

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ



**ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

приоритет2030⁺
лидерами становятся

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ
УГЛЕВОДОРОДНЫХ И МИНЕРАЛЬНЫХ
РЕСУРСОВ**

Материалы
XIII Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием

(г. Иркутск, 19–20 апреля 2023 г.)

Сборник материалов



ИЗДАТЕЛЬСТВО
**Иркутского национального исследовательского
технического университета**
2023



СОДЕРЖАНИЕ

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

Г.М. Михайловский. Моделирование процесса аддитивного выращивания деталей с использованием программного комплекса SimufactWelding.....	9
И.А. Сысоев, С.В. Лутчиков. Разработка мероприятий, направленных на повышение срока службы футеровки индукционных печей, на примере Богучанского алюминиевого завода.....	12
Е.Е. Занин, В.А. Лях, А.А. Зайцева. Челябинский цинковый завод – единственный производитель металлического цинка в России.....	15
И.Д. Матвиенко, Д.Д. Щеплякова, А.Н. Баранов. Технология повышения сорбции углей путем изменения емкости двойного электрического слоя.....	18
А.П. Кондратенко, М.Ю. Кузьмина. Печи, применяемые на участке литья цветных металлов литейного цеха металлургического производства авиастроительного предприятия.....	21
М.И. Васильев, А.А. Тютрин, К.С. Бушуев. Проблема образования коксовой пыли при производстве алюминия и оценка возможности ее брикетирования.....	24
Н.В. Немчинова, А.В. Плакущий, В.С. Коршунов. Современные тенденции применения углеродных материалов в производстве металлургического кремния.....	28
В.В. Грудинина, М.П. Кузьмин. Перспективы утилизации мелкодисперсных отходов алюминиевого производства.....	32
М.П. Кузьмин, Ю.А. Хаблак. Получение силуминов методом индукционной плавки кремнийсодержащей шихты под слоем криолита.....	35
Н.В. Немчинова, О.Н. Логинов, И.С. Леонов. Требования к анодам электролизеров при производстве алюминия.....	38
В.В.Грудинина, М.П. Кузьмин. Перспективные направления утилизации катодной футеровки алюминиевых электролизёров.....	41
Э.А.Самаев, Т.С. Минеева. Сорбция золота и серебра из цианистых растворов и пуль. Зарубежный опыт.....	44
Д.А. Бегунов, А.А. Бегунов.Воздействие металлургического производства на объекты среды.....	46

С.А. Демидов, А.В. Аксенов. Перспективные направления переработки золотосодержащих руд, обладающих сорбционной активностью.....	50
В.С.Лепихов, Ю.В. Ильина, А.А. Марденова, И.В.Ноздрин. Исследование возможности переработки оксида вольфрама в плазменном реакторе.....	54
Е.А. Мартусевич, Д.А. Гавриленко, В.О. Митягин, И.В. Ноздрин. Оптимизация технологии получения алюминиевых сплавов на основе информационно-обучающей системы «Алюминщик».....	57
Г.А. Ломтиков, Т.А. Пескова, Т.С. Минеева. Интенсивное цианирование гравиоконцентратов на модуле «АВГУСТ».....	61
Л.М. Данилин, Т.Н. Луговицкая, Д.А. Рогожников. Поверхностное натяжение растворов ПАВ в азотнокислой среде и перспективы их использования при выщелачивании сырья цветных металлов.....	64
О.А. Полях, И.В. Ноздрин, Н.Ф. Якушевич, Е.Н. Чернева, А.А. Хорощенко. Особенности восстановительных процессов при производстве ферросилиция.....	67
О.А. Полях, И.В. Ноздрин, Н.Ф. Якушевич, С.А. Сюльдина, М.А. Ядыкина. Особенности механизма синтеза карбида кремния в печах сопротивления.....	70
О.А. Полях, И.В. Ноздрин, И.В. Строкина, Е.С. Безрукова, Е.Н.Чернева. Термодинамические условия интенсификации восстановления железорудного сырья.....	73
А.А. Бабинцев, Д.И. Головкин, Д.А. Рогожников. Исследование влияния скорости подачи хлора на процесс хлорирования бадделеитового концентрата.....	76
И.М. Чикичев, Н.В. Немчинова. Современное состояние алюминиевой промышленности.....	79
О.Ю. Маковская, Л.В. Соколов, О.В. Чемезов, А.В. Лукинских. Извлечение скандия из трудновоскрываемых титано-магнетитовых руд.....	82
Д.И. Блудова, С.В. Мамяченков, А.Д. Михайловских, Б.К. Мочалов, А.С.Ханжина. Извлечение металлов при переработке пыли медеплавильного производства.....	85
Э.О. Воронич. Обзор технологии печати гибридным металлполимерным филаментом.....	89

