

УДК 666.189

**СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА
ГЕКСАФТОРОСИЛИКАТОВ ЩЕЛОЧНЫХ,
ЩЕЛОЧНОЩЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И АММОНИЯ С
ЗАДАНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ОСНОВНОГО ВЕЩЕСТВА ИЗ SiF_6^{2-} -
СОДЕРЖАЩИХ ЖИДКОФАЗНЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА
СТЕКЛОИЗДЕЛИЙ**

Зык Н.В. к.х.н., Шункевич В.О.

Белорусский национальный технический университет

Shunkevich1963@mail.ru

Результаты исследования растворимости и термодинамических свойств гексафторосиликатов $\text{Li}_2\text{SiF}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, Na_2SiF_6 , Rb_2SiF_6 , Cs_2SiF_6 , K_2SiF_6 , BaSiF_6 , $\text{MgSiF}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSiF}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{SrSiF}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ были использованы нами при синтезе указанных соединений в лабораторных условиях.

Для синтеза исследуемых солей в лабораториях (и далее – в производственных) условиях в качестве исходных реагентов применяли кремнефтористоводородную кислоту, полученную в процессе абсорбции фторсодержащих газов (SiF_4 и HF) при химическом полировании стеклоизделий на Борисовском хрустальном заводе (БХЗ), и гидроксиды (карбонаты) соответствующих элементов, а так же при синтезе малорастворимых в воде Na_2SiF_6 , Rb_2SiF_6 , Cs_2SiF_6 , K_2SiF_6 , BaSiF_6 – соответствующие хлориды. Выбор реагентов был обусловлен возможностью дальнейшего сравнения между собой результатов проведенных опытов в пределах анализируемых систем для указанных соединений, а так же их доступностью.

Все реактивы (кроме кремнефтористоводородной кислоты), используемые при синтезе и последующем анализе гексафторосиликатов имели квалификацию не ниже марки «ЧДА».

Для исключения получения возможных систематических ошибок при анализе исследуемых солей вследствие взаимодействия соответствующих растворов со стеклом при проведении эксперимента использовали полиэтиленовую посуду и мешалки, так как это обеспечивало необходимую точность и воспроизводимость результатов.

Опыты проводили в полиэтиленовых (фторлон-4) химических стаканах емкостью 500-1000 мл, которые были закрыты крышками и помещены в водяной термостат (ТЛ-150), содержимое которого нагревалось электрической спиралью. Температура поддерживалась с точностью до $\pm 0,5$ градусов. Содержимое стаканов энергично перемешивалось полиэтиленовой двухлопастной мешалкой с постоянной интенсивностью, которая приводилась во вращательное движение под действием лабораторного автотрансформатора.

Осадки малорастворимых в воде Na_2SiF_6 , Rb_2SiF_6 , Cs_2SiF_6 , K_2SiF_6 , BaSiF_6 , как и $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ после отстаивания отделяли от маточного раствора фильтрованием на вакуумной воронке Бюхнера через сложенный вдвое бумажный фильтр «синяя лента» (ТУ 6-09-1678-77) и далее (при использовании соответствующих хлоридов) промывали холодной дистиллированной водой (4-6°C). Для промывки брали трехкратное количество воды по отношению к предполагаемой массе сухого остатка. Хорошо растворимые в воде $\text{Li}_2\text{SiF}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSiF}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSiF}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, и $\text{SrSiF}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ были выделены из фильтрата выпариванием соответствующих растворов при нагревании. Затем синтезированные соединения сушили до постоянного веса при температуре 65-115 °C и измельчали.

Полученные соединения идентифицировали методами ИК-спектроскопического и рентгенофазного анализов, а так же для кристаллогидратов $\text{Li}_2\text{SiF}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSiF}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSiF}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{SrSiF}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – методом комплексного термogrавиметрического анализа.

Далее продукты синтеза анализировали так же, как и при исследовании растворимости указанных соединений, на содержание основных составляющих компонентов: SiF_6^{2-} и F^- (в пересчете на HF)-алкалиметрически, общий фтор – потенциометрическим методом с использованием лантан-фторидного электрода, общий кремний – методом электронного микроскопического анализа. При проведении лабораторных анализов использовались те же методы, что и при изучении растворимости указанных соединений.

Аналогичные результаты получены во время проведения укрупненных лабораторных испытаний и производственной проверки предложенных методов синтеза гексафторосиликатов $\text{Li}_2\text{SiF}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, Na_2SiF_6 , Rb_2SiF_6 , Cs_2SiF_6 , K_2SiF_6 , BaSiF_6 , $\text{MgSiF}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSiF}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{SrSiF}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ из указанных отходов непосредственно в производственных условиях (в цехе химического полирования стеклоизделий на Борисовском хрустальном заводе).

Таким образом, испытания данного способа синтеза гексафторосиликатов в лабораторных и производственных условиях подтвердили возможность использования абсорбционных фторосодержащих растворов – отходов производства стеклоизделий для получения солей товарного качества. Синтезированные соединения могут быть использованы и в лабораторной практике, и для специальных целей (в сельском хозяйстве, в различных отраслях промышленности: химической, стекольной, металлургической, керамической, металлообрабатывающей, пищевой и др.) Метод синтеза технологически прост и позволяет выпускать в Республике Беларусь широкий ассортимент гексафторосиликатов реактивной квалификации.

