

Инновационная бессточная технологическая схема очистки поверхностных вод



М.Г. Новиков,
ЗАСЛУЖЕННЫЙ РАБОТНИК
ЖКХ РФ, Д-Р ТЕХН. НАУК,
СОВЕТНИК ГЕНЕРАЛЬНОГО
ДИРЕКТОРА АО
«ЛЕНВОДОКАНАЛПРОЕКТ»

В России большинство действующих водоочистных станций (ВОС) было введено в эксплуатацию в 60–80 годы прошлого столетия. При этом для очистки поверхностных вод преимущественно использовались двухступенчатые технологические схемы, с отстойниками или осветлителями со взвешенным осадком в качестве сооружений первой ступени очистки. Естественно, проектировались и строились они в соответствии с нормативными документами, действующими в тот период времени.

Вместе с тем, за истекшие после ввода станций в эксплуатацию годы, в стране не только существенно повысились требования к качеству хозяйственно-питьевых вод, но и ужесточилось экологическое законодательство, направленное, в том числе, и на предотвращение сброса неочищенных сточных вод в водоемы.

В результате, уже к концу 90-х годов становилось все более очевидным, что существующие ВОС (в первую очередь, предназначенные для очистки поверхностных вод) морально устаревают из-за большого ряда присущих им недостатков:

- сезонная нестабильность эффективности их работы;
- невозможность без ухудшения качества очистки возвращать промывные воды фильтровальных сооружений «в голову» сооружений, в результате чего практически повсеместно в водоисточник сбрасывались загрязненные стоки в количестве 5–15 % от объема питьевой. Это привело к ухудшению экологического состояния многих водных объектов;
- недостаточная барьерная роль в отношении специфических органических загрязнений (нефтепродуктов, фенолов и др.), весьма часто попадающих в водоисточники вследствие различного рода аварийных ситуаций и т.д.

Анализ приведенных недостатков (которые по существу следует рассматривать как системные для данной группы технологий), выполненный СПб НИИ АКХ совместно с АО «Ленводоканалпроект», убедительно показал, что, в первую очередь, они обусловлены низкой эффективностью процесса хлопьеобразования в классических сооружениях первой ступени очистки.

Условия для формирования хлопьев дополнительно усугубляются тем, что, как правило, поверхностные водоисточники России в большинстве периодов года характеризуются невысокой мутностью. В результате при коагуляции образуются хлопья с незначительной гидравлической крупностью. Такие хлопья плохо задерживаются на сооружениях 1-ой ступени и выносятся на скорые фильтры, увеличивая приходящую на них грязевую нагрузку.

Такая ситуация приводит:

- к увеличению грязевой нагрузки, поступающей на фильтры, и, следовательно, к сокращению фильтроцикла и производительности фильтров, а также к повышению расхода воды на промывку.
- к необходимости увеличения дозы хлопья при первичном хлорировании (с целью снижения органики) и, следовательно, к увеличению количества образующихся хлорорганических соединений в очищенной воде;
- к увеличению дозы коагулянта, и, следовательно, повышению величины остаточного алюминия в очищенной воде.

Проведенные исследования выявили реальную возможность за счет модернизации сооружений 1-ой ступени очистки значительно улучшить процесс хлопьеобразования путем его осуществления не в «объемном» режиме (как в традиционных сооружениях), а в «контактном», при котором формируются хлопья с повышенной гидравлической крупностью и большей сорбционной емкостью.

Было установлено, что наиболее рациональное обеспечение режима контактной коагуляции на сооружениях 1-ой ступени очистки может быть достигнуто путем непрерывной рециркуляции части хлопьев по «внутреннему контуру», т.е. без вывода их из рабочей зоны. При этом рециркуляцию в схемах с отстойниками следует осуществлять в камерах хлопьеобразования, а в схемах с осветлителями со взвешенным осадком – непосредственно в их рабочих камерах.

Такое инновационное решение впервые в мировой практике водоочистки обеспечило возможность осуществления контактной коагуляции во взвешенном слое в два этапа. На первом из этих этапов удаляемые из воды минеральные и органические примеси, взаимодействуя с гидроокисью железа

или алюминия, образовавшейся при вводе коагулянта, адсорбируются на поверхности этой контактной среды. Процесс адсорбции полностью завершается лишь на втором этапе, когда полученная контактная среда взаимодействует с ранее сформированными хлопьями, находящимися во взвешенном слое.

Для реализации этого технологического решения АО «Ленводоканалпроект» были разработаны достаточно простые конструкции, позволяющие использовать рециркуляцию не только при проектировании новых станций, но и при модернизации существующих, без изменения высотной схемы сооружений в них. Последнее обстоятельство обуславливалось дополнительным инновационным решением, при котором рециркуляция осуществляется при потерях напора 15–20 см водяного столба.

К настоящему времени рециркуляция части осадка на сооружениях первой ступени очистки воды была запроектирована и внедрена на десятках ВОС не только в России (Кострома, Череповец, Архангельск, Хабаровск, Великий Новгород, Выборг, Рыбинск, Волхов, Тихвин и др.), но и в ряде стран ближнего и дальнего зарубежья (Белоруссия, Казахстан, Украина, Куба и др.).

