

эксплуатации, можно получить зависимость среднего значения параметра потока отказов λ_{cp} от срока эксплуатации системы теплопроводов за весь период работы.

Предложенная методика может быть применена при анализе повреждаемости трубопроводов других инженерных сетей и систем.

1. Соколов Е. Я., Извеков А. В., Малофеев В. А. Нормирование надежности систем централизованного теплоснабжения // Электрические станции. – 1993. – №12. – С.20-24.
2. Сазонов Э. В., Кононова М. С. К вопросу диагностирования состояния инженерных систем // Известия вузов. – 1999. – №6. – С.93-96.
3. Герасимова О. Л., Бережнов И. А. Реконструкция тепловых сетей в жилых районах // Жилищное и коммунальное хозяйство. – 1991. – №5. – С.43-44.
4. Сазонов Э. В., Кононова М. С. Определение эмпирических функций распределения отказов городских теплопроводов // Известия вузов. Строительство. – 2000. – №2-3. – С.62-64.
5. Сазонов Э. В., Кононова М. С. Сравнительный анализ эмпирических функций распределения отказов городских теплопроводов // Известия вузов. Строительство. – 2000. – №7-8. – С.85-87.
6. Стрижевский И. В., Сурис М. А. Защита подземных теплопроводов от коррозии. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 344 с.
7. Родичев Л. В. Статистический анализ процесса коррозионного старения теплопроводов // Строительство трубопроводов. – 1994. – №9. – С.9-11.
8. Кириллов Ю. Г., Майзель И. Л. Тепловые сети. Современные решения // Энергетик. – 2006. – №8. – С.17-19.
9. Минич Э. П., Кнотьюко П. Н. О повреждаемости тепловых сетей и резервировании источников для тепловых потребителей первой категории // Промышленная энергетика. – 1980. – №5. – С.42-43.

Получено 28.12.2009

УДК 628.162.087

А. В. КОВАЛЕНКО, канд. техн. наук

Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ВОДОПРОВОДНЫХ ОТСТОЙНИКОВ

Рассмотрены и проанализированы существующие методы повышения эффективности работы горизонтальных водопроводных отстойников, оценена эффективность каждого из методов, названы оптимальные условия их применения.

Розглянуто та проаналізовано існуючі методи підвищення ефективності роботи горизонтальних водопровідних відстійників, оцінено ефективність кожного з методів, названо оптимальні умови їхнього застосування.

In article existing methods of increase are horizontal water sediment bowls work are considered and analyzed, efficiency of each of methods is appreciated, optimum conditions of their application are named.

Ключевые слова: интенсификация осветления, горизонтальный отстойник, полиакриламид, активная кремнекислота, осаждение взвеси.

Для интенсификации процессов осветления воды путем повышения эффективности работы горизонтальных отстойников существуют следующие способы:

- увеличение гидравлической крупности коагулируемой взвеси;
- уменьшение горизонтальной скорости потока;
- конструктивные методы и решения.

Методы, способствующие увеличению гидравлической крупности коагулируемой взвеси, предусматривают создание оптимальных условий для быстрого и полного разделения гетерогенной системы, которой являются природные воды, что в практике водоочистки сводится к получению легкооседающих крупных хлопьев с сильно развитой поверхностью и к сокращению времени их формирования [1, 2].

К числу наиболее распространенных методов, интенсифицирующих процессы хлопьеобразования при осветлении воды в горизонтальных отстойниках, можно отнести следующие [3, 4]:

- способы интенсификации коагуляции, требующие внесения в воду дополнительных реагентов (флокулянтов, окислителей, замутнителей, регуляторов pH воды);
- технологические способы (улучшение условий смешения реагента с водой и перемешивание в камерах хлопьеобразования, рациональный ввод реагента в воду);
- улучшение гидравлических условий коагуляции.

Наиболее эффективным способом интенсификации очистки воды в горизонтальных отстойниках гидролизующими коагулянтами является флокуляция. Применение флокулянтов оказывается эффективным при обработке вод различного характера: мутных с широким диапазоном изменения мутности, цветных с широким диапазоном изменения цветности, вод, содержащих специфические загрязнения от городских и промышленных стоков [5, 6].

