

Л.Р. Ланге

Сибирский государственный индустриальный университет

**ОПЫТ ОБСЛЕДОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ВОДОПРОВОДНЫХ
ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Основной схемой очистки большинства водопроводных станций Кемеровской области является классическая двухступенчатая, включающая коагулирование, отстаивание или осветление в слое взвешенного осадка, фильтрование и обеззараживание воды хлором. Принятая схема очистки зачастую не соответствует качеству воды в водоисточнике. Так, на сооружениях, расположенных на реке Томи от Междуреченска до Кемерово, применяются горизонтальные отстойники с камерами хлопьеобразования со слоем взвешенного осадка или осветлитель со слоем взвешенного осадка. Эти сооружения предназначены для осветления вод средней мутности и мутных вод (при мутности более 50 мг/дм³). Такая мутность воды бывает на водозаборе Междуреченска 5 – 15 дней в году, Новокузнецка – 10 – 20 дней в году, в Прокопьевске не бывает никогда, в Кемерово – 20 – 35 дней в году. Таким образом, большую часть года взвешенный слой не образуется и отстаивания воды не происходит.

Многие станции очистки построены в 50 – 60 гг. прошлого века (а иногда и раньше), техническое состояние сооружений на них неудовлетворительное, износ сетей и сооружений водоснабжения превышает порой 50 %.

В связи с ужесточением требований к качеству питьевой воды и повышенным антропогенным загрязнением водоисточников для нормализации и улучшения работы водопроводных очистных сооружений требуются обследование и предварительная оценка состояния всех их элементов, определение возможных путей повышения эффективности их работы. Это важно, так как применение дополнительных технологических сооружений приводит к усложнению и, как следствие, к удорожанию технологии. Поэтому при решении вопросов об увеличении производительности водопроводных сооружений и об улучшении качества питьевой воды необходимо определить возможную максимальную производительность станции без ее расширения при получении воды, соответствующей СанПиН 2.1.4.1074 – 01 [1].

Обследование водопроводных очистных сооружений предлагается проводить в несколько этапов.

Первый этап – это гидравлические испытания, целью которых является определение возможной производительности станции при существующей высотной схеме без учета качества очищенной воды. В ходе исследований определяется фактический коэффициент гидравлического сопротивления сооружений и коммуникаций. Это позволяет выявить узкие места станции по гидравлике и определить пути их нормализации без изменения существующей высотной схемы. Так, при исследованиях на Карайском водозаборе г. Междуреченска и Драгунском водозаборе г. Новокузнецка установлено, что «узким» местом являются горизонтальные отстойники, а на Левобережном водозаборе г. Новокузнецка – осветлители со слоем взвешенного осадка. Следует отметить, что, как правило, наименьшую пропускную способность имеют сооружения первой ступени очистки.

На втором этапе определяется возможная максимальная производительность каждого сооружения при соблюдении нормативного качества очищенной воды. Эти исследования проводятся в различные периоды года при разном качестве воды в источнике. По результатам исследований определяются мероприятия по увеличению производительности сооружений станции без ее расширения. Например, по результатам исследования на Карайском водозаборе г. Междуреченска была осуществлена реконструкция скорых фильтров с заменой дренажной системы малого сопротивления на распределительную систему фирм «Экотон» и «Экополимер» и песчаной фильтрующей загрузки на горелые породы фирмы «Аргеллит» г. Киселевска. Это позволило увеличить производительность фильтров в самый тяжелый паводковый период на 15 – 20 % [2]. Замена фильтрующей загрузки по результатам исследований на Драгунском водозаборе г. Новокузнецка позволила в осенний паводковый период значительно увеличить скорость фильтрования и получать фильтрат с мутно-

стью $0,2 - 0,6 \text{ мг/дм}^3$ (норма $-1,5 \text{ мг/дм}^3$, европейская норма $0,58 \text{ мг/дм}^3$).

Как показывают исследования, на большинстве станций плохо работает первая ступень очистки (включая реагентное хозяйство), что ведет к увеличению нагрузки на фильтровальные сооружения и к ухудшению их работы. Поэтому повышенное внимание при проведении исследований необходимо уделять работе реагентного хозяйства и первой ступени очистки.

