

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВОДЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА РЕАГЕНТНУЮ ВОДОПОДГОТОВКУ

Ануфриев¹ В. Н., Волкова² Г. А.

*¹ К.т.н., доцент кафедры «Водоснабжение и водоотведение»
Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь
vladimir.amufriev@bntu.by*

*² К.т.н., доцент кафедры «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»
УО «Брестский государственный технический университет»
Брест, Беларусь, volga-brest@mail.ru*

Введение

Состав поверхностных вод, в том числе водохранилищ, зависит от условий формирования (подготовка ложа, поступление взвешенных и влекомых наносов) и источников питания. Как правило, вода водохранилищ характеризуется значительным содержанием органических веществ, наличием планктона и повышенной минерализацией в придонных слоях. Массовое развитие, отмирание клеток фитопланктона в поверхностных источниках водоснабжения ухудшает качество воды, приводит к появлению интенсивного запаха, повышению мутности и цветности воды, увеличению концентрации органических веществ, способствует выносу водорослей с водой на водопроводные очистные сооружения и увеличению нагрузки взвешенных веществ на сооружения.

Влияние параметров воды поверхностных источников водоснабжения на реагентную водоподготовку

Качество очищенной воды, подаваемой в систему питьевого водоснабжения, должно соответствовать показателям безопасности воды централизованных систем питьевого водоснабжения, установленным гигиеническим нормативом [1]. Методы реагентной обработки, в частности коагулирование, применяют, как правило, для очистки воды из поверхностных водоисточников. Для эффективной очистки воды на станциях водоподготовки проводят исследования по совершенствованию реагентной обработки (выбор коагулянтов и флокулянтов, определение их доз, порядок и место ввода в обрабатываемую воду) и по основным технологическим процессам и методам очистки воды, принятым на станциях.

В настоящее время для подготовки питьевой воды используют алюминий содержащие коагулянты: полиоксихлорид алюминия марки «АКВА-АУРАТ^{ТМ}», коагулянт для очистки воды ПОЛВАК марки 68, гидроксихлорид алюминия – «Pro-AQUA» марки «Pro-AQUA SB», полиалюминий гидроклорид марки «БОПАК-Е» и др. Эти реагенты требуют меньших доз, при этом не изменяют рН обрабатываемой воды, хорошо срабатывают при низких температурах воды (от 0°С до – минус 4°С), образуют меньший объем осадка, который легко обезвоживается. Использование флокулянтов позволяет снизить дозы коагулянтов, уменьшить продолжительность процесса коагулирования, повысить скорость осаждения образующихся хлопьев. В качестве флокулянтов используют высокомолекулярные органические и минеральные соединения, хорошо растворимые в воде.

На процесс коагуляции примесей воды оказывают влияние следующие факторы: количество взвешенных и коллоидных веществ, степень их дисперсности; концентрация растворенных органических соединений; концентрация ионов H^+ в воде; щелочность воды; анионный состав воды; температура воды; активная реакция воды; доза коагулянта и доза флокулянта; условия перемешивания и быстрота смешения воды с реагентами; содержание в воде естественных взвесей [2].

Показатели качества (мутность, цветность, перманганатная окисляемость, рН, запах, привкус, общая минерализация, щелочность, солевой состав, биомасса фитопланктона и др.) поверхностной воды, поступающей на станцию водоподготовки, изменяются в зависимости от сезонов года. При этом зависимости между содержанием примесей в исходной воде и в очищенной воде имеют не линейный характер. Также установлено существенное влияние гидрологического режима водоема на содержание примесей в исходной воде из поверхностного источника. В связи с этим расчетные дозы реагентов устанавливаются на основании инженерных изысканий для различных периодов года и корректируются в период наладки и эксплуатации сооружений согласно строительным нормам [3].

На основании анализа параметров воды поверхностных источников водоснабжения, осветленной воды после горизонтальных отстойников и очищенной воды была исследована кинетика изменения показателей мутности, цветности, перманганатной окисляемости и количества клеток фитопланктона по сезонам года. В холодное время года в декабре – апреле 2020 г. мутность поверхностной исходной воды составляла 0,69–1,64 мг/дм³, происходит снижение показателя мутности в очищенной воде до 0,44–0,62 мг/дм³, что не превышает норматива, равного 1,5 мг/дм³. Эффект очистки составил 62 %. При этом за период с января до середины февраля обработка поверхностной воды коагулянтом не производилась. В остальное время производилась обработка воды алюминий-содержащими коагулянтами дозой от 3,0 до 5,5 мг/дм³. За период июнь – октябрь при максимальной мутности исходной воды, равной 2,32–4,43 мг/дм³, происходит снижение показателя до 0,34–0,63 мг/дм³ в очищенной воде (эффект очистки – 86 %).