СЕКЦИЯ № 2. Актуальные проблемы химии и химической технологии

Д.С. Васильченко, Е.В. Янчуковская. Повышение биодоступности лекарственных препаратов методом образования солей.....	91
А.А. Логвин, Е.В. Янчуковская. Математическая модель и алгоритм расчета поверхностных теплообменных аппаратов.....	94
Л.В. Хогоева, А.А. Яковлева. Особенности адгезионных взаимодействий на поверхности стали с антикоррозионным покрытием на основе стирол-акриловых латексов.....	96
Р.Д. Саидов, Н.Д. Губанов. Установка концентрирования водного раствора аммиака.....	99
В.А. Рыбалко, Т.В. Сауло. Химико-аналитическое исследование определения содержания йода в рассоле с устранением мешающего влияния броматов.....	102
З.А. Зомберг, В.Ю. Конюхов. Современное состояние и перспективы развития процесса каталитического крекинга нефтяного сырья.....	105
О.В. Белозерова, А.А. Турусин, А.А. Шовкомуд. Перспективы применения углеродистых остатков в качестве добавок к пластичным смазкам.....	107
О.Ю. Григорьева. Новые возможности современных мембран.....	110
А.В. Багдужева, Ю.А. Айзина. Применение твердых дисперсных систем для повышения биодоступности лекарственных веществ.....	113
Т.Н. Буханова, С.Г. Дьячкова, Е.Б. Ковалева. Исследование методов обессеривания нефтепродуктов.....	116
В.В. Мельников, В.А. Крыжников. Каталитический риформинг, химизм, основные технологические параметры.....	119
К.А. Россов. Разновидности установок испарения сжиженных углеводородных газов.....	122
Д.В. Бережная, В.В. Баяндин. Производство этил-трет-бутилового эфира на базе установки метил-трет-бутилового эфира.....	125
А.О. Монтошкинова, В.В. Баяндин. Способы осушки попутного нефтяного газа.....	128
А.Б. Чимитдоржиева, Т.А. Подгорбунская. Соответствие физико-химических свойств товарных масел значениям производителей....	131
Е.Б. Дульбеева, Т.А. Подгорбунская, А.Б. Чимитдоржиева. Катализаторы процесса каталитического крекинга.....	134

