверхности, но и внутри самой жидкости, образуясь, главным образом, в тех местах, где сидят на дне и стенках воздушные пузырьки.

Кипение отличается от простого испарения тем, что при испарении пар отделяется только с поверхности воды, между тем как при кипении пар усиленно отделяется не только с поверхности, но главным образом внутри самой воды.

При нагревании вода, понятное дело, становится все горячее: температура ее (степень тепла) все увеличивается. Когда же вода дойдет до кипения, то вся притекающая теплота тратится на обращение воды в пар. Температура же самой воды остается неизменной. Если опустить в кипящую воду шарик термометра (прибора, служащего для измерения температуры), то он будет показывать неизменно одну и ту же температуру—сто градусов по термометру Цельсия. Такую же температуру (100 градусов) имеют и пары, поднимающиеся от воды.

Впрочем, не всегда вода кипит при ста градусах. Если нагревать воду в закрытом наглухо котле, то вода закипает труднее — при температуре в 110, 120 и выше градусов (пары ее имеют такую же температуру). Чтобы котел не лопнул, время от времени выпускают пар наружу тонкой струей. Такие котлы служат в производстве для прогревания разных продуктов, так называемых „консервов“ и для уничтожения заразы и насекомых на белье и одежде человека.

В заключение, сравним нагревание воды с нагреванием какой-нибудь другой жидкости, например, масла. Если возьмем по 1 килограмму воды и масла, то окажется, что на нагревание воды (скажем, от 0° до 100°) требуется затратить больше горючего материала, например, спирта, чем на нагревание масла. Но зато, когда мы прекращаем нагревание, масло охлаждается быстрее, чем вода. Вода медленнее всех прочих жидкостей нагревается, но медленнее и охлаждается. Этим пользуются в водяном отоплении. Нагретая в котле вода уходит по трубам далеко, но все-таки после длинного путешествия по трубам приносит в комнаты достаточный запас тепла.

Медленное нагревание и медленное же охлаждение воды умеряет климат приморских стран. За лето суша нагревается быстрее моря, поэтому с моря летом веет прохладой. За лето море поглощает много тепла и долго его сохраняет, даже когда суша успела остыть от наступающих холодов, поэтому зимой на сушу веет теплом с моря. Такое умеряющее действие моря наблюдается во всех приморских местностях.

11. ПЕРЕГОНКА ВОДЫ

Сделаем опыт: над котелком с кипящей водою будем держать холодный утюг (или жестянку, набитую снегом). Прикасаясь к холодной поверхности, пары начнут сами охлаждаться, сгущаться и в изобилии осаждаться в виде

капель воды. Если держать утюг наискось, носиком книзу, то вода будет непрерывно стекать с носика в подставленный стакан. Мы таким образом перегнали воду из котелка в стакан. Обращение воды в пары и последующее сгущение паров в воду называется перегонкой воды, а сама вода перегнанной или дистиллированной.

Котелок, утюг и стакан представляют простейший перегонный прибор или аппарат. Утюг (или банка со снегом) называется сгустителем или холодильником, а стакан, куда стекает вода — приемником. Настоящий перегонный аппарат устроен сложнее (рис. 8). Воду наливают

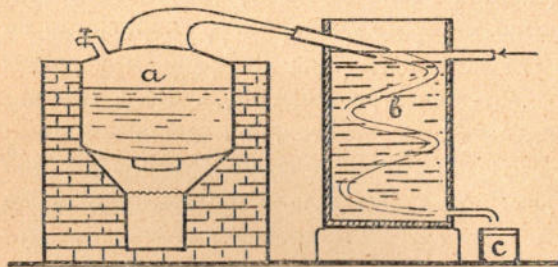


Рис. 8

в котела, вмazanый в печь. Котел этот носит старинное название перегонного куба, хотя бы имел круглую, а не кубическую форму. Котел закрыт плотно

крышкой с отверстием. От этого отверстия начинается медная, луженая внутри, трубка, по которой следуют горячие пары. Середина трубки *b* уложена внутри чана с водой (для охлаждения) и изогнута кольцами, на подобие змеи, а потому и называется змеевиком, а сам чан с водою — холодильником. Через холодильник непрерывно течет холодная вода. Поэтому внутри змеевика пары сгущаются и образуют воду. Конец змеевика выходит через дно холодильника наружу, и с этого конца вода стекает в приемник *c*.

