

*Р. А. АБДУЛВАЛИЕВ, С. В. ГЛАДЫШЕВ, В. А. ПОЗМОГОВ,  
Н. К. АХМАДИЕВА, К. О. БЕЙСЕМБЕКОВА\**

*АО «Институт металлургии и обогащения», Алматы, \*k.o.beisembekova@mail.ru*

## ПИЛОТНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ БАЙЕР-ГИДРОГРАНАТОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЖЕЛЕЗИСТЫХ БОКСИТОВ

Проведен анализ тенденций развития глиноземного производства, который показал, что снижение объемов добычи высококачественных бокситов является объективной причиной для вовлечения в производство низкокачественного алюминийсодержащего сырья. В результате проведенных лабораторных исследований была разработана блок-схема технологического цикла переработки железистых Коктаьских бокситов Костанайской области по Байер-гидрогранатовой технологии. Технологическая схема состоит из 3 блоков: красная сторона Байеровской ветви; блок гидрогранатовой переработки красного шлама, в состав которого входят узел получения клинкера путем термической обработки шихты, состоящей из золы сжигания углей, соды, известняка и узел автоклавного выщелачивания красного шлама в высокомолекулярном алюминатном растворе в смеси с клинкером и известковым молоком; блок конверсии среднемолекулярного алюминатного раствора. Для проведения опытных испытаний Байер-гидрогранатовой технологии в АО «Институт металлургии и обогащения» создана пилотная установка. Испытания показали, что извлечение  $Al_2O_3$  из боксита в раствор составило 85,4 %, извлечение  $Al_2O_3$  из красного шлама в раствор составило 69,1 %, сквозное извлечение  $Al_2O_3$  из боксита составило 95,63 %. Рассчитан материальный баланс и разработан Технологический регламент, который является основой для проведения проектных работ по созданию нового глиноземного производства. Предлагаемая инновационная Байер-гидрогранатовая технология может служить базой для создания нового экономически эффективного и экологически безопасного глиноземного производства по переработке низкокачественных железистых бокситов.

**Ключевые слова:** железистый боксит, красный шлам, пилотная установка, блок-схема, нестандартизированное оборудование, глиноземное производство.

**Введение.** Тенденции развития мирового производства глинозема проявляются в динамике строительства новых заводов, в изменениях структуры товарной продукции и в технологических новациях [1-3].

В настоящее время происходит постепенное снижение объемов добычи высококачественных бокситов, что является объективной причиной для вовлечения в производство низкокачественного алюминийсодержащего сырья.

Для переработки низкокачественных высокожелезистых бокситов известен гидрохимический способ (Пономарева-Сажина), основанный на высокотемпературном выщелачивании сырья щелочно-алюминатным раствором, содержащим 400-450 г/дм<sup>3</sup> каустического натрия в присутствии извести [4]. Этот способ не был внедрен в промышленность в связи с отсутствием коррозионноустойчивой аппаратуры высокого давления, зарастанием греющего оборудования и высоким потреблением тепловой энергии.