А.М. Адушинова, Ю.А. Айзина. Оценка возможности альтернативных методов очистки от сероводорода и меркаптанов в АО «АНХК».....	137
Л.Б. Дамбиева, В.В. Баяндин. Модернизация установки комплексной подготовки нефти.....	140
М.В.Сулицкая, Н.Б. Алимов, А.А. Чайка. Проблема загрязнения окружающей среды при производстве бутиловых спиртов.....	142
М.В.Сулицкая, Д.А. Павлова, М.Е.Мостовская, А.А. Чайка. Жидкое биотопливо из древесных отходов в России, его способ получения и преимущества.....	145
С.Д. Тишин, А.В. Селезнев. Разработка устойчивых водных дисперсий твёрдых радикальных инициаторов с целью их применения в суспензионной полимеризации винилхлорида.....	148
А.Н. Петрова, Л.А. Бегунова. Определение поллютантов в свалочном фильтрате.....	150
Н.С. Назаров, Г.В. Боженков. Каталитическая депарафинизация средних дистиллятов.....	153
В.А.Фрейнд, А.А. Яковлева. Сравнение поглонительных качеств природных и промышленных адсорбентов по отношению к эмульсиям нефтепродуктов.....	156
С.Н. Евсеева, О.В. Белозерова. Фритюрное масло как основа загустителя пластичных смазок.....	159
Т.К. Касиров, Ю.А. Айзина, Д.О. Ткачук. Оценка качества воды в источниках водоснабжения.....	163
А.И. Прокофьев, В.В. Баяндин. Борьба химическим способом с солеотложениями гипса в трубопроводах и другом оборудовании при добыче нефти.....	166
Ю.М. Коньков, В. В. Баяндин. Проблема выбора катализаторов при риформинге.....	169
В.И. Дударев, Ю.И. Коконова, Д.И. Дударев, Л.Д. Лиховид, М.А. Давыдова. Сорбционное взаимодействие ионов никеля(II) с углеродными материалами.....	172

СЕКЦИЯ № 3. Интенсификация, контроль и автоматизация технологических процессов

А.Е. Рыбин, Ю.Э. Голодков. Автоматизация процесса контроля качества продукции фармацевтических лабораторий.....	174
---	-----

Ю.В. Карасёва, Ю.Э. Голодков. О системе автоматического мониторинга микроклимата на складах фармацевтического производства.....	177
Т.В. Батурицкий, Ю.Э. Голодков. О развитии адаптивных систем управления технических объектов в условиях неопределенности.....	180
Н.А. Сизых, П.Р. Ершов. Современные средства автоматизации как способ повышения показателей качества производства.....	182
А.В. Дулов, А.О. Ващенко, С.И. Половнева, Е.А. Анциферов. Цифровая трансформация метрологического обеспечения предприятий	185
М.Д. Коробов, П.Р. Ершов. Дополнительное охлаждение газотурбинных агрегатов.....	188
П.Р. Ершов, А.И. Жданов. Теоретические аспекты управления процессом сушки ПВХ.....	190
Д.С. Фалилеев, А.Е. Овсяков. Процесс флотации как объект управления.....	193
К.Е. Пежемский, Е.А. Овсяков. Выбор российского программируемого логического контроллера.....	196
В.Н. Лузгин, Е.А. Овсяков. Применение среды Simintech при имитации систем управления технологическими процессами.....	198
К.А. Россов, О.В. Лазарева. Кожухотрубный испаритель СУГ как объект управления.....	201
К.Д. Миниханов, А.Е. Овсяков. Разработка систем диспетчеризации транспортных средств в рамках нефтегазовых месторождений.....	205
А.А. Лисицына, В.В. Ёлшин, А.П. Миронов. Алгоритм идентификации математической модели кинетики сорбции золота активированным углем в замкнутом объеме.....	208
М-О.В. Гармаев, Е.А. Гусева. Патентный обзор технологического оборудования, применяемого для производства растительных масел.....	213
З.А.Зомберг, В.Ю. Конюхов. Инновационные способы повышения экологичности подземных газгольдеров.....	216
И.А.Борисов, И.Л.Ильина. Разработка виртуального стенда по поверке расходомеров.....	220
А.А. Терентьева, Д.А. Золотухин, Е.А. Овсяков. Разработка требований к системе управления лабораторной информацией.....	223

К.В. Черниговский, В.М. Салов. Разработка новой модели управления температурой в кубе колонны стабилизации бензина на базе нечеткой логики.....	226
С.А. Сапунова, С.И. Половнева, А.А. Подкорытов, Д.А.Маклецов. К вопросу импортозамещения в области автоматизации технологических процессов.....	229
А.А. Большедворский, О.В. Лазарева. Система ПАЗ рециркуляционной колонны установки получения линейных альфа-олефинов.....	233

