УДК 628.16

С.М. ЭПОЯН, доктор технических наук
Харьковский национальный университет строительства и архитектуры
В.А. ЯРКИН
Коммунальное предприятие «Харьковводоканал».

ОСОБЕННОСТИ СМЕШЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД НА СТАНЦИЯХ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Наведено особливості змішування природних вод з реагентами. Розглянуто типи змішувачів і їх недоліки. Запропоновано метод підвищення ефективності змішування природної води з реагентом.

Ключові слова: водопостачання, природна вода, реагент, змішування, ефективність, очищення, метод.

© С.М.Эпоян, В.А. Яркин, 2016

Приведены особенности смешения природных вод с реагентами. Рассмотрены типы смесителей и их недостатки. Предложен метод повышения эффективности смешения природной воды с реагентом.

Ключевые слова: водоснабжение, природная вода, реагент, смешение, эффективность, очистка, метод.

Presents a peculiarities of natural water mixing with reagents. Are considered the types of mixers and their shortcomings. Present a method for improving the efficiency of mixing of the natural water with the reagent.

Keywords: water supply natural water, reagent, mixing, efficiency, purification method.

В настоящее время для очистки воды поверхностных источников водоснабжения от грубодисперсных, коллоидных и других загрязнений наибольшее распространение получила физико-химическая технология, в которой процессы отстаивания и фильтрования являются важными элементами систем водоснабжения при подготовке воды хозяйственно-питьевого назначения [1, 245; 2, 19; 3, 54; 4, 295].

Питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь удовлетворительные органолептические свойства. Все это определяет необходимость внедрения новых технологий очистки поверхностных вод (реагентных, сорбционных, мембранных и др.), которые позволяют очистить воду от различных загрязнений, но их применение повышает стоимость очистки и не всегда целесообразно [5, 65; 6, 20; 7, 28].

Ухудшение качества природных вод и снижение эффективности работы традиционных очистных сооружений и производственных мощностей, с одной стороны, возрастание требований к качеству питьевой воды, подаваемой потребителям, с другой, привело к несоответствию санитарно-эпидемиологической надежности старых технологий водоочистки централизованных систем питьевого водоснабжения согласно ГСанПиНа Украины [8, 6].

Наиболее сложная ситуация в процессе эксплуатации водопроводных станций складывается в периоды паводков и залповых аварийных выбросов, когда при относительно стабильных уровнях примесей естественного характера, прогнозируемых по многолетним наблюдениям, зачастую фиксируются достаточно высокие (пиковые) концентрации токсичных примесей антропогенного происхождения [3, 270; 5, 66; 9, 379].

В практике водоподготовки наиболее распространенным методом очистки воды от грубодисперсных и коллоидных загрязнений является метод обработки воды коагулянтами, который требует поиска путей для его совершенствованию, а именно повышение скорости формирования и выпадения коагулированной взвеси в осадок. Недостатком данного метода является большой расход реагентов при неблагоприятных условиях

коагуляции: недостаточная щелочность, высокая цветность и низкая температура осветляемой воды в осенне-зимний период.

Анализ существующих методов улучшения физико-химических условий коагуляции примесей природных вод показывает, что очень актуальной является разработка новых, более эффективных по капитальным и эксплуатационным затратам методов, интенсифицирующих процессы коагуляции [5, 80; 6, 106; 9, 385; 10, 86].

Целью данной работы является повышение эффективности смешения природной воды с реагентом на станции водоподготовки.

Процесс коагуляция взвешенных и коллоидных примесей может быть осуществлен как самостоятельная ступень в технологической схеме обработки воды, предшествующая осаждению и фильтрованию. Он может также сочетаться с процессом осаждения или фильтрования. При этом очень важным условием повышения эффективности и глубины протекания процессов коагуляции и осветления воды является обеспечение быстрого и интенсивного смешения реагентов с водой в смесителе, а также дальнейшее равномерное медленное перемешивание в камере хлопьеобразования для формирования большого количества крупных, плотных и быстро оседающих хлопьев [11, 41; 12, 2].

Перемешивание с реагентами должно закончиться до того, как начнется образование хлопьев во всей массе воды. Обычно продолжительность пребывания воды в смесителях не должна превышать 1-2 мин.

Смесители, которые используют на отечественных и зарубежных водоочистных станциях, могут быть разделены на следующие две группы [2, 43; 3, 208; 4, 324; 7, 31; 11, 44].

1. Гидравлические, в которых смешение реагентов с водой достигается за счет энергии потока воды, расходуемой на повышение его турбулентности (образование вихрей): смешение в трубе или в трубе с диафрагмами, в перегородочных, дырчатых, вихревых смесителях.

Недостатком смесителей гидравлического типа является неравномерность распределения реагента по сечению смесителя, невозможность регулирования интенсивности смешения, использование, как правило, только одного реагента.