Теперь вернемся к нашему простому холодильному прибору и сделаем такой опыт. Прибавим в котел с водою соли и начнем кипятить. Отделяющиеся пары собираем

с носика утюга в стакан. Попробовав на вкус перегнанную воду, убеждаемся, что она совершенно пресная. Какие бы твердые примеси ни находились в воде, при перегонке они останутся в „перегонном кубе“, а в приемник всегда стекает вода, очищенная от твердых примесей.

Теперь мы знаем, следовательно, три способа очистки воды:

1. **Отстаивание.** Например, даем отстояться мутной воде. Ее твердые примеси сядут на дно или всплывут наверх. Середина же воды будет более или менее чистой. Способ этот медленный и несовершенный.

2. **Фильтрование (процеживание)** сквозь песок, известь, уголь и другие пористые вещества. Способ этот более быстрый и совершенный. Вода получается по виду светлая, чистая, но растворенные в воде вещества, например, соль или сахар, проходят вместе с водой через мельчайшие поры фильтра.

3. **Перегонка.** Это — самый совершенный способ. Вода совершенно очищается от твердых примесей. Но если в воде имеются жидкие примеси, например, спирт, то они также обращаются в пары и отчасти перегоняются вместе с водою.

Перегонка в огромнейших размерах производится самой природой. Вода повсюду испаряется действием солнечных лучей и пары смешиваются с воздухом. Если паров в воздухе становится слишком много и, в особенности, если они начинают охлаждаться, то они сгущаются, образуя очень мелкие, плавающие в воздухе, капельки и пузырьки. Это есть туман. Если же туман поднимается вверх, то снизу нам он представляется облаком. Когда сгущение водяных паров в облаке продолжается, капельки увеличиваются, сливаются друг с другом, образуют крупные капли, которые уже не могут благодаря своему весу держаться в воздухе, а падают на землю в виде дождя. Иногда же, в холодное время

года, водяные пары в облаках образуют снег, также падающий на землю. Дождевая вода не содержит солей растворенных веществ, а потому очень невкусна. По дороге к поверхности земли дождевые капли захватывают с собой пылинки (вот почему после дождя воздух очищается от пыли); поэтому выпавшая дождевая вода имеет часто желтоватый цвет. Но если дождевая вода всосется в почву и пройдет через слой, то она растворит в себе некоторые вещества, а также и воздух, а от пыли и грязи очищается и делается вкусной для питья. Выпавшая на землю вода в конце концов стекает в море, оттуда испаряется, и так возникает в природе великий круговорот воды.

Перегнанную воду готовят в большом количестве. Она нужна во многих производствах. В аптечном деле ее употребляют для изготовления лекарств, ее употребляют фотографы, а также врачи и ученые для разных исследований. На больших морских пароходах при помощи перегонки получают из соленой морской воды перегнанную, затем насыщают ее воздухом и прибавляют очень немного твердых веществ (извести и разных солей) для вкуса. Получается здоровая и вкусная питьевая вода.

Действие охлаждения на воду. Снег и лед. Теперь исследуем действие охлаждения на воду. Кстати, холод есть не какая-то особая сила природы, вроде теплоты, или электричества; холод есть только недостаток тепла, и холодные тела суть тела с малым запасом теплоты.

