

Выводы

Обработка воды активированным раствором коагулянта позволяет улучшить бактериологические показатели осветленной воды и этим самым повысить экологическую безопасность питьевой воды.

В дальнейшем необходимо выполнить исследования по конструкторско-технологическому внедрению активированных растворов коагулянта при подготовке питьевой воды.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Вишневецький В. І. Водогосподарський комплекс у басейні Дніпра: Наукове видання / В. І. Вишневецький, В. А. Сташук, А. М. Сакевич. – Київ: Інтерпрес ЛТД, 2011. – 188 с.
2. Водні ресурси та якість поверхневих вод басейну Південного Бугу / В. К. Хільчевський, О. В. Чунарьов, М. І. Ромась та ін.; за ред. В. К. Хільчевського. – Київ: Ніка-Центр, 2009. – 184 с.
3. Гідрохімічний режим та якість поверхневих вод Дністра на території України. / В. К. Хільчевський, О. М. Гончар, М. Р. Забокрицька та ін]; за ред. В. К. Хільчевського та В. А. Сташука. – Київ: Ніка-Центр, 2013. – 256 с.
4. Насонкина Н. Г. Повышение экологической безопасности систем питьевого водоснабжения. / Н. Г. Насонкина. – Макеевка: ДонНАСА, 2005. – 181с.
5. Водні ресурси: використання, охорона, відтворення управління: Підручник для

- студентів ВНЗ / А. В. Яцик, Ю. М. Грищенко, Л. А. Волкова, І. А. Пашенюк. – Київ: Генеза, 2007. – 360 с.
6. «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»: ДСанПіН 2.2.4–171–10: затв. Міністерством охорони і здоров'я України №400 від 12.05.2010: чинний з 01.06.2010 р.
7. Реконструкция и интенсификация сооружений водоснабжения и водоотведения: Учебное пособие / А. А. Василенко, П. А. Грабовский, Г. М. Ларкина, А. В. Полищук, В. И. Прогульный. – Киев – Одесса: КНУСА, ОГАСА, 2007. – 307 с.
8. Корінько І. В. Контроль якості води / І. В. Корінько, В. Я. Кобилянський, Ю. О. Панасенко – Харків: ХНАМГ, 2013 – 288 с.
9. Душкин С. С. Методологические аспекты проведения исследований при использовании активированных растворов коагулянта в процессе очистки воды / С. С. Душкин // Комунальне господарство міст: наук.- техн. зб. – Харків: ХНАМГ, 2012. – Вип. 105. – С. 320 – 334.
10. Повышение эффективности работы сооружений при очистке питьевой воды: Монография / С. М. Эпоян, Г. И. Благодарная, С.С. Душкин, В. А. Сташук. – Харків: ХНАМГ, 2013. – 190 с.
11. Возная Н. Ф. Химия воды и микробиология / Н. Ф. Возная. – М.: Высшая школа, 1979. – 340 с.
12. Лурье Ю. Ю. Унифицированные методы анализа вод / Ю. Ю. Лурье. – М.: Химия, 1971. – 375 с.

УДК 628.16

Яркин В.А.

Коммунальное предприятие «Харьковводоканал»

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ СМЕСИТЕЛЯ ПЕРЕГОРОДЧАТОГО ТИПА

Введение. Наиболее распространенным методом очистки воды от грубодисперстных и коллоидных загрязнений является метод обработки воды коагулянтом, который требует поиска путей для его усовершенствования, а именно увеличение скорости формирования и выпадения коагулированных взвесей в осадок [1-6].

Интенсификация процесса коагуляции имеет большое значение в связи с возрастающими требованиями к качеству питьевой воды [7, 8].

Интенсификация процесса коагуляции заключается в выборе необходимой скорости формирования хлопьев и сте-

пени отделения взвеси в объеме обрабатываемой воды, что в конечном итоге играет решающую роль для повышения эффективности осветления воды [9-11].

Известно, что процесс смешения раствора коагулянта с водой определяет последующие стадии образования хлопьев гидролизированных форм коагулянта, отстаивание и фильтрование [3-5,12]. Гидродинамический режим смешения раствора коагулянта с сырой водой определяет кинетику образования хлопьев, их размер и плотность [12-14].

