



ПРОБЛЕМА ВОДЫ

Очевидно, следует согласиться с тем [1], что успешная цивилизованная жизнедеятельность определяется такими категориями как *тепло и холод* (для производственных и бытовых нужд), *вода* (питьевая, хозяйственная, техническая), *электрическая энергия* (производство, быт, информационное обеспечение), *воздух* и *объем отходов жизнедеятельности и производства*, причем вода имеет место в реализации всех остальных.

Согласно [2] объем воды всей гидросферы Земли составляет около 1 млрд. 458 млн. км³, при этом на долю Мирового океана, объединяющего все океаны, окраинные и внутренние моря, приходится около 1 млрд. 370 млн. км³, то есть около 94% всего объема воды планеты, объем же пресных и соленых вод суши составляет [3] только 48 млн. км³. При этом количество пресной воды (пресной считается вода, в 1 л которой содержится не более 1 г растворенных веществ - солей, то есть ее соленость не превышает 0,1%; в 1 л океанической воды содержится 35 г солей - соленость 3,5%) из этого объема на Земле составляет только 35 млн. км³. Состав речных (пресных) вод резко отличается от состава морских вод по той причине, что морские животные извлекают присутствующие в море вещества на построение своих скелетов. Так, если растворенные в морской воде соли состоят [2] из: 88,7% хлоридов (NaCl, MgCl₂), 10,8% сульфатов (MgSO₄, CaSO₄), 0,3% карбонатов (CaCO₃) и 0,2% прочих веществ, то речная вода содержит этих компонентов соответственно - 5,2% (меньше в 17 раз); 9,9% (меньше на 0,9%); 60,1% (больше в 200 раз) и 24,8% (больше в 124 раза).

подавляющая часть пресной воды на Земле существует в труднодоступном для человека состоянии, а именно: почти 70% пресных вод заключено в ледниковых покровах полярных стран и в горных ледниках, 30% - в водоносных слоях под землей, а в реках - только 0,006%. Но именно реки как раз и удовлетворяют основные хозяйственные нужды человека; это - бытовое и промышленное водоснабжение, орошение, энергетика, транспорт и др.

Кроме того, по ориентировочным подсчетам гидрологов в мантии земного шара содержится 13...15 млрд. км³ химически связанной воды, то есть в 10 раз больше, чем в Мировом океане.

В связи с ростом народонаселения и связанным с этим увеличением объема необходимой для жизнеобеспечения продукции потребность в воде с каждым годом увеличивается. Так, если согласно данным [4] в 1975 г. на Земле жило около 4,203 млрд. человек, то по расчетам в 2000 г. население должно составлять 6,261 млрд. человек - в 1,49 раз больше, при этом суммарный расход воды в 1975 г. составлял около 3000 км³, а расчетное количество потребляемой в 2000 г. должно увеличиться вдвое - до 6000 км³. Из сопоставления указанных цифр видно, что увеличение расхода воды связано напрямую не только с «физическим» ростом населения, но и по причине увеличения ее потребления на душу населения (за указанный период в 1,34 раза). Действительно [3], если в античной древности и в средние века человек тратил на свои личные нужды не более 12...18 л воды в день, то уже в XIX в. в западных странах в связи с развитием промышленности ежедневное потребление

на 1 человека возросло до 40...60 л, а к концу XX в. оно увеличилось до 400...600 л в день и *в настоящее время мировое потребление воды составляет [5] 7...8млрд.т ежегодно - столько же, сколько ежегодно в мире потребляется минеральных ресурсов.* При этом согласно [3] мировое водопотребление в 2000 г. должно укрупненно распределиться следующим образом: водоснабжение населения - 440 км³ (7,66%), промышленность - 1900 км³ (33,10%), сельское хозяйство - 3400 км³ (59,24%). По оценке [5] удельное суточное водопотребление в России на душу населения, включающее нужды населения, нерациональное расходование, утечки и др. составляет 275...370 л, включая расход воды в быту: для питья и приготовления пищи - 5%, для туалета - 43%, душ и ванная - 34%, мытье посуды - 5%, уборка квартиры - 3%, прочие расходы, включая полив газонов и мытье машины - 5%. В крупных городах Европы суточное потребление воды не превышает 150...200 л (меньше в 1,37...2,46 раза).

