

2. Вейцер Ю.И., Колобова З.А., Сафонова Г.М. Влияние знака электрического заряда загрузки и взвешенных веществ на процесс фильтрования. - Научные труды АКХ, т. 97 - М.: ОНТИ АКХ, 1974. - С. 33 - 42.

3. Душкин С.С., Сорокина Е.Б., Благодарная Г.И. Повышение эффективности работы фильтров очистных сооружений водопровода // Вестник ХГПУ: Сб. научных трудов. Вып. 65. - К.: Техніка, 1999. - С. 30-34.

Получено 17.01.2002

УДК 628.345:541.183:543.22

Л.В.КРАМАРЕНКО, канд. техн. наук

*Харьковская государственная академия городского хозяйства*

### **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОЗЫ КОАГУЛЯНТА НА ПРОЦЕСС КОНТАКТНОЙ КОАГУЛЯЦИИ**

Статья посвящена проблеме исследования метода контактного осветления воды, в частности, изучению влияния дозы коагулянта на эффект контактной коагуляции. При использовании данного метода установлено, что доза коагулянта уменьшается на 20-35%.

Контактная коагуляция как метод разделения суспензии, принципиально отличный от всех других методов разделения суспензий, может иметь практическое значение для различных производств, где возникает задача очистки малоконцентрированных растворов от диспергированных в них твердых частиц. Для выделения твердой фазы из жидкой при контактной коагуляции используются силы молекулярного притяжения (силы прилипания) между астабилизированными частицами твердой фазы и поверхностью сорбента. Использование поверхности зерен зернистого слоя в качестве сорбента для контактной коагуляции позволяет путем фильтрования достичь практически полного выделения твердой фазы из жидкой при весьма высокой коллоидной степени дисперсности твердых частиц и весьма крупнозернистой структуре слоя. Это последнее обстоятельство позволяет вести процесс разделения со значительно меньшими затратами энергии, чем при фильтрации через осадок на поверхности фильтрующей основы, особенно через осадок тонкого строения.

Большой интерес этот метод разделения суспензий представляет для глубокой очистки больших масс воды от мельчайших взвешенных и коллоидных примесей в целях водоснабжения.

По существу присущих контактной коагуляции особенностей для разделения твердой и жидкой фаз не требуется каких-либо специальных процессов как до, так и после осуществления коагуляции в зернистом слое.

Преимущества контактной коагуляции перед обычной коагуляци-

ей в свободном объеме лишают смысла применения камер хлопьеобразования для предварительного укрупнения первичных частиц.

Сам механизм контактной коагуляции, при которой образование геля связано с выделением из воды твердых частиц и их закреплением на зернах песка под действием сил прилипания, позволяет воспользоваться явлением контактной коагуляции для полного завершения процесса очистки воды в одном сооружении.

Экспериментально выявленная возможность осуществления процесса контактной коагуляции на поверхности крупных зерен размером 2 мм и более позволяет задерживать в этом сооружении значительное количество загрязнений при медленном нарастании потерь напора в загрузке.

Метод очистки воды, основанный на использовании явления контактной коагуляции, может быть назван методом контактного осветления.

Контактное осветление воды происходит в одном сооружении, которое принято называть контактный осветлитель. Контактный осветлитель предназначен для осветления и обесцвечивания природной воды с доведением мутности и цветности до величин, требуемых государственными санитарными нормами. Одновременно контактный осветлитель обеспечивает снижение содержания в воде микроорганизмов, зоо- и фитопланктона.

Общеизвестно, что правильная дозировка коагулянта имеет большое значение при обработке воды на очистных водопроводных сооружениях. Именно изменение дозы вводимого коагулянта поддерживает нормальный технологический режим работы очистных сооружений при изменении качества поступающей на сооружения воды.

Опытная эксплуатация контактных осветлителей показала, что не меньшее, если не большее, значение имеет правильный выбор дозы коагулянта при очистке воды на контактных осветлителях.

