

## ПОЛУЧЕНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ КВАСЦОВ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ ОТХОДОВ ПУТЕМ ИХ ЩЕЛОЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ

**Сабиров Вахобжон Хусанович**

доктор химических наук, профессор, НИТУ филиал МИСиС,  
Республика Узбекистан, г. Алмалык  
E-mail: [mailto:V\\_SABIROV@mail.ru](mailto:V_SABIROV@mail.ru)

**Иркабаев Джуманали Усманович**

старший преподаватель,  
Алмалыкский филиал Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова,  
Республика Узбекистан, г. Алмалык  
E-mail: [354-tvdpi@list.ru](mailto:354-tvdpi@list.ru)

**Амиров Шахбоз Ёркин угли**

преподаватель-ассистент, Алмалыкский филиал Ташкентского государственного технического университета  
им. Ислама Каримова,  
Республика Узбекистан, г. Алмалык

**Жумаев Маннон Нафасович**

преподаватель-ассистент,  
Алмалыкский филиал Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова,  
Республика Узбекистан, г. Алмалык

**Юлдашев Лазиз Таипулатович**

преподаватель-ассистент, Алмалыкский филиал Ташкентского государственного технического университета  
им. Ислама Каримова,  
Республика Узбекистан, г. Алмалык

## PRODUCING OF ALUMINUM ALUM BY ALKALINE PROCESSING OF ALUMINUM WASTE

**Vahobjon Sabirov**

Doctor of Chemistry, Professor, NUST branch of MISIS,  
the Republic of Uzbekistan, Almalyk

**Jumanali Irkabayev**

Senior Lecturer of Almalyk Branch of Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,  
the Republic of Uzbekistan, Almalyk

**Shakhboz Amirov**

Lecturer-Assistant, Almalyk Branch of Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,  
the Republic of Uzbekistan, Almalyk

**Mannon Jumayev**

Lecturer-Assistant, Almalyk Branch of Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,  
the Republic of Uzbekistan, Almalyk

**Laziz Yuldashev**

Lecturer-Assistant, Almalyk Branch of Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,  
the Republic of Uzbekistan, Almalyk

### АННОТАЦИЯ

В статье обсуждается химический метод переработки бытовых алюминиевых отходов в алюминиевые квасцы. Метод основан на щелочной переработке алюминиевых изделий калиевой щелочью и нейтрализацией полученного щелочного раствора серной кислотой. Алюминиевые изделия сперва подвергаются механической обработке, что позволит очистить алюминиевые изделия от полимерных пленок и превратить их в мелкие

стружки. Нейтрализованный раствор нагревается до получения насыщенного раствора квасцов, и выпавшие кристаллы отфильтровываются и сушатся на воздухе. Состав и структура полученных кристаллов алюминиевых квасцов исследованы рентгеноструктурным методом.

#### ABSTRACT

In article, the chemical method of processing of household aluminum waste to aluminum alum is discussed. The method is based on alkaline processing of aluminum wastes by potassium alkali and neutralization of the received alkaline solution by sulfuric acid. Aluminum products at first are exposed to machining what to allow clarifications of aluminum products from polymeric films and their transformation into small shavings. The neutralized solution heats up to receiving saturated solution of alum and the dropped-out crystals are filtered and dry on air. The composition and crystal structure of the received crystals of aluminum alum are investigated by a X-ray diffraction method.

**Ключевые слова:** алюминиевые отходы, квасцы алюминиевые, щелочная обработка, кристаллическая структура.

**Keywords:** aluminum waste; aluminum alum; alkaline treatment; crystalline structure.

**Постановка вопроса.** Утилизация алюминиевых отходов, образованных из-за использованных алюминиевых посуды в пищевой промышленности, стала важной проблемой больших городов. На городских свалках накопилось большое количество алюминиевого лома. Этот лом в природе плохо утилизируется и хранится довольно долгое время. Металлургическая переработка алюминиевого лома включает в себе плавление и электрохимические процессы [4]. Такая технология переработки требует большого количества тепловой и электрической энергии. Она является дорогостоящей и имеет отрицательное влияние на окружающую среду. В отличие от металлургической технологии, химическая переработка алюминиевого лома является более дешевым методом и является экологически безвредной.

Настоящая статья посвящена обсуждению методики химической переработки бытовых алюминиевых отходов, в частности алюминиевой посуды, в квасцы, которые имеют широкое применение в городских водоочистительных сооружениях в качестве коагуляторов, а также в медицине, сельском хозяйстве, деревообрабатывающей промышленности и парфюмерии.

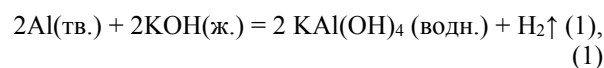
Предлагаемая методика химической переработки алюминиевых отходов не требует сложного технологического оборудования и дорогостоящих химических реактивов.