Проследим, что происходит с водою при ее охлаждении. Для этого нальем воду в бутылку (до верха), закроем крепко пробкой, выставим на мороз и начнем следить. Вода в бутылке непрерывно теряет тепло, охлаждается и начинает уменьшаться в объеме (при этом плотность ее увеличивается). Сжимание продолжается до 4 градусов тепла, по градуснику Цельсия. При этой температуре вода перестает сжиматься (это будет наибольшая плотность воды),

а при дальнейшем охлаждении она начинает все расширяться, пока не замерзнет. Это расширение воды при замерзании можно прекрасно проследить, наполнив водою стеклянную трубочку, заткнутую с обоих концов восковыми пробками (пробки входят в трубку на сантиметр). Трубку эту кладем горизонтально в холодном месте. При замерзании вода обращается в ледяной столбик, выпирающий обе пробки, при чем концы столбика показываются наружу. Что же касается бутылки, то она не может устоять перед напором замерзшей воды и лопаётся. Наливали воду в металлические запертые сосуды (например, чугунные) и они лопались. Водопроводные трубы лопаются, если в них замерзнет вода. С такой силой расширяется замерзающая вода. Таким своим свойством вода резко отличается от всех других жидкостей, которые при охлаждении и застывании непрерывно сжимаются. Делаем выводы. Первый: если вода расширяется при замерзании, то, значит, она становится менее плотной. Таким образом, лед (замерзшая вода) должен плавать на воде. Всякий знает, что так оно и бывает на самом деле. При этом льдина погружается в воду на $\frac{9}{10}$ своего объёма и лишь $\frac{1}{10}$ поднимается над водой.

Второй вывод: замерзающая вода обладает разрушительной силой. Приведем примеры такого разрушения. Самые крепкие по виду камни и скалы бывают покрыты трещинами, часто незаметными глазу. В них, благодаря капиллярности (о ней смотри выше), всасывается и надолго удерживается вода, попадающая туда после дождя. Когда эта вода начнет замерзать, то она с силой раздвинет те щели, в которых находится, а потому и трещины в камне расплзутся глубже. Правда, раздвигание очень малое, но ведь оно повторится еще и еще, трещины будут после каждого замерзания делаться шире, будут соединяться между собою, куски камня, окруженные трещинами, будут вывали-

ваться, то-есть, в конце концов, камень будет разрушен водой и обращен в щебень. Такое разрушение каменных масс происходит повсюду в природе. Но разрушаются от действия мороза (вернее, от действия замерзающей воды) не только камни, но и каменные постройки. Вот почему стены каменных домов покрывают краской. Это делается не только ради красоты, но и для того, чтобы краска залепила все трещины и чтобы дождевая вода не могла в них всосаться и произвести свое разрушительное действие.

Теперь определим температуру замерзающей воды. Это сделать легче, чем определить температуру кипения. В самом деле, там надо иметь стоградусный термометр Цельсия (а его трудно достать, так как в обычной жизни он редко употребляется, а лишь при научных и технических работах), между тем, комнатный термометр всюду имеется. Но чтобы обмакивать в воду его шарик, следует отпилить прочь нижнюю деревянную часть шкалы (шкалой называется та деревянная дощечка с делениями, на которой укреплена стеклянная трубка термометра). Однако же, отпилить надо с таким расчетом, чтобы на шкале уцелел ноль градусов: он нам понадобится.

Погрузим же шарик термометра в охлаждаемую воду. По мере охлаждения, температура будет все понижаться. Но когда на поверхности воды появятся льдинки, температура перестанет понижаться, и термометр покажет ноль градусов и будет так показывать, пока вся вода в сосуде не замерзнет. Воду при этом надо помешивать. Если мы погрузим термометр в тающий лед или снег, температура будет также ноль градусов, пока весь лед не растает.

Мы видим, что температура таяния или замерзания воды такая же постоянная температура, как и температура кипения воды. Только здесь — ноль градусов, а там — сто.

