



## Проблемы качества воды и строительства станций обезжелезивания на водозаборах Минска

В последнее время в ряде СМИ развернулась жесткая полемика по поводу качества питьевой воды и строительства станций обезжелезивания на водозаборах Минска. В нее втянуты высшие исполнительные и контролирующие органы республики.

Причиной этого является отсутствие внятной технической политики в области водного хозяйства республики и органа, ответственного за ее разработку и исполнение. Это умело использует бизнес, предлагая различные способы решения насущных проблем. Но при этом во главу угла ставятся коммерческие интересы, попирая инженерный расчет, а порою, и здравый смысл. Это и переход на бутилированную воду, и оснащение квартир всевозможными бытовыми фильтрами, и строительство станций водоподготовки там, где без них, по крайней мере пока, можно было бы и обойтись.

Первые два предложения предопределяют возложение заботы о качестве питьевой воды на самих жителей в соответствии с размерами своих кошельков. Это не соответствует принципам социальной справедливости и противоречит конституционной обязанности государства в обеспечении безопасных условий проживания населения. Более того, нет никакой гарантии, что в магазине вы купите или получите из установленного фильтра воду, по своим качествам превосходящую текущую из крана и полезную для вашего здоровья.

Ю. П. Седлухо, д. т. н., проф. БНТУ

Ко мне домой уже дважды приходили молодые парни и девушки, настойчиво предлагая продемонстрировать, какая у нас плохая вода и предложить бытовые фильтры различных зарубежных фирм для ее очистки. Так как я живу в районе, снабжаемом водой из подземных водозаборов и качеством воды которых я удовлетворен, в первый раз я отказался. Во второй раз, ради интереса, я согласился.

Пришедшая девушка-коммивояжер, наполнив три стакана: водой из крана, кипяченой водой из чайника и из своей бутылки (объявив, что это очищенная вода предлагаемыми фильтрами), и опустив в них электрод какого-то прибора, гордо назвала высветившиеся цифры – 196, 165 и 8. Объяснив при этом, что в воде из крана содержится 196 мг/л солей, в кипяченой – 165, а в очищенной только 8. Учитывая, что этим прибором оказался обычный кондуктометр, измеряющий электрическое сопротивление воды и отградуированный на общее солесодержание, полученные значения логичны и примерно соответствуют действительности.

Далее, открыв какую-то таблицу, она объявила, что вода из крана относится к очень грязной, а очищенная фильтрами – очень чистой. Для того, чтобы окончательно убедить меня в этом, она доста-

ла другой прибор, электроды которого попеременно на одну минуту опускала в эти же стаканы. В первых двух появились обильные хлопья и пена белесно-рыжеватого и черноватого оттенков, в третьем вода лишь слегка пожелтела. Убежден, что на большинство не специалистов это производит сильное впечатление (особенно на женщин, как и на мою дочь, к которой тоже наведывались подобные коммивояжеры, менеджеры которых настойчиво просят присутствие именно хозяйек).

Мне пришлось объяснить девушке, что она проделала опыт из программы школьной физики по электролизу. И образовавшиеся хлопья не имеют никакого отношения к данной воде. Они образовались в результате анодного растворения алюминиевого электрода ее же прибора. В очищенной, а вернее, обессоленной на ее фильтре воде, электропроводность которой снижена более чем в 25 раз, процессы электролитического растворения того же электрода практически не протекают, поэтому там и не образовалось хлопьев. Появившиеся оттенки действительно связаны с окислением, выделяющимся при электролизе воды кислородом остаточных концентраций железа и марганца, концентрации которых (судя по цвету) во всех стаканах примерно одинаковы.

Мне пришлось также объяснить девуш-



ке, что проделанные опыты не имеют никакого отношения ни к анализу качества воды, ни к методу ее обработки в предлагаемых обратноосмотических фильтрах. Продемонстрированные фокусы вводят в обман потребителей и, мягко говоря, относятся к недобросовестной рекламе, заниматься которой не к лицу порядочным людям.