2. Механические, в которых турбулентность потока усиливается мешалками различных типов, приводимых в действие внешними источниками энергии: смешение в центробежном насосе, смешение пропеллерными и лопастными мешалками.

Основным недостатком механических смесителей является необходимость дополнительных затрат энергии, что в масштабах крупных водоочистных станций выливается в значительное увеличение эксплуатационных расходов на водоподготовку. Кроме того, все вращающиеся части, которые находятся в агрессивной среде требуют дополнительных эксплуатационных затрат.

Исходя из вышесказанного, с целью усовершенствования работы смесителей в комплексе очистных сооружений систем водоснабжения, необходимо выполнить работы по регулированию интенсивности смешения и повышения его эффективности. Это позволит уменьшить «мертвые зоны», которые не принимают участие в процессе смешения и осуществить использования нескольких реагентов в процессе смешения, что в свою очередь позволит увеличить их эффективность, повысить производительность очистных сооружений, улучшить качество и снизить себестоимость очищенной воды.

На водопроводных очистных сооружениях большой производительности находят применение перегородчатые смесители коридорного типа с горизонтальным движением воды с поворотами на 180^0, число поворотов 8-10 [2, 46; 3. 214; 11, 44].

Исследования в натурных условиях работы смесителей представляют определенные трудности так, как на станциях очистки воды должно находиться не менее двух смесителей, а резервных смесителей не предусматривается [11, 44], что очень затрудняет условия проведения исследований и эксплуатации. Поэтому, следует проводить исследования работы смесителя в лабораторных условиях на моделях.

Лабораторное моделирование смесителей позволит выработать ряд практических предложений по модернизации существующих смесителей на действующих водоочистных станциях, а также методики интенсификации процесса смещения природной воды с реагентами.

Интенсификация процесса коагуляции заключается в выборе необходимой скорости формирования хлопьев и степени отделения взвеси в объеме обрабатываемой воды, что в конечном итоге играет решающую роль для повышения эффективности осветления воды [7, 32; 13, 177].

При проведении лабораторных исследований, поставлена задача, подавать различные реагенты в разные места смесителя, регулировать интенсивность смешения и уменьшения «мертвых зон», которые не принимают участие в процессе.

Изменение набора и точек введения реагентов также может существенно улучшить качество очистки питьевой воды. Например, иногда целесообразна корректировка pH изменением точки введения подщелачиваемого реагента. В ряде случаев введение щелочи после коагулянта обеспечивает более глубокое обесцвечивание воды, меньшую концентрацию остаточного алюминия, экономию коагулянта. Также введение щелочи после смесителя и перед фильтрами улучшает выделение гумусовых веществ на первой ступени очистки при низких pH и способствует снижению остаточного алюминия на стадии фильтрования.

Повышение эффективности смешения природной воды с реагентом будет осуществляться за счет того, что в каналах смесителя перегородчатого типа перпендикулярно перегородкам располагаются съемные щелевые перегородки, в которых щели устраиваются перпендикулярно или параллельно плоскости днища канала, а также съемные рассредоточенные

трубчатые щелевые или дырчатые системы подачи реагентов, щели или ряды отверстий в которых расположены перпендикулярно щелям перегородки. Перпендикулярное расположение отверстий или щелей системы подачи реагента и щелей перегородки повышает эффект смешения. При этом количество щелевых перегородок и расстояния между ними для каждого реагента зависит от физико-химических показателей качества исходной воды и типа реагента.

В результате проведенных исследований разработана конструкция перегородчатого смесителя, которая схематично представлена на рис.1.

Приведенная конструкция смесителя перегородчатого типа, позволяет регулировать интенсивность смешения, повысить его эффективность, подавать различные реагенты в разные места смесителя, а также уменьшить «мертвые зоны», которые не принимают участие в процессе смешения. Таким образом, данное решение позволит повысить эффективность смешения и очистки на станциях подготовки питьевой воды.