Снег и лед по существу одно и то же вещество, но в разных видах, на подобие того, как плотный кусок дерева и его мелкие, тонкие стружки — одно и то же. Снег имеет для земледелия огромное значение. Ведь земля покрыта зимой снежным покровом, а под ним находятся озими — надежда земледельца. И вот, снег является надежной защитой озимей от суровых зимних морозов. Это потому, что снег плохой проводник как нагревания, так и охлаждения. Сделаем соответствующие наблюдения и опыты. Зимой, в оттепель, закопаем термометр глубоко в снег; предварительно, конечно, мы посмотрим, сколько градусов он показывает и, не полагаясь на память, запишем это показание; запишем также день и число, когда мы закопали термометр. Но чтобы термометр не сломался при закапывании, мы уложим его в какую-нибудь продолговатую коробку, сделанную, например, из жести, к коробке привяжем крепкий шнурок, который верхним концом выведем наружу, на поверхность снега, и привяжем к кольшку — чтобы знать, где закопан термометр, и чтобы добраться до него, когда будем откапывать. Закопав термометр, дождемся, когда ударит сильный мороз. Пусть мороз продержался уже несколько дней. Откопаем быстро термометр, посмотрим и убедимся, что он показывает температуру, примерно такую, какую имел при закапывании. Значит, сквозь толщу снега охлаждение передается очень медленно. Поэтому, когда бывают зимы бесснежные или малоснежные и когда последние остатки снега выдуваются с поля ветром, озими погибают.

Кроме того, снежный покров представляет собою накопленный запас воды, пока — в твердом виде. Но при весеннем таянии снега вода впитывается в почву и идет на питание растений.

Снеговой покров защищает от зимнего холода не только растения, но и животных, которые предаются в своих норах

и логовищах зимней спячке. Для примера укажем хотя бы на медведя.

Лед, так же как и снег, плохой проводник тепла. Поэтому, как только водоемы покрываются толстым слоем льда, дальнейшее охлаждение воды прекращается. Не будь этого, реки промерзли бы до дна и погибли бы все водные обитатели.

Лед имеет в хозяйстве очень важное значение для сохранения быстро портящихся продуктов, например, рыбы, мяса, которые в замороженном виде сохраняются, не портясь, сколько угодно времени, так что их можно пересылать в таком виде за многие тысячи верст. Сохраняется на холоду и молоко, и масло. Погреба, набитые льдом, работают и в летнее время. В настоящее время имеется множество вагон-холодильников и пароходов-холодильников, которые перевозят скоро-портящиеся продукты — рыбу, мясо, фрукты — за сотни и тысячи верст.

На этом мы закончим исследование физических свойств воды. Но что же представляет собою сама вода? Что это за вещество? Простое это вещество, вроде золота, серебра, ртути, или же сложное, состоит из других веществ? Чтобы ответить на эти вопросы, предпримем химическое исследование воды.

12. ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ВОДЫ

Давно обратили внимание на очень странную вещь. Когда тушат разбушевавшееся пламя, то первые струи воды, падающие на огонь, усиливают пламя, вместо того, чтобы ослаблять его. Но так как при продолжающейся поливке пламени испаряется множество водяных паров, то пламя отгораживается ими, словно чехлом, от соприкосновения с воздухом, а потому начинает гаснуть. Кроме того, на испарение воды уходит много тепла, — и это также ослабляет пламя. Также давно известно, что кузнецы нарочно брызгают

в гори водою, а затем начинают работать мехами,—тогда пламя ярче разгорается. Все эти явления совершаются не спроста. Они давно навели на мысль, что вода есть вещество сложное, и что в сильном жару она разлагается на свои составные части. Одна из этих освободившихся составных частей, называемая кислородом, и служит для усиления горения.

Предположение о сложности состава воды подтвердилось. Слишком сто лет тому назад сделали такой опыт. Взяли металлическую трубку, наполненную железными стружками, и очень сильно накаливали ее на огне. Через трубку гнали водяные пары. Тогда вода претерпевала внутри трубки глубокое изменение: она отдавала одну из своих составных частей железу, а именно—с железом соединялся газ кислород. Другая же составная часть—газ водород выделялся в чистом виде с другого конца трубки.

