

обоженным при температуре 1270 К, критическая плотность тока составляла  $0,9 \cdot 10^4$  А/см<sup>2</sup>, в то время как для образца системы (2), полученного при тех же температурных режимах, она равна только  $0,5 \cdot 10^3$  А/см<sup>2</sup>.

УДК661.488

Н.В. Оробей, Г.И. Новиков  
(БГТУ, г. Минск)

## ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПОЛУЧЕНИЯ КРЕМНЕФТОРИДОВ ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА

Постоянное расширение ассортимента используемых в различных отраслях народного хозяйства фтористых соединений и непрерывное увеличение объемов потребления уже ставших традиционными кремнефтористых продуктов требуют особого внимания к вопросам, касающимся технологии их производства.

Целью проведенной нами работы было изучение возможности повышения качества кремнефторидов, производимых в промышленных условиях, на основании имеющихся литературных и собственных экспериментальных данных. Объектами исследований служили кремнефториды лития, натрия, калия, рубидия, цезия, аммония, магния, кальция, стронция, бария.

Номенклатура неорганических фторсоединений, выпускаемых за рубежом, включает свыше 200 наименований. Их производством занимается более 200 фирм в 25 странах. Кремнефториды выпускают около 80 фирм, их ведущими производителями являются США и Япония [1].

Наиболее распространенные в настоящее время промышленные способы получения исследуемых кремнефторидов основаны на взаимодействии хлоридов, карбонатов или гидроксидов соответствующих металлов и кремнефтористоводородной кислоты. Используемая при этом кислота обычно получается в производстве фосфорных удобрений и содержит гель кремневой кислоты, наличие которого вызывает необходимость предварительной фильтрации исходного раствора [2-4].

Около 90% общего объема производства кремнефтористых солей приходится на кремнефториды натрия, калия и аммония [1,3,5].

На суперфосфатных заводах образование кремнефторида натрия ( $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ ) происходит по реакции [4]:  $\text{H}_2\text{SiF}_6 + 2\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}_2\text{SiF}_6 + 2\text{HCl}$ .

Образующийся фильтрат из-за наличия в нем ионов хлора обладает высокой коррозионной активностью, поэтому перспективным

направлением при получении  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  следует считать замену хлорида натрия на сульфат (карбонат).

При осаждении  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  сульфатом натрия реакция обменного разложения протекает по следующей схеме [6]:  $\text{H}_2\text{SiF}_6 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SiF}_6 + \text{H}_2\text{SO}_4$ .

Образующаяся серная кислота может быть возвращена в процесс и использована на стадиях получения  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  при кислотном разложении апатита.

Кремнефторид калия получают аналогичными способами [3,7].

Промышленное получение кремнефторида аммония основано на непосредственной абсорбции фторсодержащих газов ( $\text{SiF}_4$  и  $\text{HF}$ ) - отходов производства фосфорных удобрений растворами солей аммония [6]:  $\text{HF} + \text{SiF}_4 + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6 + 2\text{HCl}$  и взаимодействии кремнефтористоводородной кислоты с гидроксидом аммония [3,6,8]:  $2\text{NH}_4\text{OH} + \text{H}_2\text{SiF}_6 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6 + \text{H}_2\text{O}$ .

Описанные способы обеспечивают получение технических продуктов, содержащих не более 90 мас % основного вещества.

Анализ статистических данных о качестве получаемых по существующим технологиям кремнефторидов показывает, что параметром, не соответствующим требованиям потребителей и действующим стандартам, является содержание основного вещества и нерастворимого остатка в продукте.

Для синтеза кремнефторидов в качестве исходных реагентов мы использовали 10-16 %-ную кремнефтористоводородную кислоту, полученную при абсорбции водой фторсодержащих газов ( $\text{SiF}_4$  и  $\text{HF}$ ), образующихся в процессе химического полирования стеклоизделий на Борисовском хрустальном заводе [9], и хлориды, карбонаты или гидроксиды соответствующих металлов [10].

Полученные соединения идентифицированы методами ИК-спектроскопии и рентгенофазового анализа [11,12]. Они содержат не менее 98 мас % основного вещества, что соответствует реактивной квалификации.

Результаты проведенного физико-химического анализа синтезированных соединений свидетельствуют о возможности их применения и в лабораторной практике, и для практических целей (в сельском хозяйстве, в различных отраслях промышленности: химической, металлургической, металлообрабатывающей, стекольной, керамической, пищевой, стройматериалов и др.) [1].

Результаты проведенных исследований показывают возможность получения в промышленных условиях кремнефторидов щелочных,

щелочноземельных металлов и аммония реактивной квалификации из фторсодержащих отходов производства стеклоизделий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Антошкина Н. Л., Меркулов В.А. //Тр. УНИХИМа. 1982. Вып. 53. С. 9-23.
2. Рысс И.Г. Химия фтора и его неорганических соединений. М., 1956.
3. Зайцев В.А., Новиков А.А., Родин В.И. Производство фтористых соединений при переработке фосфатного сырья. М., 1982.
4. Габриелова М.Г., Морозова М.А. Производство неорганических ядохимикатов. М., 1964.
5. Дворяжкина А.Н., Цыбина М.Н., Горюнов Н.А. //Тр. НИУИФа. 1988. Вып. 254. С. 24-30.
6. Песина Э.Я. Обзорн. инф. Серия "Прикладная химия". Фторсоли. М., 1978.
7. Субботина О.И., Калинин В.А., Вилков С.Д. и др. //Тр. НИУИФа. 1988. Вып. 254. С. 74-83.
8. Антошкина Н.Л., Шибнева Т.С. //Тр. УНИХИМа. 1975. Вып. 35/36. С. 9-23.
9. ТУ РБ 28960196.001-98.
10. Оробей Н.В., Третьяк А.Н., Новиков Г.И. // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. хім. навук. 2000. №1. С. 113-115.
11. Давидович Р.Л. и др. Атлас инфракрасных спектров поглощения и рентгенографических данных комплексных фторидов металлов IV и V групп. М., 1972.
12. Зинюк Р.Ю. и др. ИК-спектроскопия в неорганической технологии. Л., 1983.

УДК 667.622.1/.51

В.Д. Кордилов, Л.С. Ещенко  
(БГТУ, г. Минск)

### ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ НА ПИГМЕНТЫ

Среди неорганических пигментов значительную долю составляют железосодержащие с хромофором  $Fe^{2+}$  и  $Fe^{3+}$ . Они характеризуются незначительным хроматическим тоном и превосходной светостойкостью, неядовитые, стойки к мелению и относительно инертны. По сравнению с аналогичными по цвету органическими пигментами железосодержащие имеют ряд преимуществ: отсутствие миграции, хорошая