

## ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ПИГМЕНТОВ ИЗ ОТХОДОВ ВОДОПОДГОТОВКИ ТОМСКОГО ПОДЗЕМНОГО ВОДОЗАБОРА

Е.С. Лихачева, А.А. Каренгин

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент А.Г. Каренгин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, lhas1997@gmail.com

На томском подземном водозаборе в процессе подготовки воды из подземных источников образуются отходы (до 3000 т/год) в виде водных суспензий гидроксидов металлов (шламов), имеющих следующий состав: (0,2–0,3%)  $\text{Na}_2\text{O}$ ; (0,3–0,4%)  $\text{K}_2\text{O}$ ; (2,8–5,2%)  $\text{CaO}$ ; (2,0–4,7%)  $\text{MgO}$ ; (42,0–44,5%)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; (2,0–3,0%)  $\text{MnO}$ ; (0,5–1,0%)  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; (0,04%)  $\text{TiO}_2$ ; (2,5–5,5%)  $\text{SiO}_2$ ; (3,0–5,0%)  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  – остальное [1]. Подобные отходы образуются на станциях обезжелезивания таких городов, как Стрежевой, Кедровый и других населенных пунктов Томской области, потребляющих питьевую воду из подземных источников с большим содержанием железа и марганца. Применяемые технологии получения пигментов из отходов водоподготовки (ОВП) многостадийны, экологически не безопасны и требуют значительных энергозатрат [1]. Существенное снижение энергозатрат может быть достигнуто при плазмохимической переработке ОВП с добавлением горючих отходов (3500 т/год) производства метанола (ГОПМ), имеющих следующий состав: 50–70%  $\text{CH}_4\text{O}$ ; 2,6–5,3%  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ; 2,5–4,7%  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$  и другие высшие спирты, вода – остальное [2]. Совместная плазмохимическая переработка этих отходов в виде шламоорганических суспензий приведет не только к значительному снижению экологической нагрузки на окружающую среду в регионе,

но и позволит получать дешевые пигменты, которые могут быть использованы предприятиями региона для изготовления конкурентноспособной промышленной продукции и товаров народного потребления (защитные и противопожарные краски, объемно-окрашенные строительные изделия и др.).

Жидкими горючими композициями считают композиции с низшей теплотворной способностью не менее 8,4 МДж/кг [2]:

$$Q_{\text{H}}^{\text{C}} = \frac{(100 - W - A) Q_{\text{H}}^{\text{C}}}{100} - \frac{2,5W}{100},$$

где  $Q_{\text{H}}^{\text{C}}$  – низшая теплотворная способность горючего компонента композиции, МДж/кг;  $W$  и  $A$  – содержание соответственно воды и негорючих минеральных веществ в композиции, %; 2,5 – скрытая теплота испарения воды при 0 °С, МДж/кг.

В результате проведенных расчетов определена оптимальная по составу шламоорганическая суспензия с максимальным содержанием ОВП, имеющая  $Q_{\text{H}}^{\text{C}} \approx 8,4$  МДж/кг: ШОС-1 (17,5% ОВП; 82,5% ГОПМ).

Для определения оптимальных условий процесса проведены расчёты равновесных составов газообразных и конденсированных продуктов совместной плазмохимической переработки ОВП и ГОПМ в виде композиции ШОС-1.

