

1. Использование двухкомпонентного состава геля на основе жидкого стекла и карбоната калия обеспечивает, вследствие своих химических особенностей, последовательное протекание реакций образования карбонатов натрия.

2. Последовательное прохождение указанных реакций обеспечивает контролируемое газовыделение при термообработке смеси и тем самым обеспечивает целостность огнезащитного покрытия.

Список литературы: 1. *Жартовський В.М.* Профілактика горіння целюлозовмісних матеріалів. Теорія та практика / *В.М. Жартовський, Ю.В. Цанко.* – К.: Наукова думка, 2006. – 248 с. 2. Химическая энциклопедия. – М.: Большая российская энциклопедия. – 1992. – Т. 3. – 641с. 3. *Папков С.П.* Студнеобразное состояние полимеров / *С.П. Папков.* – М.: Химия. – 1974. – 256 с. 4. *Карнаухова Т.М.* Исследование структурообразования в золях кремнезема методом спектра мутности / *Т.М. Карнаухова, Н.К. Иванов, М.С. Захаров* // Коллоидный журнал. – 1985. – № 6. – С. 1180 – 1183. 5. *Айлер Р.* Химия кремнезема. / *Р. Айлер*; [пер. с англ. *Л.Т. Журавлев*]. – М.: Мир, 1982. – 416 с. 6. *Слиякова И.Б.* Кремнийорганические адсорбенты: Получение, свойства, применение / *И.Б. Слиякова, Т.И. Денисова.* – К.: Наукова думка, 1988. – 192 с. 7. *Неймарк И.Е.* Силикагель: его получение, свойства и применение / *И.Е. Неймарк, Р.Ю. Шейнфайн.* – К.: Наукова думка, 1973. – 200 с. 8. *Баталин Ю.В.* Сульфат натрия и природная сода / *Ю.В. Баталин, М.А. Урасин, И.Л. Шаманский.* – М: Химия. – 1969. – 232 с.

Поступила в редколлегию 27.10.09

УДК 614.16

С.Р. АРТЕМЬЕВ, канд. техн. наук, НТУ «ХПИ»

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ. ПРИЧИНЫ, ПОСЛЕДСТВИЯ. ПЕРЕДОВЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ.

В статті розглянуто достатньо актуальну проблему нестачі питної води у світі. Проаналізовано причини виникнення вказаної проблеми та показано наслідки її невирішення. На прикладі передових технологій, застосованих в Англії, показано один з варіантів вирішення зазначеної проблеми, з урахуванням поточного вдосконалення системи міського водопостачання та водовідведення.

In the article the issue enough of the day of lack of drinking-water is considered in the world. Reasons of origin of the indicated problem are analysed and the consequences of its undecision are rotined. On the example of front-rank technologies, applied in England, one of variants of decision of the noted problem is rotined, taking into account current perfection of the city water system.

Постановка проблемы.

10 ноября 1980 года на Генеральной ассамблее ООН уверенно говорилось о «десятилетии международного обеспечения питьевой водой и канализацией». Провозгласили цель – к 1990 году обеспечить каждого жителя развивающихся стран беспрепятственным доступом к незагрязненной воде и канализации.

К концу десятилетия было затрачено около 134 миллиардов долларов на то, чтобы подвести чистую воду в дома более миллиарда человек и построить канализационные сооружения для еще более 750 миллионов, – что и говорить, достижения впечатляющие.

Но прирост населения в развивающихся странах, составивший более 800 миллионов человек, свел эти достижения на нет. К 1990 году оставалось более миллиарда человек, не имеющих доступа к незагрязненной воде, а также приемлемого водопровода и канализации.

После 1990 года, как сообщает ВОЗ, для улучшения условий жизни людей, не имеющих водопровода и канализации, – «сделано было мало». Сандра Постел, которая тогда была вице-президентом института «Уорлдуотч», написала: «То, что 1,2 миллиарда человек пьют воду, рискуя при этом заболеть или умереть, остается колоссальным нравственным упущением. И дело не столько в нехватке воды или техники, сколько в недостатке социальной и политической решимости удовлетворять основные потребности бедных.