Однако, выбор гидродинамического режима смесителя является сложной технологической задачей, поскольку процесс на начальных стадиях коагуляции - процесс образования хлопьев гидролизированных форм коагулянтов (гидроксидов алюминия или железа), является сложным и определяется большим числом факторов: интенсивностью перемешивания; мутностью исходной воды; вводимой дозой и типом коагулянта; температурой и т.д. Теории коагуляции разработаны для случаев наличия примесей, способных потенциально к образованию агрегатов. В то же время математических моделей, описывающих все стадии процесса, не существует. Это сдерживает разработку эффективных технологических процессов очистки воды.

Рассмотрим способы повышения эффективности смешения природной воды с реагентами и улучшения качества ее очистки на базе смесителей гидравлического типа, применяемых на водоочистных комплексах, так как механические смесители в нашей стране не нашли широкого распространения не только потому, что требуются затраты на электроэнергию, но и потому, что все вращающиеся части, которые находятся в агрессивной среде требуют дополнительных эксплуатационных затрат.

Смесители гидравлического типа характеризуются конструктивной простотой и эксплуатационной надежностью, однако при расходах обрабатываемой воды меньше расчетных они не обеспечивают надежного эффекта смешения [3, 4, 9, 15, 16].

На крупных водоочистных комплексах находят применения перегородчатые смесители коридорного типа с горизонтальным движением воды с поворотами на 180° , число поворотов 8-10 [3, 4, 9].

Целью данных исследований является интенсификация работы смесителя перегородчатого типа.

Задачи исследований. При проведении лабораторных исследований, поставлена задача, подавать различные реагенты в разные места смесителя, регулировать интенсивность смешивания и уменьшения «мертвых зон», которые не принимают участие в процессе смешивания [17].

Результаты исследований. Задача будет решаться 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 смешивания. Количество щелевых перегородок и расстояния между ними для каждого реагента зависит от физико-химических показателей качества исходной воды и типа реагента. Количество систем подачи реагентов - от количества реагентов.

В результате проведенных исследований разработана конструкция смесителя перегородчатого типа, которая позволяет регулировать интенсивность смешивания, повысить эффективность смешивания, уменьшить «мертвые зоны», которые не принимают участие в процессе смешивания и подавать различные реагенты в разные места смесителя [18]. Это позволит своевременно менять технологические процессы смешивания реагентов с исходной водой в зависимости от физико-химических показателей воды, типов и видов реагентов, которые могут использоваться на станции очистки [19, 20].

Исследования в натуральных условиях работы смесителей представляют определенные трудности так, как на станциях очистки воды должно находиться не меньше двух смесителей, а резервных смесителей не предусматривается, что очень затрудняет условия исследований и эксплуатации. Поэтому, лучше проводить исследования работы смесителя в лабораторных условиях на моделях.

В практике водоподготовки для определения коэффициента объемного использования сооружений применяется так называемый «солевой метод» [21], который заключается в следующем: в сооружение вводится раствор поваренной соли и далее определяется щелочность воды путем отбора проб в разных точках по площади или высоте сооружения и определяется в них щелочность. При вводе коагулянта щелочность изменяется пропорционально введенной дозе коагулянта, поэтому при равномерном распределении потока щелочность приблизительно одинакова [9].

Такой метод определения интенсивности смешивания может быть применен на первом этапе исследований смесителей. Исследования проводятся на модели перегородчатого смесителя коридорного типа с поворотом на 180° [19]. В начале эксперименты проводятся с щелевыми перегородками, установленными перпендикулярно потоку, а затем эти перегородки снимаются, а эксперимент продолжается. Таким образом, эксперименты проводятся при одних и тех же условиях, что дает возможность сравнивать полученные результаты. Пробоотборники устанавливаются за щелевыми перегородками по ходу движения воды, с постоянными истечением из них воды, а также и в коридорах. Причем расход воды через пробоотборники не должен превышать 5% общего расхода смесителя, чтобы не нарушать гидродинамический режим смешения.