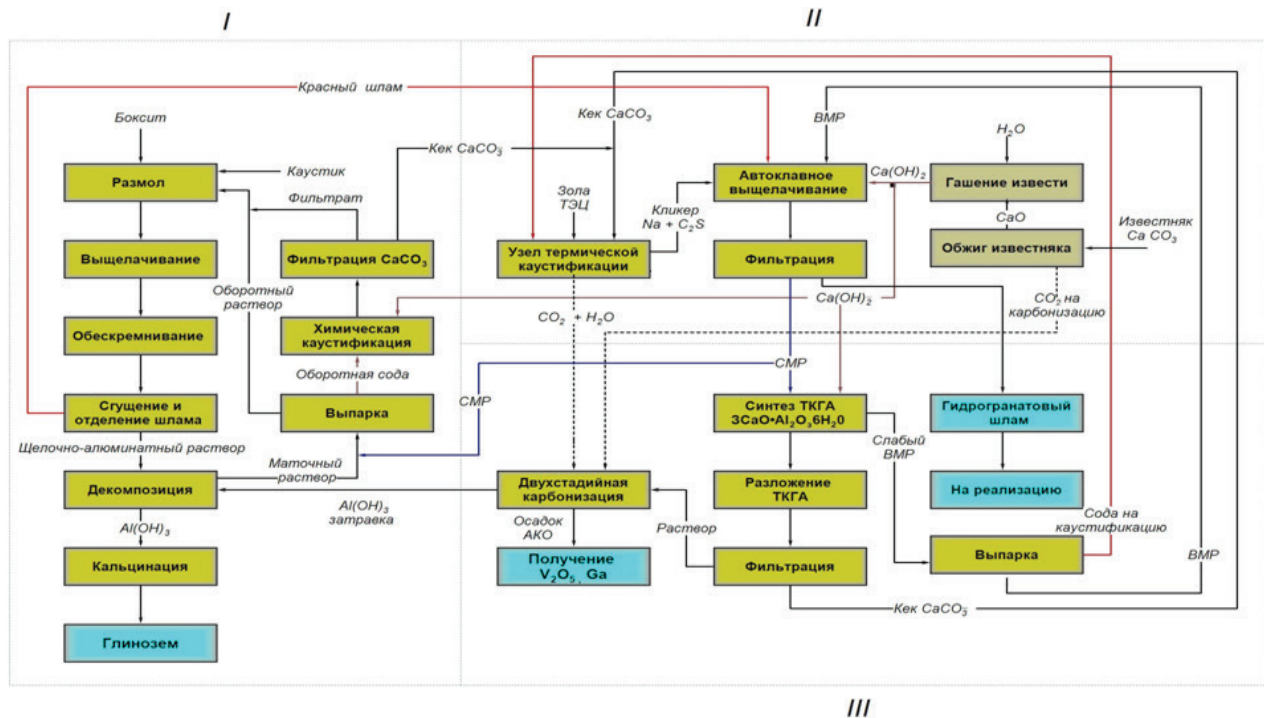
В Институте металлургии и обогащения (АО «ИМИО») проведен комплекс научно-исследова-

тельских работ по совершенствованию и испытанию Байер-гидрогранатовой технологии для переработки бокситов Коктаьской группы месторождений Костанайской области, где сосредоточены основные ресурсы высокожелезистых бокситов.

**Экспериментальная часть и обсуждение результатов.** Для работы была использована представительная технологическая проба боксита состава, мас. %:  $Al_2O_3$  39,53;  $SiO_2$  6,18;  $Fe_2O_3$  23,12;  $FeO$  2,57;  $TiO_2$  4,37;  $CaO$  0,29;  $CO_2$  1,8; ппп 22,14.

В результате проведенных лабораторных исследований разработана блок-схема технологического цикла переработки Коктаьских бокситов по Байер-гидрогранатовой технологии (рисунок 1). В основу технологии заложены авторские технические решения, новизна которых подтверждена 6 патентами и 2 инновационными патентами Республики Казахстан [5-12].

**Описание технологического цикла.** Технологический цикл переработки бокситов состоит из трех блоков.



I - блок ветви Байера; II - блок гидрогранатовой переработки красного шлама, III - блок конверсии щелочно-алюминатных растворов

Рисунок 1 – Технологическая схема Байер-гидрогранатовой технологии переработки железистых бокситов

Первый блок – красная сторона Байеровской ветви включает операции мокрого размола и выщелачивания боксита с получением алюминатного раствора и красного шлама.

Второй блок включает операции: приготовление клинкерной шихты из угольной золы, оборотного  $\text{CaCO}_3$  и соды гидрогранатовой ветви посредством термической обработки; обжиг известняка; автоклавное выщелачивание красного шлама в смеси с клинкером и известковым молоком в высокомодульном алюминатном растворе; фильтрация пульпы.

Третий блок состоит из операций: конверсии среднемодульного алюминатного раствора путем синтеза трехкальциевого гидроалюмината (ТКГА); разложение ТКГА с получением оборотного карбоната кальция и щелоче-алюминатного раствора; двухстадийной карбонизации щелоче-алюминатного раствора с получением гидроксида алюминия и алюмокарбонатного осадка.