СЕКЦИЯ № 4. Менеджмент систем качества

П.А. Лонцих, Хэ Цзе Дун, Н.П. Лонцих, А.В. Федотова. Разработка, внедрение и сертификация систем менеджмента качества на основе требований стандарта ISO 9001:2015 на примере компании Shenyang Vona Titanium Technology Co., Ltd, Китай.....	237
А.О. Ли. Цифровизация управления качеством.....	242

СЕКЦИЯ № 5. Инноватика в технологиях и управлении

Л.Д. Лиховид, А.А. Яковлева. Инновационные технологии в «физической химии».....	246
Б.Т. Дякив, А.С. Бовкун. Инновации в области аккумуляторных технологий.....	248
П.А. Дудина, А.С. Бовкун. Инновации и прорывные технологии в энергетике.....	252
П.А. Дудина, О.А. Шишлянникова. Инновационная технология преобразования углекислого газа в топливо.....	256
Б.Т. Дякив, О.А. Шишлянникова. Инновационные технологии в энергетике.....	259
А.В. Синицин, О.М. Сафонова, Т.А. Опарина. Производственные издержки и критический объем производства в машиностроительной отрасли.....	263

Список источников:

1. Лодейщиков В.В. Технология извлечения золота и серебра из упорных руд. – Иркутск: Ирриредмет, 1999. – 342 с.
2. Ласкорин Б.Н., Чугаев Л.В., Москвина Г.И. Автоклавное окисление сульфидно-мышьяковых концентратов. В кн. Гидрометаллургия золота. – М.: Наука, 1980. – С. 52–58.
3. Меретуков М.А. Золото и природное углистое вещество. – М.: ИД «Руда и Металлы», 2007. – 109 с.
4. Котляр Ю.А., Меретуков М.А., Стрижко Л.С. Metallургия благородных металлов: учебник в 2-х кн. – М.: ИД «Руда и Металлы», 2005. – Т. 1. – 432 с.; Т. 2. – 392 с.
5. Шнеерсон Я.М., Жунусов М.Т., Чугаев Л.В., Маркелов А.В., Дроздов С.В. Комплексная технология переработки золотосодержащих концентратов: биовыщелачивание и автоклавное доокисление // Цветные металлы 2012: сборник научных статей (г. Красноярск, 5-7 сент. 2012). – Красноярск: Изд-во ООО «Русал ИТЦ», 2012. – С. 576–583.

УДК 669.046

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ОКСИДА ВОЛЬФРАМА В ПЛАЗМЕННОМ РЕАКТОРЕ

В.С.Лепихов¹, Ю.В. Ильина², А.А. Марденова³, И.В.Ноздрин⁴

¹ магистрант гр. МММ-22, ФГБОУ ВО «СибГИУ», г. Новокузнецк, e-mail: kafcmet@sibsiu.ru

² магистрант гр. ММХТ-22, ФГБОУ ВО «СибГИУ», г. Новокузнецк, e-mail: kafcmet@sibsiu.ru

³ магистрант гр. ММХТ-22, ФГБОУ ВО «СибГИУ», г. Новокузнецк, e-mail: kafcmet@sibsiu.ru

⁴ д.т.н., профессор кафедры металлургии цветных металлов и химической технологии ФГБОУ ВО «СибГИУ», г. Новокузнецк, e-mail: polimet1@yandex.ru

Вольфрам и карбид вольфрама по праву занимают одно из лидирующих мест в мире сверхтвердых тугоплавких соединений. Использование данных материалов в высокодисперсном состоянии существенно расширяет сферы их применения в современном материаловедении, например, как компонентов новых жаропрочных керамик, композиционных покрытий и др.

