

Научная статья

УДК 66.067.9+66.074.5.081.3

ЭФФЕКТИВНЫЙ РЕАГЕНТ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ОТ СУЛЬФИД-ИОНОВ И СЕРОВОДОРОДА

Юлия Анатольевна Горбатенко¹, Борис Нутович Дрикер²,

Юлия Андреевна Чусова³, Николай Николаевич Стягов⁴

^{1, 2, 3, 4} Уральский государственный лесотехнический университет,

Екатеринбург, Россия

¹ gorbatenkoyua@m.usfeu.ru

² drikerbn@m.usfeu.ru

³ chusova0108@mail.ru

⁴ nstyagov@gmail.com

Аннотация. В работе рассмотрено два способа получения трилонатного комплекса железа (III). Показано, что железный комплекс, независимо от мольного состава и способа получения, является эффективным реагентом для очистки промышленных отходов (сточных вод, газовых выбросов) от сульфид-ионов и сероводорода.

Ключевые слова: трилонатный комплекс железа (III), очистка, сульфид-ионы, сероводород, этилендиаминтетраацетат (ЭДТА)

Original article

AN EFFECTIVE REAGENT FOR CLEANING INDUSTRIAL WASTE FROM SULFIDE IONS AND HYDROGEN SULFIDE

Yulia A. Gorbatenko¹, Boris N. Driker², Yulia A. Chusova³, Nikolay N. Styagov⁴

^{1, 2, 3, 4} Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ gorbatenkoyua@m.usfeu.ru

² drikerbn@m.usfeu.ru

³ chusova0108@mail.ru

⁴ nstyagov@gmail.com

Abstract. The paper considers two methods for obtaining a trilonate complex of iron (III). It is shown that the iron complex, regardless of the molar composition and the method of production, is an effective reagent for cleaning of industrial waste (wastewater, gas emissions) from sulfide ions and hydrogen sulfide.

Keywords: iron (III) trilonate complex, purification, sulfide ions, hydrogen sulfide, ethylenediaminetetraacetate (EDTA)

Очистка промышленных отходов от сульфид-ионов и сероводорода до требуемых нормативных значений с получением товарных серосодержащих продуктов остается актуальной задачей для многих отраслей промышленности и особенно для химической, нефтехимической и целлюлозно-бумажной.

Поэтому поиск реагентов, обеспечивающих высокую эффективность очистки при низких капитальных и эксплуатационных затратах, легкость регенерации отработанных растворов с возможностью получения из уловленных сульфидов товарных серосодержащих продуктов, является своевременным и необходимым.

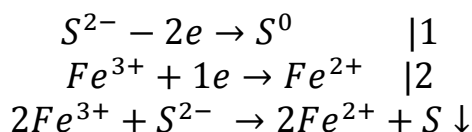
В настоящей статье представлены данные зависимости состава и свойств трилонатного комплекса железа (III) от способа его получения.

Известно [1, 2], что окисление сульфид-иона с образованием серы коллоидной степени дисперсности в присутствии ионов железа (III) протекает с большой скоростью (практически мгновенно), что обусловлено относительно высокой разностью потенциалов реагирующих веществ:

$$\begin{aligned} E_{S^{2-}/S^0} &= -0,48 \text{ В}; \\ E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} &= +0,77 \text{ В}, \end{aligned}$$

и большим значением константы равновесия окислительно-восстановительной реакции ($K_{о-в} = 10^{42}$). Главным недостатком использования в качестве реагента гидроксида железа (III), широко используемого для обезвреживания промышленных выбросов, является гидролиз Fe^{3+} и, как следствие, снижение эффективности окисления сульфид-ионов.

Использование в качестве комплексообразователя этилендиаминтетраацетата (ЭДТА) позволяет получить устойчивый, хорошо растворимый комплекс с Fe^{3+} , что полностью исключает гидролиз ионов железа (III), снижающих эффективность окисления сульфидов в соответствии с реакцией:



С целью изучения влияния на эффективность окисления сульфид-ионов состава комплексононатов, трилонатный комплекс железа (III) был получен двумя способами:

1) растворением в 0,1 г-экв/дм³ динатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (NaЭДТА) рассчитанного количества железоаммонийных квасцов ($NH_4Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$) (содержание железа – 2,8 г);

2) добавлением к раствору железоаммонийных квасцов ($NH_4Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$) (содержание железа 2,8 г/дм³) 0,1 г-экв NaЭДТА.

Методами потенциометрического и кондуктометрического титрования установлен состав образующихся трилонатных комплексов железа (III). Так,

при приготовлении рабочего раствора комплексоната железа (III) первым способом мольное соотношение раствора NaЭДТА к раствору железоммонийных квасцов составило 1:3, в то время как при получении железного комплекса вторым способом – NaЭДТА : раствор $Fe^{3+} = 1:1$.

Трилонатные комплексы железа (III) различного состава изучены в качестве реагентов для обезвреживания промышленных отходов от сульфид-ионов. Эффективность окисления сульфид-ионов трилонатным комплексом железа (III) контролировали сульфид-селективным поликристаллическим электродом марки ХС-Скр-001, а изменение потенциала – на Эксперт-001 платиновым электродом.

Титрование трилонатного комплекса железа (III) 0,1 Н раствором сульфида натрия проводили до резкого скачка потенциала платинового электрода и появлением в растворе сульфид-ионов.

Учитывая, что полученный реагент – трилонатный комплекс железа (III) – в дальнейшем планируется использовать как для очистки сточных вод (путем добавления рассчитанного количества реагента к промышленным стокам), так и для обезвреживания газовых выбросов (путем промывки загрязненного газа, содержащего сероводород раствором комплексоната железа (III)), поэтому эффективность окисления сульфид-ионов до атомарной серы изучалась двумя способами.

Первый способ – в 10 см³ 0,1 Н раствора сульфида натрия по каплям добавляли раствор трилонатного комплекса железа (III). Данный вариант имитирует процесс очистки сточных вод. Второй способ – к раствору комплексоната железа (III) по каплям приливали 0,1 Н раствор сульфида натрия – имитация процесса абсорбции сероводорода.

Данные потенциометрического титрования позволили определить эквивалентный объем и рассчитать количество образовавшейся серы. Оказалось, что в обоих случаях содержащиеся в растворе сульфид-ионы с эффективностью более 99 % переводятся из раствора в осадок, который можно легко отделить от жидкой фазы фильтрацией, либо благодаря хорошей естественной гидрофобности коллоидной серы – флотацией.

Таким образом, использование в качестве реагента (абсорбента) устойчивых трилонатных комплексов железа (III) обеспечивает не только высокую эффективность обезвреживания сточных вод и газовых выбросов, но и благодаря легкости регенерации отработанных растворов, возможности получения элементарной серы, позволяет рекомендовать данный комплексонат как эффективный реагент для очистки промышленных отходов.

Список источников

1. Кормина Л. А., Лазуткина Ю. С. Технологии очистки газовых выбросов : учебное пособие. Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2019. 263 с.

2. Патент № 2361822С2 Российская Федерация, МПК С02F 1/74 (2006.01) Способ очистки воды от сероводорода и сульфидов : опубл. 20.07.2009 / Гириков О. Г. 7 с.