*Описание пилотной установки и ее отдельных модулей.* Для испытания Байер-гидрогранатовой технологии в укрупненно-лабораторном масштабе в АО «ИМИО» разработана и изготовлена пилотная установка (рисунок 2).



Рисунок 2 – Пилотная установка испытания Байер-гидрогранатовой технологии

В состав пилотной установки входит стандартное и изготовленное по разработанной конструкторской документации нестандартное (реакторы, автоклавы, кристаллизатор, карбонизатор, декомпозиер, электролизер) оборудование.

Для проведения операции выщелачивания боксита и конверсии среднемодульного алюминатного раствора изготовлены термостатированные реакторы из нержавеющей стали с рабочим объемом 15 дм<sup>3</sup> (рисунок 3), в которых регулируются температура нагрева до 110°C с точностью  $\pm 2^\circ\text{C}$  и скорость вращения от 10 до 50 оборотов в минуту.



Рисунок 3 – Термостатированный реактор



Рисунок 4 – Кристаллизатор

Для выделения соды из щелочных растворов изготовлен термостатированный кристаллизатор (рисунок 4) из нержавеющей стали с рабочим объемом 15 дм<sup>3</sup>. Регулируемая скорость вращения мешалки от 10 до 50 оборотов в минуту. Точность поддержания температуры  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Кристаллизатор может работать как при температуре до  $110^{\circ}\text{C}$  так и при более низких температурах при пониженном давлении, способствующей испарению жидкой фазы и росту кристаллов.

Для автоклавного выщелачивания красного шлама в смеси с клинкером и известковым молоком изготовлены автоклавы (рисунок 5) из нержавеющей стали объемом 5 дм<sup>3</sup>, позволяющие с помощью электрического нагревателя мощностью 5 кВт поднимать температуру до  $300^{\circ}\text{C}$  и выдерживать избыточное давление до 100 кПа. Точность поддержания температуры в автоклаве  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ .



Рисунок 5 – Автоклавная установка

Конструкция автоклава позволяет вводить твердую фазу в раствор при заданной температуре и проводить вертикальное вибрационное перемешивание пульпы с частотой 0,1-1 Гц.

Для проведения карбонизации алюмощелочного раствора изготовлен карбонизатор (рисунок 6), позволяющий проводить эксперименты при температуре до  $110^{\circ}\text{C}$  и давлении углекислого газа, который подается в реакционное пространство из баллона. Карбонизатор снабжен сбросным клапаном (рисунок 7), срабатывающим при повышении давления свыше 100 кПа. Подъем и поддержание температуры происходит с помощью электрического нагревателя мощностью 3 кВт.



Рисунок 6 – Карбонизатор



Рисунок 7 – Сбросной защитный клапан и датчик давления карбонизатора

Для выкручивания алюминатных растворов с целью выделения гидроксида алюминия изготовлен декомпозиер (рисунок 8). Декомпозиер снабжен 8-ми стаканами объемом по 2 дм<sup>3</sup>. Аппарат позволяет получить температурный режим проведения экспериментов с линейным снижением температуры в диапазоне  $70-30^{\circ}\text{C}$  в течение 48 ч с точностью поддержания заданной температуры  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Перемешивание алюминатного раствора в стаканах происходит синхронно с помощью мешалки с



регулируемой скоростью вращения 5-10 об/мин. Поддержание температуры на заданном уровне происходит с помощью электрического нагревателя мощностью 1,6 кВт.

На второй стадии карбонизации алюмощелочного раствора (рисунок 1) получают алюмокарбонатный осадок, содержащий редкий металл галлий. При растворении алюмокарбонатного осадка получают раствор, из которого с помощью электролиза, согласно разработанному способу [8] извлекают галлий на изготовленном электролизере с галлированной катодной поверхностью [9] (рисунок 9).



