

УДК 676.12

ОБОСНОВАНИЕ И КОНЦЕПЦИЯ САНИТАРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

*Б. М. Борисов, канд. техн. наук
(Крымский научно-исследовательский центр
института водных технологий и мелиорации)*

С использованием обширных теоретических и исследовательских материалов обоснована и изложена концепция санитарно-экологической безопасности водных ресурсов.

З використанням обширних теоретичних і дослідницьких матеріалів обґрунтована і викладена концепція санітарно-екологічної безпеки водних ресурсів.

With the use of vast theoretical and research materials grounded and expounded conception of sanitary-ecological safety of water resources.

Аналитические аспекты существующей проблемы

Одна из характерных черт современной технической действительности — разработка концепций и реализация инновационно-емких мероприятий, направленных на повышение экологической безопасности окружающей среды на всех уровнях, значимо влияющих на безопасность жизнедеятельности граждан Украины. Несомненно, в первом ряду геоструктурных условий ухудшения безопасности окружающей среды и негативных факторов воздействия на человека находятся водные, земельные и воздушные ресурсы планеты Земля, государства, региона. Очевидно также и то, что усиление антропогенных процессов, протекающих в биосфере, имеет оборотный эффект и является постоянно действующим и возрастающим аргументом ухудшения здоровья населения. Особенно, и в первую очередь, необходимо отметить степень влияния физхимбио (ФХБ) параметров водных ресурсов, зна-

© Б. М. Борисов, 2009

чимо воздействующих с плюсом или минусом на главного субъекта окружающей среды — человека. Существует духовный аспект регулирования степени воздействия воды на такую сложную биологическую систему, как человеческий организм, но по причине невысокого духовного уровня среднестатистического украинца имеющиеся возможности не используются. За рубежом давно написаны тома о благотворном влиянии молитв на качество воды, как элемента мироздания созданного Богом, специально подобранной музыки, просто человеческих слов. У нас же и в методическом плане, и по наработанным результатам соответствующих исследований все в зачаточном состоянии. Однако вернемся к технической стороне проблемы регрессии качества водных ресурсов. Еще не так давно, лет 40—50 назад (в период начала мелиоративного строительства), практически из любой реки, озера и даже болотца можно было выпить воды и утолить жажду безбоязненно. Сегодня чистота и, в целом, состояние водных ресурсов в водоисточниках вызывают если не тревогу, то серьезную озабоченность, а физико-химические показатели воды водохранилищ, основных аккумулирующих субъектов крупных и мелких рек, не соответствуют предъявленным требованиям. Что же произошло? Остановимся на основных моментах ухудшения качества и безопасности воды в водоисточниках.

Процессы и условия регрессии водных экосистем, качества воды в водохранилищах.

Процесс формирования качественных показателей водных экосистем водохранилищ непрерывен во времени и пространственном измерении. Многочисленность причинно-следственных факторов влияния, определяющих степень загрязненности воды, значительно усложняет построение ФХБ-информационной модели. Анализ и систематизация накопленных авторских экспериментальных и литературных данных за двадцатипятилетний период эксплуатации водохранилищ АР Крым позволили назвать основных участников формирования биоценозов водных экосистем [1, 2, 3]. Схема ФХБ-информационной модели приведена на рис. 1. Следует отметить, что особенностью молодых водохранилищ, срок эксплуа-

