

**УДК 628.316.13**

Шлыкова А.Ю., студент МЭ-11  
Саранцева А.А., студент МЭ-21

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева

Shlykova A.Y., student of ME-11  
Sarantseva A.A., student of ME-21  
Mendeleev University of Chemical Technology of Russia

## **ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФЕРРАТА НАТРИЯ В ПРОЦЕССЕ ОЧИСТКИ СЕРНИСТО-ЩЕЛОЧНЫХ СТОКОВ**

### **STUDY OF THE POSSIBILITY OF USING SODIUM FERRATE IN THE PROCESS OF SULFUR-ALKALI WASTEWATER TREATMENT**

Предприятия нефтехимического комплекса являются значительным источником загрязнения окружающей среды, в частности гидросфера, что связано с образованием высокотоксичных сточных вод с сложным компонентным составом и устойчивостью к биодеградации.

К числу наиболее проблемных относятся сернисто-щелочные стоки (СЩС) – это сточные воды нефтегазоперерабатывающих и нефтехимических производств, представляющие собой многокомпонентные водные растворы, содержащие широкий спектр загрязняющих веществ. В их состав входят серосодержащие соединения (сульфины, гидросульфины, меркаптаны), нефтепродукты, взвешенные вещества и различные органические и неорганические примеси [1].

Образование сернисто-щелочных сточных вод происходит на нескольких технологических этапах, однако основными из них являются процесс очистки газов пиролиза от  $H_2S$  и  $CO_2$  в производстве низших алканов, а также щелочная обработка сжиженных углеводородных газов и дистиллятных фракций, образующихся при перегонке нефти в ходе нефтепереработки [2].

Высокая экологическая опасность СЩС обусловлена значительной концентрацией восстановленных соединений серы, в частности, сульфидов и тиолов. Данные соединения обладают выраженной токсичностью для гидробионтов и человека. Помимо этого, присутствие сероводорода способно вызывать интенсивную коррозию технологического оборудования и трубопроводов.

Таким образом, данные аспекты обуславливают необходимость обезвреживания подобных стоков перед их сбросом или дальнейшей утилизацией.

Вместе с тем, традиционные методы физико-химической и биологической очистки зачастую демонстрируют недостаточную эффективность в отношении стабильных и токсичных соединений, входящих в состав СЩС. Низкая биоразлагаемость, ингибирующее действие на сообщество микроорганизмов и сложный состав стоков требуют разработки и внедрения новых, более эффективных технологий очистки [1].

Одной из перспективных технологий в ходе обезвреживания СЩС может стать применение феррата натрия, который представляет собой соединение железа в его высшей степени окисления (+6). Данное вещество обладает уникальными свойствами, сочетая в себе мощные окислительные способности и коагулирующую активность продуктов своего восстановления [3]. Использование феррата натрия для очистки СЩС имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами (окислением гипохлоритом, пероксидом водорода и др.): эффективное окисление широкого спектра загрязняющих веществ, отсутствие токсичных побочных продуктов, комбинированное действие (окисление и коагуляция) и отсутствие вторичного загрязнения обрабатываемой сточной воды (продукты восстановления феррата натрия являются нетоксичными) [4-6].

Таким образом, целью данного исследования было изучение возможности применения феррата натрия в процессах очистки сернисто-щелочных сточных вод.

В ходе работы феррат натрия был получен электрохимическим методом с использованием мембранный электрохимической ячейки, в качестве электролита применялся гидроксид натрия в концентрации 400 г/дм<sup>3</sup>. Сила тока и напряжение было задано соответственно 10 А и 5 В, синтез вели в течении 30 минут. В результате был получен феррат натрия с концентрацией 1,08 г/дм<sup>3</sup>.

С целью определения возможности применения феррата натрия в качестве реагента для очистки СЩС проводился подбор дозы для наиболее эффективного обезвреживания стоков. Для этого в исходный сток объемом 50 см<sup>3</sup> вносили различные дозировки феррата натрия в концентрациях 0; 1,08; 2,16; 3,24; 5,40 и 10,80 мг/дм<sup>3</sup> соответственно. Во всех экспериментах были определены концентрации сульфат- и сульфид-ионов. Полученные результаты отражены на рисунке 1.

