

котурбулентным режимом движения жидкости. Более высокие скорости движения жидкости не были исследованы по причине ограничения развиваемого давления воздушным мембранным компрессором, применявшимся в данном исследовании.

Заключение. Выполненные исследования показывают, что применение пневмогидравлического метода диспергации газа высокотурбулентным режимом движения жидкости является перспективным, поскольку позволяет получать мелкие жидкостно-газовые дисперсии, крайне необходимые при процессах флотации, озонирования, обескислороживания и т.д. Для более полной оценки экономической эффективности данного метода диспергирования газа необходимо продолжить данные исследования на пневмогидравлических диспергаторах с пористыми трубками большего внутреннего диаметра, имеющими одинаковые поры.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Жерноклев, А.К. Аэрация и озонирование в процессах очистки воды / А.К. Жерноклев, Л.П. Пилинович, В.В. Савич. – Мн.: Тонпик, 2002. – 129 с.
2. Мещеряков, Н.Ф. Флотационные машины и аппараты / Н.Ф. Мещеряков – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1982. – 200 с.
3. Воронов, Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Ю.В. Воронов, С.В. Яковлев. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 704 с.
4. Вакулкина, Н.В. Характеристики монодисперсной газожидкостной смеси при течении в вертикальной трубе / Н.В. Вакулкина, Б.К. Козьменко, О.Н. Кашицкий // Инженерно-физический журнал. – 1979. – Том 36, № 4. – С. 695–699.

УДК: 628.21

Г.А. ВОЛКОВА, Н.Ю. СТОРОЖУК, С.В. АНДРЕЮК

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА КОАГУЛЯЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ КОАГУЛЯНТОВ И ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ФЛОКУЛЯНТОВ

The report examines the use of promising new coagulants and flocculants for intensification of natural water purification. coagulation treatment method used for the extraction of water stabilized and unstabilized surface-active compounds (surfactants) and fine colloidal substances which are not removed by mechanical means, ie, settling, flotation and filtration.

Основной и определяющей стадией очистки природных вод в условиях повышения загрязненности водонисточников остается коагуляция воды. Как известно, коагуляционный метод очистки применяется для извлечения из воды стабилизированных и нестабилизированных поверхностно-активными веществами (ПАВ) коллоидных и тонкодисперсных веществ, не удаляемых механическими методами, то есть отстаиванием, флотацией и фильтрованием. К коллоидным и тонкодисперсным веществам относятся частицы с гидравлической крупностью менее 0,3 мм/сек и имеющих дисперсность частиц менее 100 мкм. Ими могут быть органические гидрофобные загрязнения

(нефтепродукты), гидрофильные органические вещества (гумусовые, полисахариды, белки, лигнин), минеральные вещества (глинистые частицы, окислы различных металлов, карбонаты). Одновременно может происходить химическое осаждение растворенных органических и минеральных веществ, которые могут вступать в химическое взаимодействие с коагулянтами и флокулянтами с образованием нерастворимых соединений. К таким веществам относятся соли гуминовых и фульвокислот, анионные и катионные ПАВ, фосфаты, сульфаты, катионы и комплексные анионы тяжелых металлов.

Классическим коагулянтом для очистки природных вод является сернокислый алюминий. Это обусловлено высокой коагулирующей, адсорбционной и осадительной способностью данного реагента и продуктов его гидролиза в отношении большинства загрязнений природных вод. Однако сернокислый алюминий имеет и ряд недостатков: низкая эффективность и высокое содержание остаточного алюминия при низких температурах, сильное снижение pH воды и необходимость ее корректировки. В этой связи и с ужесточением санитарных требований к воде в последние годы в практике очистки природных вод большое внимание уделяется новым коагулянтам, основным солям алюминия, железосодержащим, смешанным, органическим и неорганическим коагулянтам, высокомолекулярным флокулянтам [1-8].

Первое место среди этих реагентов принадлежит полиоксихлориду алюминия, который в настоящее время производится не только зарубежными, но и отечественными фирмами [2, 3, 4].