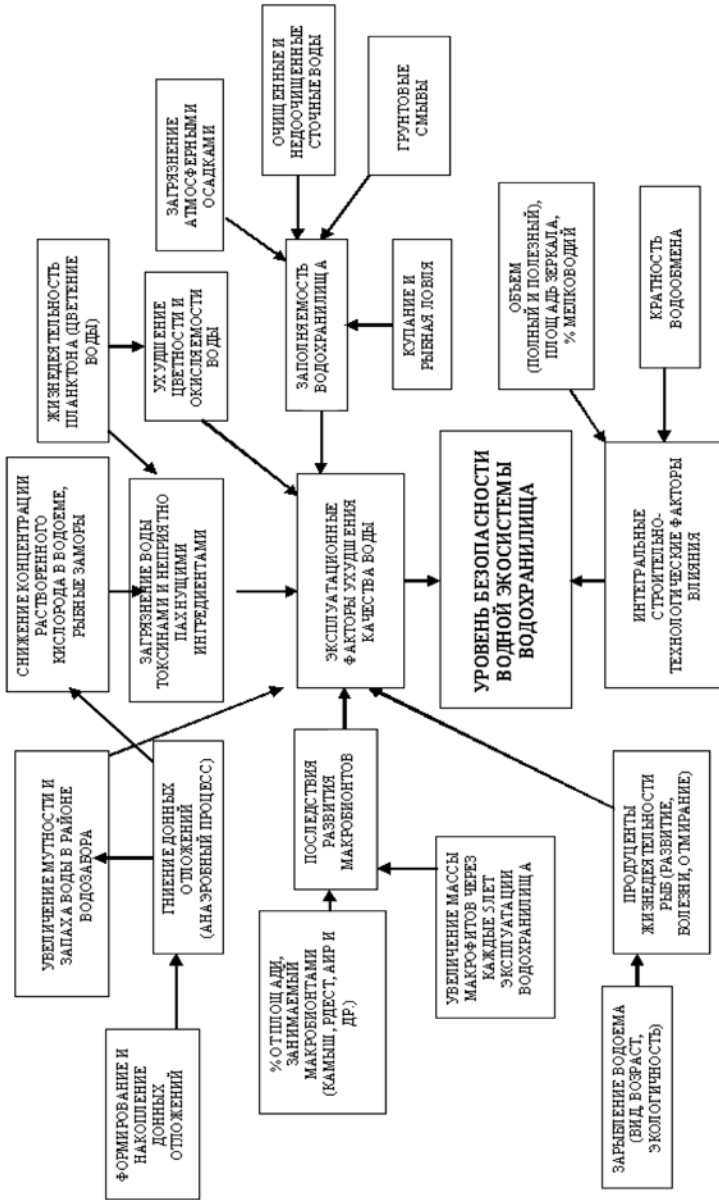


Рис. 1. ФХБ-информационная модель факторов влияния на водную систему экосистему водохранилищ

тации которых не превышает 5 лет, является то, что их водные экосистемы еще не устойчивы. Водохранилища, как правило, не зарыблены, мелководья не заросли макробактериями, отсутствуют донные отложения, являющиеся мощным источником вторичного загрязнения воды.

В связи с тем, что все водохранилища Крыма как наливные, так и естественного стока эксплуатируются десятки лет, их водные экосистемы подвержены интенсивному антропогенному воздействию [4]. Условия и факторы, формирующие биоценоз водных экосистем водохранилищ, закладываются уже в процессе их строительства. Полезный и полный объем, площадь водного зеркала, наличие и размеры мелководных зон, тип и мощность водозаборного сооружения влияют на интенсивность водообмена, процессы жизнедеятельности растительного и животного мира водоема, а в конечном итоге — на уровень загрязненности воды. К эксплуатационным основным факторам влияния на состояние водной экосистемы следует отнести цветение воды, сбросы в водоем, образование и накопление донных отложений, зарыбление водохранилищ, жизнедеятельность макрофитов, фито- и зоопланктона, доступность водоемов для купания и рыбной ловли.

В настоящее время значительное распространение получило так называемое «цветение» воды, обуславливаемое развитием сине-зеленых и др. водорослей. Интенсивность их развития в основном зависит от степени обогащения водоема питательными веществами, местонахождением участка водной поверхности и сезона года. Рост антропогенной нагрузки на поверхностные водоисточники способствует расширению источников данных явлений. Среди большого количества видов цианобактерий и микроводорослей, обнаруживаемых сегодня в водоемах, особую опасность представляют продуценты токсических веществ. Сине-зеленые водоросли в ряде случаев производят внутриклеточный токсин «микоцистин», в состав которого входят биологически активные соединения сильного физиологического действия на живые организмы. Они устойчивы к перепадам температур, сложны в определении и извлечении из воды традиционными методами водоподготовки. Микоцистины вызывают у людей болезни печени, аллергии, дерматиты, конъюнктивиты и другие заболе-

вания [5]. В цветущей воде обнаруживаются также вещества с нейротоксическим действием — анатоксин, сакситоксин, неосакситоксин и др. Летом, в период интенсивного развития, сине-зеленые водоросли поддерживают сосуществование холерных вибрионов. Вследствие употребления водорослей и продуктов их распада рыбой, мышечная и жировая ткань ее приобретает неестественный запах, который напоминает запах ядохимикатов. В период интенсивного «цветения» водоемов смертность теплокровных организмов при потреблении воды и рыбы увеличивается на 1—2%. Смерть наступает из-за поражения нервной системы, почек, печени, мышц, органов кровообращения и т. д., наблюдаются кровоизлияния внутренних органов. «Цветение» и накопление сине-зеленых водорослей в водоемах приводит к резкому ухудшению качества воды, придает ей неприятный запах и привкус, как это имело место в Чернореченском и других водохранилищах АРК в 1990—2008 гг.

