



**ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

приоритет2030⁺
лидерами становятся

Перспективы развития технологии переработки углеводородных и минеральных ресурсов

Материалы
XII Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием

(г. Иркутск, 20–21 апреля 2022 г.)

Сборник материалов



ИЗДАТЕЛЬСТВО
**Иркутского национального исследовательского
технического университета**
2022



УДК 658.52
ББК 65.291.8.4

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом ИРНИТУ

Перспективы развития технологии переработки углеводородных и минеральных ресурсов. Материалы XII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Иркутск, 20–21 апреля 2022 г.) : сб. материалов. – Иркутск : Изд-во ИРНИТУ, 2022. – 308 с.

Посвящен актуальным проблемам технологий переработки углеводородных и минеральных ресурсов, обсуждению современного состояния таких областей науки и техники, как металлургия руд и концентратов, химия и химические технологии, интенсификация, контроль и автоматизация технологических процессов, менеджмент систем качества и инноватика в технологиях и управлении.

Редакционная коллегия:

С.С. Бельский – отв. редактор, доцент кафедры металлургии цветных металлов;

А.М. Кононов – председатель, проректор по научной работе;

Е.А. Анциферов – зам. председателя, директор института высоких технологий;

Н.Н. Зобнин – доцент кафедры металлургии и материаловедения НАО «Карагандинский индустриальный университет» (г. Темиртау, Республика Казахстан);

С.Г. Дьячкова – зав. кафедрой химической технологии;

Н.В. Немчинова – зав. кафедрой металлургии цветных металлов;

В.В. Ёлшин – зав. кафедрой автоматизации и управления;

П.А. Лонcich – профессор кафедры автоматизации и управления;

В.Ю. Конюхов – профессор кафедры автоматизации и управления;

С.И. Половнева – доцент кафедры автоматизации и управления;

М.А. Оборина – доцент кафедры химической технологии

Технический редактор:

Т.Д. Рахменкулова – учебный мастер кафедры металлургии цветных металлов

*Материалы публикуются в авторской редакции
и отображают персональную позицию участника конференции.
Авторы опубликованных статей и тезисов несут ответственность
за подбор и точность приведенных фактов, цитат,
экономико-статистических данных и прочих сведений.*

ISBN 978-5-8038-1714-7
ISBN 978-5-8038-1512-9

© ФГБОУ ВО «ИРНИТУ», 2022

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ № 1. Прогрессивные технологии и физико-химические основы повышения эффективности металлургических производств

А.В. Летов, Н.В. Немчинова, А.В. Тузов. Управление процессом электролиза криолит-глиноземных расплавов	9
А.Д. Бадикова, В.М. Шевко. Термодинамическое прогнозирование замены железа на магнетит при получении ферросилиция из техногенного сырья.....	12
Н. В. Сергеева, А.В. Сергеев, А.Н. Баранов. Антикоррозионная защита оборудования в производстве пектина.....	16
В.В. Хоанг. Подбор флюсов для переработки шлаков кремниевого производства.....	18
А.Э. Бараускас. Кристаллизация криолита из щелочных растворов переработки лежалого шлама алюминиевого производства.....	23
А.Т. Федоров, В.Н. Бричкин. Методика определения равновесного состава растворов в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ и её частных разрезах.....	26
С.В. Князев, И.В. Ноздрин, В.С. Лепихов, А.В. Чирков, М.А.Скрылев. Новая технология ввода наноматериалов на основе использования пористого алюминия.....	29
О.В. Коряковцева, И.В. Ноздрин. Обоснование решений по реконструкции известковых печей на примере АО «ЕВРАЗ ЗСМК»...33	
И.В. Строкина, И.В. Ноздрин, О.А. Полях, Н.Ф. Якушевич. Оценка перспектив использования новых месторождений сибирского региона в металлургии.....	36
Э.Р. Шагиев, И.В. Ноздрин, О.А. Полях, В.С. Лепихов. Получение нанодисперсных композиций на основе порошков вольфрама и его карбидов	39
С.В. Князев, И.В. Ноздрин, В.С. Лепихов, А.В. Чирков, М.А. Скрылев. Получение новых функциональных материалов на основе литых композиционных материалов.....	42
Л.С. Ширяева, И.В. Ноздрин. Применение аппарата математического моделирования в технологии получения нанокристаллического диборида хрома.....	45
Р.Р. Адигамов, К.А. Барабошкин, В.С. Юсупов. Анализ данных трубного передела разработанной стали 22ГЮ и технологии производства рулонного проката класса прочности K55	48
К.А. Барабошкин, Р.Р. Адигамов, В.С. Юсупов. Разработка стали 22ГЮ и технологии производства рулонного проката класса прочности K55.....	51

исследование равновесного состава алюминатных растворов с переменной долей K_2O выполнялось путём подхода к состоянию равновесия из ненасыщенных растворов и с использованием препаратов технической чистоты по аналогии с работой [5]. С целью снижения затрат времени на определение равновесных составов нами был применён метод математического описания кинетической кривой растворения гидроксида алюминия и дальнейшей экстраполяции установленной зависимости, что позволило выявить хорошую сходимость результатов с известными данными для системы $Na_2O-Al_2O_3-H_2O$ и $K_2O-Al_2O_3-H_2O$, и применить такой подход для системы с двумя видами катионов щелочного металла.