Полиоксихлориды алюминия относятся к основным солям алюминия и отличаются основностью, то есть содержанием OH-групп. Гидролиз полиоксихлорида алюминия (ПОХА) по сравнению с сернокислым алюминием сопровождается меньшим снижением величины pH воды, так как часть хлор-ионов уже замещены гидроксид-ионами. Следовательно, температура воды должна оказывать меньшее влияние на процесс гидролиза ПОХА. Исследования по использованию полиоксихлорида алюминия для очистки воды из источников, обладающих различными характеристиками загрязненности, показали, что эффективность ПОХА так же, как и сернокислого алюминия, зависит от показателей качества обрабатываемой воды, различий в технологии и оборудовании сооружений для коагуляции, различных методик проведения экспериментов в лабораторных условиях, и не всегда его применение лучше сульфата алюминия [5, 6]. При цветности исходной воды более 50 градусов и перманганатной окисляемости выше 11 мг/л очистка воды с применением ПОХА происходит менее эффективно [6]. Из других алумосодержащих коагулянтов следует отметить полиоксисульфат или дигидросульфат алюминия, смешанный коагулянт оксихлорсульфат алюминия марки «Касофт», в состав которого входят сульфат и хлор-ионы [2]. Эти коагулянты обладают высокой коагулирующей активностью, так как при их гидролизе образуются полимерные оксисульфатные и оксихлоридные комплексы, обладающие меньшей растворимостью и, следовательно, лучшей коагулирующей способностью, чем полиоксихлоридные.

Важным фактором, определяющим эффективность очистки воды неорганическими коагулянтами, является поддержание оптимальной величины pH, которая оказывает влияние как на процесс гидролиза неорганических коагулянтов, так и на степень диссоциации растворенных неорганических и органических веществ природного и

антропогенного происхождения, присутствующих в воде, а следовательно, на эффективность их извлечения. Так, например, гуминовые кислоты при низких рН диссоциируют с образованием отрицательно заряженных полимерных ионов, которые эффективно удаляются положительно заряженными органическими коагулянтами. Этим можно объяснить более высокую эффективность коагуляционной очистки цветных вод в кислой среде с корректировкой величины рН после отстойников [1]. В этой связи, основываясь на знании состава природных вод, химических свойств примесей, можно в значительной степени улучшить степень коагуляционной очистки воды путем регулирования только величины рН.

Другим способом интенсификации очистки природных вод коагуляцией является использование органических сильнозаряженных катионных коагулянтов типа ВПК-402, Суперфлок С-577, Феннопол К-211, Магнафлок LT-31, Балтфлок 28 РЗ [1], которые при малых дозах способны: снизить заряд коллоидных частиц и вследствие этого ускорить процесс слипания частиц с образованием микрохлопьев, а затем и макрохлопьев; вступать в химическое взаимодействие с органическими анионами гуминовых, фульвокислот и другими низкомолекулярными комплексными анионами тяжелых металлов с образованием нерастворимых веществ, удаляемых отстаиванием или фильтрацией; снизить мутность, перманганатную окисляемость воды.

Перспективным является применение катионных органических коагулянтов Метаида и Фогуцида [10], обладающих флокулирующей и обеззараживающей способностью, что позволяет исключить стадию хлорирования воды в процессах водоподготовки.

Заслуживают более широкого использования производимые на основе нефелинов смешанные алюмокремниевые коагулянты АКФК и РНК [2], которые, благодаря наличию в их составе кремниевой кислоты, обладают высокими коагулирующими и флокулирующими свойствами.

Выбор флокулянта, основным назначением которого является укрупнение микрохлопьев, образующихся в результате гидролиза коагулянта, зависит от заряда скоагулированных частиц, молекулярной массы и заряда флокулянта, наличия растворенных примесей. Поскольку при оптимальной для удаления взвешенных веществ дозе коагулянта скоагулированные частицы имеют слабый отрицательный заряд от 3 до 8 мВ, наиболее эффективным является применение органических слабокатионных высокомолекулярных флокулянтов, таких как Праестол 851, 611 (выпускаются российско-германскими предприятиями); Магнафлок LT -22; LT-22S (производства Германии).

