

Маматов Э. Д.*Институт химии им. В.И. Никитина, АН Республики Таджикистан***Хомиди Абдул Куддус***Институт химии им. В.И. Никитина, АН Республики Таджикистан*

РАЗЛОЖЕНИЕ АЛЮМИНИЙСОДЕРЖАЩИХ РУД С ПРИМЕНЕНИЕМ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ И ГАЗООБРАЗНОГО ХЛОРА

Представлены результаты изучения кислотного разложения аргиллитов и хлорирования сиаллитов. Изучены физико-химические свойства исходных руд и найдены оптимальные условия их взаимодействия серной кислотой и хлором. Разработаны соответствующие принципиальные технологические схемы и указаны пути получения оксида алюминия из солей алюминия.

Ключевые слова: кислотное выщелачивание – хлорирование – порода аргиллита – соли алюминия и железа.

Адрес для корреспонденции: Маматов Эргаш Джумаевич. 734063, Республика Таджикистан, г. Душанбе, ул. Айни, 299/2, Институт химии АН РТ, E-mail: ergash76@mail.ru

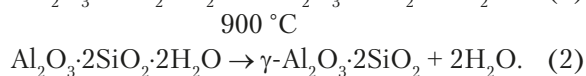
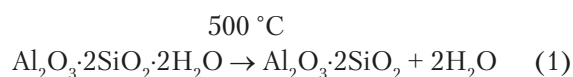
К настоящему моменту в мире выявлено достаточно много алюминийсодержащих месторождений различных минеральных типов, в том числе месторождений, имеющих промышленное значение.

Как известно, некоторые из руд применяются в народном хозяйстве в изначальном природном состоянии, а для некоторых пород необходимо специальное обогащение. Также имеются руды, при разложении которых образуется ряд компонентов, представляющих практический интерес [1–4]. К таким рудам можно отнести сиаллиты и аргиллиты месторождения Зидды.

Цель данного исследования заключалась в разработке кислотного разложения аргиллита и хлорной переработки сиаллита с применением хлор газа и отходов производства для получения солей алюминия и железа.

Обсуждение результатов

Согласно результатам проведенных опытов можно предположить следующие химические превращения алюминийсодержащих руд при обжиге в интервале температур 400–800°C:



Физико-химические исследования сиаллитов месторождения Зидды показывают, что в состав этих пород входят минералы: кварц, каолинит, иллит и гетит,

а их химический состав состоит из следующих оксидов (мас %): Al_2O_3 – 30.05; Fe_2O_3 – 14.2; SiO_2 – 50; Na_2O – 0,1; K_2O – 1,2; CaO – 1,0; MgO – 1,0; п.п.п. – 3.

Процесс термолиза исходного и обожженного сырья – сиаллитов, изучали в интервале температур 100–1000°C на дериватографе марки «Q-1000» системы Паулик-Паулик-Эрдей при скорости подъема температуры 10 °C/мин (рис. 1).

Установлено, что изменение в структуре минералов сиаллита начинается при температуре 140 °C со значительной потерей веса (кривая TG) до температуры 600 °C. В интервале температур 350–600 °C наблюдается глубокий эндотермический эффект с максимумом при 500 °C (кривая ДТА, TG), который указывает на разложение и перестройку структуры каолинита и гетита. Минералы кварц в этом интервале темпе-

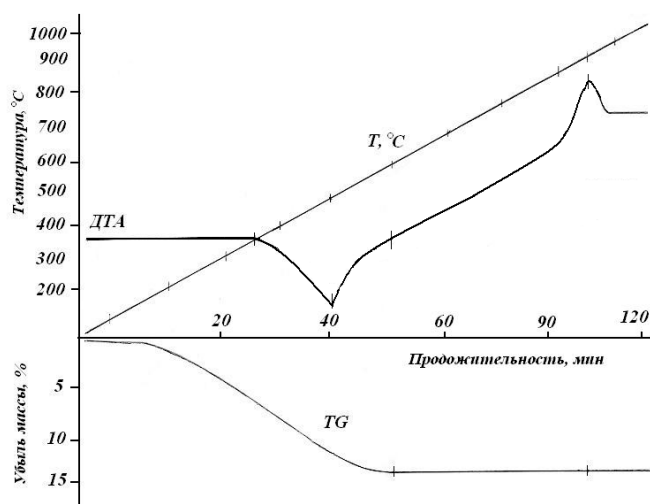


Рис. 1. ДТА исходного сиаллита

ратур изменений не претерпевают. В интервале температур 900–1000 °С наблюдается неглубокий экзотермический эффект с максимумом при 920–930 °С, который свидетельствует о возможном взаимодействии метакаолинита и других неразложившихся минералов породы образованием — муллита.