Питьевая вода является одним из основных источников необходимых для организма человека солей и микроэлементов. Воду, очищенную в предлагаемых фильтрах пить нельзя, так как она представляет собой практически дистиллят, употребление которого приведет к вымыванию из организма солей, в первую очередь кальция, служащего основой костной ткани. Это же относится и ко многим бутилированным водам, приготовление которых произведено с использованием методов обессоливания, чаще всего обратного осмоса. Природная питьевая вода обычно содержит не 8, а 200–300 мг/л растворенных солей. Нормы допускают до 1000. Попытки манерализации обессоленной воды делают из нее суррогат, полезность которого сомнительна.

Девушка оказалась достаточно подготовленной, чтобы понять все шарлотанство проделанных ей фокусов, и поблагодарив, пообещала подумать об участии в подобных рекламных акциях.

Хуже обстоят дела с некоторыми

ВОДЯНОЙ

С умом и сердцем...



чиновниками, принимающими решения о многомиллиардных закупках оборудования для оснащения станций обезжелезивания подземных вод ряда водозаборов Минска и других городов республики. Об инженерии и здравом смысле они не хотят и слушать. С упорством, достойным другого применения, основываясь на результатах в чем-то подобных опытов и умело используя ими же разработанные хитросплетения бюрократических процедур, они уже на протяжении более пяти лет проталкивают «технология и оборудование кому-то понравившейся компании «Culligan Italiana», представителем которой в Беларуси является ЗАО «БелЭкоЦентр». Под лозунгом перевода Минска на подземные источники, под оборудование этой компании выполнены проекты, построены здания и закуплена часть оборудования для минских водозаборов «Петровщина», «Фелицианово», «Вицковщина» и ряда других городов.

Здесь возникает ряд вопросов. Ведь по данным УП «Минскводоканал», вода, десятилетиями поступающая из этих водозаборов в город, полностью соответствует нормативным требованиям. Является ли необходимым в первоочередном порядке тратить 120 миллиардов рублей на улучшение качества воды этих водозаборов? Ведь строительство этих станций обезжелезивания никак не скажется на качестве воды, поступающей из Вилейской системы в наиболее проблемную юго-западную часть города. Что делается для того, чтобы отказаться от использования этого источника? Почему практически в безоговорочном порядке предпочтение по всем объектам отдается «мировому лидеру» и его белорусским компаньонам, единственным «достоинством» которых являются две небольшие станции обезжелезивания в Брестской области, которые на протяжении нескольких лет так и не удаётся «довести до ума». Видимо, «мировой лидер», а вернее, его представители, оказались несостоятельными в решении взятых на себя задач. Но и это не смущает некоторых чиновников. Государственных денег не жалко.

Ответов на эти и множество других вопросов пока нет. Идущие разбирательства сосредоточены на поиске формальных причин и условий, создающих практически тупиковую ситуацию, оставив в стороне основу конфликта. А ей является

технологическое совершенство и технико-экономическая обоснованность принимаемых решений. Поэтому, оставляя в стороне юридические и формальные аспекты этих разбирательств, остановимся на анализе «Super»-технологии и оборудования компании Culligan, претендующей на право быть монопольным поставщиком, а в последствии, и производителем такого оборудования в Беларуси.

1. Известно, что идеальных и универсальных технологий и конструкций не бывает. Каждая из них обладает характерными преимуществами и недостатками. И задача разработчиков состоит в том, чтобы для данных конкретных условий выбрать ту, которая обладает большим количеством преимуществ. Это не всегда очевидно. В этом случае задача решается технико-экономическим сравнением конкурирующих вариантов. Но при этом необходимо различать характерные недостатки (например, напорного и безнапорного вариантов фильтров) и очевидные ошибки. Если характерные недостатки полностью устранить невозможно, то ошибки недопустимы.