Цветение воды в весенне-летний период приводит к увеличению цветности до 150 — 300 градусов ПКШ. В будущем антропогенное влияние может привести к расширению числа сине-зеленых водорослей, поэтому основная задача преодоления последствий «цветения» заключается в поиске и внедрении эффективных методов регулирования состава воды в самих водохранилищах и очистки на действующих очистных сооружениях. И это далеко не крымская проблема.

В качестве промежуточного заключения можно подчеркнуть, что в поверхностные водоисточники державы на протяжении года попадает огромное количество разнообразных органических, в том числе и токсичных, ингредиентов, присутствие которых значительно осложняет очистку воды на традиционных очистных сооружениях. Примером может быть и одно из крупных водохранилищ Ленинского района — Самарлинское, анализ показателей воды которого в течение 2004—2005 гг. показал, что превышение ПДК зафиксировано не только по железу (0,728 мг/дм³), но и по цветности и запаху. Кроме того, как было установлено, мощность донных отложений, накопленных на дне водохранилищ за десятки лет эксплуатации, достигает 1,5—8,0 метров (Симферопольское, Феодосийское, Ленинское, Соколинское, Зеленоярское и другие).

В толще донних осадков, представленных отмершими макрофитами, фито- и зоопланктоном, активно протекают биогенные процессы, особенно анаэробные в осенне-зимний период, значительно ухудшающие физико-химические показатели воды в водоемах. Мутность воды возрастает до 120 мг/дм³, окисляемость с 3—4 до 8—10 мг/дм³, гнилостно-болотный запах — до 5 баллов. Таким образом, ухудшение качественных параметров водных экосистем в водохранилищах значительно усложняет их использование в качестве источников хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Кроме того, констатируем, что самоочищающая способность водных экосистем водохранилищ АР Крым значительно снижена, а качество воды в хозяйственно-питьевых водохранилищах не соответствует действующим нормам по запаху, цветности, окисляемости и целому ряду токсичных растворенных органических ингредиентов. Ухудшение качественных параметров водных экосистем в водохранилищах значительно усложняет их использование в роли источников хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Характерно то, что в большинстве случаев растворенные органические ингредиенты, ухудшающие свойства и безопасность воды, обладают контрастной избирательной сорбционной способностью по отношению к широкой группе окислителей и сорбентов, а величины их концентраций в воде изменяются в широких пределах. Поэтому апробация эффективности применения современных технологий очистки невозможна без идентификации ингредиентов.

Результаты идентификационных исследований различных проб воды, отобранных в Ленинском, Симферопольском, Изобильненском и других водохранилищах АР Крым. Исследование и идентификацию природных и антропогенных органических ингредиентов, запаха и цветности воды в водоисточниках выполняли методом газовой хромато-масс-спектрометрии (ГХ-МС) с помощью системы «газовый хроматограф-масс-спектрометр-компьютер». Анализ фрагмента компьютеризированной хроматограммы идентифицированных ингредиентов в пробах воды водохранилищ Крыма подтверждает, что ими оказались низшие члены гомологических рядов ароматических и алифатических углеводородов, кетоны, альдегиды: бензол, толуол, этилбензол, 1,3,5-триметилбензол, хлороформ, гептан, гептен-1, ацетон, ацетилальдегид и