Содержание оксидов Al, Fe и Si в исходном сырье определяли как весовым, так и комплексометрическими методами. Содержание щелочных металлов Na, K, Ca, Mg определяли спектральным методом и методом пламенной фотометрии на установке ПФМ-2.

Съёмка рентгенограмм аргиллитов проводилась на аппарате «Дрон-3» в камерах РКД-57 и –86 с медным анодом и никелевым фильтром. Метод съёмки — асимметричный. Условия съёмки следующие: U — 36 кВ; I — 10 мА; диапазон импульса (секунд) — 10³:1; постоянное вращение — S10.

Результаты рентгенофазового анализа (РФА) исходного аргиллита, а также результаты рентгенофазового анализа (РФА) прокаленного при температуре 600 °С аргиллита месторождения Зидды и остатка после кислотного разложения (40–50%-ной H₂SO₄ при 95 °С с продолжительностью процесса 1 ч), приведены на рис. 2 (а и б). Установлено, что в состав аргиллитовых пород входят минералы: кварц, каолинит, иллит, гетит, наличие которых подтверждено рентгенофазовым анализом. После прокаливания аргиллита при температуре 600 °С и обработки 40%-ной H₂SO₄ на рентгенограмме остатка (рис.2б) отмечаются линии минералов кварца и иллита, при этом каолинит и гетит переходят в раствор. Очевидно, при прокаливании

происходит термодеструкция этих минералов и перестройка кристаллической структуры α-модификаций в растворимую форму, то есть каолинит превращается в более легковоскисляемую форму — метакаолинит.

В условиях Таджикистана, имеющего большие запасы сиаллитов и аргиллитов, которые являются доступным сырьем, применение кислотной и хлорной технологии переработки эффективно, так как все продукты переработки сырья находят практическое применение в химической, стекольной и фарфоровой промышленности.

Наличие большого количества выбрасываемых отходов серной кислоты (используемых для сушки газообразного хлора) и газообразный хлор на АООТ «Таджикхимпром» даёт реальную возможность налаживания технологии переработки алюмосодержащего сырья — аргиллитов кислотным и сиаллитов хлорными способами.

Экспериментальная часть

Изучение операций выщелачивания проводили в термостатированном реакторе — сосуде с рубашкой ёмкостью 0.20 л, снабжённом мешалкой и обратным холодильником. После достижения необходимой температуры исходный материал загружали в реактор и добавляли к нему серную кислоту в определенном соотношении. По окончании процесса кислотного разложения пульпу фильтровали и определяли химический состав твёрдой (остатка) и жидкой (аликвотной) фаз.

Хлорирование проводили на установке, состоящей из: кварцевого реактора; конденсатора со сборником хлоридов; поглотителя с раствором щелочи и иодида калия для улавливания остаточного хлора и системы контрольно-измерительных приборов (милливольтметр с термопарой и газорасходомер). Хлор подавался из баллона, средний расход которого составлял 10–20 мл/мин.

На рис. 3 приведена зависимость степени извлечения оксидов Al₂O₃ и Fe₂O₃ из состава обожжённой породы: от температуры (рис. 3а); от продолжительности процесса (рис. 3б); от концентрации серной кислоты (рис. 3в).

Из рис. 3а видно, что с повышением температуры от 20 до 100°С извлечение Al₂O₃ и Fe₂O₃ возрастает и достигает максимума — 59.7% для Al₂O₃ и 91.6% для Fe₂O₃ при 100°С.