Рисунок 8 – Декомпозер

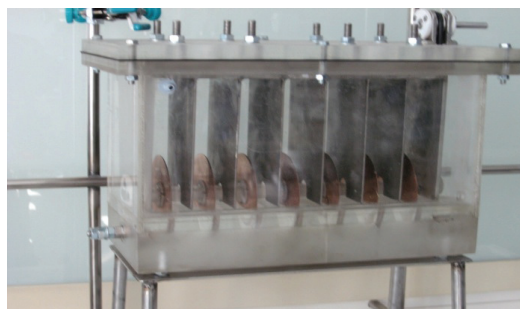


Рисунок 9 – Электролизер для восстановления галлия

Установка электролизера отвечает следующим техническим требованиям: рабочий объем ванны 3,0 дм<sup>3</sup>; материал ванны оргстекло; материал анода – никель; диаметр катодного диска 9,0 см; количество дисков 7 шт; площадь катодной поверхности 6,3 дм<sup>2</sup>; регулируемая скорость вращения катодных дисков 0–4,0 м/сек; регулируемая потребляемая сила тока 0–1000 А/м<sup>2</sup>; регулируемая температура подогрева электролита в ванне электролизера 30–70 °С.

В комплект установки электролиза входят выпрямитель марки DM-130 mvZ (Alinko,), автоматический стабилизатор напряжения однофазный, электронного типа, марки АСН – 2000/1-С, фирмы РЕСАНТА и контролирующие напряжение и силу тока приборы.

Основным стандартным оборудованием пилотной установки является шаровая мельница, пресс-фильтр, центрифуга, трубчатая вращающаяся печь.

Для измельчения сырья и промпродуктов установлена лабораторная мельница шаровая BML-6 (рисунок 10). Мельница шаровая BML-6 программируемая шестипозиционная, предназначенная для помола, перемешивания и гомогенизации материала. Скорость вращения мельницы до 600 об/мин.

Для фильтрации пульп и растворов в пилотной установке предусмотрены пресс-фильтр (рисунок 11) и центрифуга (рисунок 12).

Пресс-фильтр XNS-аппарат периодического действия, предназначен для разделения под давлением жидких неоднородных систем (суспензий, пульп) на жидкую фазу (фильтрат) и твердую фазу (осадок, кек).

Движущей силой процесса фильтрации является давление, создаваемое в аппарате. Суспензия под давлением проходит через пакет фильтровальных плит. Плиты обтягиваются фильтровальной тканью. Температура фильтруемого раствора от 30 до 100 °С. Плотность пульпы 1,2-1,5 кг/дм<sup>3</sup>.

Центрифуга лабораторная ДС-6МИ предназначена для разделения неоднородных жидких систем плотностью до 2 г/см<sup>3</sup> в поле центробежной силы. Частота вращения ротора 500-12000 об/мин. Максимальный объем центрифугата 3 дм<sup>3</sup>.



Рисунок 10 - Лабораторная мельница шаровая BML - 6

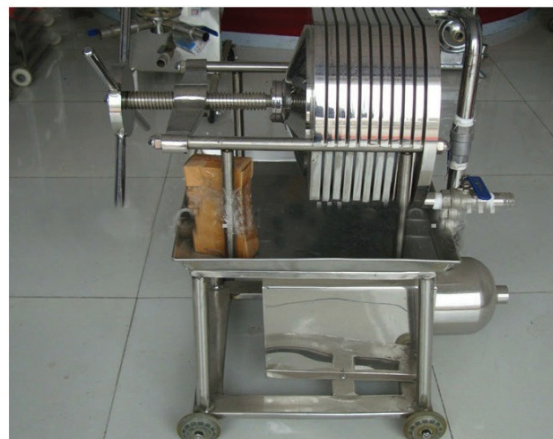


Рисунок 11 – Пресс-фильтр XNS



Рисунок 12 - Центрифуга лабораторная стационарная ДС-6МИ

Для получения клинкера путем термической обработки шихты предусмотрена трубчатая вращающаяся печь ST - 1200 RGXI (рисунок 13).

Данная электропечь предназначена для проведения химических анализов, аналитических работ и различных видов термообработки (нагрев, закалка, обжиг, спекание) в воздушной среде до температуры 1200 °С. Скорость вращения керамической или металлической трубы до 150 об/мин.