Исходя из приведенных данных с большой долей уверенности можно считать [6], что со временем вода может превратиться в стратегическое сырье, наличие которого в буквальном смысле будет сдерживать развитие цивилизации. Эту ситуацию усугубляет еще и все увеличивающееся загрязнение водных объектов как продуктами жизнедеятельности человека, так и отходами промышленного производства. Проблему дефицита воды можно считать достаточно серьезной по той причине, что среди других возможных глобальных катастроф, которые могут привести к самоуничтожению цивилизации, называется [7] и ухудшение экологической обстановки как в результате загрязнения окружающей среды, так и истощения природных ресурсов (и то и другое прямо относится и к воде).

Согласно сообщению Всемирной Организации Здравоохранения [8] из-за употребления недоброкачественной питьевой воды в мире ежегодно умирает 5,3 млн. человек, а по прогнозам в течение ближайших 30 лет количество людей, которые не будут иметь доступа к доброкачественной воде, увеличится с 1,4 до 2,3 млрд. человек. По данным ЮНЕСКО [9] более 80% недугов, поражающих человечество, является следствием потребления питьевой воды низкого качества, так как именно с водой в организм человека попадают тяжелые металлы, фенолы, нитраты, хлористые соединения, ядохимикаты и др.

Питьевая вода в нашей стране в целом, особенно в крупных городах становится все хуже, причем не только по причине техногенных загрязнений, но и из-за того, что [10] очистные установки устарели и не справляются со все усиливающейся нагрузкой, (это проявляется в наличии в воде запаха хлора и в ее желтоватом цвете, присутствии мути и металлического привкуса, накипи в посуде, маслянистой пленки на поверхности чая). Отмечается также, что в жесткой воде овощи и мясо плохо развариваются, она портит вкус чая и кофе, а мягкая вода способствует более полной экстракции ароматических веществ из кофе и чая, улучшая вкус этих напитков. В то же время имеются данные [11] о том, что длительное употребление мягкой, лишенной многих минеральных солей, воды приводит к заболеваниям гипертонией, остеохондрозом и другими болезнями.

Минеральный состав воды определяет работу сердечно-сосудистой системы, кишечника, мышц, деятельность эндокринной системы и других органов и систем человека [10]. Использование чистой воды для приготовления пищи позволяет



сохранить максимальное количество витаминов в готовой пище. Исключительной чистотой отличается вода из глубинных источников, содержащая, к тому же, полезные для человеческого организма микроэлементы. Именно по этой причине во всем мире для хозяйственно-питьевого водоснабжения используют подземные воды, потребление которых составляет примерно 80% от общего расхода [12], тогда как в России расход такой воды составляет только 35...45%. А лучшей питьевой водой считается [13] вода из колодца с глубины 10...12 м, содержащая все необходимое, включая ионы и определенные виды микробов, без которых невозможно длительное существование живых организмов. Однако, при этом следует учитывать, что физиологическая полноценность питьевой воды характеризуется, в первую очередь, ее солевым составом, который должен соответствовать биологическим потребностям организма человека и определяться количественно в виде минимально необходимых значений соответствующих показателей. В тех же подземных водах железа содержится в 10...20 раз больше, чем требуется [12], в связи с чем требуется ее очистка.

Специалисты различают два вида использования воды, хотя между ними и сложно провести строгую границу: *водопользование* - при этом вода не изымается из водных объектов (реки, озера), они не становятся беднее; по такому принципу используют воду ГЭС, водный транспорт, рыбоводство, рыболовство, отдых и туризм на воде и др. и *водопотребление* - при этом вода изымается из водных объектов и они становятся не только беднее, но и качество воды в них ухудшается; по такому принципу вода используется в промышленности, сельском хозяйстве (главным образом, на орошение), хозяйственно-бытовом снабжении населения и др. При этом часть изъятной воды возвращается в гидрологическую сеть после ее использования в виде промышленных и бытовых стоков, оросительной воды, не усвоенной растениями, а часть ее входит в состав вырабатываемой продукции или же испаряется.

