

## НЕПРЯМОЕ ЭЛЕКТРООКИСЛЕНИЕ САЛИЦИЛАТОВ

*О.Ю. Федорова, студент гр. 2ДМ41*

*Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30,  
тел.(3822)-606-333*

*E-mail: ksy.9308@mail.ru*

В настоящее время огромное производство и сбыт лекарственных препаратов приводит к накоплению большого объема бракованных, просроченных или конфискованных партий фармацевтических средств на различных складах и хранилищах. Многие фармацевтические средства обладают высокой биологической активностью и, соответственно, низкой способностью к биоразложению в природных условиях, поэтому для предотвращения негативного воздействия на окружающую среду такого рода отходов их следует обезвреживать.

Наиболее популярными способами являются сжигание [1], плазмохимическое разрушение [2], окисление. Однако данные методы не лишены недостатков. Использование высоких температур и необходимость очистки образующихся вторичных загрязняющих веществ усложняет и удорожает термические методы детоксикации. Энергоемкость и сложность аппаратного оформления плазмохимических технологий, а также необходимость очистки выбросов, ограничивает область их использования. Главный недостаток жидкофазного окисления – большая вероятность неполного окисления, как самих действующих веществ лекарственных средств, так и их вспомогательных компонентов.

В последние десятилетия все большую популярность завоевывают процессы непрямого электроокисления, особенно те, которые в той или иной степени направлены на защиту окружающей среды. В связи с этим целью данной работы является исследование жидкофазного процесса деструктивного разложения лекарственных средств (на примере салициловой кислоты и ее производных) в сернокислой среде электрохимически генерируемыми окислителями.

Минерализацию лекарственных средств до нетоксичных компонентов проводили в бездиафрагменном электролизере (объемом 30 дм<sup>3</sup>) со свинцовыми электродами (с рабочей площадью 10 см<sup>2</sup>) и магнитной мешалкой в 40 %-ных растворах серной кислоты, при плотности тока до 1 А/см<sup>2</sup>, температуре 20 °С и атмосферном давлении. В качестве модельных соединений использовали следующие производные салициловой кислоты: сульфосалициловая кислота (ССК), 5-нитросалициловая кислота (5-НСК), 5-хлорсалициловая кислота (5-ХСК), 5-бромсалициловая кислота (5-БСК), 3,5-динитросалициловая кислота (3,5-ДНСК), ацетилсалициловая кислота (АСК) и салициламид (СА).

Эффективность окисления в лабораторных условиях оценивали простыми и доступными физико-химическими методами анализа: проводя спектрофотометрические измерения исследуемых растворов в видимой и ультрафиолетовой области спектра, определяя суммарное содержание органических веществ на микропроцессорном анализаторе Экотест-120.

Ранее проведенные исследования показали, что при исходной концентрации до 1 г/л салициловая кислота наиболее эффективно окисляется в 40 % серной кислоте [3]. Что касается производных СК, то большинство из них, даже при малых концентрациях, слаборастворимы в водных средах и это накладывает определенные трудности при

разработке способа их обезвреживания, особенно в условиях, когда процессу обезвреживания подвергаются высококонцентрированные растворы.

Экспериментальные данные показывают (табл. 1), что неоднородность системы замедляет ход процесса. Поэтому при окислении суспензий определяющим фактором является скорость доставки органических веществ к анодному пространству, где синтезируется окислитель. Перемешивание позволит эффективно проводить процесс не только с суспензией, но и эмульсией, что очень важно учитывать при разработке метода обезвреживания товарных форм некондиционных фармацевтических средств, которые в своем составе, помимо действующего вещества, могут содержать другие синтетические органические и даже высокомолекулярные соединения, например, спирты, красители и поверхностно-активные вещества.

Таблица 1. Химическое потребление кислорода (мгО/л) сернокислотных растворов салицилатов окисляемых при плотности тока 0,67 А/см<sup>2</sup>.

