



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. Лонцих – 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. Анतिकоррозионная 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	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

УДК 621.745.4

ПОЛУЧЕНИЕ НОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЛИТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

Развитие техники невозможно без разработки новых конструкционных и функциональных материалов с заранее заданным составом и, как следствие, свойствами, среди которых большой интерес представляют металломатричные композиционные сплавы (МКС), состоящие обычно из литой основы – металломатрицы и наполнителя – формообразованных гранул, дроби, стружки, а также пористой преформы, с возможным добавлением частиц малого размера, в том числе и наноразмерных [1-3].

В МКС основой являются литейные сплавы, а функциональным наполнителем — легирующие и модифицирующие элементы, дисперсные частицы, искусственно внедренные в металломатрицу. При этом, как правило, в качестве функциональных добавок (элементов) используются алюминий в качестве раскислителя, магний в качестве модификатора, а также добавки тугоплавких частиц оксидов, карбидов, боридов, нитридов.

Одним из методов получения МКС являются жидкофазные технологические схемы. В основном используют три схемы производства МКС:

1. введение частиц в расплав при интенсивном перемешивании спомощью импеллера или магнитогидродинамического (МГД) перемешивателя;
2. пропитка формообразованных дисперсных частиц или пористых преформ матричным расплавом;
3. порошковая технология.

Для реализации технологий получения функциональных МКС для металлургии было выбрано второе направление, где процесс пропитки осуществляется путем просасывания вакуумом матричного расплава

сквозь пористую преформу. Технология пропитки расплавом пористого наполнителя в настоящее время единственная позволяет получать широкий спектр изделий из МКС любых размеров и конфигурации, сочетающих в одном изделии многокомпонентную структуру (рисунки 1, 2).

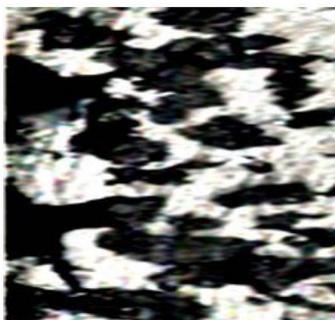


Рисунок 1 - МКС с алюминием (матричный материал) и графитом (формообразованный пористый наполнитель)



Рисунок 2 - Пористая заготовка-преформа из матричного алюминиевого сплава для ввода в поры частиц малого размера, в том числе наноразмерных

Для получения пористых преформ и формирования пористых наполнителей используются следующие принципиальные технологические схемы:

- Получения пористых преформ из пористого алюминия или магния: наполнитель (NaCl) – сушка и очистка – рассев по фракциям – засыпка наполнителя в оболочку и формообразование – нагрев наполнителя – заливка расплава под вакуумом (просасывание через наполнитель) – кристаллизация и охлаждение в форме – удаление отливки (литой заготовки) из формы – механическая обработка отливки – вымывка наполнителя в отливке водой (растворение соли) – сушка готового изделия;

- Из сыпучего материала наполнителя (дробь, стружка, гранулы, порошки и пр.) формируют пористую заготовку в виде любой целесообразной геометрической объемной фигуры, например цилиндра. Заготовку можно формировать любым известным образом, наиболее оптимально уплотнение встряхиванием в оболочках, например трубе, брикетирование материала наполнителя прессованием или с помощью

промежуточного пассивного связующего, в качестве которого может быть использовано жидкое стекло. На стадии формирования заготовки обеспечивают определенный технологический суммарный объем ее пор, задавая таким образом соответствующий объем матричного материала в готовом изделии, соответственно и его массу, и долевое участие в рецептуре. При формировании заготовки прессованием объем обеспечивают достигаемой при прессовании степенью плотности заготовки [4].

Готовую пористую заготовку нагревают в печи в среде инертного газа (аргона или азота) до температуры, соответствующей температуре ликвидуса металла, выбранного в качестве матричного материала.

Материал твердого наполнителя, являющийся основой для приготовления раскислителя или лигатуры в виде МКС с требуемыми функциональными свойствами, выбирают из группы, включающей Fe, Ti, Ni, Mn, Si, В и используют в виде порошка, гранул, стружки или в другой какой-либо технологически целесообразной форме с размером фракций от 0,25 до 10 мм.

Предлагаемый способ получения лигатур, модификаторов и раскислителей методом вакуумной пропитки (всасывания) матричного сплава через пористый наполнитель обеспечивает возможность их промышленного серийного производства и прост в исполнении, а также удешевляет получаемый с их помощью продукт металлургии за счет повышения эффективного содержания активных составляющих и более полного их усвоения, что снижает расход дефицитных и дорогостоящих материалов.

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 г. – Москва: 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.
4. Knyazev S.V., Usoltsev A.A., Skopich D.V., Fatyanova E.A., Dolgoplov A.E. Automated system of control and diagnostics of cast-steel defects in the

УДК 661.665

**ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТА МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ДИБОРИДА ХРОМА**

Л.С. Ширяева¹, И.В. Ноздрин²

¹к.т.н., доцент кафедры МЦМиХТ, 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

Плазменный синтез представляет собой сложный для исследования металлургический процесс. Это обусловлено его быстротечностью, высокими температурами и малым объемом реакционной зоны. В подобных условиях весьма перспективным представляется модельно-математический подход, предполагающий проведение экспериментального исследования с привлечением метода планируемого эксперимента [1-3].

Экспериментальные исследования проводились с привлечением метода планируемого эксперимента, что позволило найти зависимости содержания в продуктах синтеза диборида хрома и примесей от определяющих факторов [4].

Полученные результаты в целом подтверждают основные выводы, вытекающие из их термодинамического и кинетического анализов. Оптимальные значения технологических факторов и допустимые пределы их изменения, а также основные характеристики синтезируемого при этих условиях диборида хрома, полученные при пятикратном дублировании опытов, приведены в таблице 1.

Сравнение полученных результатов позволяет выделить следующие общие закономерности и некоторые особенности исследованных технологических вариантов:

1. Во всех вариантах единственной боридной базой является диборид CrB_2 , причем содержание его составляет, % масс.: 92,00 – 93,00 (1), 91,45 – 92,30 (2), 92,60 – 93,50 (3).

2. Лимитирующей стадией исследуемых процессов является испарение порошкообразной шихты.

3. Температура закалки практически не влияет на содержание диборида хрома в получаемых материалах, что объясняется малым временем пребывания продуктов синтеза в реакторе (8 – 10 мс),

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.