Как известно, алюминий вызывает необратимые изменения в организме человека и является вредным для здоровья. Образование поверхностного оксидного слоя снижает вредные свойства алюминия. Этот слой является инертным к воздействию различных окислителей. Кроме того, алюминиевую посуду изнутри покрывают тонким слоем органического пластического материала. Этот слой является помехой при переработке алюминиевой посуды и усложняет переработку отхода, поэтому верхний слой отхода нужно очистить от полимерного слоя. Для этого существуют специальные механические приспособления, которые очищают алюминиевый лом от верхнего полимерного слоя и нарезают отход на мелкие кусочки или в стружку.

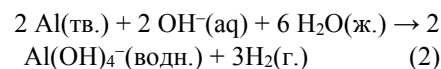
Алюминиевая стружка хорошо взаимодействует с щелочами. Для того чтобы химическая реакция между алюминием и щелочью была эффективной,

надо использовать эквимольные количества алюминия и используемой щелочи. Скорость реакции сильно зависит от концентрации раствора щелочи. Согласно проведенным опытам наиболее оптимальной является концентрация щелочи 1.4 М.

**Использованная экспериментальная методика.** Методика переработки алюминиевого отхода состоит из нескольких этапов. Первый этап включает получение водорастворимого гидроксида алюминия по следующей реакции:

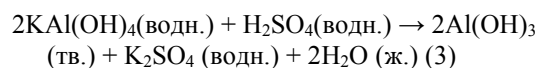


в ионном виде реакция имеет следующий вид:

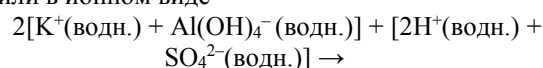


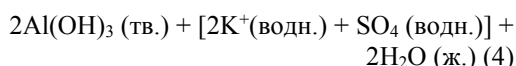
Как видно из уравнения реакции, в ходе реакции выделяется газообразный водород. Поэтому реакцию надо проводить под вытяжным шкафом, надев защитные очки. Необходимо пользоваться закрытыми нагревательными приборами. Если в лаборатории имеется приспособление для накопления водорода, то можно накопить водород в специальном контейнере. Но ни в коем случае нельзя допустить образования смеси водорода с воздухом. Образующая гремучая смесь взрывается от открытого огня, приводя к нежелательным последствиям. В отсутствие вытяжного шкафа реакцию надо проводить в хорошо проветриваемой комнате или же на воздухе. Нельзя пытаться сжечь выделяемый водород.

Алюминий оксид и алюминий гидроксид являются амфотерными соединениями и взаимодействуют как с сильными кислотами, так и щелочами. Путем добавления в щелочной раствор серной кислоты комплексный анион  $\text{Al(OH)}_4^-$  переводится в водонерастворимый гидроксид  $\text{Al(OH)}_3$ :

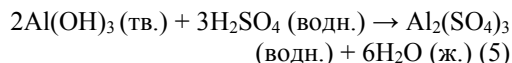


или в ионном виде

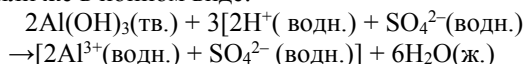




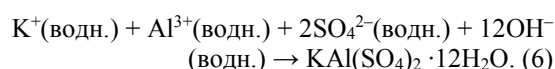
Дальнейшее добавление серной кислоты переводит водонерастворимый гидроксид алюминия в водорастворимый сульфат алюминия  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ :



или же в ионном виде:

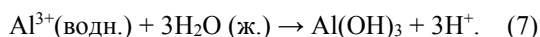


Когда раствор остынет, из раствора выпадут кристаллы гидрата алюминия сульфата калия,  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ , которые необходимо отфильтровать из раствора:



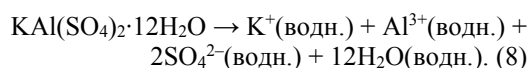
В случае присутствия в алюминиевом ломе других металлов процесс растворения лома в щелочном растворе произойдет медленнее.

**Экспериментальная часть.** После окончания химических процедур продуктивный раствор выпаривали до его насыщения при температуре  $50^\circ\text{C}$ . Раствор оставляется в термостате до выделения из раствора кристаллов квасцов. Полученные квасцы бесцветны, октаэдрической формы. Обладают вязущим свойством и кислым вкусом, водные растворы имеют кислую реакцию вследствие гидролиза воды:

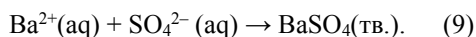


Реагирует с лакмусовой бумагой, окрашивая ее в слабо фиолетовый цвет. Нагревание полученных квасцов показывает, что они плавятся в кристаллизационной воде, затем дегидратируются в две или несколько стадий с образованием промежуточных кристаллогидратов, напр.  $\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Конечные продукты дегидратации — безводные, или «жженные», квасцы. Путем взвешивания квасцов до и после термообработки и сравнивая исходную и конечную массы определено число кристаллизационных молекул воды, равное 12.