К перспективным способам получения высокодисперсных материалов и композиций на их основе следует отнести процессы плазмометаллургического синтеза, реализуемые в струйных реакторах.

Лимитирующей стадией плазменных процессов, использующих в качестве исходного сырья конденсированные материалы, является перевод их в газообразное состояние. Экстремальность условий синтеза, большие скорости и крайне малые времена нахождения компонентов в реакторе затрудняют экспериментальное исследование процесса гомогенизации плазменного потока. В связи с этим в настоящее время разрабатываются и совершенствуются численные методы моделирования струйных процессов, протекающих в низкотемпературной плазме.

Целью настоящей работы является проведение моделирования в условиях промышленного реактора взаимодействия плазменного потока азота с частицами оксида вольфрама WO_3 различной дисперсности для оценки возможности его использования в качестве исходного компонента при синтезе порошков вольфрама и его карбида.

Большинство современных моделей, описывающих процесс взаимодействия частиц сырья с плазменной струей [1] рассматривают идеализированный вариант нагрева отдельных частиц при движении вдоль оси реактора в высокоэнтальпийном газовом потоке и, зачастую, не учитывают влияния концентрации дисперсного материала, изменения теплофизических свойств конденсированного сырья и газового потока в условиях градиента температур по сечению реактора и на поверхности частиц. Температура потока определяется по средним значениям, полученным из экспериментальных данных, или рассчитывается стандартными методами для установившегося турбулентного режима течения газа. Также не принимается во внимание изменение коэффициента теплоотдачи от газового потока к стенкам реактора при образовании гарнисажа или при использовании искусственной футеровки, которые могут снижать теплоотдачу на 11 – 35 % [2]. Такие допущения приводят к значительной погрешности результатов расчетов и завышению размеров испарившихся частиц в несколько раз.

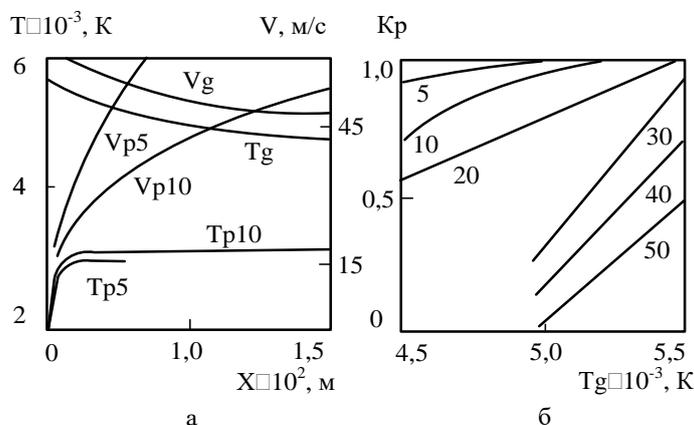
В настоящей работе использовалась программа расчета, созданная в Сибирском государственном индустриальном университете на базе исследований, выполненных под руководством профессора Г.В. Галевского и представленных в [3 - 5]. В использованной математической модели решены следующие вопросы:

- учтен эффект влияния естественной турбулизации плазменного потока на теплообмен плазмы с конденсированными частицами и «холодной» стенкой реактора;
- определены и использованы параметры снижения интенсивности теплообмена плазменного потока со стенками реактора при формировании гарниссажа и искусственной теплоизоляции канала;
- предусмотрено изменение теплового потока к поверхности отдельных частиц за счет учета влияния «коллективного» фактора.

Программа расчетов оценивает влияние параметров высокоэнтальпийного газового потока и крупности шихтовых материалов на степень их испарения. Результаты расчетов позволяют определить для любой точки плазменного реактора: количество тепла, переданное теплоносителем частицам сырья и стенкам реактора; температуру газопылевого потока, частиц шихты и стенок реактора; степень и время испарения частиц; расстояние, которое прошли частицы материала до полного испарения.