Это в полной мере относится и к «Super-Ilop»-технологии компании Culligan, основанной на применении многослойной фильтрующей загрузки с каталитическим слоем. Такие загрузки давно известны и рынок перенасыщен различными каталитическими, подщелачивающими, сорбирующими и другими «мультимедийными» загрузками. К очевидным преимуществам многослойных загрузок (в классическом понимании этого термина) можно отнести повышенную их грязеемкость, связанное с этим увеличение фильтроцикла и сокращение объемов промывной воды. Характерным недостатком многослойных загрузок является их высокая стоимость, сложность регенерации каждого слоя, возможность их перемешивания с потерей положительного эффекта и необходимость строгого соблюдения параметров каждого слоя (крупности и плотности). Однако, это в основном относится к классическому методу фильтрования, т.е. к удалению из воды тонкодисперсных механических примесей.

В безреагентных процессах обезжелезивания и/или удаления марганца в слой фильтрующей загрузки поступают (должны поступать) в основном их истинно растворенные формы, удаление которых методом механического филь-

трования невозможно. В этом случае фильтрующая загрузка выполняет совершенно иную роль, чем в процессах классического фильтрования. Она выполняет функцию зернистой контактной массы с очень развитой поверхностью, на которой образуется постоянно обновляемый и прочно закрепленный каталитический слой, состоящий из окислов удаляемых веществ. Этот слой образуется на поверхности зерен большинства фильтрующих материалов в период так называемой «зарядки» (вработки) фильтра. Этот период зависит от свойств обрабатываемой воды и параметров реализуемого процесса, и составляет от нескольких часов, при удалении железа, до двух-трех месяцев, при удалении марганца.

В многослойных загрузках, содержащих каталитический слой из окислов марганца, этот процесс значительно ускоряется. Поэтому, естественно, очень быстро можно получить высокий эффект удаления как железа, так и марганца, что и произошло при проведении пилотных испытаний установок Culligan. На других установках, использующих однослойную загрузку из песка и антрацита, эффективно удалялось только железо, а снижение марганца было незначительным.

Однако известно, что железо кислородом воздуха окисляется значительно легче и при меньших значениях соотношения рН/Еh, чем марганец. При их совместном присутствии любой катализатор будет в первую очередь способствовать окислению железа, образуя на его поверхности окисную пленку, экранируя тем самым материал катализатора. Поэтому его эффективность по отношению к марганцу будет постоянно снижаться. И без периодической или постоянной реагентной регенерации может быть утрачена полностью. Это относится и к другим специальным загрузкам (сорбирующим, подщелачивающим и т.п.), что подтверждается опытом их эксплуатации. В большинстве случаев такие загрузки представляют собой сугубо коммерческий продукт, применение которого требует серьезного технологического обоснования. По крайней мере, без длительной опытно-промышленной эксплуатации этой технологии, ее тиражирование и применение на крупных станциях водоподготовки весьма рискованно.

Еще больше вопросов возникло при ознакомлении с технологическими и конструктивными решениями, зало-





женными в проекты станций обезжелезивания указанных водозаборов. Независимо от состава и свойств исходной воды, производительности и местных условий, они практически везде одинаковы, за исключением размеров и количества фильтров. Основные из них следующие.

2. Применение, по требованию Заказчика, во всех случаях напорных фильтров, в то время, как табл. 5.5 ТКП 45-4.01-31-2009 допускается их применение при производительности станции до 30 000 м<sup>3</sup>/сутки (на водозаборе «Вицковщина» – 63 000 м<sup>3</sup>/сутки, «Фелицианово» – 41 300 м<sup>3</sup>/сутки). Это требование объясняется тем, что при использовании безнапорных открытых фильтров можно в несколько раз сократить их количество за счет соответствующего увеличения площади фильтрования, уменьшить количество автоматизированной запорно-регулирующей арматуры, упростить систему автоматизации станции. Кроме того, безнапорные фильтры позволяют весьма просто обеспечить равенство скоростей фильтрования независимо от степени кольматации загрузки, значительно дешевле и проще в эксплуатации. Избыточный напор скважинных насосов, необходимый для нормальной работы напорных фильтров, существенно увеличивает энергопотребление станции. Так, для водозабора «Вицковщина», расход электроэнергии при использовании напорных фильтров с рабочим давлением 0,2 МПа увеличится более чем на 200 кВт ч, или на сумму около 2,5 миллиарда рублей в год. Для игнорирования таких постоянных эксплуатационных затрат нужны очень веские основания.