Благодарности: Работа проведена при финансовой поддержке Российского научного фонда по Соглашению № 18-19-00577-П от 28.04.2021 о предоставлении гранта на проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований.

Список источников

1. Сизяков В.М., Литвинова Т.Е., Бричкин В.Н., Федоров А.Т. Современное физико-химическое описание равновесий в системе $Na_2O-Al_2O_3-H_2O$ и ее аналогах // Записки Горного института. 2019. Т. 237. С. 298-306. DOI: 10.31897/PMI.2019.3.298
2. Rosenberg S.P., Healy S.J. A thermodynamic model for gibbsite solubility in Bayer liquors // 4-th Int. Alumina Quality Workshop, Darwin, 1996. P. 301-310.
3. Чижигов Д. М., Китлер И.Н., Лайнер Ю.А. Изотермы растворимости системы $K_2O-Al_2O_3-H_2O$ // Труды Третьего Всесоюзного Совещания по химии и технологии глинозема, Ереван: НТИ СНХ, 1964. С. 333-342
4. Fricke R., Jucaitis P. Untersuchungen über die Gleichgewichte in den Systemen $Al_2O_3-Na_2O-H_2O$ und $Al_2O_3-K_2O-H_2O$ // Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie. 1930. Band 191. P. 129-149.
5. Mengjie Luo, Junxiang Ye, Jin Xue, Chenglin Liu, Xingfu Song, Jianguo Yu, Phase Equilibrium in the Ternary System $K_2O-Al_2O_3-H_2O$ at 323.15, 333.15, 343.15, and 353.15 K // Journal of Chemical & Engineering Data, 10.1021/acs.jced.0c00017, (2020)
6. Brichkin V.N., Fedorov A.T. Indicators and regularities of hydrolytic decomposition of metastable aluminate solutions in the $Na_2O-K_2O-Al_2O_3-H_2O$ system // Non-ferrous Metals. 2021. No. 2. pp. 27-32.

УДК 621.745.4

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВВОДА НАНОМАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОРИСТОГО АЛЮМИНИЯ

С.В. Князев¹, И.В. Ноздрин², В.С. Лепихов³, А.В. Чирков⁴, М.А.Скрылев⁵

¹к.т.н., доцент кафедры МЛисП ФГБОУ ВО «СибГИУ», г. Новокузнецк, e-mail: krookia@mail.ru

²д.т.н., профессор кафедры МЦМиХТ ФГБОУ ВО «СибГИУ», г. Новокузнецк, e-mail: kafcmet@sibsiu.ru

³студент гр. МЦМ-18, ФГБОУ ВО «СибГИУ», г. Новокузнецк, e-mail: kafcmet@sibsiu.ru

⁴магистрант гр. МММ-20, ФГБОУ ВО «СибГИУ», г. Новокузнецк, e-mail: kafcmet@sibsiu.ru

⁵магистрант гр. МММ-20, ФГБОУ ВО «СибГИУ», г. Новокузнецк, e-mail: kafcmet@sibsiu.ru

Пористый литой алюминий впервые был получен в США Г. Кучеком в 1961 г., он использовался как конструкционный материал для вертолетостроения, однако производство прекратилось из-за конкуренции со вспененным алюминием. Второе рождение пористого литого алюминия произошло в середине 1980 годов одновременно в Японии (С.Нагата, Университет Кюсю), Швейцарии (А.Мортенсен, Федеральный институт технологии в Лозанне) и СССР (Е.Л.Фурман, Уральский политехнический институт г.Свердловск). Именно они поняли, что пористый литой алюминий не конкурент вспененного алюминия, а конкурент спеченных из порошков металлов.

Технология получения пористого алюминия пропиткой подкупала своей простотой. Однако, как любая новая технология, она изобиловала скрытыми проблемами: дефекты неясного происхождения, крайне низкий коэффициент использования металла, маркетинг. В 1990 г. на ООО «Композиционные материалы» было организовано промышленное производство пористого литого алюминия, которое в настоящее время является единственным. С 2014 года заготовки и изделия из пористого алюминия начал активно предлагать на мировом рынке Китай.