В XXI веке одной из острейших проблем будет нехватка воды [14]. Существуют различные проекты, реализация которых могла бы в какой-то степени компенсировать дефицит этого продукта - от транспортировки айсбергов до опреснения морской воды с использованием для этой цели ядерного реактора. И если первый из них можно пока что считать экзотическим, то второй реализован, например, в г. Шевченко на Каспийском море [1]. Рассматривается возможность создания энергетических установок для опреснения соленых вод с помощью термоядерного реактора-опреснителя [14], что может стать реальностью уже в 20-е годы XXI в. Исходя из достаточно обнадеживающих результатов исследований в области «водородных технологий», на которых базируется, в частности, и развитие термоядерной энергетики, считается возможным [1] в определенной степени решить и проблему водоснабжения за счет образовавшейся при реализации этих технологий воды.

Следует отметить, что проблемой является не только вообще наличие пресной воды, но не в меньшей степени и содержание в ней тех или иных компонентов, которые определяют ее пригодность для употребления. Известно [10], что даже в «самой чистой» воде содержится более 800 химических веществ (металлы и неметаллы в элементарном виде, соли, газы, радиоактивные элементы и др.). Промышленные стоки могут содержать также и особенно вредные ионы таких

тяжелых металлов как Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , а также сурьмы, кобальта, висмута и др. [15]. Вода может нести в себе и так называемую «химическую память» (в виде тех или иных примесей) о тех почвах, в которых она накапливается и/или через которые она протекала. Кроме того, вода является сильнейшим растворителем ввиду дипольного строения молекул, а также благоприятной средой для размножения микроорганизмов.

Главная причина загрязнения природных вод суши в наши дни заключается в массовом сбросе в реки плохо очищенных или вовсе неочищенных, а также не поддающихся разложению ядовитых промышленных отходов и стоков [3]. По данным Минприроды РФ [16] общий объем сбрасываемых в водоемы страны загрязненных сточных вод составляет 28 км^3 в год, причем из них нормативно очищенных только $2,8 \text{ км}^3$ (10%). Наибольшей технофильностью (отношение суммарной массы годового производства элемента к его среднему содержанию в земной коре) обладает углерод, содержащийся в нефти и каменном угле [17]. Особенно интенсивное загрязнение атмосферы, вод мирового океана и почв отработанными газами, парами и аэрозолями масел связано с применением нефтепродуктов двигателями внутреннего сгорания наземного, водного и воздушного транспорта, а также с проливом топлива и моторных масел. Растительный покров и почва обладают повышенной способностью сорбировать и накапливать углеводороды, что вызывает значительные изменения в поверхностном слое почвы, в ее водно-воздушном и окислительно-восстановительном режимах. Уже при содержании в почве $100 \dots 200 \text{ кг/га}$ нефтеорганики стимулируется жизнедеятельность микроорганизмов, а при $400 \dots 1000 \text{ кг/га}$ отмечается ингибирование активности биологических процессов и ухудшается рыхление почвы [18]. При нахождении нефтезагрязнения почвы вблизи водоемов возникает угроза и их загрязнений через гидрологические стоки, а если таких стоков нет, то нефтезагрязнения могут привести к загрязнению питьевых источников и водозаборов, к изменению свойств грунта, заболачиванию местности, образованию в грунте нефтепродуктовых линз.

Источниками загрязнений нефтью морей являются и нефтяные вышки, расположенные в море или на шельфе [3] - из-за аварий и разных технологических неполадок в море попадает до 10% добываемой нефти. Свою долю в загрязнения морей нефтью вносят и постоянные аварии с танкерами, перевозящими нефть.

Ситуация с загрязнениями нефтью и нефтепродуктами в нашей стране оказалась настолько серьезной, что Правительство РФ вынуждено было издать по этой причине Постановление № 613 от 21 августа 2000 года «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов» [19].

Загрязняется Мировой океан и в результате захоронения в них боевых отравляющих веществ и ядерных отходов. Большая доля загрязнений приходится [3] и на долю отходов производства синтетических материалов (пластмасс) и мощных средств. Особенно вредны последние, так как они не разлагаются бактериями, не оседают и не уничтожаются при разбавлении чистой водой. Применяемые в сельском хозяйстве для уничтожения сорняков и вредных насекомых ядохимикаты (соответственно гербициды и инсектициды) также, в конечном счете, смываются дождями в реки и оттуда - в моря и океаны.