По различным оценкам, потребуется на 36 миллиардов долларов в год больше, а это примерно 4 % мировых военных затрат, чтобы обеспечить все человечество тем, что большинство из нас принимает как должное – чистой питьевой водой и канализацией, соответствующей санитарным нормам» [1].

Анализ публикаций.

Следует отметить, что рассматриваемая проблема отнюдь не нова. Практически любое издание учебной и художественной направленности затрагивает указанную проблему, показывает ухудшающуюся динамику ее неразрешения.

Следует отметить, что указанная литература [1 – 7] в основном констатирует уже существующие факты и анализирует данные статистики, при этом бесспорно рассматриваются варианты решения указанной проблемы, но практически нет фактов, передовых примеров удачного разрешения сложившейся ситуации с водой, не освещается то, что теоретически возможно и

описано, но по различным причинам практического воплощения не получило. И тем более совсем скупы материалы, освещающие примеры решения указанной проблемы для конкретного региона на примере ее решения в другом регионе (стране).

Постановка задачи.

В статье рассматривается достаточно актуальная проблема недостатка питьевой воды в мире. При этом анализируются причины возникновения указанной проблемы и указываются уже ныне существующие последствия ее неразрешения. На примере передовых технологий, примененных в Англии, показан один из вариантов решения указанной проблемы, с учетом усовершенствования при этом системы городского водоснабжения.

Изложение основного материала.

Практически любой американец начинает день с того, что принимает душ, чистит зубы, при этом, естественно, из крана течет вода. Еще до завтрака он расходует столько воды, сколько наполнило бы небольшую ванну. К концу дня общий ее расход составляет более 350 литров. Нужно просто повернуть кран, чтобы получить сколько угодно чистой воды. Вода всегда доступна, это как бы само собой разумеющееся в США.

У населения стран Африки дело обстоит совсем иначе. Африканцы встают задолго до рассвета, одеваются, уравнивают на голове ведро и идут несколько километров к реке. Там они моются, набирают воду в ведро и возвращаются домой. На все это каждый день уходит примерно четыре часа. Еще час уходит на отцеживание паразитов, а затем происходит разлив воды в три емкости – для питья, для домашних дел и для того, чтобы помыться вечером.

Так сложилось далеко не в одной Африке. По данным Всемирной организации здравоохранения, время, которое многие и многие женщины и дети различных регионов ежегодно затрачивают на то, чтобы принести воду изда- лека, причем часто взятую из загрязненного источника, в общей сложности составляет более десяти миллионов лет.

В современных условиях расход чистой воды на Земле составляет практически 40 % речных стоков и при сохранении существующих темпов загрязнения водных бассейнов и роста водопотребления населения уже в начале 21 века, то есть в нынешнее время, запасы чистых пресных вод могут оказаться исчерпанными [1, с. 131].

При этом, согласно [2, с. 94] в результате проведенного анализа водопользования за последние 60 лет подсчитано, что к 2100 г. человечество может исчерпать все запасы пресной воды.

Действительно, на земле предостаточно пресной воды, но вода распределена крайне неравномерно. В этом состоит первая из главных проблем. Согласно подсчетам ученых, в Азии 36 % мирового запаса речных и озерных вод, но в этой части планеты сосредоточено более 60 % мирового населения.

И наоборот, в реке Амазонке сосредоточено 15 % мирового запаса речной воды, а число людей, которые живут не так далеко от указанной реки и могут пользоваться водой, составляет всего 0,4 % мирового населения.

Неравномерно распределяется и дождевая вода. В некоторых регионах Земли дождей почти не выпадает, а другие регионы заливают дождями.

О том, насколько сильно антропогенная деятельность человека сказывается на количестве осадков, еще идут споры, точно это пока не установлено. Однако уже сейчас совершенно ясно, что воды недостает во многих и многих местах.