В настоящее время из пористого алюминия получают фильтры газов и жидкостей, пневмоглушители, шумопоглощающие панели, демпферы, барботеры, теплообменники, пламегасители, тепловые трубы, фитили, проницаемы для газа и жидкости защитные корпуса, испарители жидкостей, аэрация жидкостей, вакуумные столы, коллекторы тока в аккумуляторных батареях нового поколения, конструкционные машиностроительные изделия с меньшим весом и температурным расширением, радиаторы охлаждения для электронных компонентов, дизайн объектов в стиле хай-тек и др.

Основными преимуществами изделий из пористого алюминия перед аналогами являются:

– пористость регулируется в диапазоне 50-75%, у спеченных фильтроэлементов значительно меньше – 20-35%;

- очистка фильтроэлементов из пористого алюминия традиционна – промывка в керосине или обратным током воды или сжатого воздуха;
- гидравлическое сопротивление значительно ниже, чем у спеченных из порошков фильтроэлементов при одинаковых фильтрационных характеристиках;
- стоимость изделий меньше, а механические свойства выше, чем у порошковых.

Пористый литой алюминий востребован промышленностью благодаря высокой удельной прочности и коррозионной стойкости. Технология пропитки расплавом водорастворимого наполнителя в настоящее время единственная позволяет получать широкий спектр пористых алюминиевых изделий – от демпферов до фильтроэлементов, любых размеров и конфигурации, сочетающих в одном изделии пористую и монолитную часть.

Принципиальная технологическая схема получения изделий из пористого алюминия представлена на рисунке 1.

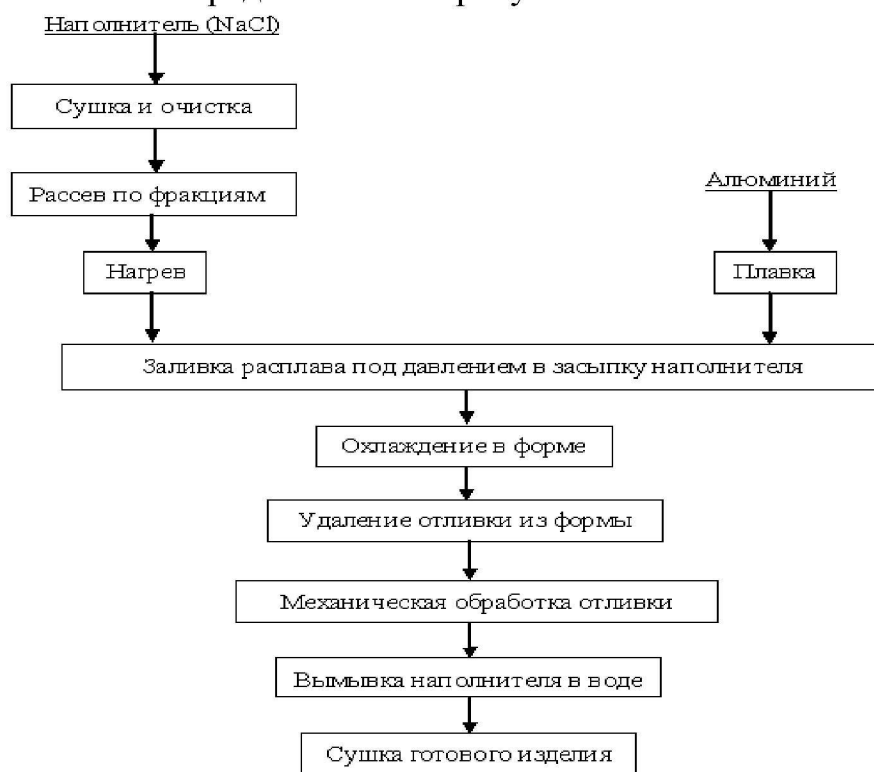


Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема получения изделий из пористого алюминия

Область применения пористых металлов постоянно расширяется. Новое направление их использования – заполнение пор ультра- и нанодисперсными материалами и ввод в расплав для его легирования или модифицирования.

В СибГИУ разработана усовершенствованная технология получения пористых литых заготовок из различных металлов и сплавов с целью их последующего использования для ввода наночастиц в литейные сплавы и последующее получение литых заготовок с уникальным набором свойств. Технология включает в себя несколько этапов [1-3]:

1. Получение пористой заготовки из маточного сплава с заданными параметрами пористости.
2. Заполнение пор пористой заготовки наночастицами.
3. Ввод пористой заготовки с наночастицами в жидкий расплав в плавильную печь для получения кускового модификатора (лигатуры) и последующего модифицирования (легирования) с его помощью требуемых литейных сплавов.

