

1. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод. – Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», 2003. – 622 с.
2. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2004. – 702 с.
3. Гіроль М.М., Прокопчук Н.М., Бернацький М.В. Магнітно-реагентне очищення води в магнітних відстійниках та комбінованих установках // Коммунальное хозяйство городов. Науч.-техн. сб. Вып. 45. – К.: Техніка, 2002. – 230 с.
4. Бернацький М.В. Магнітно-реагентне очищення води в магнітних відстійниках сотової структури: Дис. ... канд. техн. наук: 05.23.04. – Рівне, 2004. – 219 с.

Получено 04.10.2006

УДК 628.1.147

В.О.ТИХОНЮК-СИДОРЧУК, Л.Н.ТИХОНЮК

Харьковская национальная академия городского хозяйства

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ КОНТАКТНОЙ КОАГУЛЯЦИИ

Рассматривается ряд основных технологических процессов, которые используются при контактной коагуляции. Анализируются и сравниваются основные сооружения, применяемые в практике очистки воды, главным принципом работы которых является контактная коагуляция.

Метод очистки воды, основанный на использовании явления контактной коагуляции называется методом контактного осветления, в состоянии обеспечить высокий и устойчивый эффект при различных изменяющихся по сезонам года физико-химических условиях коагуляции, с меньшими дозами коагулянта, чем в обычной схеме очистки воды с отстаиванием и фильтрацией [1, 4]. Работа сооружений, предназначенных для выделения коагулированной взвеси в осадок, основана главным образом на двух принципах – осаждении под действием сил тяжести и прилипания к зернам фильтрующих загрузок. Осаждение осуществляется или из горизонтального потока воды (отстойники), или из вертикального потока (осветлители). Отделение взвеси фильтрацией производят при движении воды сверху вниз (фильтры) или снизу вверх (контактные осветлители) [4]. Термин «контактная коагуляция» характеризует сумму явлений, происходящих при пропускании коагулированной воды через слои зернистых материалов. Это относится в особенности к контактным осветлителям и фильтрам, действующим в режиме прямоточной коагуляции, когда смешение коагулянта с водой производится непосредственно перед входом воды в загрузку [1, 4].

Для разделения концентрированных суспензий в технологии очистки воды получили фильтры, в которых фильтрация идет с образова-

нием осадка на поверхности фильтрующей основы. Слой осадка из задержанных частиц сам является фильтрующим материалом и играет основную роль в очистке растворов [2]. По существу на современных очистных сооружениях водопровода, когда фильтрация идет без образования осадка на поверхности загрузки фильтров, коагуляция проходит в две стадии: 1) осуществляется коагуляция в свободном объеме воды с агрегацией частиц и осаждением в камерах хлопьеобразования и отстаивания; 2) коагуляция завершается как контактная коагуляция в загрузке фильтров [2, 4]. За время, в течение которого вода проходит через слой песка, вода осветляется вследствие коагуляции на зернах фильтрующей загрузки.

Фильтрация с образованием осадка характерна для напорных скорых фильтров, работающих для частичного осветления воды без предварительной коагуляции и отстаивания при высокой концентрации взвеси в фильтруемой воде со значительным содержанием грубодисперсных частиц. В таких фильтрах осадок из задержанных на поверхности загрузки частиц играет основную роль при очистке воды. В напорных скорых фильтрах, в так называемых прямоточных схемах, когда вода обрабатывается коагулянтом, но не подвергается отстаиванию, также происходит образование осадка, однако значительное количество загрязнений задерживается в самой толще песка.

Фильтрация без образования осадка является нормальным рабочим процессом открытых скорых фильтров с применением коагулирования и предварительного отстаивания. В этом случае основная масса взвеси осаждается в отстаивниках, и на фильтры поступает вода, содержащая мельчайшие взвешенные частицы с общей концентрацией, измеряемой тысячными и десятитысячными долями процента – фильтрация обычно идет без образования осадка. В технике очистки воды фильтрация без образования осадка представляет особенно большой интерес, так как она позволяет получить высокую степень осветления воды при сравнительно небольших потерях напора на фильтрацию [2].

Два рассмотренных вида фильтрации принципиально различаются между собой: разделение суспензий при фильтрации через осадок – это механический процесс; разделение суспензии при фильтрации без образования осадка – это коллоидно-химический процесс. В первом случае твердые частицы задерживаются на непроницаемой для них перегородке. Во втором случае они свободно проникают с жидкостью по поровым каналам в толщу зернистого слоя, где извлекаются из раствора и удерживаются на зернах засыпки силами прилипания [2].