Во всех случаях практики внедрения предложенных решений за счет рециркуляции на порядок увеличивается концентрация хлопьев во взвешенном слое осадка по сравнению с традиционными осветлителями: с 400–500 мг/л до 4000–6000 мг/л. Наличие концентрированного взвешенного осадка, играющего, по существу, роль псевдооживленной фильтрующей загрузки, обладающей огромной удельной поверхностью, обеспечивает возможность вне зависимости от качества воды в источнике получать на выходе из этих сооружений воду с мутностью 2–3 мг/л. При оптимизации режима коагулирования возможно достижение норматива по данному показателю для питьевой воды непосредственно в сооружениях первой ступени.

В свою очередь, в схемах с горизонтальными отстойниками, осуществление рециркуляции в камерах хлопьеобразования позволяет формировать хлопья с большей гидравлической крупностью, что, способствует их лучшему осаждению.

Данное обстоятельство одновременно обеспечивает гораздо более глубокую степень обеззараживания воды на первой ступени очистки за счет более эффективного извлечения из неё перед поступлением на фильтрование скоагулированных частиц, на поверхности и внутри которых сорбируются микроорганизмы. Это позволяет, в сочетании с отсутствием застойных зон в результате рециркуляции осадка, либо целиком отказаться от первичного обеззараживания воды хлорсодержащим реагентом на данном этапе очистки, либо существенно сократить его дозу, что, в свою очередь, снижает количество образующихся хлорорганических соединений.

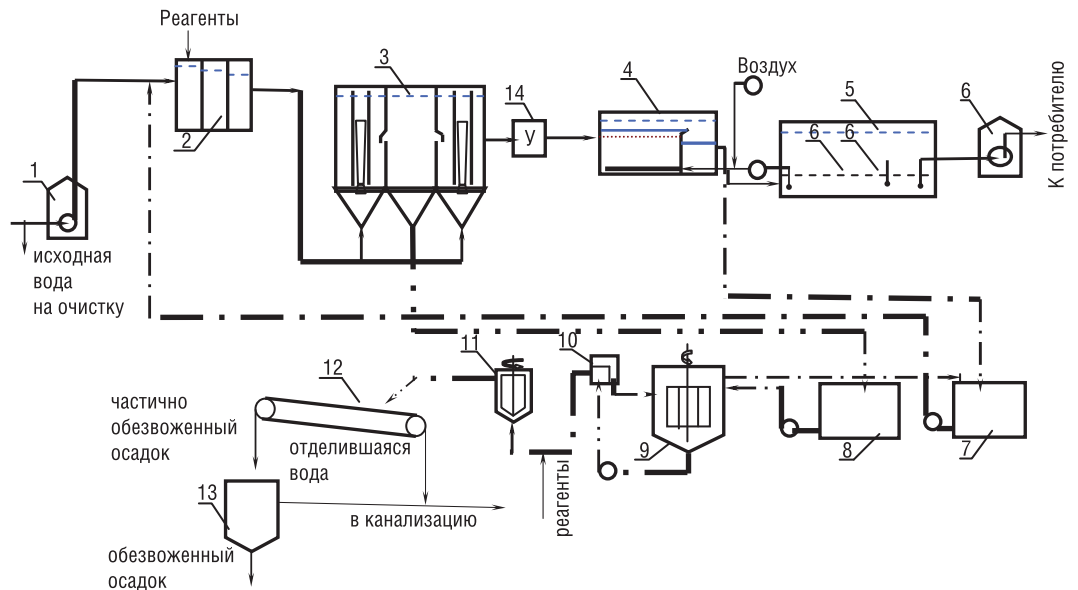
Также установлено, что рециркуляция обеспечивает возможность с наибольшей эффективностью применять при очистке порошкообразные сорбенты (активные угли, цеолиты, алюмосиликаты и др.). При введении в очищаемую воду порошкообразных сорбентов (доза составляет 5–10 мг/л) последние, накапливаясь во взвешенном слое, обеспечивают надежное задержание специфических загрязнений, которые, как уже отмечалось, могут тем или иным путем попадать в поверхностные водоисточники. Такое использование порошкообразных сорбентов по сравнению с гранулированными (применяемыми в качестве фильтрующей загрузки) обладает рядом преимуществ: значительно снижает капитальные и эксплуатационные затраты, улучшает хлопьеобразование, и, соответственно, увеличивает производительность сооружений первой ступени очистки. Это позволяет в кратчайшие сроки путем повышения дозы вводимого в воду сорбента нейтрализовать негативные последствия возможных аварийных поступлений в водоисточник значительных концентраций загрязнений.