Зависимость степени извлечения Al₂O₃ и Fe₂O₃ от продолжительности процесса серноокислотной обработки аргиллитов изучали в интервале от 15 до 60 мин (рис. 3б). С увеличением длительности процесса переработки до 60 мин при оптимальной температуре 95°С извлечение Fe₂O₃ возрастает от 87.5 до 91.8%, а Al₂O₃ — от 43.9 до 60.1%. Концентрация кислоты

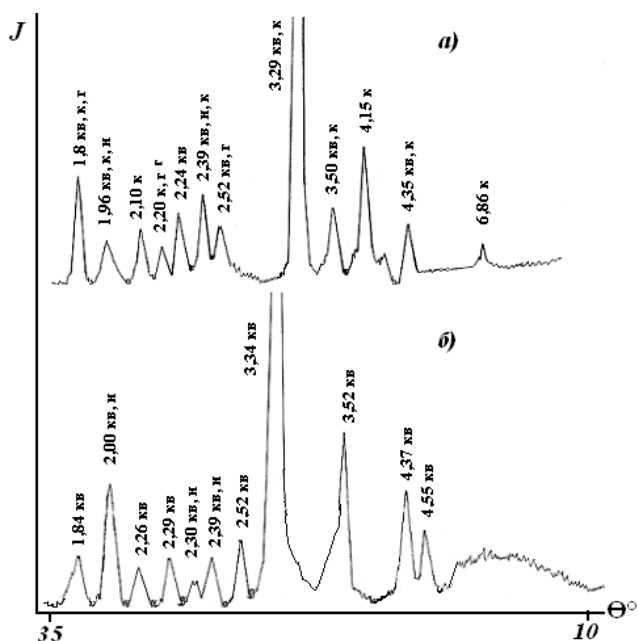


Рис. 2. Рентгенограмма исходного аргиллита (а) и осадка (остатка) после прокаливания при температуре 600 °С (б). кв — кварц; к — каолинит; и — иллит; г — гетит