Чрезмерно большие дозы приводят здесь не только к неоправданному перерасходу коагулянта, но и существенно сокращают продолжительность полезной работы контактного осветлителя между промывками, в связи с чем, соответственно увеличивается процент расхода воды на промывку. При недостаточных же дозах режим осветления воды на контактном осветлителе становится неустойчивым, и незначительное ухудшение качества обрабатываемой воды сразу сказывается на эффекте ее осветления. При еще меньших дозах контактный осветлитель с самого начала не обеспечивает требуемой очистки воды.

В существующей практике эксплуатации очистных сооружений обычного типа с камерами реакции, отстойниками и фильтрами выбор

дозы коагулянта осуществляется производственными лабораториями методом пробного коагулирования. Этот метод по существу основан на идее воспроизведения технологического процесса в лабораторных условиях. Именно поэтому под «оптимальной дозой» коагулянта здесь понимается такая доза, которая при пробном коагулировании вызывает образование крупных или отчетливых средних быстро оседающих хлопьев при отсутствии в воде между хлопьями опалесцирующей мути. После двухчасового отстаивания и фильтрования через бумажные фильтры проба воды, обработанная оптимальной дозой, должна иметь мутность и цветность в пределах стандарта.

Такое же значение имеет и так называемый «показатель коагулируемости», который «выражается величиной наименьших доз в мг/дм<sup>3</sup> сернокислого алюминия, требующихся для доведения относительной фильтруемости исследуемой воды после ее двухчасового отстаивания до величины, равной 0,5».

При контактном осветлении хлопьеобразование в объеме воды не происходит, а взвешенные и коллоидные частицы выделяются из воды под действием молекулярных сил прилипания, закрепляющих частицы на зернах песка и гравия. Вводимая в воду доза коагулянта не связана, таким образом, с процессом хлопьеобразования в объеме и последующим осаждением хлопьев под действием силы тяжести. Зато она должна обеспечить достаточно интенсивное прилипание частиц, загрязняющих воду, к поверхности зерен контактной массы.

Исследования контактной коагуляции в лабораторных условиях, а также опыт эксплуатации контактных осветлителей в полупроизводственных и производственных условиях показали, что дозы коагулянта, необходимые для контактного осветлителя, как правило, оказываются меньшими, чем для очистных сооружений, работающих по обычной схеме. Относительное уменьшение дозы особенно значительно в периоды паводков. Лишь при высокой цветности и сравнительно небольшой мутности исходной воды дозы коагулянта на обычных очистных сооружениях и на контактных осветлителях оказываются примерно одинаковыми.

В первый период опытной эксплуатации производственных контактных осветлителей необходимая доза коагулянта подбиралась по эффекту очистки путем непосредственного изменения ее в процессе работы контактного осветлителя. Такой способ выбора необходимой дозы вызвал большие затруднения. Он не может быть признан сколько-нибудь удовлетворительным в условиях нормальной эксплуатации, так как для подбора нужной дозы требуется подчас значительное время, в течение которого качество воды, выходящей из осветлителя, мо-

жет быть ниже норм, установленных стандартом.

Такой способ определения оптимальной для контактного осветления дозы коагулянта является очень простым и удобным в условиях производственной лаборатории.

Эта методика состоит в следующем: отбирается проба воды, поступающая на контактный осветлитель, и в ней определяется мутность, цветность, щелочность, рН и температура. Отобранная проба воды разливается в 5-6 бутылей по 0,5 л в каждую. В отмеренные объемы воды вводятся различные дозы коагулянта, величина которых и интервал между которыми назначаются в зависимости от ожидаемого значения оптимальной дозы (например, если предполагается, что значение оптимальной дозы находится в пределах 30-60 мг/дм<sup>3</sup>) вводятся дозы: 20, 30, 40, 50, 60, 70 мг/дм<sup>3</sup>).

Коагулянт вводится в виде предварительно отстоянного 1%-го раствора (готовится из средней пробы коагулянта, используемого для очистки воды на контактных осветлителях).

После введения раствора коагулянта бутыли плотно закрываются пробками, и коагулянт тщательно смешивается с водой встряхиванием или с помощью мешалки. Перемешивание производят в течение 1-2 мин. После перемешивания пробы воды фильтруют через бумажные фильтры, предварительно промытые до нейтральной реакции.