Число сульфатных анионов определяется с помощью азотнокислого бария  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ . Согласно уравнению (6) при растворении квасцы диссоциируют по схеме:



При добавлении бария нитрата в раствор квасцов выпадает сульфат бария в виде белого аморфного осадка:



Отфильтровав и просушив осадок сульфата бария до постоянной массы и затем, взвесив массу сухого осадка, по добавленному количеству атома бария можно вычислить долю сульфат аниона в составе сульфата бария, и по этому числу — и число сульфат анионов в полученных квасцах. Этот метод известен как гравиметрический [3, 2].

Для увеличения скорости реакции следует нагреть раствор.

**Состав и кристаллическая структура полученных квасцов.** Алюмокалиевые квасцы кристаллизуются в кубической сингонии в пр.гр.  $R\bar{3}c$  с параметрами элементарной ячейки  $a = b = c = 12.261(1)$  Å. Кристаллическая структура полученных квасцов состоит из гидратированных катионов алюминия, сульфат аниона и катионов калия (рис. 1).

Рентгеновские эксперименты монокристаллов с размерами  $0,3 \times 0,2 \times 0,2$  мм были проведены на автоматическом дифрактометре XCalibur, Ruby ( $\lambda\text{CuK}\alpha$ -излучение, комнатная температура, графитовый монохроматор,  $\omega$ -сканирование),  $6,52 \leq 2\theta_{\text{max}} \leq 124,72^\circ$ ,  $-14 \leq h \leq 16$ ,  $-5 \leq k \leq 7$ ,  $-11 \leq l \leq 12$ , 3567 отражений с  $I \geq 2\sigma(I)$ . Эмпирические поправки на поглощение, фактор Лоренца, а также на поляризацию введены по программе CrysAlisPro [5].

На рис. 1 приведена кристаллическая упаковка исследованных квасцов. В структуре катион  $\text{Al}^{3+}$  имеет регулярную, а  $\text{K}^+$  — искаженную октаэдрическую координацию за счет кристаллизационных молекул воды. Сульфатные анионы распределены в двух противоположных ориентациях вдоль оси симметрии третьего порядка.

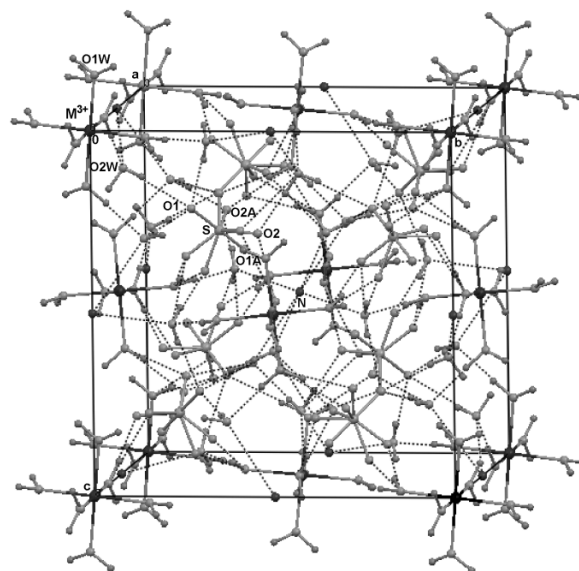


Рисунок 1. Кристаллическая упаковка алюмокалиевых квасцов.

Пунктирные линии — H-связи

**Закключение.** Таким образом, проведенные исследования показали, что алюминиевые отходы могут быть переработаны в алюмокалиевые квасцы путем их щелочно-кислотной переработки.

Предложенная методика может быть использована для переработки отходов свинцового завода, а также отходов хромовых заводов.

**Список литературы:**

1. Аналитическая химия / под ред. А.А. Ищенко. — М. : Академия, 2010. — 320 с.
2. Золотов Ю.А. Аналитическая химия. — М. : Выс. шк., 1999. — 396 с.
3. Логинов Н.Я. , Воскресенский А.Г. , Солодкин И.С. Аналитическая химия. — М. : Просвещение, 1979. — 480 с.
4. Позив М.Е. Технология минеральных солей. 4 изд. Ч. 1. — Л. : 1974. С. 566, 613, 632, 635, 640, 653.
5. CrysAlisPro. Version. 1.171.33.44. Oxford Diffraction Ltd, 2009.