3. Отсутствуют достаточные обоснования в выборе оптимальных скоростей фильтрования (до 25 м/ч на водозаборе «Подгорная дача» (Слоним). Не может служить таким основанием факт снижения содержания железа или марганца при проведении пробного обезжелезивания на пилотных установках, т.к. известно, что с увеличением скорости фильтрования грязеемкость загрузки фильтров снижается, а потери напора в ней квадратично возрастают. Это неизбежно увеличит частоту промывок фильтров и количество промывных вод, что существенно повысит эксплуатационные затраты и расход воды на собственные нужды.

4. Принятая интенсивность промывки фильтрующей загрузки (8,1 л/с м<sup>2</sup>,

скорость 29,2 м/ч) явно недостаточна (табл. 8.1 указанного выше ТКП). При этом не может быть обеспечена эффективная регенерация загрузки, что неизбежно выведет фильтры из строя.

5. В противоречие требованиям п.п. 8.1.16 и 8.1.24 ТКП, предусматривается промывка фильтров неочищенной водой, подаваемой скважинными насосами. Если, в какой-то мере, можно согласиться с использованием исходной воды, то способ ее подачи не может гарантировать обеспечение требуемого режима промывки фильтров ввиду нестабильности расходно-напорных характеристик подающего трубопровода и скважинных насосов. В любом случае, для реализации предложенного способа необходима сложная и дорогостоящая система автоматизации режима промывки. В противном случае промывка будет производиться «вслепую», без гарантии ее эффективности. Достижимая при этом экономия электроэнергии мнимая, так как для промывки фильтров фактически используются скважинные погружные насосы, имеющие относительно низкий КПД. Поэтому, в мировой практике эта задача решается просто и надежно, с использованием специальных промывных насосов или водонапорной башни, что предусмотрено и п. 8.1.24 ТКП.

6. Категорическое возражение вызывает еще одно «новшество», предложенное компанией Culligan, – это одновременная промывка четырех параллельно работающих фильтров (компановка «клевер»). Видимо, чувствуя уязвимость этого решения, в предложении и проектной документации, под фильтром понимается блок из четырех фильтров, которые почему-то называются емкостями. Для специалистов, мало-мальски сведущих в гидравлике, очевидно, что так делать нельзя, по крайней мере, по трем причинам.

**Первая.** Очевидно, что обеспечить абсолютно одинаковые гидравлические сопротивления одновременно выводимых на промывку четырех фильтров практически невозможно. В связи с этим интенсивность, а, следовательно, и эффективность промывки разных фильтров будут различными. Накапливающиеся остаточные загрязнения в меньшей степени промываемых фильтрах с каждым фильтрциклом будут увеличивать этот перекоп, что неизбежно приведет к необходимости вывода закольматированного фильтра в ремонт.

А их блокировка по четыре фильтра приведет к необходимости вывода из эксплуатации всего блока. На водозаборе «Петровщина», например, это приведет к необходимости увеличения форсированной скорости фильтрования до недопустимой (28 м/ч) или соответствующего отключения скважин и снижению производительности станции на 1/3.

**Вторая.** При предложенной схеме и режиме промывки фильтров с отбором воды из подающего трубопровода, оставшиеся в работе фильтры будут работать в недопустимом «рваном» режиме. Для водозабора «Петровщина» этот режим будет следующим.

