

ВЛИЯНИЕ АКТИВИРОВАННОГО РАСТВОРА КОАГУЛЯНТА СУЛЬФАТА АЛЮМИНИЯ НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ КВАРЦЕВОЙ ЗАГРУЗКИ СКОРЫХ ФИЛЬТРОВ

Душкин С.С.

Харьковский национальный университет городского хозяйства
им. А.Н. Бекетова

В статье приведены результаты исследований влияния активированного раствора коагулянта сульфата алюминия на продолжительность защитного действия кварцевой загрузки скорых фильтров при подготовке питьевой воды.

Ключевые слова: подготовка питьевой воды, коагулянт, активированные растворы, скорые фильтры

У статті наведено результати досліджень впливу активованого розчину коагулянту сульфату алюмінію на тривалість захисної дії кварцевою завантаження швидких фільтрів при підготовці питної води.

Ключові слова: підготовка питної води, коагулянт, активовані розчини, швидкі фільтри

The results of studies of the effect of activated coagulant solution of aluminum sulfate for the duration of the protective effect of silica loading fast filters in the preparation of drinking water.

Key words: potable water, coagulant, activated solutions, fast filters

В процессах водоподготовки при очистке природных вод распространены реагентные методы, к недостаткам которых можно отнести значительные габариты реагентного хозяйства, большой расход реагентов, неудовлетворительное протекание процесса коагуляции при низкой температуре, высокой цветности и недостаточной щелочности осветляемой воды [1,2].

Одним из наиболее распространенных методов очистки воды от грубодисперсных и коллоидных загрязнений является метод обработки воды коагулянтами, однако по причинам, изложенным выше, метод необходимо усовершенствовать, а именно: повышать скорость формирования и выпадения взвеси в осадок [3,4].

В технологическом процессе очистки воды фильтрование выполняется на скорых фильтрах с зернистой загрузкой после коагулирования и предварительного отстаивания осветленной воды. Из известных теорий процесса очистки воды фильтрованием наибольшее признание получила теория Д.М. Минца, согласно которой процесс осветления фильтруемой суспензии можно рассматривать как суммарный результат двух противоположно направленных процессов: прилипание задерживаемых частиц к макроповерхности под действием сил адгезии и отрыва ранее прилипших частиц под влиянием гидродинамических сил потока, и переноса их в следующие слои загрузки. Осветление воды в каждом элементарном слое загрузки происходит до тех пор, пока интенсивность прилипания частиц превышает интенсивность их отрыва. По мере накопления осадка интенсивность отрыва частиц увеличивается. При очистке воды процесс фильтрования интересен в той стадии, когда прилипание частиц превалирует над их отрывом [5, 6].

Согласно Д.М. Минцу [6], критерием оптимального режима фильтрования служит отношение между продолжительностью защитного действия загрузки t_3 и временем работы фильтра до момента достижения предельной потери напора t_n . В технологическом и экономическом отношениях наилучшим режимом является такой, при котором $t_3=t_n$. Тем не менее, с точки зрения санитарной надежности целесообразно принимать значение $t_3/t_n > 1$, так как при этом в течение всего фильтроцикла гарантируется высокое качество фильтрата, повышается степень санитарной надежности сооружений.

Исследования выполнены на фильтровальной установке по методике, приведенной ранее [7], с использованием предварительно осветленной модельной мутно-цветной воды с содержанием взвеси 175 мг/дм^3 , цветностью 75 град., температурой – $11,8\text{--}12,2 \text{ }^\circ\text{C}$, временем отстаивания 2 ч. Параметры работы установки: скорость фильтрования – 6 м/ч ($0,167 \text{ см/с}$), расход подаваемой воды – $13,3 \text{ см}^3/\text{с}$, расход воды на один фильтроцикл – 50 литров, объем бака – 1 м^3 .

Во время проведения опытов качество фильтрата оценивали по мутности осветленной воды. Содержание коагулированных примесей в осветляемой воде не превышало 8 мг/дм^3 , цветность – не более 35 град. Количество взвеси, подаваемой на фильтровальную лабораторную установку, определяли по "кресту" – не менее $114\text{--}115 \text{ см}$ ($\sim 8 \text{ мг/дм}^3$). Промывку фильтровальной кварцевой загрузки выполняли осветленной водой в течение 7 минут, интенсивность промывки составляла $10 \text{ л}/(\text{с}\cdot\text{м}^2)$.