Помимо указанного, разработанная технология с наибольшей полнотой и наименьшими капитальными затратами позволяет решить и проблему промывных вод скорых фильтров. В нашей технологии их первоначально направляют в резервуар-усреднитель, откуда затем без дополнительной обработки равномерно перекачивают в «голову» сооружений. Имеющее место при этом диспергирование хлопьев (содержащихся в промывной воде) не только не снижает эффективность

работы сооружений 1-ой ступени очистки в основном технологическом процессе, но и способствует улучшению протекания процессов коагуляции, сорбции и адгезии.

Что касается последующего обезвоживания осадка, образующегося в сооружениях первой ступени очистки, то, как альтернатива традиционным методам обезвоживания, специалистами АО «Ленводоканалпроект» предложена принципиально новая технология. По этой технологии в предварительно уплотненный гравитационным способом осадок, наряду с раствором флокулянта дополнительно вводят суспензию ферромагнитного порошка, в результате чего формируются флокулы, обладающие магнитной восприимчивостью. Сфлокулированный совместно с магнитными микрочастицами осадок перетекает на наклонно расположенный магнитный сепаратор, представляющий собой непрерывно вращающуюся конвейерную ленту (выполненную в форме лотка), под верхней частью которой установлены постоянные магниты. При поступлении сфлокулированного осадка отделившаяся вода стекает вниз, а флокулы поднимаются вверх. В процессе транспортирования по ленте магнитные микрочастицы, содержащиеся во флокулах, движутся в сторону постоянных магнитов, образуя в каждой флокуле множество канальцев, обеспечивая, тем самым, условия для отделения высвободившейся в результате флокуляции свободной воды. Обезвоженный осадок сбрасывается в контейнер с водонепроницаемыми стенками, в котором самопроизвольно, без каких-либо дополнительных затрат энергии, происходит дальнейшее отделение воды.

Испытания новой технологии на пилотной установке производительностью 30 л/ч по предварительно уплотненному осадку были проведены в мае-июне 2015 г. на Южной водопроводной станции в Санкт-Петербурге. Они показали, что влажность осадка на выходе из магнитного сепаратора не превышала 80–85 %, а в результате дальнейшего обезвоживания в фильтрующем контейнере в течение 60 ч она снижалась до 42–45 %. В то же время, при поступлении осадка с влажностью 76 %, обезвоженного на центрифуге в аналогичный контейнер, его влажность за 60 ч снижалась лишь до 68–70 %.



**ИННОВАЦИОННАЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ
СХЕМА ОЧИСТКИ ВОДЫ
ПОВЕРХНОСТНЫХ
ВОДОИСТОЧНИКОВ**

- 1, 6 – НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ I-го и II-го подъема;**
- 2 – СМЕСИТЕЛЬ;**
- 3 – ОСВЕТИТЕЛЬ-РЕЦИРКУЛЯТОР;**
- 4 – ФИЛЬТР С ВОДОВОЗДУШНОЙ ПРОМЫВКОЙ;**
- 5 – РЕЗЕРВУАР ЧИСТОЙ ВОДЫ;**
- 7 – РЕЗЕРВУАР-УСРЕДИТЕЛЬ ПРОМЫВНОЙ ВОДЫ;**
- 8 – РЕЗЕРВУАР-УСРЕДИТЕЛЬ ОСАДКА;**
- 9 – СГУСТИТЕЛЬ ОСАДКА;**
- 10 – БАК ПОСТОЯННОГО УРОВНЯ;**
- 11 – СМЕСИТЕЛЬ;**
- 12 – МАГНИТНЫЙ СЕПАРАТОР;**
- 13 – БУНКЕР ДЛЯ ОКОНЧАТЕЛЬНОГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ОСАДКА;**
- 14 – УФ-УСТАНОВКА**

С учетом рассмотренных инновационных решений предлагается отечественная технологическая схема (см. рис.), где в качестве сооружений первой ступени очистки применены осветлители-рециркуляторы. Данная схема позволяет, с одной стороны, надежно, эффективно очищать и обеззараживать поверхностные воды при достаточно широком диапазоне показателей их качества для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения, а с другой – обеспечивает возможность предотвратить сбросы со станции каких-либо неочищенных стоков в водоем.

Новизна предложенной схемы подтверждается тем, что практически все ее технологические и конструктивные узлы защищены патентами РФ.

Данная схема в полном объеме или её отдельные узлы могут быть использованы как при модернизации существующих станций очистки поверхностных вод, так и при проектировании новых.

В завершение, хотелось бы отметить, что работы по упрощению и удешевлению реализации данной технологии продолжаются. Так, предложено на её базе размещать в открытых сборных каналах осветлителей-рециркуляторов (или горизонтальных отстойников) погружные мембраны.

Такое инновационное решение дает возможность не только отказаться от скорых фильтров, сократив при этом площадь, необходимую для размещения ВОС, но и позволит осуществлять эксплуатацию мембран в оптимальных условиях, т.к. на них, независимо от уровня загрязненности исходной воды, во всех случаях будет поступать вода практически питьевого качества по показателю мутности.

С учетом тенденции к непрерывному повышению требований к питьевой воде, актуальность разработанных решений в перспективе будет возрастать. ●