Столкнувшись с нехваткой воды, богатые страны обычно находят средства, чтобы выйти из положения – строят дамбы, применяют дорогостоящую технику для очистки и повторного использования воды или даже опресняют морскую воду. Бедные же страны не могут себе этого позволить. Зачастую приходится либо нормировать чистую воду, отчего может замедляться экономический прогресс и снижаться объем производства продуктов питания, либо использовать грязную воду, отчего распространяются болезни.

Неравномерное распределение водных ресурсов осложняется второй проблемой: с ростом населения растет и потребность в воде. В начале 21 века потребление воды возросло по меньшей мере вдвое по сравнению с концом прошлого столетия и, по некоторым оценкам, в следующие 20 лет оно может удвоиться снова.

Конечно, если население растет, то требуется не только больше питьевой воды, но и больше пищи. А на приготовление пищи, в свою очередь, уходит огромное количество воды. При этом сельское хозяйство вынуждено делить воду с промышленностью и с тем же населением. Но поскольку города и промышленные районы разрастаются, сельское хозяйство зачастую остается обделенным. «Где мы возьмем пищу? – спрашивает один исследователь. Как накормить десять миллиардов человек, если сейчас едва хватает на пять миллиардов, и при этом мы отбираем воду у сельскохозяйственников?».

Согласно [3, с. 159] потребление воды в мире за 20 век увеличилось по сравнению с 19 веком в 7 раз.

Рост населения в основном приходится на развивающиеся страны, где уже сейчас не хватает воды. К сожалению, эти страны меньше других способны как в финансовом, так и в техническом отношении справиться с этими проблемами.

С двумя проблемами: нехваткой воды и потребностями растущего населения связана третья – загрязнение. Ежегодно в реки всего мира сбрасывается до 450 миллиардов кубометров бытовых и промышленных отходов. В Мировой океан ежегодно поступает до 10 млн. т нефти и ее производных [3, с. 162]. Многие реки загрязнены по всей своей протяженности.

В развивающихся странах непереработанные отходы сбрасываются почти в каждую крупную реку. В России проверка воды в 200 крупных реках показала, что в восьми реках из десяти – опасный уровень содержания бактерий и вирусов. Хотя в высокоразвитых странах отходы не попадают непосредственно в реки и грунтовые воды, но зачастую эти воды отравлены ядохимикатами, которые содержатся и в сельскохозяйственных удобрениях. Чуть ли не каждая страна, у которой есть выход к морю, сбрасывает непереработанные отходы недалеко от морского берега, на мелководье, при этом сильно загрязняя пляжи.

Загрязнение воды – глобальная проблема. В брошюре «Вода – необходимый ресурс» говорится: «Из-за грязной воды треть человечества страдает от болезней и имеет слабое здоровье, другой трети угрожают химикаты, сброшенные в воду, действие которых может обнаружиться только в будущем».

Для здоровья человека неблагоприятные последствия при использовании загрязненной воды, а также при контакте с ней (стирка, рыбалка, купание) проявляются непосредственно при питье, либо в результате биологического накопления по длинным пищевым цепям типа: вода – планктон – рыба – человек или вода – почва – растения – животные – человек [4, с. 319].

Население Африки, упомянутое в начале статьи, говорит о смерти от «водного голода» в переносном смысле. Но от нехватки чистой пресной воды люди умирают и буквально. Им почти ничего не остается, как только брать воду из ручьев и рек, которые мало чем отличаются от сточных канав. Стоит ли удивляться, что, по данным ВОЗ, каждые восемь секунд от болезней, вызванных грязной водой, умирает один ребенок.

В развивающихся странах, согласно журналу «Уорлдуотч», 80 % всех болезней распространяются из-за потребления грязной воды. Болезнетворные микробы, находящиеся в воде, и глобальное ее загрязнение убивают около 25 миллионов человек в год.