Таблиця 1 — Варьирование концентрации биогенных ингредиентов в водосточниках АРК

№ п/п	Наименование ингредиентов	Концентрация ингредиентов в смеси, мкг/дм ³ , цветность/запах, ПКШ/баллы				Название водохранилища
		апрель	июнь	Сентябрь	Декабрь	
1	2	3	4	5	6	7
1	Ацетон	6,8	13,0	5,9	8,0	Ленинское
2	Ацетилальдегид	1,9	1,5	0,9	1,6	
3	Хлороформ	1,4	4,3	3,9	2,5	
4	Бензол	15,0	24,0	28,0	23,4	
5	Гептен-1	5,5	4,5	6,2	6,4	
6	Гептан	24,0	28,0	25,7	30,0	
7	Толуол	16,8	17,0	17,0	18,0	
8	Тетрахлорэтилен	4,5	9,8	7,2	4,5	
9	Этилбензол	1,5	2,4	1,2	1,8	
10	Ксилолы	0,9	5,3	2,4	3,0	
11	1,3,5 триметилбензол	0,5	1,0	0,4	0,4	
12	Цветность/запах	73/5	108/5	93/4	78/5	
1	Ацетон	5,4	14,5	7,3	9,0	
2	Ацетилальдегид	2,8	2,0	1,2	1,9	
3	Хлороформ	1,7	4,5	4,0	2,7	
4	Бензол	20,0	28,0	34,0	27,0	
5	Гептен-1	4,7	4,5	6,8	7,0	
6	Гептан	20,0	21,3	25,0	24,0	
7	Толуол	16,0	16,9	24,7	29,0	
8	Тетрахлорэтилен	4,7	10,2	8,0	5,0	
9	Этилбензол	2,5	2,7	1,9	0,9	
10	Ксилолы	1,0	4,9	2,7	2,9	
11	Цветность/запах	81/4	103/4	98/5	67/4	Симферопольское
1	Ацетон	5,4	14,0	7,0	8,4	
2	Ацетилальдегид	2,0	1,7	1,4	2,0	
3	Хлороформ	2,3	4,4	4,5	3,4	
4	Бензол	22,4	28,0	34,0	27,0	
5	Гептен-1	6,0	4,8	6,9	7,0	
6	Гептан	27,0	22,0	20,9	27,0	
7	Толуол	19,0	22,0	22,0	28,0	
8	Тетрахлорэтилен	5,0	10,8	7,8	4,9	
9	Этилбензол	1,8	2,3	2,9	3,0	
10	Ксилолы	1,4	6,0	2,9	3,5	

№ п/п	Наименование ингредиентов	Концентрация ингредиентов в смеси, мкг/дм ³ , цветность/запах, ПКШ/баллы				Название водохранилища
		апрель	июнь	Сентябрь	Декабрь	
1	2	3	4	5	6	7
11	1,3,5 триметилбензол	0,8	1,5	1,0	1,2	
12	Цветность/запах	87/5	93/5	108/5	101/4	
1	Этилмеркаптан	30,2	28,0	37,0	40,0	Зелено-ярское
2	Этанол	12,1	10,0	8,0	15,5	
3	Цветность / запах	80/4	100/5	107/5	96/4	
1	Этилмеркаптан	28,0	38,0	31,0	19,0	Сокольское
2	Этанол	9,9	11,1	8,4	19,5	
3	Цветность / запах	73/5	124/5	114/4	77/5	

другие. Наиболее токсичные из них — хлороформ, ацетон, бензол, ацетилальдегид, толуол, гептен-1.

Количественные результаты идентификации органических ингредиентов в ряде водохранилищ АРК приведены в таблице 1.

Предварительно, перед идентификацией, определялись цветность и запах воды. Установлено, что 4—5-балльной интенсивности гнилостно-болотного запаха и цветности равной 70—110 градусов соответствовала суммарная концентрация ингредиентов равная 80—125 мкг/дм³.

Анализ данных, приведенных в таблице, показывает, что концентрации токсичных ингредиентов в воде водоисточников превышают установленные ПДК = 0,005 — 0,010 мг/дм³, существенно, таким образом, снижая ее безопасность.

Результаты анализа санитарно-технологической эффективности применяемых процессов и схем водоочистки.

Безопасность систем подготовки питьевой воды (БСППВ) включает две составляющие (табл. 2): внутрисистемную и внешнесистемную безопасность. Внутрисистемная БС зависит от качества строительства водоочистных сооружений, уровня эксплуатации и своевременной модернизации. На внешнесистемную БС влияют жизнедеятельность людей, состояние и функционирование объектов окружающей природной среды.

При систематическом невыполнении планов строительства и реконструкции водоохраных объектов, загрязнение источни-

ков водоснабження достигло такого уровня, что водопроводные очистные сооружения уже не в состоянии предотвращать поступление в питьевую воду значительного количества органических и неорганических ингредиентов, совместное действие которых на организм человека, особенно в условиях радиационной нагрузки, становится реальной угрозой здоровью нации. С помощью ранее разработанных технологических схем очистки можно очистить воду только от тех загрязнений, которые под воздействием реагентов осаждаются в отстойниках или задерживаются после коагуляции на фильтрах.

