

Королев Владислав Игоревич

магистрант

Рысаев Марат Камилевич

магистрант

Бариева Энза Рафаиловна

канд. биол. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Казанский государственный

энергетический университет»

г. Казань, Республика Татарстан

ПРИМЕНЕНИЕ ФЕРРАТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация: в данной работе рассматривается процесс очистки сточных вод на существующих очистных сооружениях предприятия химической промышленности с использованием ферратов. Применение ферратов позволяет снизить образование загрязнений биогенного происхождения в сбросах сточных вод химической промышленности.

Ключевые слова: ферраты, химическая промышленность, окислитель, дезинфекции сточных вод.

На предприятиях химической промышленности используются типовые схемы очистки сточных вод, которые включают в себя механическую и биологическую очистку сточных вод. Биологические методы очистки сточных и других вод общепризнанно считаются наиболее экономически эффективными и экологически приемлемыми для удаления так называемых макрозагрязнений (биоразлагаемых органических веществ, соединений азота, фосфора, серы и т. д.) [1, с. 51]. Однако, эти методы часто оказываются недостаточно эффективными в отношении микрозагрязнений, особенно ксенобиотической природы. Характерными примерами такого рода загрязнений сточных вод являются производные диоксина, диметилформамида, фенолы, альдегиды, и др.

На сегодняшний день применение высокоокисленного железа (далее феррата) является одной из наиболее перспективных технологий в глубокой очистки сточных вод на предприятиях химической промышленности. Использование ферратов, даже при очень малых концентрациях в пределах 0,005–0,04 мг/л в пересчёте на железо (Fe^{6+}), позволяет снизить концентрации взвешенных веществ, фосфатов, и ряда веществ ксенобиотиков в сточной воде [2, с. 87].

Ферраты обладают превосходящим потенциалом по окислительной способности в сравнении с такими окислителями как озон, перекись водорода, перманганат и хлорсодержащие соединения (табл. 1).

Таблица 1

Значения восстановительных потенциалов различных окислителей

Реагент	Химическая реакция окисления	Степень восстановительного потенциала
1	2	3
Хлор	$Cl_2(g) + 2e \rightarrow 2 Cl^-$	1,36
Гипохлорит	$ClO^- + H_2O + 2e \rightarrow Cl^- + 2OH^-$	0,88
Диоксид хлора	$ClO_2 + 2H_2O + 5e \rightarrow Cl^- + 4OH^-$	1,50
Перхлорат	$ClO_4 + 8H^+ + 8e \rightarrow Cl^- + 4H_2O$	1,38
Озон	$O_3 + 2H^+ + 2e \rightarrow O_2 + H_2O$	2,07
Пероксид водорода	$H_2O_2 + 2H^+ + 2e \rightarrow 2H_2O$	1,77
Перманганат	$MnO_4 + 8H^+ + 5e \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$	1,69
Феррат (VI)	$FeO_4 + 8H^+ + 3e \rightarrow Fe^{3+} + 4H_2O$	2,20

Процесс заключается в использовании в качестве окислителя ферратов, представляющих собой двухвалентные соли высокоокисленного железа (Fe^{6+}) с анионом FeO_4^{2-} .

В ходе окислительно-восстановительной реакции ферратов и органических соединений, степень окисления феррата понижается до Fe^{3+} . Продуктом разложения в растворе самих ферратов является гидроксид железа, который выделяется в виде коллоидных агрегатов, имеющих очень развитую поверхность, что обеспечивает дополнительную очистку посредством коагуляции. Ферраты в ка-

чество дезинфектанта обеспечивают более глубокое и надежное обеззараживание (по сравнению с хлором), не формируя токсичных соединений. Вода после обработки нетоксична [3, с. 58].

Использование данной технологии на типовых очистных сооружениях, предусматривает модернизацию действующего цеха очистки сточных вод предприятия, переоснащения оборудования, а также дополнительных знаний и навыков работникам осуществляющих бесперебойную работу оборудования. Вышесказанные требования необходимы при применении ферратов в качестве более эффективного компонента глубокой очистки стоков [4, с. 20].

Основными достоинствами применения ферратов являются снижения концентраций загрязнений сточных вод, таких как:

1. БПК₅ от начальной величины 13 мг/л – 90% – 95%, при дозах по феррату калия 4–6 мг/л.
2. ХПК ниже 10 мгО/дм³ при дозах 10–15 мг/л сообщается об удалении.
3. Снижению концентрации фосфат-ионов в среднем на 72% при дозе не менее 20 мг/л.
4. Удаление до 70% по трихлорэтилену достигается при дозе 30 мг/л и времени контакта 40 мин [5, с. 75].

Ферраты способны эффективно окислять и другие микрозагрязнения, поэтому на данный момент его применение является одной из самых перспективных направлений в области наилучших доступных технологий.

Используется за рубежом для глубокой очистки и обеззараживания производственных сточных вод. В Российской Федерации применяется на небольших производственных объектах, в качестве экспериментальных способов глубокой очистки сточных вод.

Список литературы

1. Королев В.И. Повышение эффективности биологической очистки сточных вод на предприятии химической промышленности / В.И. Королев, Э.Р. Барриева, Р.Р. Ситдикова // Вестник магистратуры. – 2016. – №4 (55). – С. 51–53.

2. Дедушенко С.К., Перфильев Ю.Д., Голубев А.М., Мельников П.П., Корби П.П. Патент России №2220910 «Смешанный феррат (VI) калия-натрия, способ его получения и применения».

3. Белевцев А.Н., Гандурина Л.В., Двинских Е.В., Морозова К.М. [и др.]. Отчёт о научно-исследовательской работе «Создание классификатора технологий для очистки сточных вод и обработки осадков». – М.: ВНИИ ВОДГЕО, 2002. – С. 56–58.

4. Андреев В.П. Ферратные технологии: Сборник научных статей молодых ученых и аспирантов, гос. техн. ун-т. / В.П. Андреев, Ю.Б. Рылов. – Тамбов, 2008. – Вып. 21. – С. 18–20.

5. Кофман В.Я. Новые окислительные технологии очистки воды и сточных вод. Ч. 2 // Водоснабжение и санитарная техника. – 2013. – №11. – С. 68–78.