При выводе блока из четырех фильтров на «обратную промывку», даже при заявленной интенсивности, из подающего трубопровода будет отбираться 572 м<sup>3</sup>/ч из 1100 общего расхода водозабора. При этом скорость фильтрования на работающих фильтрах уменьшится почти в 1,4 раза.

Затем, в режиме «успокоения» промываемых фильтров и прекращения подачи воды на них, скорость на работающих фильтрах резко возрастет (более чем в 2 раза).

В стадии «прямой промывки» скорости фильтрования на работающих фильтрах вновь уменьшатся в 1,5 раза. Это противоречит требованиям п. 8.1.8 ТКП. Ожидать устойчивой и эффективной работы фильтров, работающих при таком режиме, не приходится.

**Третья.** Одновременная промывка четырех фильтров соответственно увеличит в четыре раза залповые расходы промывной воды, что существенно усложнит схему их отведения, приема и обработки.

7. Имеются вопросы по конструктивному оформлению элементов фильтров. В первую очередь это относится к конструкции дренажной системы, основной задачей которой является равномерное распределение промывной воды по площади фильтра с необходимым расширением и переводом загрузки в псевдооживленное состояние (табл. 8.1 ТКП). В напорных фильтрах это обеспечивается дренажной системой большого сопротивления со щелевыми колпачками (п. 8.1.14 ТКП).

Принятая система не соответствует этим требованиям и не гарантирует эффективную регенерацию фильтрующей загрузки, тем более, многослойной.

При выполнении указанных требований ТКП не требуется никаких специальных



устройств для предотвращения вымывания загрузки из фильтра (Flow-Control). Более того, в результате их загрязнения вымываемыми из фильтра веществами, возможно нарушение всех режимов промывки фильтров.

8. Непонятно назначение оборудования для дозирования гипохлорита натрия, устанавливаемое на каждом блоке фильтров. Его стационарная установка для дезинфекции загрузки, тем более, на каждом блоке, не предусматривается ни одним нормативным документом. Принятая производительность этого оборудования не позволяет производить дезинфекцию загрузки в период промывки фильтров, как это предлагается.

Можно предположить, что это оборудование предусматривается на случай, если основная «Super»-технология не обеспечит требуемую эффективность очистки, то имеется вариант введения окислителя для ее спасения. Но в этом случае не нужна никакая многослойная загрузка, достаточно обычного кварцевого песка. В любом случае, это уже совсем иная технология.

Имеется полная уверенность в том, что именно совокупность рассмотренных недостатков в выборе технологии и ее конструктивного оформления и явилась основной причиной неудовлетворительной работы оборудования компании Culligan, поставленным в 2008–2009 гг. ЗАО «БелЭкоЦентр» на станции обезжелезивания в г. Высокое и г.п.Антополь Брестской области.

Создается впечатление, что разработчики этой «Super»-технологии забыли или не знают, что «велосипед» уже давно изобретен и то, что колесо должно быть круглым. Зачем же предлагать квадратное? Ради оригинальности? Или с целью сокращения стоимости оборудования и демпинга цен?

Ведь по большинству поставленных вопросов в мировой и отечественной практике водоподготовки подземных вод найдены адекватные ответы, большинство из которых сформированы в нормах проектирования или очевидны для любого специалиста.

Эти вопросы неоднократно поднимались рядом претендентов и специалистов, но ответов на них так и не получено. Почему ни по одному из объектов не было сделано технико-экономического сравнения альтернативных вариантов, а в проекты безоговорочно принимались сомнительные рекомендации поставщи-

ка оборудования и требования заказчика? Почему проектировщики не настаивали на проведении полноценных технологических изысканиях хотя бы на крупных водозаборах? Почему Госэкспертиза согласилась с нарушением ряда норм проектирования?