Цветность поверхностной воды колеблется в течение года от 15,5 до 17,8 градусов. При этом максимальные значения в очищенной воде наблюдались в холодный период года и составили до 11–12 градусов, а эффект очистки по значению цветности – порядка 33 %. Для сравнения, эффект по этапам очистки за период январь–март 2018 г. при максимальных значениях показателя цветности, равных 25–30 градусов, составил 57 %; в 2019 г. за период январь – апрель при максимальной цветности 18–19 градусов – 32 %.

Таким образом, прослеживается закономерность: эффект снижения по значениям показателя цветности ниже, чем по значениям показателя мутности. При низких температурах в зимнее время очистка воды солями алюминия протекает неудовлетворительно: процессы хлопьеобразования и осаждения замедляются, хлопья образуются очень мелкие, осаждаются неравномерно, в результате в воде остается большое количество мелких хлопьев, поступающих на фильтр, в очищенной воде может появляться некоторое количество остаточного алюминия. Это объясняется изменением вязкости воды. Вязкость

воды при 1°С примерно в два раза больше, чем при 30°С. Во столько же раз замедляется и скорость осаждения взвешенных в ней частиц [2].

Максимальные значения перманганатной окисляемости исходной воды фиксировались в период июнь – июль и составили 6,55–8,05 мг/дм³. Значение перманганатной окисляемости в очищенной воде поддерживалось в пределах от 3,75 до 4,20 мг/дм³ и происходило снижение этого показателя до 50 %. В этот же период (июнь – июль) количество клеток фитопланктона в исходной воде возрастает с 3820 кл/см³ в июне до 20142 кл/см³ в июле, что характеризует первую «волну» размножения водорослей под воздействием температуры воды и содержания биогенных веществ. Эффект очистки воды составил 90 % при снижении количества клеток фитопланктона в очищенной воде до 331,0–5610,0 кл/см³.

В течение августа – ноября проходит вторая «волна» роста и интенсивности размножения водорослей, с максимумом в октябре с количеством клеток фитопланктона в исходной воде 110705 кл/см³. При этом с августа по ноябрь удаление биомассы фитопланктона относительно стабильно производилось с эффектом 99 %, со снижением в очищенной воде количества клеток фитопланктона до 132,0–1529,0 кл/см³.

В процессе работы сооружений водоподготовки выделяют весенний период, когда повышается температура исходной воды и наступают условия, благоприятные для размножения фитопланктона, и, как следствие, увеличиваются перманганатная окисляемость и мутность, которые сильно влияют на эффективность очистки воды. Дозы коагулянтов также зависят от биомассы фитопланктона и перманганатной окисляемости воды. В холодное время года (декабрь – апрель) замедляется развитие фитопланктона, снижается перманганатная окисляемость и мутность исходной поверхностной воды в источнике водоснабжения, соответственно снижаются и дозы коагулянтов.

Заключение

Взаимное влияние всех факторов, влияющих на процесс коагулирования, невозможно точно рассчитать, поэтому для достижения эффективного управления процесса водоподготовки требуется постоянный мониторинг показателей качества воды по этапам очистки.

Режим дозирования коагулянта выбирается с учетом совокупности полученных данных. Периодическая подача коагулянта целесообразна в холодный период года при температуре обрабатываемой воды ориентировочно менее 8°С, когда снижается мутность поверхностной исходной воды, но сохраняются более высокие значения показателей цветности, перманганатной окисляемости, количества клеток и биомассы фитопланктона. Также следует учитывать результаты пробного коагулирования воды, по результатам которого на данный момент времени устанавливается целесообразность постоянной или периодической подачи коагулянта.

Список использованных источников

1. Показатели безопасности питьевой воды (гигиенический норматив): утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь 25.01.2021 № 37.

2. Драгинский, В. Л. Коагуляция в технологии очистки природных вод / В. Л. Драгинский, Л. П. Алексеева, С. В. Гетманцев. – Москва : Наука, 2005. – 576 с.
3. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения (СН 4.01.01-2019) Строительные нормы Республики Беларусь : Минск, 2020. – 68 с.