Источником загрязнения воды являются и горно-обогатительные комбинаты. Например, сточные воды Костомукшского железорудного комбината (Карелия) содержат такие загрязняющие вещества, количество которых превышает ПДК (мг/л), как: взвешенные вещества (в оборотной воде - в пределах 1,5...2,95; в хвостохранилище - 1,68; в дренажной канаве - 5,13); нефтепродукты (соответственно - 0,11; 0,15; 0,18); железо общее (в пределах 0,77...2,65; 0,87; 1,8) [20]. При этом объем пруда хвостохранилища на комбинате в 1991 г. составлял 230 млн. м³, а к 2001-2006 гг. ожидается удвоение этого объема.

Шахтные (рудничные) воды также содержат целый комплекс загрязняющих веществ. Так, шахтные воды рудника Каула-Катсельваара (Мурманская обл.) содержат [21], мг/л: взвешенных веществ - 100,0; нефтепродуктов - 0,16; хлоридов - 20,0; сульфатов - 624,0; аммония - 4,38; нитратов - 6,70; нитритов - 0,10; никеля - 0,97; меди - 0,09; железа общего - 1,3 (ПДК соответственно - 3,25; 0,05; 300,0; 100,0; 0,39; 9,1; 0,02; 0,01; 0,001; 0,1).

Сточные воды, образующиеся при переплавке чугуна, при их прохождении через пылегазоулавливающие аппараты загрязняются растворенными химическими веществами в виде частиц окислов с размерами 0,01...0,2 мм, а также механическими примесями в виде гранулированных шлаков с размерами гранул 0,5...0,8 мм [22].

Глиноземные комбинаты также загрязняют воду. Например, на крупнейшем Ачинском глиноземном комбинате (Красноярский край), перерабатывающем нефелиновую руду в глинозем, охлаждающая поверхности теплообменников различного технологического оборудования вода (общий расход - до 10 000 м³/ч) загрязняется спековой пылью, глиноземом, шламом и технологическими растворами, что приводит к превышению ПДК по таким химическим соединениям, как Al₂O₃, P₂O₅, CaO, MgO, SiO₂ и др. [23].

Имеют место парадоксальные случаи, когда по всем загрязняющим сточную воду веществам соблюдаются нормы ПДК, однако с течением времени по прохождении как бы «инкубационного» периода эффект воздействия вредных веществ все же проявляется. Такая ситуация сложилась на озере Байкал, крупнейшем в мире по запасам (объем - 23 тыс. км³, что составляет около 20% мировых запасов пресной воды без ледников) и чистой по всем показателям пресной воды природном водохранилище [24]. В 60-е годы вблизи этого озера был построен целлюлозно-бумажный комбинат, потребляющий огромное количество воды, в которую в процессе реализации технологических процессов получения целлюлозы попадают очень опасные для окружающей среды токсичные отходы (такие, например, как экосиликаты, полиядерные ароматические углеводороды, фенолы и их хлорпроизводные и др.). И хотя анализы показывают, что содержание вредных веществ в стоках комбината не превышает ПДК, в последние годы началось вымирание некоторых видов рыб и птиц, под угрозой выживания тюленя и нерпы. Исследования, проведенные Аналитическим природоохранительным центром Госкомэкологии РФ, показали, что хотя байкальская вода содержит лишь следы вредных веществ, их концентрация стремительно растет в водных организмах и питающихся ими рыбах, птицах и тюленях, кормящихся рыбой. Выяснилось, что постоянное длительное воздействие малых доз вредных веществ не менее вредно, если оно происходит на протяжении многих поколений, так как происходит их

накопление в живых организмах и передача потомкам.

Большой «вклад» в загрязнение атмосферы, где накапливаются водяные пары, которые затем, в конечном счете, превращаются в дождь, вносят энергетические системы [25]. Так, в результате использования углеводородного топлива в атмосферу Земли ежегодно выбрасывается $8,5 \times 10^{10}$ т двуокиси углерода, $2,0 \times 10^6$ т окиси углерода, $1,5 \times 10^8$ т сернистого ангидрида, $1,2 \times 10^9$ т окислов азота и $2,5 \times 10^9$ пыли. Из них 27% дают ТЭЦ, 15,5% - нефтедобыча и нефтехимия, 13,3% - автотранспорт, 10,5% - предприятия черной и цветной металлургии. И все это попадает в воду.