Достаточно эффективным является осветление воды отстаиванием при совместном применении полиакриламида и сульфата алюминия. Ионы алюминия вызывают сжатие двойного электрического слоя у поверхности твердых взвешенных частиц, ускоряя коагуляцию суспензий и облегчая процесс флокуляции. Молекулы полимера полиакриламида, адсорбируясь на поверхности компонентов мутности, превращают хлопья в большие и прочные агрегаты, что позволяет сократить время отстаивания, повысить скорость движения воды в отстойниках и компенсировать недостаточный объем и малое время пребывания воды в смесителях и камерах хлопьеобразования.

Определенными преимуществами перед другими флокулянтами обладает активная кремнекислота: высокими флокулирующими свойствами и значительно меньшей стоимостью. Интенсифицирующее действие активной кремнекислоты (АК) обычно объясняют взаимной коагуляцией ее отрицательно заряженных частиц и несущих положительный заряд частиц гидроксидов алюминия и железа [7]. По мнению Л.А.Кульского и др. [1,6], наиболее вероятно воздействие АК на компактность и прочность вторичных коагуляционных структур за счет возникновения разветвленных кремнекислородных связей. Применение АК позволяет повысить производительность горизонтальных отстойников. При удовлетворительном качестве воды, достигнутом в результате обработки ее коагулянтом, применение АК, ускоряющей флокуляцию и обеспечивающей образование более крупных хлопьев, дает возможность достичь необходимого осветления еще до выхода ее из отстойника. В связи с этим появляется реальная перспектива увеличения нагрузки на эксплуатируемое сооружение без ухудшения качества выходящей воды.

Некоторые авторы [8, 9] пришли к выводу, что при очистке вод, содержащих значительное количество гуминовых взвесей, для ускорения процесса обесцвечивания следует применять предварительное хлорирование, а затем коагуляцию. Опыты показали, что хлорирование большими дозами хлора вызывает резкое понижение цветности воды и уменьшение расхода коагулянта. Вследствие окисления гидроксильных групп при хлорировании образуются более гидрофобные карбонильные группы. Этим обуславливается снижение защитного действия гуминовых веществ, присутствующих в природных водах. В этом положительная роль перехлорирования в процессах осветления и обесцвечивания коагулянтами.

К одному из методов интенсификации коагуляции относится метод, связанный с внесением в обрабатываемую воду минеральных замутнителей. Частицы искусственных замутнителей выполняют роль дополнительных центров конденсации продуктов гидролиза, способствуя ускорению коагуляции примесей при очистке маломутных вод. Кроме того, при замутнении обрабатываемой воды происходит утяжеление хлопьев коагулированной взвеси, увеличение их гидравлической крупности. Частицы замутнителя могут сорбировать растворенные примеси, что способствует увеличению глубины очистки воды, или сорбировать ионы, определяющие степень устойчивости зольей, что облегчает условия коагуляции.

Одним из наиболее эффективных методов ускорения процесса коагуляции является применение смеси коагулянтов. При этом усили-

вается действие одного коагулянта за счет прибавления другого. Такое явление происходит при употреблении смеси $Al_2(SO_4)_3$ и $FeCl_3$ в соотношении 1:1, 1:2, 2:1, а также каждого из этих коагулянтов с силикатом натрия [10].

Проведение процессов смешивания воды с коагулянтами и хлопьеобразования в оптимальных условиях приводит к существенной экономии коагулянта, позволяет сократить время пребывания воды в отстойниках за счет образования быстрооседающих хлопьев и снизить нагрузку на фильтры по загрязнениям.