Производное СК	Концентрация, г/л	Время окисления, мин			
		0	20	40	60
ССК	3	3500	2600	1400	500
ССК	1,3	1527,8	–	–	< 30
5-НСК	1,3	1154,3	770,4	180,6	< 30
5-ХСК	1,3	1552,6	1065,9	569,9	404,6
5-БСК	1,3	1232,1	961,3	825,9	687,2
3,5-ДНСК	1,3	807,6	778,3	618,2	585,7
АСК	13,1	9000	3200	100	< 30
СА	13,1	16000	5500	2000	–

Интенсифицировать данный процесс возможно за счет введения дополнительного количества реакционно-способных соединений, например, персульфата аммония. Экспериментальным путем установлено, что в присутствии (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> максимальный выход окислителей при плотности тока 0,8 А/см<sup>2</sup> наблюдается на 15 минуте электролиза 5 М серной кислоты. Их суммарное количество увеличивается на 15 %. В этих условиях окисление органических соединений, несмотря на гетерогенность системы ускоряется в два раза (табл. 2).

Таблица 2. Химическое потребление кислорода (мгО/л) сернокислотных растворов салицилатов окисляемых при плотности тока 0,8 А/см<sup>2</sup>.

Электролит	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>
Время окисления, мин	Ацетилсалициловая кислота		Салициламид	
0	9000	9000	16000	16000
10	5000	3000	10000	6000
20	3200	1000	5500	3500
30	1000	30	3500	2000
40	100	–	2000	1000

Таким образом, исследован жидкофазный способ окисления производных салициловой кислоты под действием окислительной системы, образующейся in situ при пропускании электрического тока через сернокислотные растворы. Окисляемые

компоненты могут находиться в виде раствора, эмульсии или суспензии. Введение в электролитическую систему персульфата аммония ускоряет процесс глубокого окисления салицилатов до простых и нетоксичных соединений.

### Список литературы:

1. Адамович Б.А., Дербичев А.-Г.Б., Дудов В.И. Новая технология уничтожения медицинских отходов // Экология и промышленность России. – 2005. – № 3. – С. 10–14.
2. Патон Б.Е., Чернец А.В., Маринский Г.С., Коржик В.Н, Петров В.С. Перспективы применения плазменных технологий для уничтожения и переработки медицинских и других опасных отходов // Современ. Электromеталлургия Ч.1. – 2005. – № 3. – С. 54.
3. Перемитина С.П., Волгина Т.Н., Новиков В.Т. Исследование процесса непрямого электроокисления салициловой и сульфосалициловой кислот // Журнал прикладной химии. – 2007. – Т. 81. – № 6. – С. 1042– 1044.

## КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ МЕДИ С СЕРУСОДЕРЖАЩИМИ ЛИГАНДАМИ

*Н.П. Чернова<sup>1</sup>, аспирант каф. ХТ,  
Г.А. Аносова<sup>1</sup>, к.х.н., ст. преподаватель,  
И.А. Щелокова<sup>1</sup>, студент гр. ХТ-32,  
А.С. Потапов<sup>2</sup>, д.х.н., доцент,*

<sup>1</sup>*Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,  
656038, г. Барнаул, пр.Ленина, 46,  
тел. (3852)-245-513*

*E-mail: galyna92@gmail.com*

<sup>2</sup>*Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина, 30,  
тел. (3822)-563-861*

*E-mail: potapov@tpu.ru*

Координационные соединения находят широкое применение в различных областях техники. Так, образование хелатных комплексов используется для умягчения жесткой воды, важнейшую роль играют комплексные соединения в аналитической практике, в качестве катализаторов различных процессов. Многие из них широко распространены в природе и играют важную роль в биохимических процессах. Особый интерес представляют комплексы меди(II) благодаря своим физико-химическим свойствам.

Известны хелатные комплексы меди(II), проявляющие супероксиддисмутазную активность [1, 2]. Также бис(пиразольные) комплексы с нитратом меди (II) проявляют высокую антиоксидантную активность, исследованную на живых клетках человека [3].

Пиразолсодержащие производные диалкилсульфидов имеют, помимо донорных атомов азота, дополнительные атомы серы и выступают лигандами в комплексах с