Выполнено 7 серий экспериментов на параллельно работающих фильтровальных колонках: на одну из колонок подавали предварительно осветленную и отстоенную в течение 2 ч воду, обработанную обычным раствором коагулянта и воду, обработанную активированным раствором коагулянта. Условия проведения осветления и отстаивания модельной воды – одинаковы.

Влияние обработки воды активированным раствором коагулянта на продолжительность защитного действия загрузки t_3 и время достижения предельно допустимой потери напора t_n показано в таблице 1.

Анализ опытных данных свидетельствует, что обработка воды активированным раствором коагулянта позволяет интенсифицировать процесс фильтрования воды, что сказывается на продолжительности защитного действия загрузки t_3 и времени достижения предельно допустимой потери напора t_n : в среднем t_3 увеличивается на 32,1%, а t_n – в среднем 26,6%. Так, продолжительность защитного действия загрузки фильтра при обработке осветляемой воды обычным раствором коагулянта находится в пределах 350–375 мин, а активированным раствором коагулянта – 470–485 мин. Среднее значение t_3 при обработке воды обычным и активированным растворами коагулянтов составляет, соответственно, 361 и 477 мин. Время достижения предельно допустимой потери напора (t_n) при обработке воды обычным раствором коагулянта находится в пределах 450–480 мин, активированным – 575–595 мин. Эффективность изменения параметров фильтрования при использовании активированного раствора коагулянта сульфата алюминия составляет: t_3 увеличивается на 32,1%, t_n увеличивается на 26,6%.

Среднее значение t_3 при обработке осветляемой воды обычным раствором коагулянта составляет 6 ч 01 мин, активированным – 7 ч 57 мин; изменение t_n соответственно – 7 ч 41 мин и 9 ч 44 мин (рис. 1), что позволяет сделать вывод о возможности интенсификации работы фильтров при обработке осветляемой воды активированным раствором коагулянта.

Использование активированного раствора коагулянта при очистке воды позволяет увеличить продолжительность фильтроцикла на 25–30% без ухудшения качества фильтрата. При этом качество фильтрата на продолжении фильтроцикла на 30–35% выше, чем при использовании обычного раствора коагулянта.

Таблица

Влияние обработки воды активированным раствором коагулянта сульфата алюминия на продолжительность защитного действия загрузки фильтра (t_3) и время достижения предельно допустимой потери напора (t_n)

N серии экспериментов	Продолжительность защитного действия загрузки фильтра (t_3 , мин) при обработке воды:		Время достижения предельно допустимой потери напора (t_n , мин) при обработке воды:		Эффективность изменения параметров фильтрования, %	
	обычным раствором коагулянта	активированным раствором коагулянта	обычным раствором коагулянта	активированным раствором коагулянта	t_3	t_n
I	375 (6 ч 15 мин)	475 (7 ч 55 мин)	465 (7 ч 45 мин)	585 (9 ч 45 мин)	–	–
II	350 (5 ч 50 мин)	485 (8 ч 05 мин)	480 (8 ч 00 мин)	580 (9 ч 40 мин)	–	–
III	365 (6 ч 05 мин)	475 (7 ч 55 мин)	450 (7 ч 30 мин)	595 (9 ч 55 мин)	–	–
IV	345 (5 ч 45 мин)	470 (7 ч 50 мин)	445 (7 ч 25 мин)	585 (9 ч 45 мин)	–	–
V	360 (6 ч 00 мин)	475 (7 ч 55 мин)	485 (8 ч 05 мин)	585 (9 ч 45 мин)	–	–
VI	370 (6 ч 10 мин)	490 (8 ч 10 мин)	455 (7 ч 35 мин)	575 (9 ч 35 мин)	–	–
VII	365 (6 ч 05 мин)	475 (7 ч 55 мин)	450 (7 ч 30 мин)	580 (9 ч 40 мин)	–	–
ср. знач.	361 (6 ч 01 мин)	477 (7 ч 57 мин)	461 (7 ч 41 мин)	584 (9 ч 44 мин)	32,1	26,6