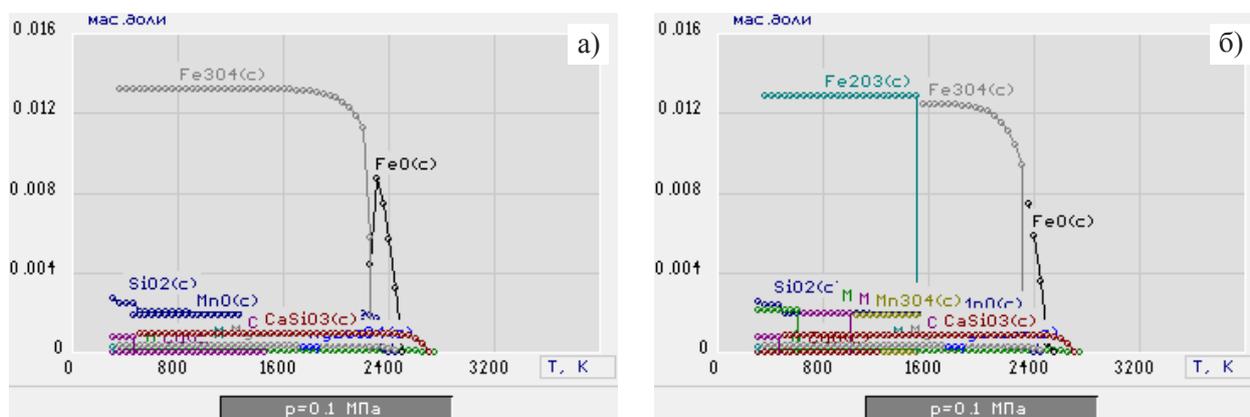


Рис. 1. Влияние температуры на равновесный состав конденсированных продуктов плазмохимической переработки ШОС-1 в воздушной плазме при массовой доле воздуха 82% (а) и 83% (б)

Расчёты проведены при атмосферном давлении (0,1 МПа), широком диапазоне температур (300–4000) К и для различных массовых долей воздушного плазменного теплоносителя (10–90)%. Для расчётов использовалась лицензионная программа «TERRA». На рисунке 1 показано влияние температуры на равновесный состав конденсированных продуктов плазмохимической переработки отходов в виде композиции ШОС-1 при массовой доле воздуха 82 % (а) и 83 % (б).

Из анализа равновесных составов следует, что основными продуктами в конденсирован-

ной фазе являются простые и сложные оксиды металлов включая магнитный оксид железа  $Fe_3O_4(c)$  (рис. 1а) или немагнитный оксид железа  $Fe_2O_3(c)$  (рис. 1б).

По результатам проведенных исследований могут быть рекомендованы для практической реализации совместной плазменной переработки ОВП и ГОПМ в воздушной плазме следующие условия: состав композиции ШОС-1 (17,5 % ОВП; 83,5 % ГОПМ); массовое отношение фаз (82 % воздух:18 % ШОС-1); температура  $1500 \pm 100$  К.

### Список литературы

1. Патент 2471836 РФ. МПК C09C1/24. Способ получения железоксидных пигментов / Л.В. Герб, О.Д. Лукашевич, Н.Т. Усова, О.Ю. Гончаров. Заявлено 23.06.2011; Опубл. 10.01.2013, Бюл.– №1.– бс.
2. Власов В.А., Каренгин А.Г., Каренгин А.А., Шеховцова А. П. // Известия вузов. Физика, 2014.– Т.57.– №3/3.– С.87–90.

## БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ БЕЛОГО И ЖЕЛТОГО ФОСФОРА

А.З. Миндубаев

Научный руководитель – д.х.н., в.н.с., доцент Д.Г. Яхваров

Институт органической и физической химии имени А.Е. Арбузова КазНЦ РАН  
420088, Россия, г. Казань, ул. Арбузова 8, mindubaev@iopc.ru; mindubaev-az@yandex.ru

Белый фосфор (и его модификация технической чистоты желтый фосфор)  $P_4$  является одним из самых опасных промышленных загрязнителей окружающей среды. Тем не менее, это крупнотоннажный продукт химической промышленности. Несмотря на запрет, применяется он и в военных целях. Но элемент фосфор обладает важным качеством. Являясь в виде простого вещества сильнейшим ядом, в окисленном состоянии (фосфорная кислота и её производные) он незаменим для всех форм жизни, являясь биогенным макроэлементом. С учетом этого, потенциал биodeградации белого фосфора велик. Главное преимущество от реализации нового способа – обеспечение экологической безопасности без использования агрессивных химических веществ и жестких физических факторов (давление, температура).

Нами впервые произведены посевы микро-

организмов в культуральную среду, содержащую белый фосфор в качестве единственного источника фосфора. В данной среде микроорганизмы (плесневые грибы и стрептомицеты) нормально развиваются и не испытывают дефицит фосфора. Это первый задокументированный пример включения белого фосфора в природный круговорот данного элемента. Самая высокая концентрация достигает превышения предельно допустимой концентрации белого фосфора в сточных водах в пять тысяч раз, а в водах бытового и хозяйственного назначения – в сто миллионов раз [1]!

Из брусков белого фосфора были выделены жизнеспособные споры плесневого гриба *Aspergillus*, по отношению к которому  $P_4$  не проявляет токсические свойства. Ему мы присвоили номер штамма AM1.

### Список литературы

1. Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Валидов Ш.З., Яхваров Д.Г. // Природа, 2017.– №5.– С.29–43.