Рисунок 13 - Трубчатая вращающаяся печь

Все аппараты пилотной установки подключены к Автоматизированной Системе Управления Пилотной Установкой (АСУПУ) с места оператора (рисунок 14,15), которая изготовлена согласно заданным техническим характеристикам аппаратов и архитектурным построениям элементов.



Рисунок 14 - Стол оператора



Рисунок 15 - Шкафы управления аппаратами пилотной установки (слева – силовой, справа управление нижнего уровня)

Схема коммуникаций системы АСУПУ и компоновка коммуникаций АСУПУ представлены на рисунках 16 и 17.

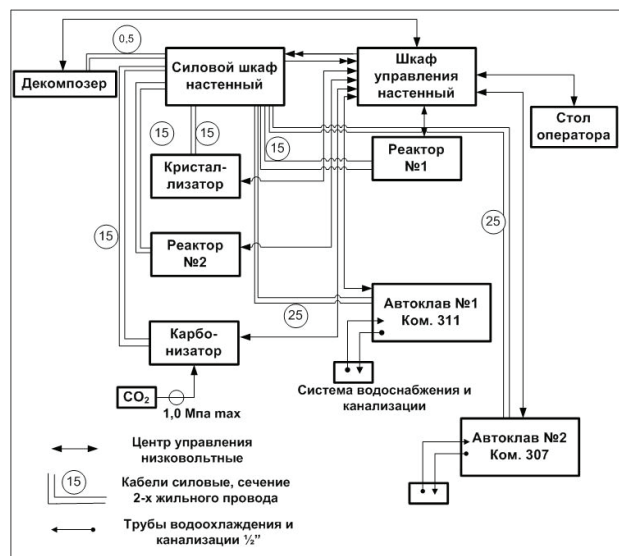


Рисунок 16 – Схема коммуникаций системы АСУПУ



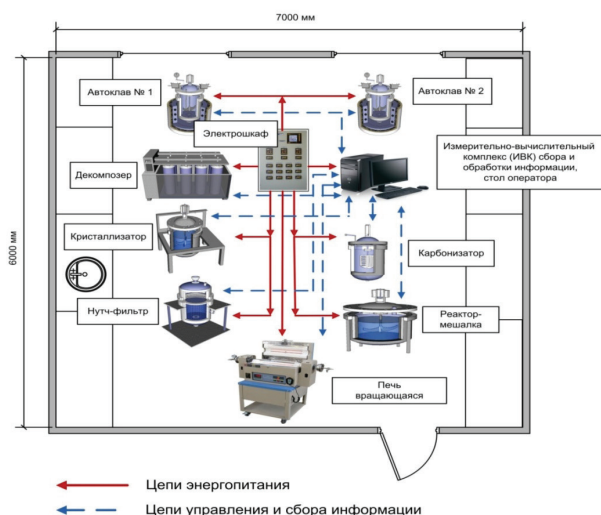


Рисунок 17 - Компоновка коммуникаций АСУПУ

Система АСУПУ позволяет осуществлять управление работой аппаратов пилотной установки и архивирование результатов проведения экспериментов.

На созданной в АО «ИМИО» пилотной установке для испытаний Байер-гидрогранатовой технологии переработки железистых бокситов проведены укрупненно-лабораторные испытания по уточнению технологических режимов: переработки железистых бокситов Коктальского месторождения по схеме Байера; переработки красного шлама по гидрогранатовой технологии; конверсии высокомолекулярных алюминатных растворов с получением гидроксида алюминия.

Проведенные испытания показали, что извлечение  $Al_2O_3$  из боксита в раствор составило 85,4 %, извлечение  $Al_2O_3$  из красного шлама в раствор составило 69,1 %, сквозное извлечение  $Al_2O_3$  из боксита составило 95,63 %.

На основании результатов проведенных испытаний рассчитан материальный баланс и разработан Технологический регламент, который является основой для проведения проектных работ по созданию нового глиноземного производства.

**Выводы.** Постепенное снижение объемов добычи высококачественных бокситов является объективной причиной для вовлечения в производство низкокачественного алюминийсодержащего сырья.