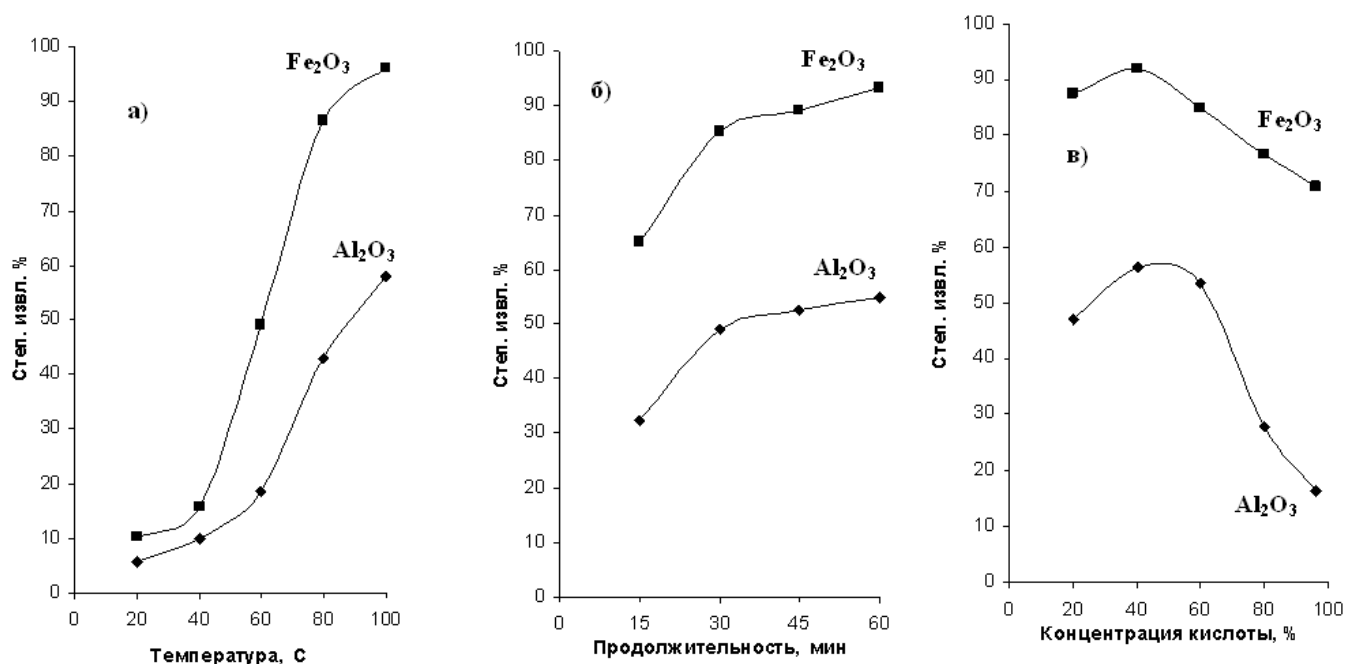


Рис. 3. Зависимость степени извлечения Al₂O₃ и Fe₂O₃ от: температуры (а), продолжительности процесса (б) и концентрации кислоты (в) при сернокислотном разложении аргиллита.

изменялась от 20 до 70% (рис. 3в), а неизменными факторами в данном процессе являлись: температура — 95°C, продолжительность процесса — 60 мин. С ростом концентрации кислоты от 20 до 60% степень извлечения компонентов возрастает, достигая мак-

симального значения 46.8–60.4% Al₂O₃ и 90.3–91.9% Fe₂O₃.

Результаты хлорирования сиаллита приведены на рис. 4. Как показывают результаты опытов, максимальное хлорирование оксидов наблюдается при расходе хлора 14–15 мл/мин, где степень извлечения оксидов достигает: Al₂O₃ — 92,6% и Fe₂O₃ — 96,5% соответственно.

На основе проведённых исследований разработана принципиальная технологическая схема комплексной переработки аргиллитов кислотным и двухстадийная переработки сиаллитов хлорными способами рис. 6и7.

Способ кислотной обработки включает в себя следующие основные стадии (рис. 5):

- измельчение сырья;
- отсеивание частиц размером 0.5–0.1 мм;
- дегидратирующий обжиг при температуре 500–600 °С в течение 60 мин;
- подача измельченного сырья и серной кислоты в реактор;
- кислотное разложение сырья при температуре 85–95 °С в течение 60 мин;
- разделение пульпы отстаиванием и фильтрованием.

Раствор, представляющий собой в основном смесь солей алюминия и железа, испытан в качестве смешанного коагулянта для очистки промышленных и сточных вод от взвешенных примесей.

Проведенные исследования показали, что по своему коагулирующему действию полученные сернокис-

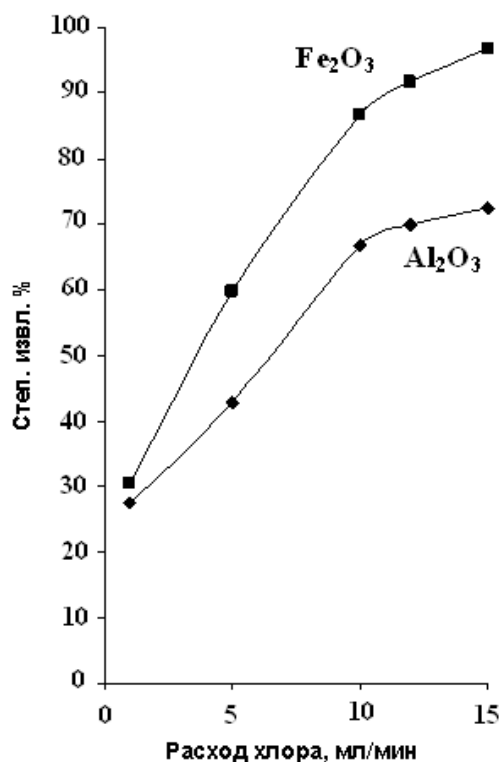


Рис. 4. Зависимость степени извлечения оксида алюминия и железа от расхода хлора из аргиллита.