Расход воды, который подается на смеситель определяется с помощью счетчика воды (VPD 50/50). В качестве реагентов используются коагулянт (например, серно-кислый алюминий), щелочь (например сода), флокулянт (например ПАА)

расход которых определяется объемным способом. Для искусственного замутнения воды используется ил реки Северский Донец взятый из ковша водозабора Комплекса водоподготовки «Донец», обособленного подразделения КП «Харьковводоканал».

Реагенты, вводимые в смеситель, изменяются в зависимости от поставленной задачи эксперимента. Мутность воды, поступающей на смеситель, определяется с помощью фотоэлектрокалориметра (UV 1600). Все данные фиксируются в журнале исследований. На рис. 1 приведена схема экспериментальной установки.

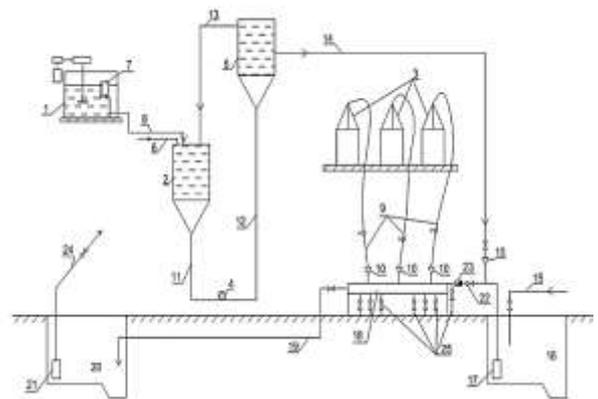


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

В данную схему входят: бак 1 для приготовления концентрированной взвеси, двухсекционный. Секции бака оборудованы электромешалками, которые поддерживают взвесь во взвешенном состоянии. Бак 2 для приготовления замутнителя нужной концентрации, необходимого для ввода в водопроводную воду, сосуды Мариотта 3 с разными растворами реагентов требуемой крепости; насос смеситель 4 для подачи раствора замутнителя в бак с постоянным уровнем воды 5. Приготовление замутнителя в бак нужной концентрации осуществляется путем разбавления концентрированной взвеси, водой, которая поступает по трубопроводу 6. Концентрированная взвесь подается при помощи поплавкового дозатора 7 по трубе 8. Растворы реагентов поступают в необходимые точки смесителя по гибким шлангам 9, на которых установлены вентили для регулирования расходов реагента через

приемные воронки 10. Насос — смеситель 4 имеет всасывающие и напорные линии 11 и 12. Для поддержания постоянного уровня воды в бачке 5 устроена переливная труба 13. Движение воды после бачка 5 на смеситель самотечное по шлангу 14. Водопроводная вода по трубопроводу 15 поступает в бак 16 откуда погружным насосом 17 подается в перегородчатый смеситель коридорного типа 18 и далее по трубопроводу 19 в сборной резервуар 20 откуда погружным насосом 21 по трубопроводу 24 сбрасывается в канализацию. Перегородчатый смеситель 18 снабжен пробоотборниками 25. Смеситель оборудован запорно-регулирующей арматурой 22 и счетчиком воды 23.

После отстаивания проб определенное время, производится измерение их мутности, а также измерение весовой концентрации взвешенных веществ. Изменяя различные параметры процесса перемешивания, появляется возможность определить их влияние на эффективность процесса.

Таким образом, в соответствии с разработанной методикой были проведены экспериментальные исследования по повышению эффективности смешения природной воды с реагентами. Данный метод позволит интенсифицировать смешение природной воды с реагентами и далее улучшит качество очистки [19].

Экспериментальные исследования перегородчатого смесителя коридорного типа проводили в лаборатории водоснабжения кафедры водоснабжения, канализации и гидравлики Харьковского национального университета строительства и архитектуры на экспериментальной установке, выполненной в масштабе 1:10 и при равенстве скоростей движения потока воды в модели и натуре.

Исследования проводили на модели экспериментальной установки, описанной

выше. Пробы отбирали в двух точках, расположенных на разной глубине и в разных местах по площади живого сечения коридоров перегородчатого смесителя на расстоянии 0,4 м от рассредоточенного ввода раствора коагулянта ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$). Ввод раствора коагулянта снижает щелочность воды, но по определению щелочности воды в местах отбора проб можно определить интенсивность смешения воды с раствором коагулянта. При полном смешении воды с раствором коагулянта щелочность воды должна быть практически одинакова в точках отбора проб.