Большое значение в повышении эффективности процесса осветления воды имеет выбор более совершенной технологической схемы ввода реагентов в обрабатываемую воду, а именно:

- концентрированное (раздельное) коагулирование, сущность которого сводится к введению всего количества сульфата алюминия, необходимого для обработки воды, в небольшой объем исходной воды (в реактор) с таким расчетом, что рН воды в нем было в пределах 4,5-4,8. В результате гидролиза алюминия образуются основные сульфаты алюминия $Al(OH)SO_4$, $Al(OH)_4SO_4$, обладающие большим объемным весом, чем гидроксид алюминия $Al(OH)_3$ и большей сорбционной емкостью к органическим загрязнениям природных вод. Преимущества метода концентрированного коагулирования в том, что ускоряется процесс хлопьеобразования; хлопья, образовавшиеся в условиях повышенной концентрации коагулянта, хорошо удаляют примеси; уменьшается расход коагулянта на 30%;

- фракционное (дробное) коагулирование, при котором коагулянт вводится несколькими порциями. Первые порции коагулянта образуют твердую фазу, которая выступает в роли центров хлопьеобразования. При этом скорость налипания мелких частиц на крупные значительно выше коагуляции мелких частиц;

- раздельное коагулирование, при котором коагулянт вводится только в 40-50% общего количества воды. Количество вводимого коагулянта при этом составляет примерно 70-80% количества, необходимого для обработки воды по обычному способу. В обработанной коагулянтам части воды происходит интенсивное хлопьеобразование, так как доза коагулянта оказывается здесь значительно выше оптимальной. Обработанную воду с уже сформированными хлопьями смешивают с необработанной водой, причем смешивание происходит таким образом, чтобы хлопья не разрушались. Способ раздельного коагулирования позволяет снизить расход коагулянта, увеличить грязевую нагрузку на фильтры, что увеличивает продолжительность фильтро-

цикла и т.д.;

- прерывистое коагулирование воды, при котором коагулянт подается в осветляемую воду то в оптимальной дозе, то в резко уменьшенной (дефицитной) дозе. Интервал между включением и выключением подачи коагулянта, а также величина необходимых доз зависит от принятой схемы обработки воды и свойств исходной воды. Ориентировочно дефицитную дозу коагулянта можно принимать примерно 10-15 мг/л. Прерываемое коагулирование позволяет снизить расход промывной воды. Анализ существующих методов повышения эффективности работы горизонтальных водопроводных отстойников показывает, что весьма актуальным является разработка новых, более эффективных как по капитальным, так и по эксплуатационным затратам методов, которые позволяют повысить эффективность осаждения взвеси в горизонтальных отстойниках, улучшить качество осветляемой воды, снизить расходы реагентов, уменьшить габариты отдельных сооружений реагентного хозяйства и снизить себестоимость осветленной воды.

1.Кульский Л.А. Теоретическое обоснование технологии очистки воды. – К.: Наук. думка, 1968. – 125 с.

2.Кульский Л.А., Когановский А.М., Гороновский И.Т., Шевченко М.В. Основы очистки воды коагуляцией. – К.: Изд-во АН УССР, 1950. – 107 с.

3.Клячко В.А., Апельцин И.Э. Очистка природных вод. – М.: Стройиздат, 1971. – 580 с.

4.Душкин С.С. Физические методы водоподготовки. – К.: Вища шк., 1989. – 161 с.

5.Кульский Л.А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды. – К.: Наук. думка, 1980. – 564 с.

6.Вейцер Ю.И., Минц Д.М. Высокомолекулярные флокулянты в процессе очистки воды. – М.: Стройиздат, 1975. – 191 с.

7.Накорчевский В.Ф., Кульский Л.А. Экономическая эффективность применения активированной кремнекислоты на водоочистных сооружениях // Водоснабжение и санитарная техника. – 1970. – №1. – С.1-2.

8.Кульский Л.А., Строкач П.П. Технология очистки природных вод. – К.: Вища шк., 1981. – 328 с.

9.Бардин Ю.А., Шалашова Е.С. Опыт предварительного хлорирования на Донецкой водопроводной станции // Жилищно-коммунальное хозяйство. – 1957. – №12. – С.11-12.

10.Руденко Г.Г., Гороновский И.Т. Корректирование работы скорых фильтров с добавлением флокулянтов при промывке // Химия и технология воды. – 1984. – Т.6. – №6. – С.551-556

Получено 18.01.2010