В результате проведенных лабораторных исследований была разработана блок-схема технологического цикла переработки железистых Коктальских бокситов по Байер-гидрогранатовой технологии. В основу технологии заложены авторские технические решения, новизна которых

подтверждена 6 патентами и 2 инновационными патентами Республики Казахстан.

Для проведения опытных испытаний Байер-гидрогранатовой технологии переработки железистых бокситов Коктальского месторождения Костанайской области Республики Казахстан в АО «Институт металлургии и обогащения» создана пилотная установка. При создании установки использованы специально изготовленное нестандартное и типовое стандартное оборудование.

По результатам проведенных испытаний рассчитан материальный баланс и разработан Технологический регламент, который является основой для проведения проектных работ по созданию нового глиноземного производства.

Предлагаемая инновационная Байер-гидрогранатовая технология может служить технологической базой для создания нового экономически эффективного и экологически безопасного глиноземного производства по переработке низкокачественных железистых бокситов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 С. Klauber, M. Grafe, G. Power. Bauxite residue issues. II. Options for residue utilization. Original Research Article // Hydrometallurgy, 2011, June. – Vol. 108, Issue 1-2. – P. 11-32.
- 2 Николаев И.В., Киров С.С., Воробьев И.Б., Захарова В.И., Богатырев Б.А., Магазина Л.О. Применимость гидрогранатовой технологии для комплексной переработки индийских кондалитов // Известия вузов. Цветная металлургия. – 2011, № 2, – С. 21 – 26.
- 3 Сизяков В.М.. Проблемы развития производства глинозема в России // Цветные металлы Сибири : Матер. 1-ого Международ. конгр. – Красноярск, Россия, 2009. – С. 120-126.
- 4 Пономарев В.Д., Сажин В.С., Ни Л.П. Гидрохимический способ переработки алюмосиликатов. – М.: Металлургия, 1964. – 104 с.
- 5 Патент 25938 РК. Способ переработки красного шлама / Абдулвалиев Р.А., Бейсембекова К.О., Гладышев С.В., Ковзальченко В.А., Ибрагимов А.Т., Сабитов А.Р., Тастанов Е.А.; опубли. 15.07.2015 г.
- 6 Патент 26717 РК. Способ гидрогранатовой переработки красного шлама / Бектурганов Н.С., Абдулвалиев Р.А., Гладышев С.В., Бейсембекова К.О., Мылтыкбаева Л.А., Тастанов Е.А.; опубли. 15.06.2015 г.
- 7 Патент 27031 РК. Способ гидрогранатовой переработки красного шлама. / Бектурганов Н.С., Абдулвалиев Р.А., Гладышев С.В., Бейсембекова К.О., Мылтыкбаева Л.А., Тастанов Е.А.; опубли. 15.07.2015 г.
- 8 Патент 26396 РК. Способ электроосаждения галлия из щелочных растворов / Абдулвалиев Р.А., Гладышев С.В., Ковзальченко В.А., Ибрагимов А.Т., Сабитов А.Р., Бейсембекова К.О., Садыков Н.М.; опубли. 15.05.2015 г.
- 9 Патент 27751 РК Электролизер для извлечения галлия из алюмощелочных растворов / Бектурганов Н.С., Абдулвалиев Р.А., Гладышев С.В., Тастанов Е.А., Мылтыкбаева Л.А., Бейсембекова К.О.; опубли. 15.10.2015 г.
- 10 Патент 25870 РК. Способ переработки алюминатных растворов / Абдулвалиев Р.А., Гладышев С.В., Ковзальченко В.А., Ибрагимов А.Т., Сабитов А.Р., Тастанов Е.А.; опубли. 15.12.2014 Бюл. №12.

11 Инновационный патент 29849 РК Способ переработки алюмокарбонатного галлийсодержащего осадка / Тастанов Е.А., Абдулвалиев Р.А., Садыралиева У.Ж., Гладышев С.В., Бейсембекова К.О., Имангалиева Л.М.; опубл. 15.05.2015 г.