В связи с большим объемом работ по исследованию реагентной обработки следует создавать пилотные установки, которые позволяют улучшить качество исследований. На Драгунском и Левобережном водозаборах г. Новокузнецка были смонтированы так называемые технологические лаборатории [3]. В их состав входят установка для пробного коагулирования воды с механическими мешалками и модели сооружений, работающих на станции.

В лаборатории осуществлен подвод сырой воды из источника, воды после смесителя и после отстойников. В течение нескольких лет было исследовано большое количество коагулянтов и флокулянтов, определены их оптимальные дозы, места ввода, временной разрыв между вводом реагента и флокулянта. В результате было установлено, что наибольший эффект имеет применение в качестве коагулянта оксихлорида алюминия (ОХА). Следует отметить, что при выборе ОХА следует учитывать особенности качества воды в источнике. Наиболее важной характеристикой, определяющей работоспособность реагента в конкретных условиях, является его основность, при которой процесс очистки наиболее эффективен. Для воды реки Томь в г. Новокузнецке наиболее эффективным является ОХА с высоким модулем основности – $5/6$, с атомным соотношением Al/Cl – не менее $2,1$. Применение ОХА производства ЗАО «Сибресурс» г. Новосибирска и катионного флокулянта Праестол 650-TR позволило в наиболее тяжелый период паводка при температуре воды $0,2 - 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$, мутности 150 мг/дм^3 , перманганатной окисляемости 16 мг/дм^3 , щелочности $0,27 \text{ мг-экв/дм}^3$ и высокой бактериальной загрязненности обеспечить очистку воды до норм СанПиН. Кроме того, применение указанных реагентов снизило удельную стоимость очищенной воды с учетом складских и транспортных расходов.

В нормальной работе первой ступени очистки очень важна роль смесителя. От полноты и скорости смешения зависят качество коагуляции и расход коагулянта. На большинстве станций очистки нашей страны применя-

ются гидравлические смесители, которые характеризуются конструктивной простотой и надежностью в работе. Однако они не позволяют менять режим работы при изменении качества сырой воды, а при уменьшении расхода воды ниже расчетного не обеспечивают надлежащий эффект смешения. Одной из мер по оптимизации работы гидравлических смесителей может быть рекомендована установка аэратора с целью улучшения процесса смешения с помощью сжатого воздуха. Это позволяет также изменять интенсивность смешения в зависимости от качества воды в источнике.

После смешения коагулянта с обрабатываемой водой эффективность коагуляции определяется процессом хлопьеобразования, роль которого заключается в получении крупных, легкооседающих хлопьев с хорошо развитой поверхностью. На процесс их формирования оказывают влияние качество воды (особенно ее температура), вид и доза коагулянта, режим перемешивания. К сожалению, гидравлические камеры хлопьеобразования из-за своего конструктивного несовершенства зачастую не могут обеспечить необходимых условий для эффективного хлопьеобразования. На стадии исследования следует выбрать способ реконструкции или совершенствования работы камер хлопьеобразования в данных конкретных условиях. Для улучшения работы камер хлопьеобразования в г. Кемерово и Осинники смонтированы рециркуляторы конструкции СПбНИИ АКХ, которые позволили несколько улучшить работу камер в период с низкой мутностью исходной воды. Конструкция рециркуляторов предусматривает возврат образовавшихся хлопьев в зону подачи исходной воды с коагулянтам, то есть осуществляется процесс внутренней рециркуляции.

Однако такую реконструкцию часто сложно провести без демонтажа перекрытия. А это не только дорогое, но и опасное мероприятие.

В технологической лаборатории следует исследовать возможность перемешивания воды в камерах с помощью воздуха, подаваемого через перфорированные трубопроводы, уложенные в нижней части камеры, или с помощью механических мешалок. Последние широко применяются за рубежом, а в последние годы стали использоваться и в практике отечественных станций очистки.

Лопастные мешалки позволяют регулировать интенсивность перемешивания, снижая ее к концу камеры хлопьеобразования. Задачей исследования является определение интенсивности и продолжительности перемешивания в зависимости от качества воды и особенно ее

температуры. Практика показала, что если нормализована работа смесителей и камер хлопьеобразования, то отстойники, как правило, начинают справляться со своей ролью осветления воды. В крайнем случае следует рассмотреть вариант применения тонкослойных блоков.

