

### Список литературы

1. Vorozhtsov A.B. et al. Oxidation of nano-sized aluminum powders // *Thermochimica Acta*, 2016.– Vol.636.– P.48–56.
2. Ma B. et al. // *Ceramics International*, 2015.– Vol.41.– №2.– P.3237–3244.
3. Nastic A. // *Journal of Materials Science & Technology*, 2015.– Vol.31.– №8.– P.773–783.
4. Sivkov A. et al. Plasma dynamic synthesis of composite ZnO–Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> material with a core-shell structure for varistor ceramics // *Ceramics International*, 2018.– Vol.44.– №18.– P.22808–22815.
5. Sivkov A.A. et al. Study of the Phase Composition and Structure of the Nanodispersed Al–O Powder Produced by a Plasmodynamic Method // *Nanotechnologies in Russia*, 2018.– Vol.13.– №1–2.– P.76–83.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДЕСТРУКЦИИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ МЕТИЛЕНОВОГО ГОЛУБОГО И ДИКЛОФЕНАКА В ПЛАЗМЕ СВЧ-РАЗРЯДА

А.А. Цхе

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Л.Н. Шиян

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, anny0393@mail.ru

В настоящее время наиболее универсальным и широко применяемым методом очистки сточных вод является биологическая очистка. Но в результате стремительного развития химической индустрии синтезированы тысячи органических соединений, среди которых особое место занимают фармацевтические препараты, попадающие в сточные воды. Синтетическая органика пагубно влияет на жизнедеятельность активного ила, вследствие этого биотехнологии снижают свою эффективность.

Одним из способов подготовки воды для биологической очистки могут служить процессы деструкции синтетической органики при действии СВЧ-разряда.

Высокая энергетическая эффективность плазмохимических реакций, протекающих в результате колебательного возбуждения молекул вещества в неравновесной плазме, обуславливает применение плазмы СВЧ-разряда.

Целью настоящей работы явилось исследование деструкции водных растворов метиленового голубого и диклофенака в плазме СВЧ-разряда в среде воздуха, углекислого газа и аргона при атмосферном давлении.

СВЧ-плазмотрон сконструирован в лаборатории «Радиационные и плазменные технологии» НИ ТПУ (Жерлицын А.Г., Шиян В.П.) и работает в непрерывном режиме с рабочей частотой 2,45 ГГц и с выходной регулируемой мощностью до 2 кВт.

Физико-химические процессы, протекающие при воздействии плазмы СВЧ-разряда на исследуемые модельные растворы, зависят от продуктов плазмообразующего газа. Поэтому первым этапом работы явилось определение состава плазмообразующего газа, в качестве которого были выбраны воздух, аргон и углекислый газ.

Изменение состава газа в процессе воздействия плазмы СВЧ-разряда оценивали 2 методами:

1. Косвенным методом по изменению состава водной среды. Показано, что при использовании воздуха в качестве плазмообразующего газа происходит снижение рН раствора вследствие образования азотсодержащих соединений. В случае применения аргона в качестве плазмообразующего газа заметных изменений состава водной среды не наблюдается. При использовании углекислого газа установлено образование щавелевой и угольной кислот.

2. Прямым определением с помощью газового хроматографа «Хроматэк Кристалл 5000.2». Показано, что при использовании углекислого газа, состав газа меняется незначительно, однако наблюдается образование оксида углерода (II) с выходом 1,22 %.

Продукты газа-носителя, образующиеся после воздействия плазмы СВЧ-разряда, могут участвовать в окислительно-восстановительных реакциях с модельными растворами.

Вторым этапом явилось исследование деструкционных процессов в модельных растворах метиленового голубого и диклофенака. Выбор этих веществ обусловлен возможностью прямого спектрофотометрического определения в интервале длин волн 200–600 нм с использованием спектрофотомера.

Анализ оптических спектров поглощения водного раствора метиленового голубого показал протекание процесса деструкции, сопровождающегося снижением интенсивности поглощения в области 590 нм и увеличением интенсивности поглощения в области 200 нм. Согласно литературным данным [2] снижение интенсивности поглощения в области 590 нм обусловлено деструкцией по ауксохромным группам.

Исследование спектров поглощения водного раствора диклофенака исходного и после воз-

действия плазмы СВЧ-разряда показало устойчивость диклофенака к воздействию плазмы СВЧ-разряда в случае использования газа-носителя аргона. Наибольшие изменения состава модельного раствора при воздействии плазмы СВЧ-разряда получены в среде воздуха, что обусловлено протеканием окислительных реакций с участием азотсодержащих продуктов плазмообразующего газа.

Отсутствие деструкционных процессов при использовании углекислого газа связано с тем, что энергия плазмы СВЧ-разряда расходуется на изменение химического состава газа-носителя. Образовавшаяся СО является восстановителем и препятствует окислительным процессам, приводящим к деструкции метиленового голубого и диклофенака.

### Список литературы

1. Дубровин В.Ю. Ионизационные процессы и диссоциация молекул воды в плазме пониженного давления: диссер. к.х.н. – Иваново, 1983. – 170с.
2. Житнев Б.Н., Белов С.Г., Наумчик Г.О. Спектрофотометрические исследования

влияния дозы озона на степень деструкции красителей в водных растворах, Вестник Брестского государственного технического университета. Сер. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология, 2012. – №2. – С.26–32.

## АСТРАХАНСКАЯ СЕРА И ЕЕ СВОЙСТВА

В.С. Чекрыжов

Научный руководитель – к.т.н., доцент В.В. Тихонов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, vladimirtru@yandex.ru

Сера – твердое неорганическое вещество плотностью 1960–2070 кг/м<sup>3</sup> и температурой плавления 112–120 °С, отходы нефтяной промышленности.

Применение этого материала очень широкое, в химической промышленности, в сельском хозяйстве, в дорожном строительстве и т.д.

Астраханский газоперерабатывающий завод выпускает больше всего в мире серы, и ре-

ально применять для дорожного строительства именно их продукт.

Что бы спроектировать оборудование для подачи серы в аппарат по приготовлению серобитума, необходимы опытные данные свойств серы, это насыпной вес и угол естественного откоса.

### Опыт 1. Водонасыщение

В чаши насыпаем серу тонким слоем и ставим в эксикатор, наливаем воды, закрываем плотно крышку (рис. 1). Оставляем на сутки.



Рис. 1.

Таблица 1. Определение влажности серы

Опыт	Бюкс пустой, г	Бюкс полный, г	После сушки, г
1	15,41	15,70	15,70
2	24,36	24,93	24,93