Больше всего от смертельных болезней, вызванных загрязненной водой, в том числе дизентерии, холеры и тифа умирают в тропиках. Но заболевания, передающиеся с водой, встречаются вовсе не только в развивающихся странах. В течение 1993 года в Соединенных Штатах, в городе Милуоки, штат Висконсин, 400 000 человек заболели от водопроводной воды, в которой были обнаружены микробы, устойчивые к хлору. В том же году опасные микробы оказались в водопроводе других городов США – Вашингтоне, Нью-Йорке и тогда воду из-под крана стали кипятить.

Согласно [5, с. 87] наиболее распространенными последствиями загрязнения воды для человека являются различные виды инфекционных заболеваний. Возможно, именно превышение в воде ГДК одновременно нескольких токсических элементов привело к алопеции в Черновцах осенью 1988 года [6, с. 171]. Данный вопрос остается открытым и 20 лет спустя.

Самый больной вопрос – как поделить речную воду. По словам Питера Глайка, американского исследователя, 40 % мирового населения живет в бассейнах 250 рек, за воду которых борется больше, чем одна страна. Реки Брахмапутра, Инд, Меконг, Нигер, Нил, Тигр текут через многие страны, которые стараются выкачать из них как можно больше воды. А если говорить в целом, то порядка 35 % населения Земли из 80 стран просто не имеет прямого доступа к питьевой воде [7, с. 102].

Что в основном предлагается для решения указанной проблемы? Литературные источники, в частности [7], анализируют следующие пути решения:

1. Постройка опреснительных заводов для удаления соли из морской воды. Обычно это делается так: морская вода закачивается в котлы с низким давлением и нагревается до кипения. Пар откачивается, а кристаллики соли остаются. Это достаточно дорогостоящий процесс и у многих развивающихся стран просто нет средств на опреснение морской воды.

2. Растапливание айсбергов. Ученые полагают, что массивные айсберги, содержащие чистую воду, можно пригонять из Антарктики мощными буксирами и растапливать, чтобы обеспечивать водой засушливые страны южного полушария. Но беда в том, что чуть ли не половина айсберга растает в пути.

3. Бурение скважин. Глубоко под землей пролегают водоносные пласты твердых пород. Из этих пластов можно выкачивать воду даже в самых сухих пустынях. Но выкачивание обходится тоже недешево, а уровень грунтовых вод при этом понижается. Еще один недостаток – в основном водоносные пласты пополняются водой медленно, а некоторые из них вообще не пополняются.

Развивая вопрос передовых технологий, хочется привести достаточно наглядный пример решения указанной проблемы, с учетом аспекта жилищно-коммунального хозяйства, которая успешно была решена в Лондоне.

Система водоснабжения Лондона – одна из самых современных в мире. Построена она была на два года раньше намеченного срока, в 1990 году, обошлась система примерно в 375 миллионов долларов. Опыт строительства продается другим странам. Проект достаточно дорогостоящий, но что же он дал?

Дело в том, что самый старый лондонский центральный водопровод был построен еще в 1838 году. Через сорок лет в бедных кварталах города за водой, как и прежде, ходили с ведрами к общественному стояку.

Во времена Виктории инженеры со знанием дела провели воду в частные дома – проложили железный трубопровод, трубы закладывали на разной глубине под дорогами. Но со временем машин становилось больше, грунт вибрировал сильнее, насосное давление поднималось, чтобы вода доходила в далекие дома иногда за целых 30 километров, трубы не выдерживали, лопались. На дорогах тогда творилось не пойми что – в результате улицы перекрывались для ремонта трубопровода. По подсчетам, из-за повреждений в трубах терялось около 25 % воды, которую брали из водохранилищ Англии.

Кроме того, потребление воды в Лондоне возросло за последние 150 лет с 330 миллионов до 2 миллиардов литров в день. Возросло, в том числе, и за счет стиральных и посудомоечных машин, мойки автомобилей и полива садов жарким летом. Усовершенствование столичного водоснабжения отлагательств не терпело. Но как эту проблему можно было решить?