В фильтре определяют мутность, цветность. По полученным данным строят кривые контактной коагуляции (рис. 1).

По кривой контактной коагуляции намечается граница зоны резкого спада кривой. Оптимальная доза принимается на 5-10% больше дозы, отвечающей этой границе. Назначенная таким образом доза, может корректироваться по результатам очистки воды на контактных осветлителях. При этом следует иметь в виду, что увеличение дозы, сравнительно с оптимальной, приводит не только к перерасходу коагулянта, но и к сокращению продолжительности полезной работы осветлителя. При уменьшении дозы, сравнительно с оптимальной, контактный осветлитель становится чувствительным к изменению качества обрабатываемой воды. Поэтому работа с дозами, ниже оптимальных, может допускаться лишь в периоды относительной стабильности качества воды водоеисточника при условии, что качество фильтра по всем показателям удовлетворяет

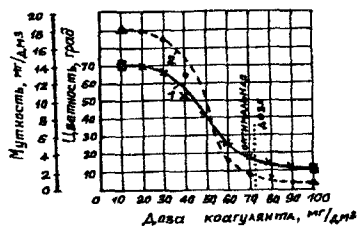


Рис. 1 — Определение оптимальной дозы коагулянта

требованиям стандарта. Фактическая доза коагулянта в воде, поступающей на осветлители, проверяется по понижению щелочи.

Данные, полученные для природной и модельной воды, показывают общий характер наблюдаемой закономерности. На рис.2 и 3 приведены, характерные кривые контактной коагуляции. Как видно на рисунке, при разных дозах коагулянта изменение дозы не сказывается существенным образом на качестве фильтрата (зона 1). Но затем, после оптимального значения дозы, ее влияние сильно сказывается, и качество фильтра резко улучшается (зона 2). Дальнейшее увеличение дозы вновь мало сказывается на эффекте очистки (зона 3).

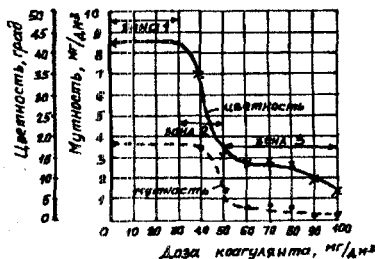


Рис.2 -- Кривые коагуляции для речной воды

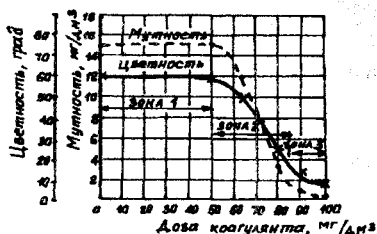


Рис.2 -- Кривые контактной коагуляции для речной воды

Первая зона характеризуется сохранением устойчивости загрязняющих воду частиц при малых дозах коагулянта. К поверхности зерен фильтрующей загрузки прилипают лишь те частицы, которые по своим природным свойствам способны к прилипанию и без добавления коагулянта. Поэтому кривая контактной коагуляции идет параллельно оси абсцисс, хотя значение мутности и цветности фильтрата в этой зоне может быть и несколько ниже мутности и цветности исходной воды.

Вторая зона характеризуется быстрым уменьшением степени устойчивости частиц; их способность к прилипанию резко увеличивается с увеличением дозы коагулянта. Степень устойчивости частиц у правой границы второй зоны уже настолько незначительна, что контактная коагуляция практически идет до конца.

В третьей зоне происходит дальнейшее увеличение интенсивности прилипания частиц, которое, однако, не оказывает существенного влияния на величину мутности или цветности фильтра.

Кривые (см. рис.2 и 3) получены при различных условиях коагуляции в отношении качества исходной воды, однако имеют совершенно идентичный характер, отличаясь лишь величиной отдельных зон. По-

следняя зависит, прежде всего, от характера суспензии, от природы и свойств частиц, содержащихся в воде. В некоторых случаях величина первой зоны кривой контактной коагуляции чрезвычайно мала. Это свидетельствует об относительно малой устойчивости частиц; их стабилизация начинается при минимальных дозах коагулянта. Весьма малой устойчивостью обладают, например, суспензии каолина и вообще минеральные взвеси природных вод, не защищенные органическими коллоидами.