Когда открыли электрический ток, то его применили для определения состава воды. Если провести в воду достаточно сильный ток, например, опустить в воду угольную палочку, соединенную проволокой с положительным полюсом электрической батареи, а рядом с ней опустить другую палочку, соединенную с отрицательным полюсом, и пустить ток, то вода начинает разлагаться на свои составные части—водород и кислород. У положительного полюса выделяются пузырьки кислорода (газ этот можно узнать так: он сильно поддерживает горение, в нем ярко разгорается тлеющая лучина). У отрицательного полюса выделяются пузырьки водорода. Он горения не поддерживает, зато сам горит слабым синим пламенем.

Вы сами можете разложить воду током, если приобретете 2—3 так называемых сухих элемента, служащих для карманных электрических фонарей. У каждого такого элемента вы найдете наверху две медных полоски. Одна из них—подлиннее—будет положительный полюс, а та,

что покороче — отрицательный. Соедините ваши элементы при помощи медной проволоки так: припаяйте проволоку к положительному полюсу первого элемента и к отрицательному полюсу второго. Затем, положительный полюс второго соедините таким же образом с отрицательным полюсом третьего. Далее, припаяйте проволоки (длиной с поларшина) к отрицательному полюсу третьего элемента и к положительному элементу первого. К свободным концам обеих проволок крепко прикрутите пару вязальных спиц или гвоздей. Затем налейте в стакан воды, прибавьте немного соды и размешайте. Сода прибавляется для лучшей проводимости тока. Теперь погрузите обе спицы в воду на близком расстоянии. Немедленно вокруг спиц начинают появляться пузырьки водорода и кислорода. Все сооружение батареи обойдется вам в полтора рубля; но с батареей этой вы можете сделать много опытов по электричеству.

Кислород. Водород. Но что же представляют собою эти составные части воды — водород и кислород? Исследуем их отдельно. Водород можно получить, если положить в бутылку или стакан цинка (можно в виде цинковых обрезков) и облить крепким уксусом или соляной кислотой. Начинает выделяться водород — довольно бурно. Он не удерживается в стакане или банке, а поднимается вверх: он легче воздуха. Может быть, вы слышали, что водородом наполняются воздушные шары, поднимающиеся вверх по воздуху. Водород имеет свойство гореть в воздухе, поэтому опыты с ним надо вести очень осторожно. Дело в том, что если смешать водород с воздухом, а смесь поджечь, то она сгорает быстро и со взрывом. Вот, например, вы получаете в бутылке водород. Он поднимается вверх, смешивается с воздухом, находящимся в бутылке, и если вы его подожжете, то он взрывается внутри бутылки, и она разлетается вдребезги. Но если налить кислоты в бутылку (поверх цинка), затем заткнуть бутылку пробкой, сквозь

которую пропущена стеклянная трубка, а затем выждать минут пять или десять, пока струя водорода не увлечет за собою из бутылки весь воздух, — вот тогда можно поджечь струю водорода и она будет гореть спокойно. Вsetаки для безопасности заверните бутылку в полотенце, чтобы при взрыве вас не поранили осколки. Лучше не делайте сами этого опасного опыта, а обратитесь за помощью к сведущему человеку (в деревне, например, к учителю, к аптекарю).

Если будете держать над пламенем горящего водорода утюг, то на нем появляются в избытке капли воды, и если нагнуть утюг носиком вниз, то они начнут стекать в подставленный сосуд. Водород, сгорая, соединяется с кислородом воздуха и вновь образует воду.

Для получения кислорода возьмите узенькую тонкого стекла трубку (пробирку), толщиной с палец, запаянную с нижнего конца и открытую с верхнего. В пробирку всыпьте с четверть наперстка бертолетовой соли (ее можно купить в любой аптеке), смешанной с четвертью наперстка чистого, мелкого, сухого песка, и нагревайте нижний конец пробирки, держа его над жаровней. Тогда из бертолетовой соли выделяется кислород. Если вы введете в пробирку тонкую лучинку с тлеющим концом, то лучинка разгорается.

Кислород находится в воздухе, где он смешан с другим газом, не поддерживающим ни горения, ни дыхания — с азотом. На долю кислорода приходится $\frac{1}{5}$ всего объема воздуха, а на долю азота — $\frac{4}{5}$. Заметьте, что кислород в воздухе лишь смешан с азотом, а в воде он не смешан, но соединен с водородом так, что образует новое вещество — воду, непохожее ни на водород, ни на кислород.