Основным доводом специалистов УП «Минскводоканал», рьяно отстаивающим технологию Culligan, является довод о том, что эта технология обеспечивает эффективное удаление марганца. Можно поверить в то, что это подтверждено в период краткосрочных испытаний пилотных установок. Однако, в силу причин, изложенных в п. 1, это не гарантируется при длительной эксплуатации каталитического слоя при принятой технологии регенерации фильтрующей загрузки.

Для водозаборов «Петровщина» и «Вицковщина» среднее содержание марганца по всем скважинам составляет 0,108 и 0,102 мг/л соответственно (превышение нормы на 8 и 2%), но наиболее часто эксплуатируемым – 0,124 и 0,116 мг/л (превышение на 24 и 16%). Такое превышение не критично и может быть устранено, например, применением сугубо белорусских технологий с использованием фильтров с песчаной загрузкой и слоем биологически активной загрузки (БАЗ). Это подтверждается многолетним опытом эксплуатации станций обезжелезивания на водозаборах г. Витебска.

Несколько сложнее решить задачу удаления марганца на водозаборе «Фелицианово», где его среднее содержание превышает норму в 2 раза. Но при этом почти в половине действующих скважин содержание как железа, так и марганца не превышает установленные нормы. Почему не пойти по пути локализации скважин с повышенным содержанием этих загрязнений в обособленную систему со станцией водоподготовки, сократив ее мощность, а соответственно, капитальные и эксплуатационные затраты, почти в два раза? Такое предложение было принято и реализовано на водозаборе «Первомайский» в г. Краснодаре (см. «Вода» №№ 7,8, 2012), где помимо уменьшения производительности станции водоподготовки почти в пять раз достигнуто практически полное удаление марганца. Этот же подход целесообразно было бы рассмотреть и в отношении водозабора «Вицковщина», где в большинстве скважин содержание марганца не превышает установленные нормы.

Нельзя оставить без внимания еще один вопрос. Несмотря на то, что в период испытаний практически всех пилотных установок, в том числе и фильтров с традиционной песчаной загрузкой, было обеспечено снижение содержания железа до концентраций менее 0,1 мг/л, вызывает сомнение правомочность Заказчика (УП «Минскводоканал»), самовольно устанавливать для поставщиков оборудования требование по обеспечению содержания железа в очищенной воде в три раза ниже норм, установленных СанПиН 10–124 РБ 99. Такое, юридически безграмотное самоуправство нельзя оправдать ни ссылками на то, что указанный нормативно-правовой акт не устанавливает минимальное значение для данного вещества, ни общеевропейскими тенденциями в установлении критериев качества питьевой воды. (Для справки: принятая ЕС Директива 98/83 EG устанавливает стандарт по содержанию железа в питьевой воде 0,2 мг/л, а не 0,1 мг/л). Такой правовой нигилизм и диктат Заказчика как в этом, так и в обязательном применении напорных фильтров, выставлении неприемлемых условий проведения технологических исследований и навязывание проектным организациям и конкурсным комиссиям своего решения по принципу «что хочу, то и ворочу», во многом способствовали тому, что за шесть лет бюрократических препирательств так ничего и не сделано.

Если бы эти и многие другие вопросы вовремя разрешались, то не возникло бы такой ситуации, при которой поставщику другого оборудования предлагают явно неприемлемые условия, – произвести за свой счет корректировку проекта и реконструкцию построенных зданий и сооружений для размещения своего оборудования. Почему он должен отвечать за чьи-то ошибки?

Все эти проблемы возникли из-за того, что изначально была сделана ставка на импортное оборудование. При этом полностью игнорировался отечественный опыт разработки, строительства и эксплуатации нескольких сот подобных станций. Ведь этот опыт, в том числе и отрицательный, намного весомее, чем то, что могут предложить далеко не всегда компетентные бизнес-представители зарубежных компаний, преследующие сугубо коммерческие цели. Не нужно забывать, что вода является социальным, а не коммерческим продуктом.