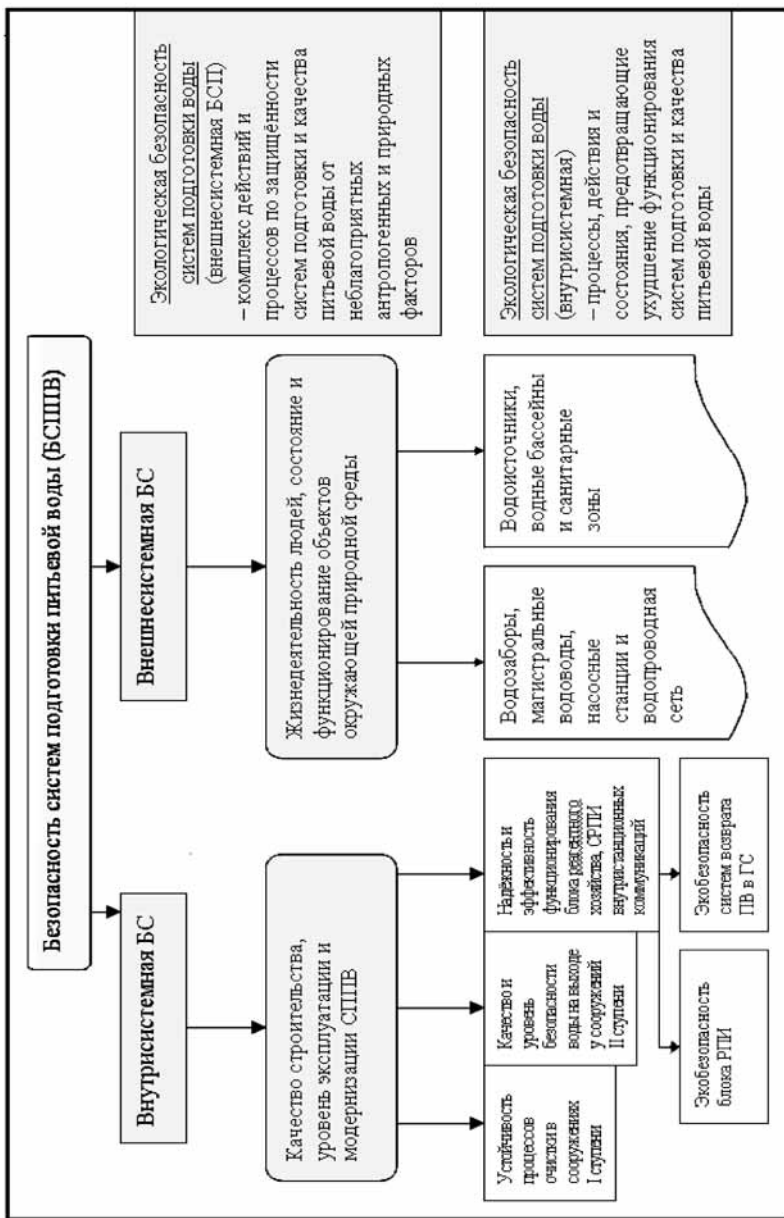
К тому же «традиционные» очистные сооружения, которые применяются на 98,9% систем водоснабжения Украины, морально и физически устарели и не обеспечивают в 58% случаев нормативное качество очищенной воды и её безопасность.

Ухудшение санитарно-гигиенических свойств воды описанное ранее, а именно: увеличение мутности, цветности и интенсивных запахов воды в водоисточниках, предъявляют более высокие требования к технологии ее обработки и эффективности работы традиционных очистных сооружений.

В процессе коагуляции воды происходит неполное снижение ее цветности и мутности, и частичное извлечение органических примесей и микроорганизмов. Для удаления тонкодисперсных веществ ПОВ требуются большие дозы коагулянта [6, 7, 8], что приводит к росту в воде токсичного алюминия. На удаление органических загрязнителей влияют как дозы коагулянта, так и рН воды. В зависимости от рН варьируются необходимые удельные дозы коагулянта, от 0,5 мг Al/мг ООУ (общий органический углерод) при рН=5,5 до 1,0 мг Al/мг ООУ при рН=7,0 [2]. Исследователями подчеркивается, что в зависимости от качества воды и режима обработки снижение содержания ООУ составляет 26—78% [6, 8]. Для вод с высоким содержанием гуминовых веществ очистка воды от них может достигать 50—70% по ООУ, для воды с низкой их концентрацией — 30—50%. В то же время, как констатируют авторы, 30—40% ООУ при коагуляции из воды не извлекаются [6, 8, 9], т. е. метод коагуляции не является санитарно-надежным.

К методам, интенсифицирующим контактную коагуляцию, относится предозонирование воды. Однако благоприятное санитарно-гигиеническое воздействие оно оказывает лишь при малых

Таблиця 2 — Функціональна схема релятивної безпеки систем водочистних сооружений



дозах озона равных 0,5—1,5 мг/дм³. Дальнейшее увеличение доз озона перед коагуляцией воды приводит к проскоку в фильтрат мелкой взвеси и повышению концентрации в воде токсичного остаточного алюминия [6]. В [6] показано, что эффективность извлечения из воды органических загрязнений при объёмной коагуляции озонированной воды уменьшалась на 15% по сравнению с неозонированной. В процессе контактной коагуляции эффективность удаления ООУ составляла лишь 6%, при максимальной дозе озона (0,6 мг О₃ на 1 мг ООУ) по сравнению с 30% для не озонированной воды.