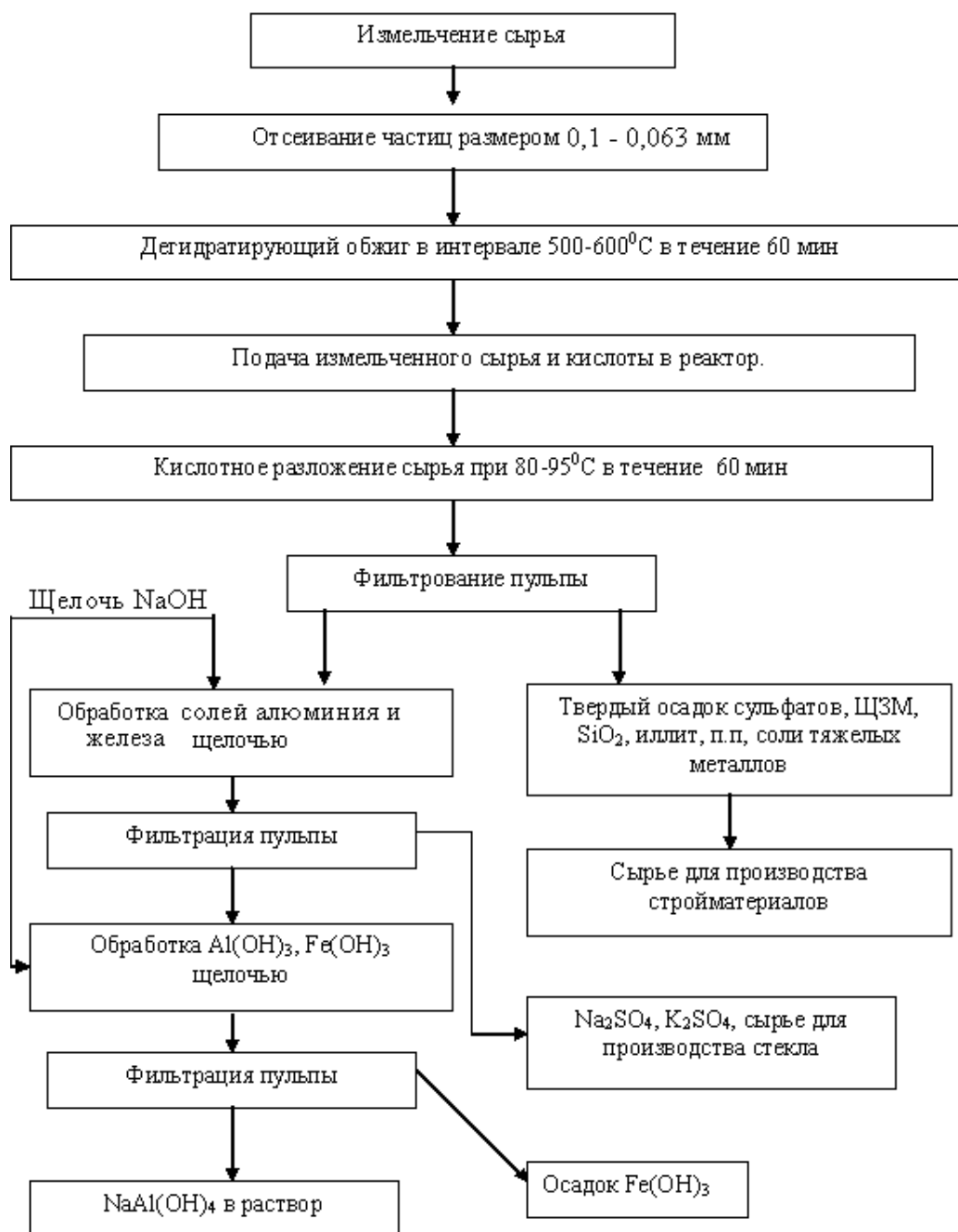


Рис. 5. Принципиальная технологическая схема комплексной переработки аргиллитов Зидды сернокислотным способом

лые растворы алюминия и железа не уступают широко используемому в качестве коагулянта сернокислому алюминию.

Твердый осадок, состоящий в основном из нерастворимых сульфатов кальция, магния, SiO_2 , иллита, солей тяжелых металлов может быть использован для производства стройматериалов.