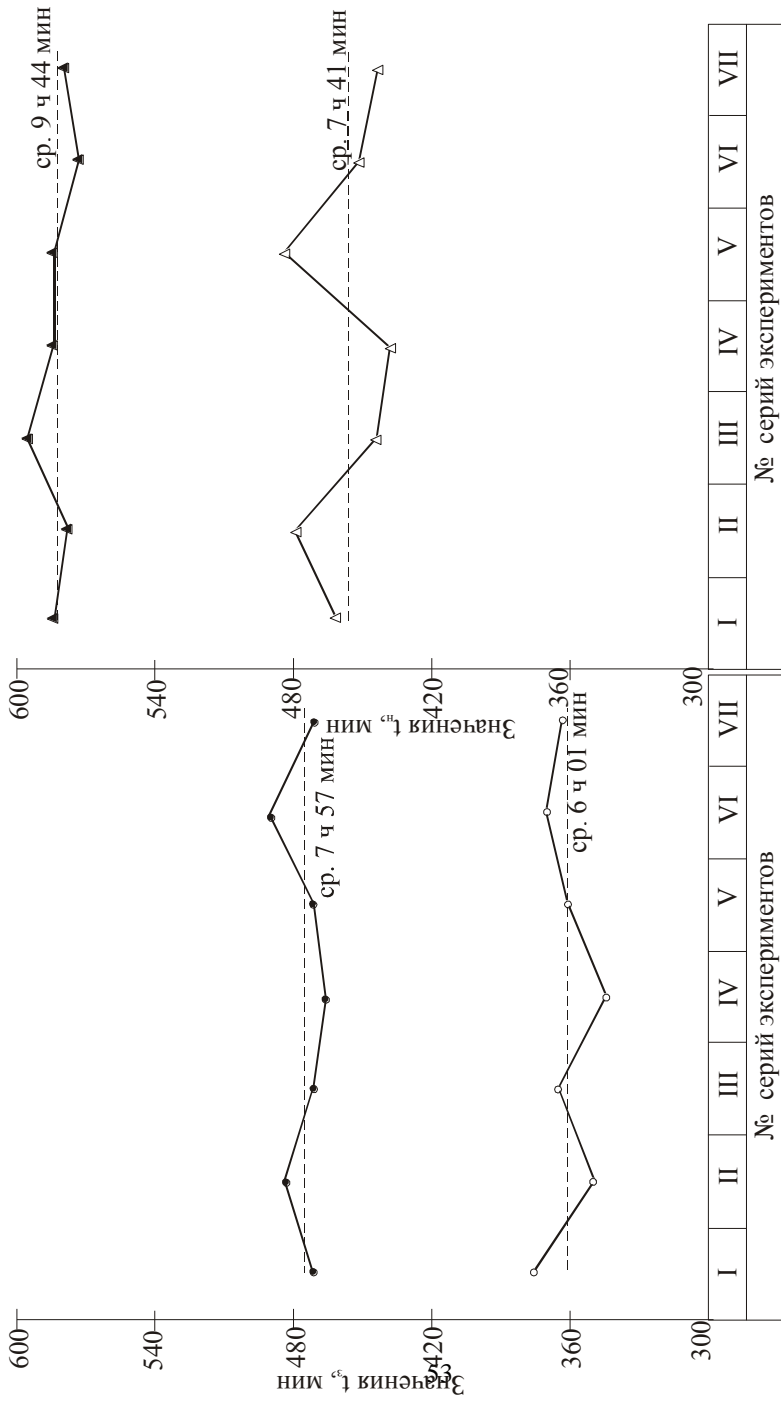


Рис. 1 – Влияние обработки воды активированным раствором коагулянта сульфата алюминия на продолжительность защитного действия загрузки t_3 и время достижения предельно допустимой потери напора t_H :

- t_3 , ▲ t_H – активированный раствор коагулянта; ○ t_3 , △ t_H – обычный раствор коагулянта

Мутность фильтрата осветленной воды при обработке обычным раствором коагулянта осветляемой воды находится в пределах 0,72–0,77 мг/дм³ при использовании активированного раствора коагулянта качество фильтрата значительно выше и составляет 0,41–0,48 мг/дм³. Продолжительность фильтроцикла при обработке воды обычным раствором коагулянта – 6 – 6,5 ч, активированным – 7,5 – 8 ч (рис. 2). Мутность фильтрата на всем протяжении фильтроцикла стабильная, среднее повышение продолжительности фильтроцикла при использовании активированного раствора коагулянта составляет 25%.