12 Инновационный патент 30113 РК Способ переработки низкокачественных железистых бокситов по Байер-гидрогранатовой технологии / Абдулвалиев Р.А., Абишева З.С., Бектурганов Н.С., Гладышев С.В., Мылтыкбаева Л.А., Тастанов Е.А.; опубл. 15.07.2015 г.

## REFERENCES

1 C. Klauber, M. Grafe, G. Power. Bauxite residue issues. II. Options for residue utilization. Original Research Article. *Hydrometallurgy*, 2011, June. 108. 1-2. P. 11-32. (in Eng.)

2 Nikolaev I.V., Kirov S.S., Vorob'ev I.B., Zaharova V.I., Bogatyrev B.A., Magasina L.O. *Primenimost' gidrogranatovoi tekhnologii dlya kompleksnoi pererabotki indijskikh kondalitov* (Applicability of hydrogarnet technology for complex processing of Indian condalite). *Izvestiya vuzov. Tsvetnaya metallurgiya = Proceeding of higher schools. Non-Ferrous Metals*. 2011.2, 21-26 (in Russ.).

3 Sizyakov V.M. *Problemy razvitiya proizvodstva glinozema v Rossii* (Development problems of alumina production in Russia). *Tsvetnye metally Sibiri: Mater. 1-go Mezhdunar. Kongr. (Siberian non-ferrous metals: Proceedings of 1st Intern. Congress)* Krasnoyarsk, Russia, 2009. 120-126. (in Russ.).

4 Ponomarev V.D., Sazhin V.S., Ni L.P. *Gidrohimiicheskij sposob pererabotki aluminosilikatov* (Hydrochemical method of alumina silicate processing) *Metallurgiya = Metallurgy*. 1964. 104. (in Russ.).

5 Pat.25938 KZ. *Sposob pererabotki krasnogo shlama* (Method of red mud processing) Abdulvaliyev R.A., Beisembekova K.O., Gladyshev S.V., Kovzalenko V.A., Ibragimov A.T., Sabitov A.R., Tastanov E.A. Opubl. 15.07.2015 (in Russ.).

6 Pat.26717 KZ. *Sposob gidrogranatovoi pererabotki krasnogo shlama* (Hydrogarnet method of red mud processing) Bekturganov N.S., Abdulvaliyev R.A., Gladyshev S.V., Beisembekova K.O., Myltykbayeva L.A., Tastanov E.A. Opubl. 15.06.2015 (in Russ.).

7 Pat.27031 KZ. *Sposob gidrogranatovoi pererabotki krasnogo shlama* (Hydrogarnet method of red mud processing) Bekturganov N.S., Abdulvaliyev R.A., Gladyshev S.V., Beisembekova K.O., Myltykbayeva L.A., Tastanov E.A. Opubl. 15.07.2015 (in Russ.).

8 Pat. 26396 KZ, *Sposob electroosajdeniya galliya iz shchelochnykh rastvorov* (Method of electrodeposition of gallium from alkaline solution) Abdulvaliyev R.A., Gladyshev S.V., Kovzalenko V.A., Ibragimov A.T., Sabitov A.R., Beisembekova K.O., Sadykov N.M. Opubl. 15.05.2015 (in Russ.).

9 Pat. 27751 KZ, *Electrolizer dlya izvlecheniya galliya iz aluminoschelochnykh rastvorov* (Electrolizer for extraction of gallium from alumina alkaline solution), Bekturganov N.S., Abdulvaliyev R.A., Gladyshev S.V., Myltykbayeva L.A., Beisembekova K.O. (in Russ.).

10 Pat. 25870 KZ, *Sposob pererabotki alyuminatnykh rastvorov* (Method of alumina solution processing). Abdulvaliyev R.A., Gladyshev S.V., Kovzalenko V.A., Ibragimov A.T., Sabitov A.R., Tastanov E.A. Opubl. 15.10.2015 (in Russ.).