Таким образом, если в самое ближайшее время не будут предприняты шаги в направлении экономного расходования водных ресурсов, предотвращения их загрязнения, а также без применения различных способов и средств очистки воды, используемой для прямых нужд человеческого организма - человечество может ожидать серьезнейшая проблема.

Литература

1. Крыщенко К., Шаров В., Дзегиленок В. Какими будут энергетические технологии? // Консультант директора. - 2000 - № 15 - С. 23-25.
2. Хуторский М.Д., Зволинский В.П., Рассказов А.А. Мониторинг и прогнозирование геофизических процессов и природных катастроф: Учеб. пособие.- М.: Изд-во Российского университета дружбы народов, 1999 - 222 с.
3. Спектор О.А. Слово о воде.- Л.: Гидрометеиздат, 1980 - 152 с.
4. Капица С.П. Главная проблема человечества // Вестник РАН.- 1998 - том 68-№ 3 - С. 234-241.
5. Прошельцева С. Дорогая моя, озонированная// Инженер - 2000- №7 - С. 9.
6. Дегерменджи А.Г. Биофизика водных систем// Вестник РАН.- 1998 - том. 68-№ 12 - С. 1072-1076.
7. Социальный менеджмент // Управление персоналом.- 1999 - № 3 -С. 87-106.
8. Вода - эликсир жизни // Инженер.- 1999 - № 6 - С. 26.
9. Кузнецова А. Потому что без воды // Инженер.- 1999 - № 8 - С. 44-45.
10. Васильева Т. Вода, которую мы выбираем // Семейный доктор.- 1998 - № 8 - С. 16-17.
11. Польза жесткой воды // Спутник.- 1998 - № 2 - С.65.
12. Вдувает и высасывает// Изобретатель и рационализатор.- 2000 - №7 - С. 29.
13. Макиенко А. Вкус свежего воздуха// Инженер.- 2000 - № 4 - С.16-17.
14. Коновалов Б. Науке нужны приоритеты // Инженер.- 1999 - № 3 - С. 10-11.
15. Монастырская В.И., Боровков Г.А., Вагин В.С. и др. Применение полимерных фильтрующих материалов для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов // Цветные металлы.- 1996 - № 8 - С. 20-23.
16. Феофанов Ю.А. Проблемы и задачи в сфере обеспечения населения питьевой водой // Вода и экология. Проблемы и решения.- 1999 - № 1 - С. 4-7.
17. Подвезенный В.Н., Кайзер Ю.Ф., Гуревич Ю.В. Воздействие моторных топлив и масел на почву и грунтовые воды // Транспортные средства Сибири: Материалы



-
- второй межвуз. научно-практич. конф.- КГТУ: Красноярск, 1996 - С. 134-138.
18. Алиев С.А., Гаджиев Д.А. Влияние загрязненности нефтяным органическим веществом на активность биологических процессов почв// Изв. АН АзССР. Биологические науки.- 1972 - № 2 - С. 46-49.
 19. Постановление Правительства Российской Федерации от 21 августа 2000 года № 613 «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов».
 20. Галич В.М. Технология очистки сточных вод хвостохранилища Костомукшского ГОКа // Обогащение руд.- 1997 - № 1 - С. 39-41.
 21. Галич В.М. Очистка шахтных вод рудника Каула-Катсельваара от вредных примесей // Обогащение руд.- 1999 - № 5 - С. 46-48.
 22. Бахчиванжи З.Д. Технология замкнутого цикла использования очищенной воды // Литейное производство.- 1987 - № 5 - С. 25-26.
 23. Талдыкин Ю.А., Кунгуров А.И. Совершенствование системы водооборота УВС-3 при комплексной переработке нефелинов// Информационный листок.- Красноярск: ЦНТИ.- 1997 - № 96-97 - 2 с.
 24. Батарцев М. ЦБК все же доконает Байкал// Литературная газета.- 2000 - № 36 - С. 5.
 25. Крыщенко К., Шаров В., Дзегиленок В. Энергетика: вместо АЭС, ТЭС - солнечный зайчик// Изобретатель и рационализатор.- 2000 - № 6 - С. 14-15.