Очень большое значение имеет хорошая работа фильтров. Следует рассматривать вопрос их реконструкции с заменой дренажных систем на системы, работающие без поддерживающих слоев, и выбором фильтрующего материала, имеющего хорошие фильтрационные свойства. В условиях Кемеровской области наилучшими фильтрационными свойствами обладают горелые породы фирмы «Аргеллит» г. Киселевска, созданной на базе шахты «Дальние горы» после ее закрытия. Особенностью этого материала является то, что он образован при пожаре в подземных условиях и обладает постоянным качеством [4].

При получении питьевой воды, забираемой из поверхностных источников, на станциях очистки образуется значительное количество загрязненных вод от продувки горизонтальных отстойников или осветлителей со слоем взвешенного осадка и промывки скорых фильтров. Общее количество сбросных вод достигает 6 – 10 % от производительности станции. Эти воды имеют высокие показатели по взвешенным веществам, цветности, содержанию алюминия и других ингредиентов.

Обработка промывных вод и осадков водопроводных станций, их утилизация и уменьшение экологического ущерба являются актуальными задачами, решение которых для многих водопроводных станций представляет серьезную проблему.

Возврат в «голову» сооружений связан с главными и трудно устранимыми недостатками оборотного водоснабжения – неравномерностью подачи и отличия качественных показателей обрабатываемой поверхностной воды от добавляемой промывной.

Исследования по осаждаемости промывных вод показали, что без реагентной обработки процессы идут очень медленно. Отстаивание воды в свободном объеме в течение 1 ч позволяет снизить содержание взвеси до 30 мг/дм^3 ; дальнейшее увеличение времени отстаивания не приводит к изменениям. Обработка флокулянтам позволяет резко сократить время отстаивания до 10 – 20 мин при существенном (до $4 - 2 \text{ мг/дм}^3$) повышении качества отстоянной воды [5].

Для обработки таких вод можно выделить (из имеющихся на станции или проектируемых) один или несколько отстойников и скорых фильтров и использовать их для обработки повторно загрязненных вод. При этом на выделенных сооружениях может поддерживаться индивидуальный технологический режим, а очищенная вода направляться в резервуары чистой воды, использоваться для промывки фильтров или других целей станции.

Выводы. Предлагаемые мероприятия обследования и реконструкции позволяют в короткие сроки и без существенного удорожания технологии оптимизировать работу сооружений водоподготовки в условиях прогрессирующего антропогенного загрязнения водных источников.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СанПиН 2.1.4.1074 – 01. Вода питьевая. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения. Контроль качества: Санитарные правила и нормы. – М.: Инф.-изд. центр Госкомэпиднадзора России, 2002. – 111 с.
2. Г о х м а н Б.М., Л а н г е Л.Р. Опыт применения горелых пород в качестве фильтрующего материала. – В кн.: Сб. трудов IX междунар. науч.-практ. конф: Водоснабжение и водоотведение: качество и эффективность. – Кемерово: изд. КемТИПП, СибГИУ, ИГАСУ, ООО КВК «Экспо-Сибирь», 2006. С. 33 – 36.
3. Л а н г е Л.Р., Г о х м а н Б.М. Технологическое моделирование процесса очистки природной воды. – В кн.: Сб. трудов VIII междунар. науч.-практ. конф: Водоснабжение и водоотведение: качество и эффективность. – Кемерово: изд. КемТИПП, СибГИУ, ИГАСУ, ООО КВК «Экспо-Сибирь», 2005. С. 16 – 20.
4. Л а н г е Л.Р. Водоочистные фильтры. Конструкции, область применения, эксплуатация. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2004. – 146 с.
5. Л а н г е Л.Р., Д о р д и н В.Д. Снижение расхода воды на собственные нужды станций водоподготовки // Вестник СибГИУ. 2012. № 1. С. 57 – 59.

© 2015 г. Л.Р. Ланге

Поступила 2 декабря 2014 г.