11 Innov.pat. 29849 KZ, *Sposob pererabotki alumokarbonatnogo gallijsoderzhashchego osadka* (Method of gallium containing aluminacarbonate solution processing). Tastanov E.A., Abdulvaliyev R.A., Sadyralieva U.Zh., Gladyshev S.V., Beisembekova K.O., Imangaliyeva L.M. Opubl. 15.05.2015 (in Russ.).

12 Innov.pat. 30113 KZ, *Sposob pererabotki nizkokachestvennykh zhelezistykh boksitov po Bayer-gidrogranatovoi tekhnologii* (Method of low quality bauxite processing by Bayer-hydrogarnet technology). Abdulvaliyev R.A., Abisheva Z.S., Bekturganov N.S., Gladyshev S.V., Myltykbaeva L.A., Tastanov E.A., 15.07.2015 (in Russ.).

## ТҮЙІНДЕМЕ

Алюминий тотығы өндірісі дамуының тенденциясын талдау жүргізіліп, жоғары сапалы бокситтің көлемі азайғаны анықталып, өндіріске төменсапалы құрамында алюминий бар шикізатты қолдану айғақталды. Лабораториялық зерттеу жұмыстары негізінде Қостанай облысындағы Көкталдың темірлі бокситті Байер – гидрогранат технологиясымен қайта өңдеу үшін блок-сұлба жасалды. Технологиялы сұлба 3 блоктан тұрады: Байер бұтағының қызыл тарабы; қызыл шламды гидрогранатты қайта өңдей блогы, оның ішіне көмір жағудағы күлден, содадан және әктен тұратын шикіқұрамды термиялық жолмен өңдеуден клинкер алып, алынған клинкер мен әк сүтпен және қызыл шламды ортамодульді ерітіндіде автоклавты шаймалау; ортамодульді алюминийлі ерітіндіні конверсиялау. Байер – гидрогранат технологиясын сынау үшін “Жер туралы ғылымдар, металлургия және байыту” акционерлі қоғамында пилотты қондырғы жасалды. Зерттеу көрсеткішілік бокситтан  $Al_2O_3$  85,4% алынды, қызыл шламнан ерітіндіге 69,1 %  $Al_2O_3$  алынды және бокситтан  $Al_2O_3$  жалпы алынуы 95,63%. Жаңа алюминий тотығы өндірісін жасаудағы жобалы жұмыстың материалды балансы есептелініп, Технологиялы регламенті жасалды. Ұсынылған инновациялы Байер-гидрогранат технологиясы экономиялы тиімді, экологиялы қауіпсіз төменсапалы темірлі бокситтен алюминий тотығы өндірісін құруға технологиялық база ретінде қарастыруға болады.

**Түйінді сөздер:** темірлі боксит, қызыл шлам, пилотты қондырғы, блок-сұлба, стандартталмаған қондырғы

## SUMMARY

Development trends of alumina production shows, that decreasing of high quality bauxite volume are the main reason of utilize low quality aluminium containing raw materials. As a result of laboratory research on ferrous bauxites of Kocktalsk deposit in Kostanay region of Republic of Kazakhstan by Bayer-hydrogarnet technology process flow chart was designed. Technological scheme consists from 3 parts: red part of Bayer process; hydrogarnet processing of red mud, this part includes production of clinker by thermal treatment of batch which consists of fly ash, soda and limestone and further autoclave leaching of red mud with clinker and lime milk in high modulus aluminate solution; part for conversion of middle modulus aluminate solution. For research works on Bayer-hydrogarnet technology in “Institute of Metallurgy and Ore Beneficiation” JSC pilot plant was formed. The results showed that  $Al_2O_3$  extraction efficiency from bauxite to solution is 85,4 %;  $Al_2O_3$  extraction from red mud in to solution is 69,1 %; total extraction of  $Al_2O_3$  from bauxite is 95,63 %. Material balance was calculated and Regulations on technical requirements was designed, and it can be use as base of project works for construction of new alumina production. Proposed innovative Bayer-hydrogarnet technology for alumina production is economical effective and ecological safety technology for processing low quality ferrous bauxite.

**Keywords:** ferrous bauxite, red mud, pilot-plant, process flowchart, non-standard equipment, alumina production.

Поступила 19.04.2016