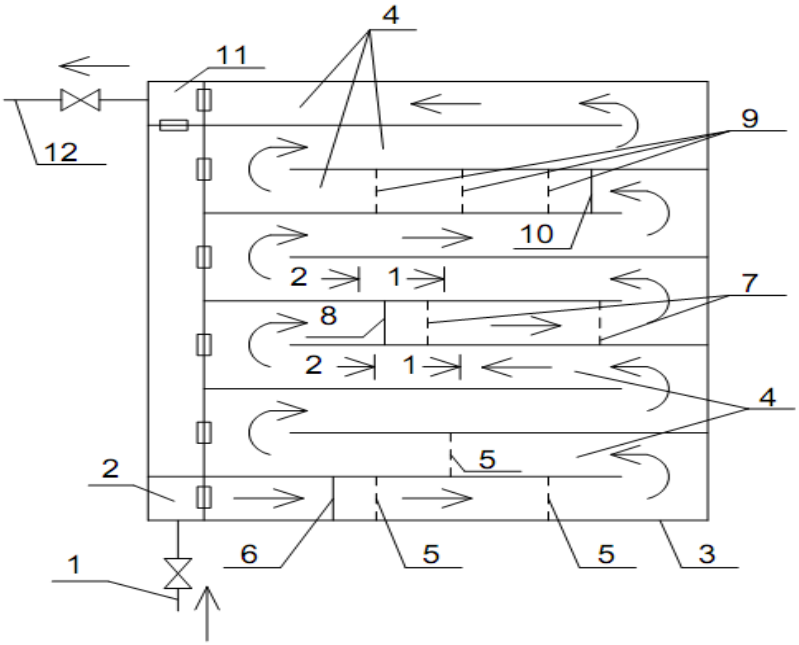

Рис.1. Конструкция перегородчатого смесителя:

1 – трубопровод подачи исходной воды; **2** – распределительная камера; **3** – корпус перегородчатого смесителя; **4** – каналы перегородчатого смесителя; **5** – щелевые перегородки (например, с горизонтальным расположением щелей); **6** – рассредоточенная система подачи первого реагента (например хлорсодержащие реагента) с вертикальным расположением его подачи; **7** – щелевые перегородки (например с вертикальным расположением щелей); **8** – рассредоточенная система подачи второго реагента (например коагулянта) с горизонтальным расположением его подачи; **9** – щелевые перегородки (например, с вертикальным расположением щелей); **10** – рассредоточенная система подачи третьего реагента (например, флокулянта) с горизонтальным расположением его подачи; **11** – сборная камера; **12** – трубопровод отвода исходной воды смешанной с реагентами

Список литературы

1. *Абрамов Н.Н.* Водоснабжение: Учебник для вузов. – 3-е изд. перераб. и доп. / Н.Н. Абрамов. – М.: Стройиздат, 1982. – 440 с.
2. *Епоян С.М.* Водопостачання та очистка природних вод: Навчальний посібник / [С.М. Епоян, В.Д. Колотило, О.Г. Друшляк та ін.]. – Харків: Фактор, 2010. – 192 с.
3. *Журба М.Г.* Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: в 3т. Т2. Очистка и кондиционирование природных вод. – Изд. 3-е, перераб. и доп.: Учебное пособие / [М.Г. Журба, Л.И.Соколов, Ж.М.Говорова]. – М.: Изд. АСВ, 2010.– 532 с.
4. *Тугай А.М.* Водопостачання: Підручник / А.М. Тугай, В.О.Орлов. – К.: Знання, 2009.– 735 с.
5. *Мякишев В.А.* Модернизация коммунальных систем водоснабжения и водооотведения / В.А. Мякишев.– Симферополь: НАПКС, 2005.– 200 с.
6. *Повышение* эффективности работы сооружений при очистке питьевой воды: монография / С. М. Эпоян, Г. И. Благодарная, С.С. Душкин, В.А. Сташук; Харьк. нац. акад. гор. хоз-ва. – Х. :ХНАГХ, 2013. – 190 с.
7. *Реконструкція* і інтенсифікація споруд водопостачання та водовідведення: Навчальний посібник / [О.А.Василенко, П.О.Грабовський, Г,М.Ларкіна, О.В.Поліщук, В.Й.Прогульний]. – К.: ІВНВКП “Укргеліотех”, 2010. – 272с.
8. *Гігієнічні вимоги* до води питної, призначеної для споживання людиною: ДСанПіН 2.2.4-171-10: затв. Міністерством охорони здоров'я України наказ №400 від 12.05.2010; чинний з 01.06.2010.
9. *Хоружий П.Д.* Ресурсозберігаючі технології водопостачання / П.Д. Хоружий, Т.П. Хомутецька, В.П. Хоружий. – К.: Аграрна наука, 2008. – 534 с.
10. *Епоян С.М.* Фізіко-хімічні методи обробки природних вод: Навчальний посібник / [С.М. Епоян, Р.І. Назарова, О.М. Коновалов та ін.]. – Х.: Видавництво «Точка», 2010. – 262 с.
11. *ДБН В.2.5-74:2013.* Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К: Мінрегіон України, 2013. – 172 с.
12. *Деклараційний патент* на винахід №53935 А Україна ИА 7 С02F 1/00/ Спосіб змішування реагентів у змішувачах і камерах утворення пластівців водоочисних споруд / Токар И.Я. (Україна). – № 2002032222; Заявлено 20.03.2002; Опубліковано17.02.2003, Бюлетень №2. - 4 с.
13. *Бабенков Е.Д.* Очистка воды коагулянтами/ Е.Д. Бабенков, – М.: Наука, 1977. – 356 с.

Надійшло до редакції 14.04.2016