Научными работами, выполненными в институте коммунальной гигиены им. И. М.Сысина, показано, что устранение вредных и токсичных запахов, вызванных ксилолом и бензолом не происходило даже при дозе Al₂(SO₄)₃ равной 100 мг/дм³ с последующим отстаиванием в течение 3—1,5 часов и фильтрацией со скоростью 4,5—5 м/час.

По данным С. Н. Черкинского, запахи воды, обусловленные токсичными и мутагенными хлорпроизводными фенола, не исчезают при коагуляции, отстаивании и фильтрации [6, 10]. Исследуя возможность устранения запахов и цветности воды перманганатом калия и излучением высоких энергий, учеными «ГЦ ВОДГЕО» в качестве источника запахов использовались соединения, выделенные из десятидневного настоя водорослей. Было установлено, что цветность воды, затхлый и гнилостный запахи, вызываемые основными амфотерными и нейтральными соединениями, при обработке воды коагулянтном почти не устранялись. Как было подчеркнуто ранее, токсичные сине-зеленые водоросли и продукты их жизнедеятельности интенсивно увеличивают цветность и запахи воды поступающей на очистные сооружения. Эффективность коагуляции по причине небольшого размера молекул природных органических соединений не повышается, а в процессе хлорирования концентрации хлорорганических ингредиентов увеличиваются, повышая тем самым токсичность воды. То есть, процессы коагуляции и предозонирования не являются санитарно-надежными и технологически эффективными в процессах водоочистки.

Имеются данные о недостаточной эффективности использования традиционных методов очистки воды за рубежом. Примене-

ние суперхлорирования для устранения мутности, запахов и цветности, возникающих в поверхностных водоисточниках Парижа, Берна, Гамбурга должного эффекта не дало [11]. При такой очистке воды образуются пахнущие хлорпроизводные, и даже высокотоксичные соединения.

Существенное повышение ХПК днепровской воды летом (до 30—467 мгО/дм³) требовало применения на первом этапе очистки более высоких доз хлора (4—10 мг/дм³), поэтому обработка воды по схеме с прехлорированием приводила к образованию значительных количеств хлороформа, превышающих ПДК в 1,5—6,8 раза [8]. Очень часто после прехлорирования концентрации хлорорганических веществ в водопроводной воде достигают 400 мкг/дм³, а иногда и более. И это при том, что некоторые из них (хлороформ, бромдихлорметан, тетрахлорэтилен) в исходной воде отсутствуют. Загрязнение питьевой воды этими веществами способствует не только ухудшению органолептических свойств воды, но и заболеванию раком печени и почек [8], что снижает уровень безопасности воды практически до нуля.

В связи с интенсивным санитарно-экологическим загрязнением воды Октябрьского водохранилища, используемого в качестве водоисточника г. Николаева, здесь также возникла проблема её очистки до требований ГОСТ, СанПиН. Традиционная технологическая схема с горизонтальными отстойниками и скорыми кварцевыми фильтрами не обеспечивала необходимую степень очистки воды. Отбор воды водоисточника с повышенной мутностью, до 50 мг/дм³ и интенсивным гнилостным запахом, осуществлялся из придонных слоев, которые дополнительно загрязняли исходную воду. Недостаточная степень осветления воды в отстойниках обуславливала подачу загрязненной воды на фильтры с кварцевой загрузкой. Вода с мутностью 12—14 мг/дм³, биогенной цветностью 50—70 градусов и запахом 4—5 баллов дестабилизировала работу традиционных скорых однослойных фильтров с кварцевой загрузкой и приводила к сверхнормативному загрязнению воды прошедшей очистку. Низкая порозность кварцевого слоя, недостаточная его грязеемкость и выбранное направление фильтрования воды способствовали не только ухудшению эффекта очистки, но и сокращению продолжительности фильтроциклов до 5—6 часов. То есть, процесс извлечения из осветленной воды ингре-

диентов запаха, цветности и продуктов гидролиза коагулянта на скорых фильтрах протекал неудовлетворительно. Очищенная вода имела мутность равную 2,0—3,0 мг/дм³, цветность 40—50°ПКШ, гнилостный запах 3—4 балла. Поэтому были использованы значительно удорожавшие технологию водоочистки специальные методы: обработка перманганатом калия, углерование воды и их совместное применение [13].

