СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВЫСОКОЦВЕТНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЗАПА

Пилипец Н.В., к.т.н., заведующий НПЛ «Чистая вода»,
Матвеев А.П., главный инженер проекта «Чистая вода»,
Сечин А.И., д.т.н., проф.,
НИ ТПУ, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: chemy@tpu.ru

На территории северных районов Томской области, подземные воды являются единственным доступным источником питьевого водоснабжения. Повышенная концентрация ионов железа ограничивает использование подземных вод. Обогащение железом происходит в результате выщелачивания и растворения железистых минералов. Также такие подземные воды отличаются повышенной цветностью и большим значением перманганатной окисляемости [1], что указывает на присутствие органических веществ гумусового происхождения. В результате содержания указанных примесей, происходит образование коллоидной системы, обладающей высокой устойчивостью к физико-химическим воздействиям, в настоящее время используемым в технологиях водоподготовки.

В процессе реализации губернаторской программы «Чистая вода Томской области» была поставлена задача определения ресурсоэффективного способа очистки высокоцветных вод с высоким содержанием коллоидных соединения в компактных установках, работающих в автоматическом режиме в условиях трудной доступности и ограниченного энергообеспечения [2, 3].

В период с 2017 по 2021 год на территории поселений Томской области было установлено 147 водоочистных комплексов (ВОК) «Гейзер-ТМ». В технологической схеме очистки воды на ВОК «Гейзер-ТМ» применена многокомпонентная комбинированная система очистки, в которую включены процессы аэрации, озонирования, коагулирования, сорбции и обеззараживания ультрафиолетовым излучением. Причём, система коагуляции была встроена в ранее существующую технологию бесзреагентной очистки воды, основанной на озонировании водо-воздушной смеси, поступающей в бак-реактор установки в процессе аэрации. В качестве коагулянта быль применен Аква-Аурат 30 («гидроксохлорид алюминия», «полиалюминия хлорид»), который представляет собой водный раствор основных солей хлорида алюминия.

По сравнению с другими алюмосодержащими коагулянтами «Аква-Аурат 30» обладает следующими преимуществами:

- действующее вещество в пересчете на Al_2O_3 почти в два раза превышает его содержание в оксихлориде алюминия и сульфате алюминия (30 % в сравнении с 7,2 %), что позволяет значительно снизить транспортные расходы;
- в процессе приготовления растворов хорошо растворяется в воде без остатка, в то время как сульфат алюминия растворяется медленно и не полностью;
- процесс взаимодействия «Аква-Аурат 30» с водой – экзотермический, что приводит к полному растворению коагулянта даже при низких температурах обрабатываемой воды;
- введение «Аква-Аурат 30» практически не изменяет pH очищаемой воды, что позволяет отказаться от использования щелочных реагентов для ее нейтрализации;
- невысокая коррозионная активность раствора «Аква-Аурат 30»;
- добавление «Аква-Аурат 30» дает низкое остаточное содержание алюминия;
- полимерная структура полиоксихлорида алюминия приводит к усилению электростатических взаимодействий между молекулами коагулянта и коллоидными частицами или растворёнными веществами.

В табл. 1 представлены результаты обработки подземных вод Александровского и Верхнекетского районов Томской области с применением коагулянта «Аква-Аурат 30».

Таблица 1

Результаты обработки природных вод коагулянтом «Аква-Аурат 30»

Показатель	Назино		Лукашкин Яр		Новоникольское		Октябрьское		Катайга	
	Исх.	Очищ.	Исх.	Очищ.	Исх.	Очищ.	Исх.	Очищ.	Исх.	Очищ.
Железо общее, мг/дм^3	0,21	0,09	9,7	0,05	5,3	0,16	3,0	0,2	10,4	< 0,05
Марганец, мг/дм^3	0,21	0,03	0,15	0,09	2,0	0,05	0,14	0,1	0,15	0,09
Перманганатная окисляемость, мгО/дм^3	6,0	0,909	6,2	0,82	3,4	3,5	4,5	3,5	4,6	0,80
Цветность, град.	>70	7	13	5	7	6	23	12	>70	4

Дополнение безреагентной технологии водоочистки ступенью коагуляции через дозирующее устройство полностью оправдалось. В результате подключения дозирующего насоса с водным раствором коагулянта содержание общего железа в исходной воде было снижено с уровня 9,7 мг/л до нормативных требований 0,05 мг/л. цветность >70 град. исходной воды была снижены до нормативных требований 4 град.

Безреагентные технологии водоочистки в условиях Томской области показывают высокую эффективность [4]. Но в случаях присутствия в высокоцветных подземных водах устойчивых коллоидных соединений, содержащих высокую концентрацию гуминовых веществ, ионов железа необходимо применение реагентного метода коагуляции с использованием коагулянта типа Аква-аурат.

В сравнении: безреагентные методы электрокоагуляции экономически не оправданы в связи с высокой энергозатратностью метода и стоимостью электроэнергии в удаленных районах региона.

Список литературы

1. Коллоидно-химические свойства природных вод и особенности водоподготовки: учебное пособие / Л.Н. Шиян, К.И. Мачехина, Н.В. Пилипец, А.П. Матвеев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – 2-е изд., испр. и доп. – Томск: Изд-во ТПУ, 2021. – 131 с.

2. Руководство по обеспечению качества питьевой воды: 4-е изд. [Guidelines for drinking-waterquality – 4th ed.] – Женева: ВОЗ, 2017. – 121 с.

3. Волкотруб Л.П. Питьевая вода Томска. Гигиенический аспект / Л.П. Волкотруб, И.М. Егоров. – Томск: Изд-во НТЛ, 2003. – 195 с.

4. Безреагентная очистка подземных вод с повышенным содержанием железа, кремния и органических веществ / А.И. Сечин, Н.В. Пилипец, А.П. Матвеев // Современные проблемы машиностроения сборник трудов XV Международной научно-технической конференции, г. Томск, 22–25 ноября 2022 г.: / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ); ред. кол. Е.Н. Пашков [и др.]. – Томск: Томский политехнический университет, 2022. – [С. 227–228]. – Заглавие с экрана. – [Библиогр.: с. 228 (4 назв.)].