Сделаем вывод: вода представляет соединение двух веществ — водорода и кислорода. Соединение это очень прочное: чтобы отделить кислород от водорода, требуется пустить в ход или чрезвычайное нагревание (до 1000 градусов), или же электрический ток.

Наука, изучающая состав тел, как мы изучали состав воды из кислорода и водорода, а также соединение и разложение разных веществ, носит название химии. Химия занимается изучением превращения разных веществ.

13. КРУГОВОРОТ ВОДЫ В ПРИРОДЕ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕКУЧЕЙ ВОДЫ. ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы познакомились со многими свойствами воды. Теперь сделаем общую сводку их и дополним кое-какими новыми сведениями.

Вода чрезвычайно распространена в природе. Она покрывает $\frac{3}{4}$ поверхности земного шара, в виде морей и океанов. И на суше всюду имеется вода в виде озер, рек, ручьев, болот. Лишь немногие места на земле совершенно лишены воды: это пустыни, выжженные солнцем, где, благодаря отсутствию воды, нет растений и животных. Однако, стоит провести в пустыню воду, — и появляется обильная растительность. Этот пример показывает, насколько вода необходима для жизни растений и животных.

Вода не остается на одном месте, а пребывает в постоянном движении. Она испаряется с поверхности морей, океанов силой солнечных лучей: пары поднимаются в воздух и разносятся ветром повсюду. Таким образом, солнце силой своего нагревания поднимает в воздух миллионы и миллионы килограммов пара. Солнце, как мы выражаемся, совершает работу, поднимая водяные пары с поверхности морей, вроде того, как мы совершаем работу, поднимая камень с первого этажа на четвертый. Камень, поднятый в четвертый этаж, готов упасть вниз. При этом он может преодолеть разные сопротивления, произвести работу. Например, он может пробить настилку у основания дома, может сделать в земле глубокую ямку и так далее. Способность производить работу называется энер-

гией. Поэтому мы говорим, что поднятый камень обладает запасом энергии. Вот подобным же образом и поднятая вода обладает запасом энергии,—она способна производить работу. Действительно, пары воды сгущаются, образуют облака и дождь, дождь падает на землю, питает ручьи и реки. Ручьи и реки производят размывание почвы. Это, ведь, тоже работа. Реки несут на себе по течению множество судов. Это тоже работа. Если реку перегородить плотиною, вода падает с высоты на мельничное колесо или на турбину и производит работу, вертя жернова или электрические машины, дающие ток. Так вода перетекает с одного места на другое, пока не вернется в водоем (море или озеро), и с поверхности водоема опять испаряется и поднимается вверх.

Мы видим такой круговорот воды, а вместе с тем круговорот энергии:

1. Солнечная энергия тратится на поднятие бесчисленного количества килограммов воды с поверхности водоемов вверх в виде водяного пара.

2. Солнечная энергия превращается в энергию поднятой воды.

3. Опускаясь в виде дождей и устремляясь к морям в виде потоков, вода возвращает запасенную энергию: она производит работу всякого рода — подмывает берега, двигает суда, вертит колеса и турбины.

Своим движением вода производит на земле множество изменений. Например, реки сносят в море огромнейшие количества мелкого песка и ила. Вода, протекая по земле, разрушает, как мы видели, даже твердые скалы, обращает их мало-по-малу в груды щебня и содействует окончательному выветриванию. В конце концов, при выветривании каменных масс, например, гранитов, образуется глина и песок. Вода уносит их с собою, при чем глинистые частицы держатся в воде дольше, чем тяжелые песчинки. Поэтому дей-

ствием воды глина отделяется от песка: глина уносится вперед, песок остается. Вода, таким образом, отмучивает глину от песка. В конце концов и глина и песок где-нибудь отлагаются из воды. А ведь глина и песок представляют очень важные составные части всякой почвы. Поэтому и почвы образуются при ближайшем участии воды. Вода в виде снега осаждается на холодных вершинах высоких гор, сползает оттуда в виде ледников, обрушивается в виде снеговых обвалов, лавин. Ледники несут с собою миллионы килограммов всяких камней и щебня. Все это — гигантская