Основными результатами проведенных нами исследований процессов получения гексофторосиликатов щелочных, щелочноземельных элементов и аммония с заданным химическим составом из отхода производства стеклоизделий являются следующие:

1. Показана возможность использования абсорбционных фторосодержащих растворов – отходов производства стеклоизделий в качестве исходного сырья для получения в лабораторных условиях гексафторосиликатов $\text{Li}_2\text{SiF}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, Na_2SiF_6 , Rb_2SiF_6 , Cs_2SiF_6 , K_2SiF_6 , BaSiF_6 , $\text{MgSiF}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSiF}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{SrSiF}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$, используя гидроксиды (1 серия опытов), хлориды (2 серия), карбонаты (3 серия) соответствующих элементов.

2. При отработке условий синтеза указанных гексафторосиликатов с применением метода планирования факторного эксперимента было изучено влияние ряда факторов (x_1 – pH реакционной смеси (или соотношение реагентов), x_2 – температура процесса, x_3 – продолжительность взаимодействия реагентов) на контролируемые при синтезе исследуемых солей показатели (функции отклика) – массовую долю основного вещества в синтезированном продукте y_1 , мас. % и практический выход гексафторосиликата в мас. % от стехиометрически возможного (y_2), а так же определена математическая модель исследуемых процессов, которая выражена в виде полиномиальной взаимосвязи факторов ФОРМУЛЫ и контролируемых характеристик (y_1 или y_2).

3. Определены условия (значения факторов), при которых содержание основного вещества в синтезированных гексафторосиликатах составляет не менее 99,58 мас. % (1 серия опытов), 99,67 мас. % (2 серия опытов), 98,54 мас. % (3 серия), что по качеству удовлетворяет требованиям действующих в Республике Беларусь стандартов на гексафторосиликаты реактивной квалификации не ниже марки «Ч». Кроме того достигнут соответствующий практическому промышленному выход исследуемых соединений (не менее 52,41 мас. %), хотя функции y_2 . В отличие от y_1 , не была определяющей при выборе уровней анализируемых факторов.

4. Проведены укрупненные лабораторные испытания и производственная проверка предложенных методов синтеза гексафторосиликатов $\text{Li}_2\text{SiF}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, Na_2SiF_6 , Rb_2SiF_6 , Cs_2SiF_6 , K_2SiF_6 , BaSiF_6 , $\text{MgSiF}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSiF}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{SrSiF}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$, из указанных отходов на Борисовском хрустальном заводе, в ходе которых было получено 300-500 г каждого из исследуемых гексафторосиликатов реактивной квалификации не ниже марки «Ч» (лабораторные испытания), а так же 409,9 кг Na_2SiF_6 («Ч») (в том числе Na_2CO_3 – 230,3 кг, NaCl – 179,6 кг) при производственных испытаниях. Метод синтеза технологически прост и позволяет выпускать в Республике Беларусь широкий ассортимент гексафторосиликатов реактивной квалификации.

Литература

1. Оробей Н.В. Получение кремнефторидов калия и натрия при химическом полировании стеклоизделий / Н.В. Оробей. А.Н. Третьяк, // Нац. Акад. Наук РБ, Мин.прир. рес. и охр.окр. среды.–Гродно, 1998.–с.96

2. Оробей Н.В. Особенности процесса растворения гексафторосиликатов в воде / Н.В. Оробей, Г.И. Новиков // Весці НАН Беларусі. Серыя хімічных навук.–2003.-№4.-с.77-79.

УДК 655

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ УПАКОВОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Коротыш Е.А.

Белорусский национальный технический университет

elena_yanec@mail.ru

В настоящее время, одним из наиболее важных аспектов в современной науке и промышленном производстве является наиболее эффективное использование ее сильного восполняющегося потенциала по непрерывному росту технического уровня и качества изделий, соответствующих требованиям и стандартам, с широким внедрением научных методов организации и управления этими важнейшими процессами.

Однако не стоит забывать о том, что ускорение темпов научно-технического прогресса динамически должно менять представления о требованиях к разработке изделий, особенно если это касается упаковочной промышленности. При производстве важно обеспечить качество и надежность продукции, а также стоит помнить о технологической подготовке и вопросах эксплуатации изделий. С экономической точки зрения, производство должно стремиться к сокращению сроков изготовления и уменьшению затрат на разработку. В настоящее время найдено направление, позволяющее решать возникающие вопросы, а именно обеспечение высокого уровня технологичности производства упаковочной продукции.

Несмотря на то, что разработки в этом направлении постоянно ведутся, теория и практика процессов обеспечения технологичности выпускаемой продукции самых различных отраслей остаются по-прежнему весьма актуальными. В нашем случае, актуализация этой проблемы важна при проектировании, изготовлении и последующей эксплуатации с наилучшими качествами, наименьшими затратами средств и времени на предприятиях, занимающихся выпуском упаковочной продукции.

Технологичность – сложная комплексная характеристика изделия, выявляемая в затратах труда, средств, материалов, времени и общей эффективности организации процесса производства изделия на всех его стадиях.

Предложенные методы обеспечения этого важного показателя в новых разработках и повышение его уровня с использованием количественных и других оценок технологичности, позволяют определять степень технологичности производства при сравнении его аналогами или при сравнении