

УДК 546.05

Генерация водорода путем окисления алюминия в низкоконтрированном водном
растворе калиевой щелочи при интенсивном перемешивании

Е.Р. Ткаченко, Г.Н. Амбарян, М.С. Власкин

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Объединенный институт высоких температур РАН

Стремительное развитие высокотехнологичных отраслей производства приводит к повышению спроса на гидроксид и оксид алюминия, которые широко используются при производстве лазеров, оптических систем, современных интегральных схем, светодиодов, защитных стекол, огнеупорных изделий, катализаторов, сорбентов и т.д.

Разработка эффективной методики производства высокочистого оксида алюминия, позволяющей получать продукт с низкой себестоимостью, в настоящее время является актуальной задачей. Наименее перспективными на данный момент являются реактивные и электролитические методы. Наиболее многообещающими способами для производства высокочистого корунда являются «щелочные» способы и гидротермальное окисление.[1,2]

Цель работы - разработка технологии получения и исследование гидроксида и оксида алюминия с последующим применением в различных областях производства.

Окисление алюминия проводилось в стеклянном реакторе с верхнеприводной мешалкой (рис.1). В экспериментах использовались: алюминий в виде стружки (рис.2) квалификации ХЧ с содержанием алюминия не менее 99,995%, алюминий гранулированный (рис.3) высокой чистоты марки АГВЧ с содержанием алюминия не менее 99,99%, алюминий гранулированный квалификации Ч с содержанием алюминия не менее 99,7%. Окисление алюминия проводилось в водных растворах гидроксида калия, для приготовления которых использовался особо чистый водный раствор 30 % КОН.

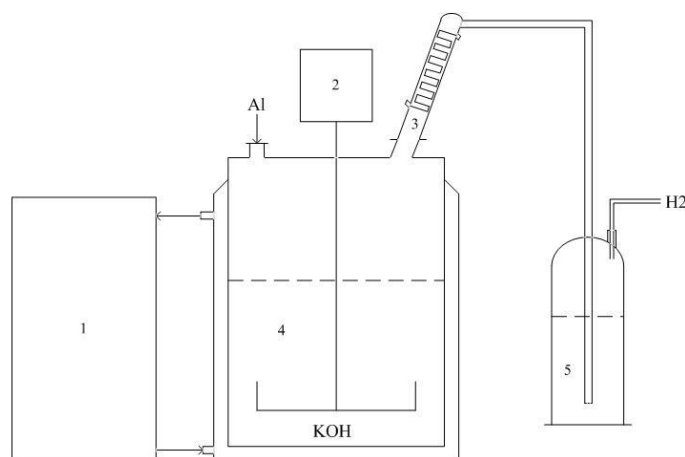


Рис. 1. Стеклянный реактор с верхнеприводной мешалкой.

1 - термостат; 2 – верхнеприводная мешалка; 3 – холодильник; 4 – реактор; 5 – барботер.

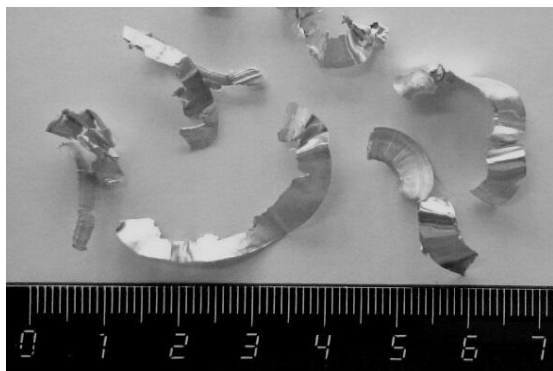


Рис. 2. Алюминий в виде стружки

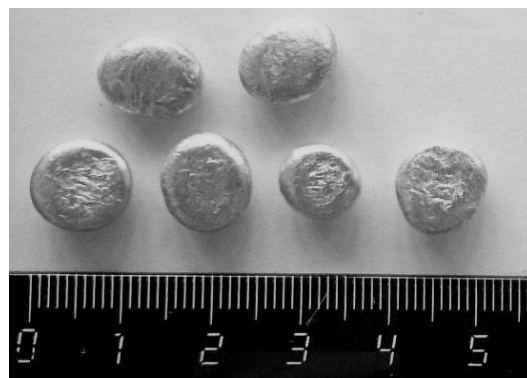


Рис. 3. Алюминий гранулированный

Проведено исследование зависимости выхода от концентрации гидроксида калия.