Предлагаемая технология ввода наноматериалов в расплав – это технология ввода модификатора как в печь, так и в ковш, которая практически не изменяет существующую организационно-производственную структуру литейного цеха и не требует серьезных капитальных затрат на ее внедрение. Предлагаемый способ модифицирования противодействует явлению увядания инокулирующего эффекта в процессе выдержки расплава в ковше перед заливкой формы, что увеличивает технологический цикл живучести расплава.

Выполненные исследования, как авторами, так и другими исследователями, со всей определенностью показывают о наличии единого механизма воздействия наномодификатора на изменение структуры жидкого расплава различных конструкционных материалов. С точки зрения фундаментальных основ литейного производства требуют изучения такие вопросы как наследственное влияние шихты, подвергнутой наномодифицированию, на свойства литейных сплавов; разработка теоретической модели создания высокоэффективных композиций модификаторов и лигатур для литейных сплавов [3].

Список источников

1. Small-scale production of cast porous and composite materials / S. V. Knyazev, A. A. Usoltsev, A. I. Kutsenko [et al.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : 21, Technologies, Innovation, Quality, Novokuznetsk, 23–24 октября 2019 года. – Novokuznetsk, 2020. – P. 012013. – DOI 10.1088/1757-899X/866/1/012013.
2. Князев С.В. Новая технология ввода наноматериалов в расплав на основе использования пористых литых материалов / С.В. Князев, А.А. Усольцев, А.И. Куценко // Инновационные технологии в литейном производстве : Сборник трудов Международной научно-технической конференции 22–23 апреля 2019 года. – М.: Московский государственный областной университет, 2019. – С. 61-65.

3. Князев С.В. Наноматериалы на основе пористых литых металлов и способ их ввода в расплав / С. В. Князев, А. А. Усольцев, А. И. Куценко // Литейное производство. – 2019. – № 9. – С. 5-7.

УДК 669.046.41

ОБОСНОВАНИЕ РЕШЕНИЙ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ ИЗВЕСТКОВЫХ ПЕЧЕЙ НА ПРИМЕРЕ АО «ЕВРАЗ ЗСМК»

О.В. Коряковцева¹, И.В. Ноздрин²

¹магистрант гр. ММХТ-20, ФГБОУ ВО «СибГИУ», г. Новокузнецк, e-mail: kafcmet@sibsiu.ru

²д.т.н., профессор кафедры МЦМиХТ ФГБОУ ВО «СибГИУ», г. Новокузнецк, e-mail: kafcmet@sibsiu.ru

Для металлургии известь - один из технологически необходимых продуктов, участвующий в большинстве процессов преобразования руды в металл. Производство одной тонны стали или чугуна требует около 50 кг извести. Известковые флюсы используют на девяти из десяти металлургических заводов.

На АО «Евраз ЗСМК» годовая программа цеха обжига извести, закрывающая все потребности доменного и сталеплавильного производства, должна обеспечивать производство 600 тыс. тонн извести в год. Выпуск такого количества флюса закрывается работой 9-ти шахтных печей суточной производительностью по 200 тонн и 2-х шахтных печей – по 500 тонн. В качестве топлива для работы печей используется коксовый и доменный газы, резервным топливом является природный газ.

За время эксплуатации существующих агрегатов был выявлен и устранен ряд конструктивных недостатков, тем не менее, данные печи по ряду параметров выпускаемой извести не отвечают заданным требованиям, в первую очередь, по степени обжига, составляющей 85-90%, вместо требуемых 95%. Учитывая вышесказанное, можно отметить назревшую необходимость реконструкции основного оборудования цеха обжига извести в части модернизации существующих печей вплоть до полной их замены на другие типы оборудования.

Целью настоящей работы является рассмотрение современных конструкций обжиговых агрегатов для получения флюсовой извести с целью разработки рекомендаций по реконструкции основного оборудования цеха обжига извести АО «Евраз ЗСМК».

Центральным технологическим агрегатом известкового производства (цеха, участка) является печь, в которой обжигается карбонатная порода. Наибольшее распространение получили

Научное издание

Перспективы развития технологии переработки углеводородных и минеральных ресурсов

Материалы
XII Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием

(г. Иркутск, 20–21 апреля 2022 г.)

Сборник материалов

Допечатная подготовка А.А. Ильюшенко

Подписано в печать 26.04.2022. Формат 60 х 90 / 16
Бумага офсетная. Печать цифровая. Усл. печ. л. 19,5.
Тираж 300 экз. Зак. 62. Поз. плана 9.



Отпечатано в типографии Издательства
ФГБОУ ВО «Иркутский национальный
исследовательский технический университет»
664074, ул. Лермонтова, 83.