На очистных сооружениях г. Винница применялась технологическая схема, включающая в себя горизонтальные отстойники и скорые фильтры с кварцевой загрузкой. Эта схема не обеспечивала качество очистки воды ни в отстойниках, ни в фильтрах. Скорые фильтры с высотой слоя 1,0 м и площадью поверхности 100 м², обеспечивающей скорость фильтрования воды до 5 м/час не очищали воду до требований ГОСТ «Вода питьевая». Фильтрат имел мутность 2—3 мг/дм³ вредные и токсичные цветность до 40 градусов, запах 3—4 балла [14]. Работу фильтров, как и в целом всей станции водоочистки, удалось улучшить, заменив в 2001 году кварцевые фильтрующие загрузки гранодиоритными, поскольку крымский горный песок (гранодиорит) имеет большую удельную поверхность и грязеемкость слоя, чем кварцевый песок.

Ещё одним примером, свидетельствующим о недостаточных эффективности и санитарной надежности традиционных методов и технологий очистки природных вод, стала их апробация на водоочистных станциях Крыма. Воды Ленинского, Зеленоярского, Сокольского, Симферопольского, Изобильненского и др. водохранилищ, имеющие мутность до 100 мг/дм³, гнилостно-болотные запахи биологического происхождения интенсивностью 4—5 баллов, цветность до 70—120° ПКШ, пройдя типовые станции водообработки, имели мутность до 3 мг/дм³, цветность 30—40° ПКШ, неприятный привкус и запах величиной 3—4 балла [6, 15]. Увеличение дозы сернистого алюминия до 65 мг/дм³ усилило запах в воде перед скорыми фильтрами [6, 15]. Неэффективной была работа скорых кварцевых фильтров по осветлению, обесцвечиванию и дезодорации воды на Ленинском блоке фильтростанций в с. Ленинское. При повышении цветности и мутности в исходной воде соответственно до 70 градусов и 10 мг/дм³, продолжительность фильтроциклов сокращалась до 5—4 часов, а показатели питьевой воды ухудшались на 20—40%. Как

следствие, увеличивались затраты на промывку фильтров и их эксплуатацию. При дальнейшем повышении цветности происходил полный отказ в работе фильтров и их остановка, то есть уровень безопасной эксплуатации снизился до нуля. Фильтрат, кроме повышенной цветности и мутности имел гнилостный запах величиной 3—4 балла и концентрацию токсично-мутагенного хлороформа в 1,5—2,0 раза превышающую ПДК.

Выводы

Санитарно-технологическая эффективность применяемых сегодня на очистных сооружениях схем и технологий водоочистки недостаточна и не всегда позволяет получить воду стандартного качества. Очищенная вода не соответствует ГОСТ «Вода питьевая» по запаху, цветности, окисляемости, мутности и содержит такие токсичные ингредиенты как ацетон, ацетилальдегид, толуол, бензол и др. в концентрациях превышающих ПДК. В связи с этим вопрос интенсификации действующих водоочистных сооружений с целью повышения их «барьерной» роли для получения гигиеничной и безопасной воды, разработка и исследование новых фильтрующих материалов и конструкций сооружений, эффективных и надежных способов подготовки воды представляет значительный научный и практический интерес.

Рассмотренные и приведенные обоснования подчеркивают, придают весомость и значимость рассмотрения и решения проблемы обеспечения качества и безопасности питьевой воды. Концепция существующей задачи лежит в плоскости реализации определенных научных и организационно-технических мероприятий в конкретных геотехнических условиях на действующих водоочистных сооружениях. Нами обоснованы и предлагаются основные элементы концепции санитарно-экологической безопасности питьевой воды, а именно:

1. Максимально возможное предотвращение прогрессирующего ухудшения ФХБ-показателей воды в водоисточниках, используя интенсифицированные традиционные, современные приемы и технологии.

2. Инновационная и кадровая интенсификация всех узлов, ступеней водоочистных сооружений с целью обеспечения их санитарно-экологической безопасности.

3. Повышение уровня санэкобезопасности и надежности функционирования магистральных водоводов, водопроводной сети и гидротехнических сооружений на основе своевременной их модернизации.