Важно отметить, что значения характерных доз коагулянта, отвечающих границам зон кривой контактной коагуляции, оказываются одинаковыми при проведении опыта со слоями различной толщины и крупности зерен. Не оказывает заметного влияния на эти значения и скорость фильтрования. Характер кривой контактной коагуляции не изменяется даже при фильтровании через бумажные фильтры.

Конечное, качество фильтра при одних и тех же дозах коагулянта может быть весьма различным при различных способах и условиях фильтрования, но значения доз, ограничивающих область резкого изменения интенсивности прилипания, остаются примерно одинаковыми. Причина этого заключается в том, что устойчивость взвешенных и коллоидных частиц в отношении их прилипания к поверхности зависит, прежде всего, от дозы вводимого коагулянта. Поэтому резкое изменение способности частиц к прилипанию, наблюдаемое при определенных значениях доз коагулянта, должно обнаружиться при контакте с любой поверхностью, на которой может происходить контактная коагуляция. В частности, оно обнаруживается и при контакте с волокнистой поверхностью обыкновенных бумажных фильтров.

Для построения кривых можно воспользоваться любым признаком, характеризующим остаточную концентрацию извлекаемого вещества. Так, при контактной коагуляции мутных вод удобно определять мутность, прозрачность или оптическую плотность; для вод, загрязненных органическими примесями, - окисляемость или цветность, что весьма облегчает методику получения кривых контактной коагуляции.

Исследования природных вод показывают, что при дозах коагулянта, лежащих в интервале резкого изменения устойчивости частиц в отношении их прилипания к поверхности, хлопьеобразование и осаждение в объеме не наблюдаются. Необходимые для этого дозы всего находятся в третьей зоне кривой контактной коагуляции и по величине обычно больше доз, при которых наступает практически полная астабилизация в отношении прилипания к поверхности.

Потеря устойчивости частиц в отношении их прилипания к поверхности - условие, необходимое и достаточное для быстрого завер-

шения контактной коагуляции. Но это условие еще не предопределяет быструю коагуляцию и хлопьеобразование в свободном объеме воды. Частичная астабилизация при дозах коагулянта, лежащих во второй зоне кривой контактной коагуляции, дает снижение концентрации вследствие контактной коагуляции тем более заметное, чем выше доза, но она не приводит к хлопьеобразованию и осаждению в объеме. Все это, несомненно, свидетельствует о существовании различий в протекании процессов контактной коагуляции и коагуляции в объеме, о различии механизма этих двух процессов.

Результаты изучения влияния дозы коагулянта на эффект контактной коагуляции показывают, что метод контактного осветления воды в состоянии обеспечить высокий и устойчивый эффект при различных имеющихся по сезонам года физико-химических условиях коагуляции, причем, с меньшими дозами коагулянта, чем в обычной схеме очистки воды с отстаиванием и фильтрованием. Опытным путем установлено, что доза коагулянта уменьшается на 20-35%.

*Получено 17.01.2002*

УДК 628.16

Е.А.КОВАЛЕВА

*Харьковская государственная академия городского хозяйства*

### **КЛАССИФИКАЦИЯ БЫТОВЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ**

Рассматривается проблема доочистки хозяйственно-питьевой воды. Предлагается новая классификация бытовых аппаратов для очистки воды, позволяющая облегчить их выбор потребителем.

Устойчивое развитие нашего общества может происходить в том случае, если человек будет употреблять чистую воду, будет готовить пищу на чистой воде. Высокое качество питьевой воды обеспечивает здоровье, благополучие и расцвет нации. Низкое качество питьевой воды ведет к эпидемиям, ухудшению здоровья и может стать причиной вырождения населения. Поэтому с древнейших времен человек создает системы водоснабжения, изыскивает источники чистой воды, улучшает ее качество.

Учитывая создавшуюся ситуацию на Украине, всю массу воды, подаваемую в город, очистить можно, но это нецелесообразно в виду больших потерь в трубопроводах и загрязненности самих трубопроводов. На данном этапе выход из создавшейся ситуации мы видим в улучшении качества хозяйственно-питьевой воды на локальных установках.