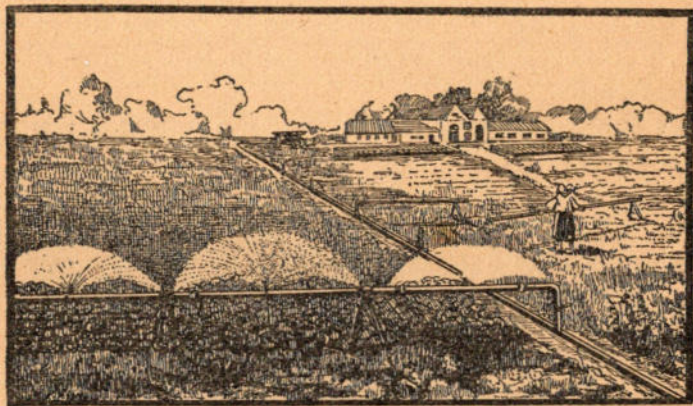


Рис. 9. Искусственная поливка поля

работа воды, совершаемая без усталы миллионы лет. Для земледельца вода составляет предмет первой необходимости, но, к сожалению, земледелие очень зависит от капризов погоды. Часто непредвиденные засухи уничтожают урожаи. Теперь делаются попытки организованной борьбы с засухами. На рисунке 9 мы видим искусственную поливку полей. Ставится насос у реки или пруда и приводится в движение двигателем внутреннего сгорания. От этого насоса прокладываются на земле к оро-

шаемому полю легкие стальные трубы, которые можно быстро свинчивать концами, быстро разнимать и легко переносить с места на место. Трубы далее проводятся по меже, а по обе стороны от межи делаются отводы от труб, лежащих на подставках или колесах; в трубах сделаны отверстия. Когда насос накачивает воду в эти трубы, она выливается из отверстий струями, сажени в четыре длиной. Таким образом, каждый отводок поливает участок в 8 сажень ширины и соответствующей длины. Например, если длина трубы 50 сажень, то поливается 400 квадратных сажень. Такая установка, если она действует исправно, дает в течение 20 минут достаточно влаги для всего участка. Одновременно работает один отводок, а за это время подвинчивается и устанавливается второй. В течение суток при работе в три смены легко полить около 8 десятин. Вся установка легко перевозится с места на место и может обслуживать целую деревню.

Но вода не только питает растения (а через них и животный мир), — она служит для человека источником энергии. Для того, чтобы воспользоваться энергией воды, располагают машины около водопада или же устраивают искусственный водопад, перегораживая реку крепкой плотиной. Падающая вода приводит в движение так называемые турбины. В описании этих сложных машин мы не будем вдаваться. На рисунке 10 вы видите устройство простой модели турбины из лампового стекла, пробки и жестяного колесика с лопаточками. Пробка вставлена в стекло туго и неподвижно. Под пробкой находится колесико, похожее на колесо вентилятора с косыми крыльями. Оно укреплено на вязальной спице, которая служит осью вращения.

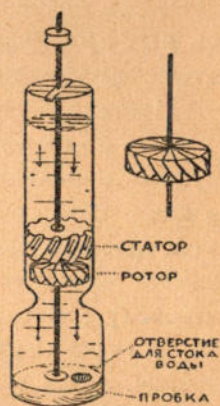


Рис. 10

В пробке сделано отверстие, через которое пропущена ось. Кроме этого отверстия, в верхней пробке сделаны круглым напильником косые отверстия или же косые каналы на поверхности пробки на границе со стеклом. Таким образом, если в верхний конец стекла вливать воду, то через отверстия в пробке будут стекать косые струи, падать на лопасти колесика, которое придет в движение. Пробка здесь служит для направления струй воды. Эта направляющая часть турбины называется *статором*. А колесо с косыми лопатками служит для восприятия энергии воды и приводится в быстрое вращение. Оно называется *ротором*. Через ось ротора движение передается на динамо-машину, вырабатывающую электрический ток.