Результаты анализа практических и теоретических мероприятий по обоснованию концепции санитарно-экологической безопасности водных ресурсов, показывают, что самоочищающая способность водных экосистем водохранилищ регрессирует по причине проявления отрицательного влияния многочисленных факторов ухудшения качества воды. Воды поверхностных водосточников не соответствуют требованиям ГОСТ, СанПиН по запаху, цветности, окисляемости, растворенным органическим ингредиентам, большинство из которых токсичны. Увеличение опасности и токсичности воды в 3—21 раза сводит на нет «барьерную» функцию действующих очистных сооружений, а очищенная вода на большинстве водопроводных станциях по 3—10 ингредиентам не соответствуют требованиям ГОСТ «Вода питьевая», что повышает степень риска ухудшения здоровья граждан и нормальных условий их жизнедеятельности. В связи с изложенным выше, нам представляется, что обоснование и изложение концепции обеспечения санитарно-экологической безопасности водных ресурсов актуальна и полезна не только специалистам-экологам, но и широкому кругу читателей.

* * *

1. Борисов Б. М. Інтенсифікація очистки природних вод / Б. М. Борисов, В. П. Хоружий. — Зб. матеріалів конференції «Сучасні проблеми підвищення екологічної безпеки та економічності роботи систем водопостачання і каналізації. — К.: Тов. «Знання» України, 2000. — С. 24—25.

2. Борисов Б. М. Проблема ухудшения качества воды в поверхностных водосточниках, анализ составляющих биохимических процессов в водохранилище / Б. М. Борисов, Н. В. Григорьева, Б. Б. Борисов // Сборник докладов VII Международного конгресса «Вода: экология и технология», ч. I — М., 2006. — С. 102—103.

3. Семчук Г. М. Характеристика систем централізованого питного водопостачання України і шляхи його покращення // Труды МНПК. — Київ—Миргород, 2007. — С. 8—12.

4. Hatukai S., Ben-Tzur Y., Rebhun M. // Water Sci. and Technol. — 1997. — 36, N 4. — P. 225—227.
5. Гончарук В. В. та ін. / В. В. Гончарук, Н. А. Клименко, Л. А. Савчина, Т. Л. Врубель, И. П. Козятник // Химия и технология воды. — 2006. — 28, № 1. — С. 2—10, 15, 17, 22, 24—31.
6. Шабанов М. В. Коагуляционная очистка высокоцветных поверхностных вод питьевого назначения / М. В. Шабанов // Сб. докл. междунар. конф. «ЭТЭВК—1999». — Ялта, 1999. — С. 69—70.
7. Bilozor S. Investigation of the Contact Coagulation in the Multilayer Filter bed / S. Bilozor. — Poznan: Maszynipis, 1981. — P. 19—21.
8. Гончарук В. В. та ін. Современные проблемы технологии подготовки питьевой воды / В. В. Гончарук, Н. А. Клименко, Л. А. Савчина, Т. Л. Врубель, И. П. Козятник // Химия и технология воды. — 2006. — Т. 28. — № 1. — С. 3—10, 15, 17, 22.
9. Гомеля Н. Д. Получение коагулянтов и оценка их эффективности в процессах осветления воды / Н. Д. Гомеля, Т. Н. Красильникова // Сб. докладов 7 Междунар. конгресса «ЭКВАТЭК—2006». — Москва, 2006. — ч. 1. — С. 551.
10. Черкинский С. Н. Гигиенические вопросы водоснабжения / С. Н. Черкинский. — М.: Медицина, 1985. — С. 44.
11. Urban F. / F. Urban, D. Buchsteiner // Brunnenbun, Van Wasserwork, Rohrleitunggfun. — 2000. — V. 51, N 9. — P. 16—22.
12. Кожушко С. Г. Образование хлороформа при различных методах обработки днепровской воды / С. Г. Кожушко / Сб. докл. междунар. конф. «ЭТЭВК—1997» — Ялта, 1997. — С. 139—140.
13. Бесан В.С. Устранение гнилостных запахов и привкусов на водопроводе г. Николаева / В. С. Бесан, В. А. Слипченко // Водоснабжение и санитарная техника. — Вып. 1. — № 8. — М.: Стройиздат, 1987. — С. 11—12.
14. Руденко Г. Г. Экологическое состояние воды р. Южный Буг / Г. Г. Руденко // Сб. докл. междунар. конф. «ЭТЭВК—1997» — Ялта, 1997. — С. 134—136.
15. Борисов Б. М. Окислительно-сорбционный метод очистки воды Северо-Крымского канала / Б. М. Борисов, П. Д. Хоружий // Экспресс-информация ЦБНТИ Минводхоза СССР. — Сер. 4, вып. 1. — М., 1981. — С. 17—19.

Отримано: 8.06.2009 р.