Дополнительные щелевые поперечные перегородки устанавливали в первом и третьем коридоре экспериментальной установки, т.к. в этих коридорах наибольшая интенсивность смешения исходной воды с раствором коагулянта за счет большей скорости движения потока воды в этих коридорах. Щелочность воды в точках отбора проб определяли путем титрования соляной кислотой в присутствии индикатора (метил оранжевый). Щелочность исходной воды при проведении экспериментов была 4,1 мг-экв/л.

Результаты экспериментов представлены в табл. 1.

Из результатов, приведенных в табл. 1, видно, что после установки поперечных щелевых перегородок щелочность воды после установки второй щелевой перегородки в двух пробах стала одинаковой, что указывает на полное смешение реагента с водой. Такое условие в перегородчатом смесителе возникает только в пятом коридоре. Кроме того, щелочность воды в смесителе с поперечными щелевыми перегородками на выходе потока воды из смесителя ниже, чем в смесителе без щелевых перегородок, что указывает на то, что большая часть реагента вступила во взаимодействие.

Таблица 1 – Результаты экспериментальных исследований по определению интенсивности смешения раствора коагулянта $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ с исходной водой

№ коридоров	Перегородчатый смеситель			Перегородчатый смеситель с поперечными щелевыми перегородками				
	Скорость движения потока, м/с	Щелочность воды, мг-экв/л		Скорость движения потока, м/с	Перегородка №1		Перегородка №2	
		проба №1	проба №2		проба №1	проба №2	проба №1	проба №2
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,7	4,1	4,1	0,7	4,05	4,0	-	-
2	0,68	4,05	4,1	0,68	4,0	3,95	-	-
3	0,66	4,03	4,05	0,66	-	-	3,9	3,9
4	0,63	4,0	4,03	0,63	-	-	3,9	3,9
5	0,61	4,0	4,0	0,61	-	-	3,8	3,8
6	0,59	3,9	3,9	0,59	-	-	3,75	3,75
7	0,56	3,8	3,8	0,56	-	-	3,6	3,6
8	0,54	3,7	3,7	0,54	-	-	3,4	3,4
9	0,52	3,6	3,6	0,52	-	-	3,2	3,2
10	0,5	3,5	3,5	0,5	-	-	3,0	3,0

Выводы. Проведенные исследования показали, что предлагаемая конструкция перегородчатого смесителя коридорного типа значительно увеличивает интенсивность смешивания реагентов с водой и создает оптимальные условия для смешивания нескольких реагентов с водой, что значительно может расширить область применения смесителей.

ЛИТЕРАТУРА:

- Абрамов Н.Н. Водоснабжение: Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1982. – 440 с.
- Грабовский П.А., Ларкина Г.М., Прогульный В.И. Очистка природных вод: Учебное пособие. – Одесса: ОГАСА, 2003. – 267 с.
- Епоян С.М., Колотило В.Д., Друшляк О.Г. та ін. Водопостачання та очистка природних вод: Навчальний посібник. – Харків: Фактор, 2010. – 192 с.
- Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: в 3 т. Т.2. Очистка и кондиционирование природных вод: Учебное пособие. – М.: Издат. АСВ, 2010. – 532 с.
- Найманов А.Я., Никиша С.П., Насонкина Н.Г. и др. Водоснабжение. – Донецк: ООО Норд Комп'ютер, 2006. – 654 с.
- Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання: Підручник. – К.: Знання, 2009. – 735 с.
- ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 172 с.
- ДСанПіН 2.2.4-171 -10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. – МОЗ України, 2010.
- Василенко О.А., Грабовський П.О., Ларкіна Г.М. та ін. Реконструкція і інтенсифікація споруд водопостачання та водовідведення: Навчальний посібник. – К.: ІВНВКП Укрґеліотех, 2010. – 272 с.
- Николадзе Г.И. Технология очистки природных вод: Учебник для вузов. – М.: Высш. шк., 1987. – 479 с.
- Хоружий П.Д., Хомуцька Т.П., Хоружий В.П. Ресурсозберігаючі технології водопостачання. – К.: Аграрна наука, 2008. – 534 с.
- Драгинский В.Л. Алексева Л.П., Гетманцев С.В. Коагуляция в технологии очистки природных вод. – М.: НИИ КВОВ, 2005. – 571с.
- Бабенков Е.Д. Очистка воды коагулянтами. – М.: Наука, 1977. – 356 с.
- Куликов Н.И., Найманов А.Я., Омельченко Н.П., Чернышев В.Н. Теоретические основы очистки воды: Учебное пособие. – Донецк: Ноулидж (Донецкое отделение), 2009. – 298 с.
- Водоснабжение населенных мест и промышленных предприятий / В.А. Клячко, С.Н. Аронов, В.И. Лазарев, С.К.