Условие проведения $T=90\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\alpha=4$, 400 об./мин (рис.4)

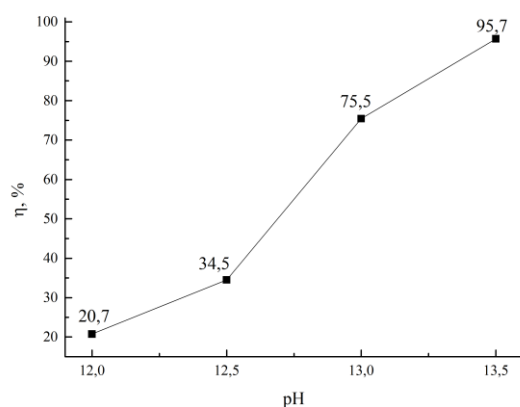


Рис.4.- Зависимость выхода от концентрации

В ходе экспериментов было установлено:

- при окислении алюминия оптимальное соотношение $\alpha = 4$, при данных значениях суспензия получается не вязкой, а загрузка алюминия больше чем при высоких значениях α , следовательно больше выход продукта за единицу времени и меньше затрат на потребляемые реактивы;

- с увеличением $\text{pH} = 12$ до $\text{pH} = 13$, выход гидроксида алюминия увеличилось в 54,8 %. Оптимальной концентрацией по выходу продукта и количеству используемого реактива является 0,1 М раствор гидроксида калия;

- влияние выбранных форм частиц на выход гидроксида алюминия незначительный, при окислении гранул $\eta = 76,0\%$, η стружки = 75,4%;

- скорость перемешивания оказывает наибольшее влияние на выход продукта;

- для максимального выхода гидроксида алюминия необходимо поддерживать интенсивное перемешивание и механическое истирание частиц между собой, активацию алюминия;

- влияние примесей на процесс окисления алюминия оказывает незначительно.

Проведенные эксперименты показывают хороший выход гидроксида алюминия. Дальнейшие эксперименты будут продолжены в автоклаве с давлением при оптимальных условиях, основанных на базе уже проделанных работ для исследования процесса и возможности получения из гидроксида алюминия высокочистый альфа оксид алюминия с максимальным выходом продукта и энергоэффективностью процесса.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки по соглашению № 14.579.21.0077 от «28» ноября 2014 г. (уникальный идентификатор проекта RFMEFI57914X0077).

Литература:

1. *Берш А.В., Лисицын А.В., Сороковиков А.И., Власкин М.С., Мазалов Ю.А., Школьников Е.И.* Исследование процессов генерации пароводородной смеси в реакторе гидротермального окисления алюминия для энергетических установок. Теплофизика высоких температур. 2010. т. 48. № 6. с. 908-915.

2. Инновационная технология производства оксида алюминия чистотой 99,999%, Прима 107, Саров, Версия 1, 2013 г.

3. Производство сверхчистого наноразмерного оксида алюминия (Al₂O₃–99,999%) Проект НаноКорунд. ЛИДЕР, г. Саров, Нижегородская область, 2012 г.

4. *Серёдкин, Ю.Г.* Разработка электрохимической технологии получения оксида алюминия высокой чистоты — сырья для производства лейкосапфиров, 2010 г.

5. *Vlaskin M.S., Shkolnikov E.I., Lisicyn A.V., Bersh A.V., Zhuk A.Z.* Computational and experimental investigation on thermodynamics of the reactor of aluminum oxidation in saturated wet steam. International J. Hydrogen energy. 2010. vol. 35. № 5. p. 1888-1894.