О прокладке под теми же дорогами новых, добротных труб взамен обветшавших не могло быть и речи. Стоимость непомерная, неудобства для лондонцев невыносимые. Потому и задумали в 1988 году Темзенское водопроводное кольцо. С водой в Лондоне стало бы гораздо лучше.

Проект такой: под городом на средней глубине 40 метров прокладывается трубопровод, тоннель длиной 80 километров и шириной в 2,5 метра, про-

пускающий свыше миллиарда литров воды в день. Кольцо позволило направлять воду в какую угодно сторону, причем любую часть трубопровода всегда можно было отключить для профилактики. С водоочистительной станции вода шла вниз по тоннелю, а потом насосом закачивалась прямо в уже действующие трубы или резервуары.

Но зачем же тоннель, самый длинный в Британии, прокладывался так глубоко? Потому, что под Лондоном все вдоль и поперек изрыто двенадцатью железнодорожными сетями, а подземным коммуникациям счёту нет, тоннель же должен был все это обходить.

Строительство планировалось поэтапное. Когда копали лондонскую глину, больших трудностей не ожидалось, однако, первичное строительство, в Тутинг-Беке, на юге от Темзы, пришлось остановить более, чем на год. Прокладчики вошли в слой песка с водой под сильным давлением, и проходческий комбайн в песке увяз. Чтобы выйти из положения, подрядчики решили заморозить грунт и прокачать через скважины соляной раствор температурой минус 28 °С. Рядом вырыли еще одну шахту, чтобы продолбить ледяную глыбу, спасти замурованный комбайн и бурить дальше.

После этого происшествия инженеры поняли, что необходимо разработать новую систему бетонного укрепления тоннеля. Также выяснилось, что для зыбкого лондонского грунта такой комбайн не годится. На помощь пришла канадская проходческая машина равновесного давления. Купили три штуки, и скорость прохода возросла вдвое – до 1,5 километров в месяц.

Как обычно, при помощи теодолитов, установленных на крышах, с отвесных под шахты мест сняли замеры по линии прямой видимости и данные проверили на компьютере. Поначалу такой метод подходил, но как проверять точность прокладки под землей?

Тут выручила глобальная система местоопределения – достижение современной технологии. Состоит система из приемника спутниковых сигналов, настроенного на орбитальный космический корабль. Аппаратура может сопоставлять сигналы нескольких спутников. После согласования данных на компьютере расположение 21 шахты и 580 скважин было с точностью нанесено на маршрут на карту Государственного картографического управления. При таких сведениях прокладка шла с предельной точностью.

Обеспечить водой шесть миллионов человек – задача не из легких. Расход меняется не только от сезона к сезону, но и изо дня в день. Поэтому необходимо круглые сутки следить за тем, чтобы поддерживалось правильное

давление и качество воды. Как обеспечить этот важнейший контроль? С помощью системы компьютерного управления стоимостью в 5 миллионов долларов.

В каждом колодце насос управляется отдельным компьютером, стоимость минимальная, благодаря дешевому в Англии электричеству. Главные компьютеры в Хэмптоне, на западе Лондона, управляют всей сетью. По трубопроводу пролегает волоконно-оптический кабель, он посылает данные в компьютеры, а они передают информацию по замкнутой телесети.

Качество воды проверяется ежедневно, еженедельно и ежемесячно. «Контроль качества включает 60 обязательных проверок на 120 веществ. Вода проверяется на содержание, например, нитратов, микроэлементов, пестицидов и других химических составов», – поясняется в газете «Таймс». Измерения теперь производятся автоматически и передаются в главное компьютерное управление для расшифровки и принятия мер, если необходимо. Дегустаторы также периодически проверяют качество воды.

Сейчас чудо современной инженерии обеспечивает жителей Лондона (площадь – более 1 500 квадратных километров) 583 миллионами литров питьевой воды в день. Работая на полную мощь, чудо будет отвечать нынешним потребностям примерно наполовину, разгружая другие источники водоснабжения.