- Абрамов и др. / под общ. ред. И.А.Назарова. – М.: Стройиздат, 1977. – 288 с. – (Справочник проектировщика).
16. Епоян С.М., Сухоруков Г.И., Яркін В.А. Існуючі споруди змішування природних вод і методи їх удосконалення // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ. – 2015. – № 2 (80). – С. 201-205.
 17. Эпоян С.М., Сухоруков Г.И., Яркин В.А. Условия гидравлического моделирования смесителей // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ. – 2015. – № 3 (81). – С. 110-113.
 18. Пат. 112131 Україна, МПК ВО1F 5/02 (2006.01). Перегородчастий змішувач.
 19. Эпоян С.М., Сухоруков Г.И., Яркин В.А. Метод повышения эффективности смешения природной воды с реагентом и методика проведения исследований // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ. – 2016. – № 1 (83). – С. 187-193.
 20. Эпоян С.М., Яркин В.А. Особенности смешения природных вод на станциях подготовки воды в современных условиях // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідраліки: Наук.-техн. зб. – К.: КНУБА, 2016. – Вип. 26. – С. 15-20.
 21. Кутателадзе С.С., Стырикович М.А. Гидродинамика газожидкостных систем. – М.: Энергия, 1976. – 396 с.

УДК 628.16

Мартинов С.Ю., Орлова А.М., Куницький С.О.

Національний університет водного господарства та природокористування

ПІНОПОЛІСТИРОЛЬНІ ФІЛЬТРИ В СХЕМАХ КОНТАКТНОГО ЗНЕЗАЛІЗНЕННЯ ВОДИ

Вступ. Україна відноситься до країн з невеликими природними запасами вод [1, 2]. За даними регіональної оцінки прогнозні ресурси підземних вод України становлять близько 61,7 млн. м³/добу, з них з мінералізацією до 1,5 мг/дм³ – 57,5 млн. м³/добу [3]. Розподіл прогнозних ресурсів підземних вод по площі країни досить нерівномірний, що обумовлено відмінностями геолого-структурних та фізико-географічних умов різних регіонів. Основна частина ресурсів зосереджена у північних та північно-західних частинах країни, які відзначаються сприятливими умовами формування значних об'ємів підземних вод. Безпеченість підземними водами на одну людину коливається в межах 0,3...5,0 м³/добу.

Майже 50% води з підземних джерел подається комунальними водопроводами із відхиленнями від вимог стандарту по загальній жорсткості, вмісту сухого залишку, заліза, марганцю, фтору, нітратів і сполук аміаку [4]. Як правило, переважна більшість захищених підземних джерел має підвищену концентрацію заліза, що

досить часто супроводжується підвищеним вмістом розчинених газів [5-8]. Близько 90% сільського населення використовує воду підземних горизонтів, серед яких практично все сільське населення північних, західних та північно-східних регіонів України.

Мета і завдання. Робота направлена на розробку науково обґрунтованих ресурсо- та енергоощадних схем контактного знезалізнення підземних вод на пінополістирольних фільтрах з врахуванням особливостей експлуатації діючих споруд водопостачання.

Результати досліджень. За останні роки спостерігається зниження водоспоживання [4]. В зв'язку цим діючі водозабори працюють не на повну потужність, і для забезпечення підтримання свердловин в робочому стані вони експлуатуються групами. Крім того, на режим роботи водопроводів впливають економічні фактори, до яких, в першу чергу, потрібно віднести зміну вартості електроенергії впродовж доби, що пов'язано з використанням багатозонних тарифів на електроенергію.