Было установлено, что контактная коагуляция взвешенных и коллоидных примесей воды на зернах песка при движении воды через

зернистую загрузку фильтров происходит значительно быстрее, полнее, стабильнее при изменении физико-химических условий коагуляции по сезонам года и при меньших дозах коагулянта, чем обычная коагуляция этих примесей в свободном объеме воды в камерах хлопьеобразования и отстойниках [4].

Еще одно сооружение, в котором по существу происходит контактная коагуляция - осветлители со взвешенным осадком. Контактная коагуляция здесь происходит на поверхности хлопьев, взвешенных в восходящем потоке воды, а само образование взвешенного шлама возможно лишь в условиях, благоприятных для коагуляции в объеме, которая и регламентирует режим работы осветлителей со взвешенным осадком [2].

Наиболее полно преимущества контактной коагуляции реализуются при обработке воды на контактных осветлителях, которые представляют собой сооружение для осветления и обесцвечивания воды, совмещающие функции камеры хлопьеобразования, отстойника и скорого фильтра; являются разновидностью скорого фильтра [2, 4]. Работают контактные осветлители по принципу фильтрования в направлении убывающей крупности зерен через слой загрузки большой толщины; действие их основано на принципе контактной коагуляции, которая происходит при фильтровании воды через зернистую загрузку [1, 2]. В то же время контактная коагуляция на зернах зернистого слоя обеспечивает полную очистку воды и лишена существенного недостатка осветлителей со взвешенным шламом - гидродинамической неустойчивости взвешенного в восходящем потоке воды шлама, так как в зернистом слое хлопья закреплены на зернах песка силами прилипания [2]. Введение коагулянта в воду непосредственно перед поступлением ее в зернистый фильтрующий слой позволяет осуществить процесс осветления воды контактной коагуляцией при дозе коагулянта, меньшей, чем при коагуляции тех же коллоидных загрязнений воды в свободном объеме. При контактной коагуляции в воду нужно вводить коагулянт в количестве, необходимом для снижения дзета-потенциала коллоидной системы до величины, при которой коллоидные частицы начинают прилипать к зернам загрузки фильтра. Эта доза меньше, чем доза, необходимая для образования крупных оседающих в отстойниках хлопьев. Преимущества метода контактного осветления воды, заключающиеся в принципиальной возможности осветления воды в одном сооружении, уменьшении доз коагулянта, возможности получения высокого эффекта осветления воды без применения каких-либо дополнительных реагентов и, наконец, в возможности осветления больших масс воды при минимальных потерях напора, требуют применения

специального сооружения, отвечающего закономерностям контактной коагуляции [1, 4]. В существующих конструкциях контактных осветлителей принцип фильтрования в направлении убывающей крупности зерен реализуется применением восходящего фильтрования, снизу вверх. Фильтруемая вода через распределительную систему, уложенную на дне сооружения, подается в нижние гравийные слои и далее при движении вверх проходит последовательно через слои загрузки, крупность зерен которых постепенно уменьшается. Благодаря применению в контактных осветлителях загрузки с большой толщиной слоя, одновременно увеличивается продолжительность защитного действия, т.е. продолжительность работы осветлителя до момента ухудшения качества фильтрата [2]. При обработке воды на контактных осветлителях коагулянт вводится в воду непосредственно перед ее фильтрованием через загрузку осветлителей. Дальнейшее укрупнение частиц в хлопья происходит не в свободном объеме воды, как в камерах хлопьеобразования, а на зернах загрузки контактных осветлителей; частицы прилипают к поверхности зерен, образуя отложения характерной для геля сетчатой структуры. Этот процесс контактной коагуляции подчеркивает технологическое значение контакта воды, содержащей коагулирующую взвесь, с поверхностью зерен фильтрующей загрузки [1, 3].

Нами установлено, что процесс контактной коагуляции может быть интенсифицирован за счет повышения гидравлической крупности коагулируемых примесей при обработке воды активированным раствором коагулянта [3]. При этом сетчатая структура геля, образующегося на поверхности загрузки, является более структурированной, что позволяет, в свою очередь, улучшить технологические параметры работы контактных осветлителей и в конечном итоге – повысить эффективность работы контактных осветлителей [3].

1. Минц Д.М. Контактные осветлители для очистки воды. – М.: АКХ им. К.Д.Памфилова, 1955. – 145 с.

2. Минц Д.М., Шуберт С.А. Фильтры АКХ и расчеты промывки скорых фильтров. – Л.: Изд-во Мин. ком. хоз. РСФСР, 1951. – 174 с.

3. Душкин С.С., Тихонок В.О. Анализ причин, влияющих на продолжительность фильтроцикла контактных осветлителей // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.29. – К.: Техніка, 2001. – С.7-8.

4. Кульский Л.А., Строкач П.П. Технология очистки природных вод. – К.: Вища школа, 1986. – 352 с.

Получено 19.10.2006