В настоящее время отечественными и зарубежными фирмами предлагается обширный ассортимент флокулянтов, отличающихся молекулярной массой, основной группой (природа и количество ионогенных групп), товарной формой, санитарно-гигиеническими характеристиками. Флокулянты с широким спектром физико-химических характеристик под разными торговыми марками производятся следующими производителями: фирмой Ciba выпускаются флокулянты серий Zetag и Magnaflos; фирмой Stockhausen и российско-германским предприятием ЗАО «MSP» выпускаются флокулянты серии Praestol, американскими фирмами Cytec Ind – флокулянты серии Superflos, Nalco Chemical – флокулянты серии Nalco, российскими фирмами НИИ полимеров и ЗАО «Гель» – флокулянты серии К, ПО «Оргсинтез» – катионный флокулянт КФ 99 и многие другие.

Наибольшее распространение получили флокулянты на основе акриламида и его сополимеров с аминоалкиловыми эфирами метакриловой и акриловой кислот. Анализ имеющихся публикаций по флокуляционной очистке показывает, что в большинстве случаев исследуется ограниченное количество марок флокулянтов, что не всегда может привести к оптимальному техническому решению. Следует также учитывать трудности, обусловленные большим ассортиментом флокулянтов разных фирм-производителей.

В условиях сложной экономической ситуации в нашей стране одним из способов интенсификации процессов водоочистки, в том числе и коагуляционной, является совершенствование существующих сооружений: смесителей, камер хлопьеобразования, отстойников.

Окончательный выбор способов интенсификации процесса коагуляции должен проводиться на основе анализа качественного состава природной воды. Стадия «коагуляция – флокуляция – отстаивание» является решающей для достижения требуемой степени очистки воды, и для ее интенсификации наиболее перспективно использование новых коагулянтов и флокулянтов, механических смесителей и камер хлопьеобразования.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Драгинский, В.Л. Повышение эффективности реагентной обработки воды на водопроводных станциях. ВСТ // Водоснабжение и санитарная техника. – 2000. – № 5. – С. 11.
2. Гетманцев, С.В. Состояние производства и импорта алюмосодержащих коагулянтов в России. ВСТ // Водоснабжение и санитарная техника. – 2003. – № 2. – С. 5.
3. Гетманцев, С.В. Комбинированная технология производства высокоэффективных коагулянтов. ВСТ / С.В. Гетманцев, В.С. Гетманцев // Водоснабжение и санитарная техника. – 2001. – № 3. – С. 8.
4. Гетманцев, С.В. Использование алюмосодержащих коагулянтов в Северо-Западном федеральном округе. Сообщение 2. Технология применения полиоксихлоридов алюминия для доочистки воды. Вода и экология / С.В. Гетманцев, И.Н. Мясников, В.А. Потанина, А.В. Сычев – 2002. – № 2. – С. 2.
5. Гумен, С.Г. Применение современных химических реагентов для обработки маломутных цветных вод. ВСТ / С.Г. Гумен, И.Н. Дарисенко, Е.А. Евельсон, П.П. Русанова // Водоснабжение и санитарная техника. – 2001. – № 3. – С. 12.
6. Храменков, С.В. Использование современных коагулянтов и флокулянтов в системе Московского водопровода. ВСТ / С.В. Храменков, О.Е. Благова // Водоснабжение и санитарная техника. – 2001. – № 3. – С. 5.
7. Герасимов, Г.Н. Процессы коагуляции-флокуляции при обработке поверхностных вод. ВСТ // Водоснабжение и санитарная техника. – 2001. – № 3. – С. 26.
8. Пииртола, Л. Коагулянты на основе трехвалентного железа для подготовки питьевой воды. ВСТ // Водоснабжение и санитарная техника. – 2001. – № 3. – С. 36.
9. Михайлов, В.А. Применение флокулянта ВПК 402 на водопроводе г. Ростов-на-Дону. ВСТ / В.А. Михайлов, А.В. Бутко, В.А. Лысов, А.А. Моктар, О.А. Самоследов, В.С. Ивлев, В.А. Борилько // Водоснабжение и санитарная техника. – 1997. – № 7. – С. 15.
10. Кузнецов, О.Ю. Очистка и обеззараживание воды бактерицидным полиэлектролитом. ВСТ / О.Ю. Кузнецов, Н.И. Данилина // Водоснабжение и санитарная техника. – 2000. – № 10. – С. 8.
11. Журба, М.Г. Очистка и кондиционирование природных вод: состояние, проблемы и перспективы развития. ВСТ // Водоснабжение и санитарная техника. – 2002. – № 5. – С. 2.