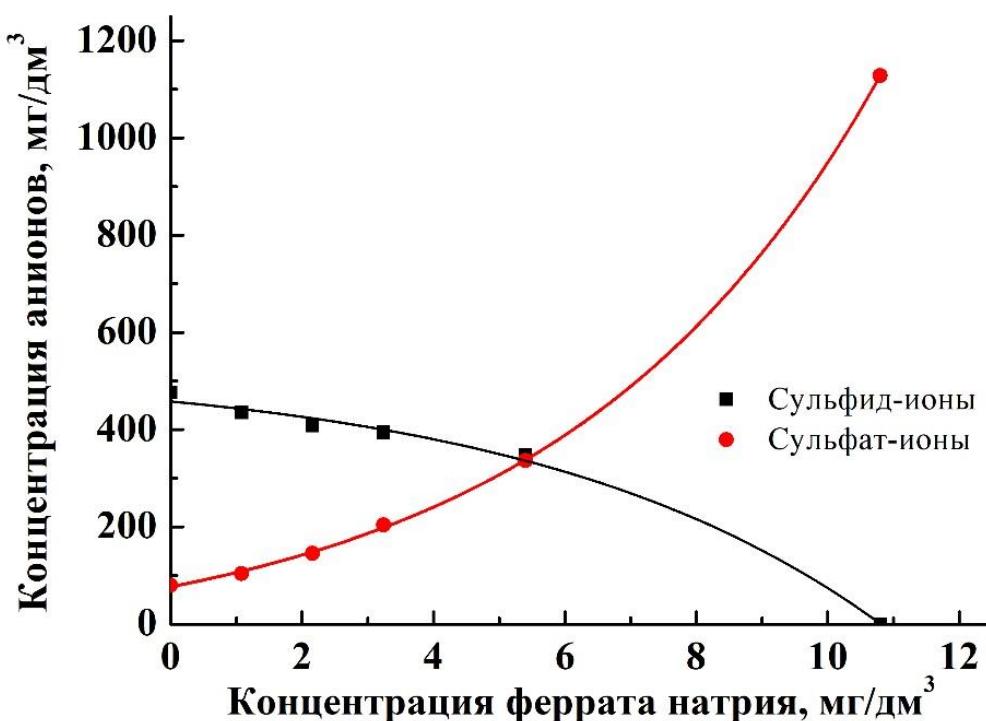


Рисунок 1. Зависимость концентрации анионов (сульфидов и сульфатов) в зависимости от дозы добавляемого феррата натрия

Согласно данным, полученным в результате эксперимента можно сделать вывод о том, что с помощью феррата натрия происходит перевод высокотоксичных соединений серы в восстановленной форме в менее токсичную сульфатную форму. При концентрации реагента 10,80 мг/дм<sup>3</sup> наблюдается возрастание концентрации сульфатов в 14 раз и отсутствие сульфид-ионов в пределах погрешности методики их определения.

Таким образом, применение феррата натрия представляет собой перспективный высокоэффективный и экологически безопасный метод очистки сернисто-щелочных стоков. Его комплексное окислительно-коагулирующее действие позволяет одновременно решать проблемы обезвреживания токсичных серосодержащих соединений, окисления органических загрязнителей и осаждения взвешенных веществ. Дальнейшие исследования должны быть сконцентрированы на оптимизации доз реагента, условий проведения процесса (рН, температура) и разработке экономически целесообразных способов получения феррата натрия в промышленных масштабах.

*Авторы выражают благодарность своему научному руководителю доценту кафедры промышленной экологии РХТУ им. Д.И. Менделеева к.х.н.*

*Иванцовой Н.А. за постоянное внимание к работе и ценные замечания.*

### Список литературы

1. Мурзакова А.Р., Бадикова А.Д., Кудашева Ф.Х., Цадкин М.А., Гимаев Р.Н. Вопрос очистки сернисто-щелочных стоков нефтеперерабатывающих предприятий // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 2007. – Т. 50. – №. 2. – С. 103-104.
2. Будник В.А., Бобровский Р.И., Бабкин Д.Е. Комплексные методы очистки сернисто-щелочных сточных вод нефтеперерабатывающих производств // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2019. – №. 5. – С. 58-85.
3. Jiang J.Q., Lloyd B. Progress in the development and use of ferrate (VI) salt as an oxidant and coagulant for water and wastewater treatment // Water research. – 2002. – Т. 36. – №. 6. – С. 1397-1408.
4. Sharma V. K. Oxidation of inorganic contaminants by ferrates (VI, V, and IV)—kinetics and mechanisms: A review //Journal of Environmental Management. – 2011. – V. 92. – No. 4. – P. 1051-1073.
5. Lee Y., Von Gunten U. Oxidative transformation of micropollutants during municipal wastewater treatment: Comparison of kinetic aspects of selective (chlorine, chlorine dioxide, ferrateVI, and ozone) and non-selective oxidants (hydroxyl radical) // Water research. – 2010. – Т. 44. – N. 2. – P. 555-566.
6. Delaude L., Laszlo P. A novel oxidizing reagent based on potassium ferrate (VI) //The Journal of Organic Chemistry. – 1996. – V. 61. – No. 18. – P. 6360-6370.

### References

1. Murzakova A.R., Badikova A.D., Kudasheva F.H., Zadkin M.A., Gimaev R.N. The issue of purification of sulfur-alkaline effluents of oil refineries // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii Khimiya i Khimicheskaya Tekhnologiya. - 2007. – V. 50. – N. 2. – P. 103-104.
2. Budnik V.A., Bobrovsky R.I., Babkin D.E. Complex methods of purification of sulfur-alkaline wastewater from oil refining industries // Electronic scientific journal Oil and Gas business. – 2019. – N. 5. – P. 58-85.
3. Jiang J.Q., Lloyd B. Progress in the development and use of ferrate (VI) salt as an oxidant and coagulant for water and wastewater treatment // Water research. – 2002. – Т. 36. – №. 6. – С. 1397-1408.
4. Sharma V. K. Oxidation of inorganic contaminants by ferrates (VI, V, and IV)—kinetics and mechanisms: A review //Journal of Environmental Management. – 2011. – V. 92. – No. 4. – P. 1051-1073.
5. Lee Y., Von Gunten U. Oxidative transformation of micropollutants during municipal wastewater treatment: Comparison of kinetic aspects of selective (chlorine, chlorine dioxide, ferrateVI, and ozone) and non-selective oxidants (hydroxyl radical) // Water research. – 2010. – Т. 44. – N. 2. – P. 555-566.
6. Delaude L., Laszlo P. A novel oxidizing reagent based on potassium ferrate (VI) //The Journal of Organic Chemistry. – 1996. – V. 61. – No. 18. – P. 6360-6370.