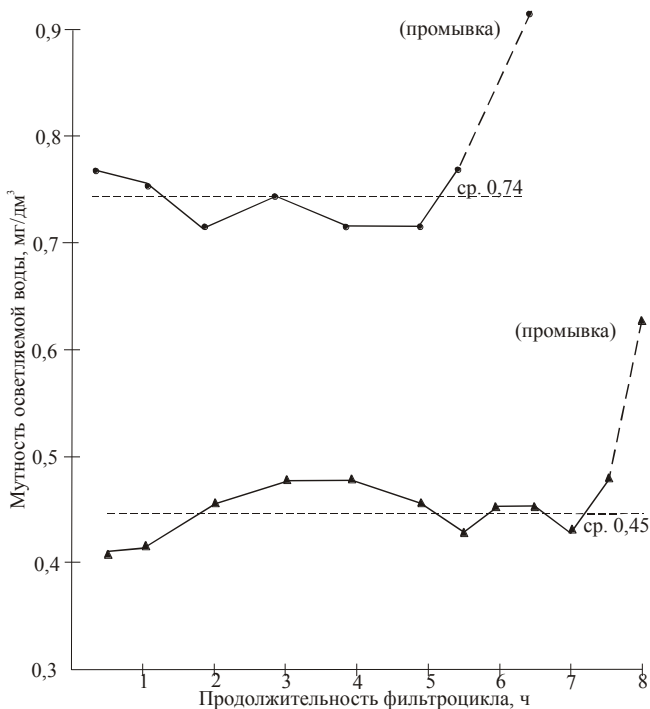


Рис. 2 – Влияние активированного раствора коагулянта сульфата алюминия на продолжительность фильтроцикла

- – обычный раствор коагулянта;
- ▲ – активированный раствор коагулянта

Продолжительность защитного действия кварцевой загрузки возрастает с увеличением плотности коагулированных примесей за счет уменьшения структурно-механической гидратации их, что позволяет, в конечном итоге, увеличить защитное действие кварцевой

загрузки по сравнению с обычной коагуляцией примесей. Одновременно увеличится время достижения предельно допустимой потери напора. При этом обеспечиваются условия санитарной надежности очистки воды (t_3, t_3), что позволяет обеспечить эффективный режим фильтрования воды через зернистую загрузку фильтра.

Вывод

Использование активированного раствора коагулянта сульфата алюминия при очистке воды позволяет интенсифицировать работу фильтров. При этом качество фильтрата на протяжении фильтроцикла, в среднем, на 30–35% выше, чем при использовании обычного раствора коагулянта.

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

2. Василенко А.А. Реконструкция и интенсификация сооружений водоснабжения и водоотведения: Уч. пособ. / А.А. Василенко, П.А. Грабовский, Г.М. Ларкина и др. – К.–Одесса: КНУСА, ОГАСА, 2007. – 307 с.

3. Гончарук В.В. Современные технологии подготовки питьевой воды / В.В. Гончарук, Н.А. Клименко, Л.А. Савчина и др. // Химия и технология воды, 2006. – Т. 28. – № 1. – С. 3-10.

4. Эпоян С.М. Анализ существующих методов повышения эффективности работы водопроводных сооружений для подготовки питьевой воды / С.М. Эпоян, С.С. Душкин, В.А. Сташук // Наук. вісник будівництва. – Харків. ХНУБА. ХОТВ АБУ, 2012. – С. 261-265.

5. Минц Д.М.. Подготовка воды для питьевого и промышленного водоснабжения: Учебное пособие / Д.М. Минц, А.А. Кастальский. – М.: Высш. шк., 1984. – 368 с.

6. Минц Д.М. Теоретические основы технологии очистки воды / Д.М. Минц. – М.: Стройиздат, 1964. – 156 с.

7. 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.