Но и этого мало. Планируется продлить водопроводное кольцо еще на 60 километров к 2015 году.

Выводы.

Оценивая экологическую значимость системы водного хозяйства, следует отметить, что существующие в городах системы канализации являются приемником огромного количества разного рода загрязнений и какой современной ни была бы система очистки сточных вод все равно остаются осадки, потребляется дополнительная энергия на очистку воды и вывод ее в накопители.

Техногенный цикл антропогенного кругооборота для систем водного хозяйства может быть сведен до минимума только при рациональном, экологически обоснованном природопользовании, что, в свою очередь требует решения многих задач, основной из которых есть «обеспечение потребителя водой в достаточном объеме и соответствующего качества» [5, с. 281]. А для этого необходимо четкое финансирование соответствующих природоохран-

них програм и внедрения опыта передовых технологий по указанной проблеме.

Список литературы: 1. Зубилин И.Г. Научные основы охраны природы и рациональное природопользование / И.Г. Зубилин, Ю.В. Холин, В.К. Юшко. – Х.: Фолио, 1999. – 170 с. 2. Хван Т.А. Промышленная экология / Т.А. Хван. – Ростов на Дону: Феникс, 2003. – 320 с. 3. Гарин В.М. Экология для технических вузов / В.М. Гарин, И.А. Кленова, В.И. Колесников. – Ростов на Дону: Феникс, 2003. – 384 с. 4. Коробкин В.И. Экология / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. – Ростов на Дону: Феникс, 2005. – 576 с. 5. Трушина Т.П. Экологические основы природопользования / Т.П. Трушина. – Ростов на Дону: Феникс, 2005. – 416 с. 6. Корсак К.В. Основы екології / К.В. Корсак, О.В. Плахотнік. – К.: МАУП, 2002, – 296 с. 7. Бойчук Ю.Д. Екологія і охорона навколишнього середовища / Ю.Д. Бойчук, Е.М. Солошенко, О.В. Бугай. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2002. – 284 с.

Поступила в редколлегию 19.10.09

УДК 661.846

С.В. ГАБЕЛКОВ, канд. физ.-мат. наук, **Р.В. ТАРАСОВ**,
Н.С. ПОЛТАВЦЕВ, ННЦ «Харьковский физико-технический институт»

ЭВОЛЮЦИЯ ФАЗОВОГО СОСТАВА ПРИ ТЕРМИЧЕСКОМ РАЗЛОЖЕНИИ ГИДРОКСИДА МАГНИЯ

Досліджено термічне розкладання гідроксиду магнію, отриманого як прямим, так і зворотним осадженням. В інтервалі температур 60 – 200 °С відбувається термічне розкладання частини бруситу й утворення аморфного гідроксиду $MgO \cdot (1-x)H_2O$. В інтервалі температур 300 – 400 °С поряд з термічним розкладанням бруситу до кристалічного оксиду магнію проходить розкладання аморфного гідроксиду $MgO \cdot (1-x)H_2O$ до аморфного оксиду. Нанорозмірні реакційно-активні порошки суміші аморфного й кристалічного оксидів магнію можуть бути використані для синтезу магній-алюмінієвої шпінелі, кордієриту й інших сполук при більш низьких температурах, ніж традиційні.

Thermal decomposition of magnesium hydroxide, which was produced by direct and inverse precipitation, was investigated. There is thermal decomposition of part of brucite and formation of amorphous hydroxide $MgO \cdot (1-x)H_2O$ in temperatures range of 60 – 200 °C. In temperatures range of 300 – 400 °C the thermal decomposition of brucite to crystal magnesia passes together with decomposition of amorphous hydroxide $MgO \cdot (1-x)H_2O$ to amorphous oxide. The nanosized reactionary-active powder of mix of amorphous and crystal magnesia can be used for synthesis of magnesium-aluminium spinel, cordierite and other compounds at temperatures lower, than traditional.