Плотина с турбиной и машинами представляет силовую турбинную станцию. Таких силовых установок, крупных и мелких, устроено в СССР множество, главная из них — Волховстрой. Целая громадная река Волхов взята здесь на службу человеку. Число установок растет. Действительно, ведь это чудесная, заманчивая мысль: заставить воду работать на человека, превращая работу воды в электрический ток, который освещает крестьянские жилища, давая свет яркий и безопасный в пожарном отношении. Но силовые установки не только дают свет; они приводят во вращение электрические двигатели (моторы), которые двигают молотилки, веялки, соломорезки, всякого рода станки.

Так при помощи текучей воды осуществляется постепенно электрификация страны. Электрификация облегчается тем, что вся земля и вместе с ней движущиеся воды находятся в руках трудящегося народа. Поэтому возможно очень широко задумать и осуществить обширный план работ по электрификации и наладить во всей стране правильное водяное хозяйство. Прежде частные владельцы противились проведению через их владения столбов с проводами,

несущими энергию от силовых установок, требовали высокого вознаграждения за использование текучих вод на их владениях. Все это удорожало введение электрификации. Теперь же это дело быстро развивается, а вместе с электрификацией в неизмеримой степени возрастет и народное благополучие.

СОДЕРЖАНИЕ.

От издательства	1
От редакции	1
1. О водном хозяйстве	5
2. Нам необходимо поближе познакомиться со свойствами воды	12
3. Примеси к воде — газообразные и твердые. Их исследование	17
4. Что такое мутная и грязная вода, как ее очистить и как она очищается в природе	2
5. Водопроницаемость и влагоемкость (водоемкость) почвы	29
6. Волосность или капиллярность	30
7. Диффузия	33
8. Осмос	38
9. Свойства воды, зависящие от ее тяжести	42
10. Действие на воду нагревания	51
11. Перегонка воды	55
12. Исследование состава воды	60
13. Круговорот воды в природе. Использование талой воды. Общее заключение	65



ИЗДАТЕЛЬСТВО ЦК ВЛКСМ

„МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ“

Москва, Новая площ., 6/8.

СЕРИЯ „НАУКА и СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО“

Вышли в свет:

1. ЖАРКОВ, С.— Народные и научные приметы о погоде.
Стр. 88. Ц. 60 коп.
2. ЛЕБЕДЕВ, А.— Как земля стала пригодной для сельского хозяйства. Стр. 80. Ц. 55 коп.
3. Е го же.— Как питаются животные. Стр. 80. Ц. 55 коп.
4. КРАСИНСКИЙ, А.— Трехполье, многополье и питание растений. Стр. 72. Ц. 50 коп.
5. МИНДЕР, В.— Улучшение пород растений и работы Мичурина. Стр. 56. Ц. 40 коп.
6. МЕСТЕРГАЗИ, М.— Происхождение домашних животных и растений. Стр. 88. Ц. 60 коп.
7. ТАЛИЕВ, В., проф.— Природа СССР и сельское хозяйство. Стр. 72. Ц. 50 коп.
8. МИНДЕР, В.— Борьба с вредителями и паразитизмом в природе.
9. ГУРИН, Г.— Домашние животные и борьба с их болезнями.
10. ЖЕЛИГОВСКИЙ, О.— Животные и растения, как поставщики сырья для промышленности.
11. МАНТЕЙФЕЛЬ, П.— Наши лесные животные и охота за ними.
12. КРАСИКОВ, Ф. Н.— Удобрение полей и круговорот вещества на земле.

Готовятся к печати:

13. Полеводство и наука.
14. Рыбная ловля и жизнь рыб.
15. Домашние птицы и жизнь птиц.
16. Как человеческая машина воспринимает внешний мир.
17. Авиаким на службе сельского хозяйства.
18. Тракторная вспашка, электропflug.
19. Отчего сменяются времена года.