

зование комплекса физико-химических методов анализа позволило установить наличие в пробе руды основных фаз: кварца  $\alpha\text{-SiO}_2$ , каолинита  $\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$  и мусковита  $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH},\text{F})_2$ . Основными носителями РЗМ являются глинистые минералы коры выветривания, а также собственно редкоземельные минералы: иттрорабдофанит, иттриевый и неодимовый бастнезит, черчит, иттриевый и неодимовый паризит [1].

Показано, что автоклавное выщелачивание руды гидроксидом натрия позволило ~ на 58% перевести кремний в фильтрат. При этом алюминий вместе с РЗМ почти на 90 и 80%, соответственно, остаются в кеке в виде труднорастворимых гидроксидов.

Установлено, что сплавление руды с NaOH при температуре 1250 °С и последующее водное выщелачивание полученного плава обычным либо автоклавным способами неэффективно. Кремний и алюминий практически не выщелачиваются и в обоих случаях остаются в кеках.

Известен прием извлечения РЗЭ из минералов-носителей без разрушения кристаллической структуры последних (кислотное декатиониро-

вание) [2]. Обработку руды ведут небольшим количеством  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (10–15% от стехиометрии) при невысоких температурах. Выход РЗЭ в этом случае составляет 70–80%. Показано, что при проведении выщелачивания руды раствором  $\text{H}_2\text{SO}_4$  80 г/дм<sup>3</sup> в зависимости от температуры (26, 40 и 60 °С) извлечение  $\Sigma\text{РЗМ}$  в фильтрат имеет низкие показатели ~30–40%.

Установлено, что при сульфатизации руды концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  18,62 моль/дм<sup>3</sup> при соотношении Т:Ж=1:0,76 и температурах 200–500 °С в течение 2 ч. с последующим водным выщелачиванием спека извлечение в раствор  $\Sigma\text{РЗМ}$  уменьшается от ~68 до ~48%, алюминия и железа от ~58 до ~49% и от ~41 до ~34%, соответственно. Автоклавное выщелачивание полученных кеков раствором NaOH (условия:  $\text{Na}_2\text{O}$  240 г/дм<sup>3</sup>, температура 220 °С, Т:Ж=1:6, время выдержки 3 ч.) приводит к извлечению  $\text{SiO}_2$  в раствор до 90–94%.

Согласно проведенным исследованиям по выбору способа вскрытия редкоземельной высококремнистой руды установлено, что наиболее эффективным является процесс сульфатизации.

### Список литературы

1. Исаева Л.Д., Дюсембаева К.Ш., Кембаев М.К., Юсупова У., Асубаева С.К. *Формы нахождения редкоземельных элементов в коре выветривания месторождения Кундыбай (Северный Казахстан) // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан, 2015.– Т.2.– №410.– С.23–30.*
2. Шарипов М.Ш., Стряпков А.В. *Гидрохимическое извлечение РЗЭ из высококремнистого глинозёмсодержащего сырья // Проблемы химии и металлургии Центрального Казахстана: Алма-Ата: Наука, 1985.– Т.1.– С.118–125.*

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ ФТОРИДА СТРОНЦИЯ В ТРИФТОРИДЕ БРОМА

Е.А. Семендеева, И.В. Распутин

Научный руководитель – инженер-проектировщик В.И. Соболев

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

Трифторид брома при обычных условиях – бледно-желтая или бесцветная жидкость с удобным диапазоном температур (9–127 °С) для проведения с ним работ. Отнесен к числу наиболее сильных окислителей как в парообразном, так и в жидком состоянии; по химической активности он уступает фторидам хлора и пентафторида брома.

Реакции жидкого  $\text{BrF}_3$  с галогенидами ме-

таллов относят к наипростейшему типу взаимодействия, по причине исключения возможности образования оксифторидов. Шарп и Эмелиус изучили взаимодействия галогенидов лития, натрия, калия, рубидия, цезия, меди, серебра, кальция, стронция, бария, кадмия, алюминия, таллия, свинца, урана, кобальта и железа с жидким дистиллированным  $\text{BrF}_3$ .

Из выше перечисленных соединений, поми-

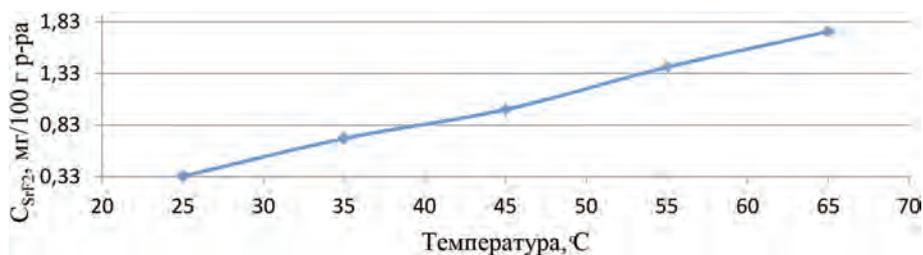


Рис. 1. График зависимости растворимости  $SrF_2$  в  $BrF_3$  от температуры

мо хлоридов кальция, цезия и рубидия, в растворе трифторида брома дали продукты неопределенного состава фториды кальция и стронция. В двух последних соединениях содержание брома зависит от температуры проведения опыта и времени эвакуирования избытка растворителя [1].

Исходя из выше представленного можно назвать цель настоящей работы – определение растворимости фторида стронция в трифториде брома.

Актуальность данной работы – до настоящего времени не установлена величина растворимости фторида стронция в трифториде брома при различных значениях температур.

Определение растворимости проводилось определением содержания металла в растворе трифторида брома. Для приготовления насыщенных растворов отбиралось одно и то же количество  $BrF_3$ , в которые вносился  $SrF_2$  до образования значительного количества осадка. Полученные смеси выдерживались в термостате в течение 15 минут при периодическом перемешивании через каждые 5 минут для установления межфазового равновесия. Отбор пробы раствора проводился из средней части слоя  $BrF_3$  с последующим переносом пробы в тefлоновый контейнер для гидролиза дистиллированной водой и количественного рентгенофлуоресцент-

Таблица 1. Растворимость  $SrF_2$  в  $BrF_3$  при различных температурах

Температура, °C	$C_{SrF_2}$ , мг/100 г р-ра	Температура, °C	$C_{SrF_2}$ , мг/100 г р-ра
25	0,334	55	1,392
35	0,7	65	1,738
45	0,981		

ного определения стронция и рубидия [2].

Хлорид рубидия вносился в качестве внутреннего стандарта, 7 мг в пересчете на рубидий, относительного которого определялось значение растворимости.

Предварительно был построен калибровочный график по трем точкам: 1-ая точка – 100% (7 мг Rb), 2-ая точка – 50/50% (3,5 мг Rb и 3,5 мг Sr) и 3-я точка – 100% (7 мг Sr). Определение растворимости проводили в интервале температур от 25 до 65 °C. Для каждой температуры проводилось не менее 5 параллельных измерений. Полученные данные по растворимости сведены в таблицу 1 и представлены в виде графика на рисунке 1.

Как следует из представленных зависимостей, при увеличении температуры от 25 до 65 °C растворимость фторида стронция плавно возрастает от 0,33 до 1,73 г вещества на 100 г раствора соответственно.

### Список литературы

1. Николаев Н.С., Суховерхов В.Ф., Шишков Ю.Д., Аленчикова И.Ф. Химия галоидных соединений фтора.– Москва: Наука, 1968.– 349с.
2. Ивлев С.И. Дисс. на соискание ученой степени канд. хим. наук.– Томск: Томский Политехнический Университет, 2014.– 137с.