Из раствора, содержащего сульфаты алюминия и железа и незначительное количество сульфатов натрия и калия, при переработке гидроксидом натрия выпадают в осадок гидроксиды алюминия и железа, в растворе остаются сульфаты и гидроксиды натрия

и калия. После отделения твердого осадка гидроксидов алюминия и железа от солей натрия и калия фильтрованием и при изменении pH раствора в осадок выпадает нерастворимый Fe(OH)_3 , а в раствор переходит NaAl(OH)_4 , который после карбонизации и нагревания разлагается на Al_2O_3 и H_2O . Полученный глинозем может быть использован как сырье для получения металлического алюминия.

Сущность двухстадийной хлорной переработки заключается в получении хлоридов железа и алюминия по отдельности при каждой стадии переработки рис. 6.

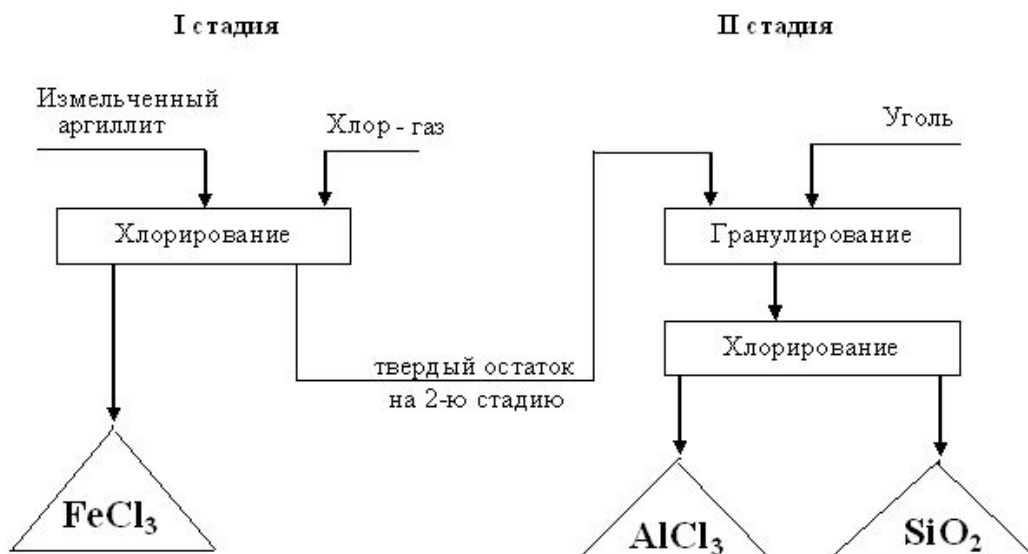


Рис. 6. Принципиальная технологическая схема двухстадийной переработки аргиллитов хлорным методом.

Предлагаются две стадии хлорирования: в первой стадии — без восстановителя, а во второй — с восстановителем. В качестве восстановителя вместо активированного угля использовался уголь Зиддинского месторождения.

В первой стадии (без восстановителя) проводится хлорирование исходного сырья. Во второй стадии

предварительно готовится шихта, состоящая из обезжелезненного твердого остатка от первой стадии и угля, которая затем гранулируется и при оптимальных условиях хлорируется.

Литература

1. Мирсаидов У.М., Сафиев Х.С. Комплексная переработка низкокачественного алюминийсодержащего сырья. — Душанбе: Дониш, 1998. — 238 с.
2. Сафиев Х., Мирзоев Б., Мирсаидов У.М. Промышленные отходы — эффективные реагенты при комплексной переработке местного сырья Таджикистана // I междунар. научно-техн. конф. «Технические системы и социально-правовые принципы экологической безопасности» — Сборник докл. — Л., 1991. — С. 125–128.
3. Саттарова М.А., Таджибаев Г., Сафиев Х., Мирзоев Б. Физико-химическое исследование продуктов солянокислотного разложения нефелиновых сиенитов Турпи. — Комплексное использование минерального сырья, 1992, № 4. — С. 51–55.
4. Назаров Ш.Б., Запольский А.К., Сафиев Х., Мирсаидов У.М. Использование промышленных отходов при переработке алюминиевого сырья. — Комплексное использование минерального сырья, 1992, № 5. — С. 72–75.