В качестве начальных условий принят режим работы трехструйного прямоточного плазменного реактора с гарниссажной футеровкой из диоксида циркония мощностью 150 кВт, обеспечивающий начальную расчетную температуру плазменного потока 5400 К. Запыленность плазменного потока на входе в реактор принята равной 0,01 кг WO₃ на 1 кг плазмообразующего газа - азота. Начальная скорость ввода частиц в плазменный реактор составляла 1 м/с.

Рассчитывалась температура и скорость частиц и газового потока, время нагрева частиц до температуры плавления T_{пл.}, время плавления, время нагрева от температуры плавления до температуры диссоциации T_{дис.}, время нахождения частиц при T_{дис.} и расстояния, пройденное частицами за эти отрезки времени. Программа позволяет оценить, степень диссоциации частиц за время её нахождения при температуре диссоциации. Результаты расчетов приведены на рисунке 1.



- а) распределение температуры компонентов пылегазового потока по длине реактора (T_г –среднемассовая температура азота, T_{70...T₂₀₀} –температура поверхности частиц оксида вольфрама заданной крупности);
 б) зависимость скорости частиц оксида вольфрама от крупности (70,100, 150, 200 мкм) и скорости плазменного потока.

Рисунок 1 – Результаты моделирования параметров переработки порошка WO₃ в плазменном потоке азота

Вывод: параметры промышленного плазменного реактора мощностью 150 кВт обеспечивают для рассматриваемого технологического вариантов эффективную переработку порошкообразного сырья оксида вольфрама

крупностью до 200 мкм при концентрации порошков в плазменном потоке азота 0,01 кг/кг.

Список источников:

1. Моссэ А.Л. Обработка дисперсных материалов в плазменных реакторах/А.Л. Моссэ, И.С. Буров. – Минск: Наука и техника, 1980. – 208 с.
2. Ноздрин И.В. Модельно-математическое исследование условий эффективной переработки хромсодержащего сырья в плазменном реакторе / И.В. Ноздрин, В.В. Руднева, Л.С. Ширяева, М.А. Терентьева. – Изв. вузов. Черная металлургия. – 2012. – № 2. – С. 13 – 18.
3. Руднева В.В. Модельно-математическое исследование режимов эффективной переработки дисперсного сырья в плазменном реакторе / В.В. Руднева, Г.В. Галевский, Е.К. Юркова // Изв. вузов. Черная металлургия. – 2007. – № 5. – С. 52 – 55.
4. Наноматериалы и нанотехнологии в производстве карбида кремния: монография: в 3 т. / науч. ред. Г.В. Галевский: дополнительный том. Плазмометаллургическое производство карбида кремния: развитие теории и совершенствование технологии / В.В. Руднева. – М.:Флинта: Наука, 2008. – 387 с.
5. Rudneva V.V. Effective Processing of Disperse Raw Materials in a Plasma Reactor / V.V. Rudneva, G. V. Galevskii, E.K. Yurkova // Steel in Translation. – 2007. – Vol.37. – № 2. –Р. 115 – 118.

УДК 004.942

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННО-ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ «АЛЮМИНЩИК»

Е.А.Мартусевич¹, Д.А.Говриленко², В.О.Митягин³, И.В.Ноздрин³

¹преподаватель кафедры прикладных информационных технологий и программирования, ФГБОУ «СибГИУ», г. Новокузнецк, e-mail: kafcmet@sibsiu.ru;

²магистрант гр. ММХТ-22, ФГБОУ ВО «СибГИУ», г. Новокузнецк, e-mail:kafcmet@sibsiu.ru;

³магистрант гр. ММХТ-22, ФГБОУ ВО «СибГИУ», г. Новокузнецк, e-mail:kafcmet@sibsiu.ru;

⁴д.т.н., профессор кафедры металлургии цветных металлов и химической технологии ФГБОУ «СибГИУ», г. Новокузнецк, e-mail: polimet1@yandex.ru

Металлургия относится к системообразующим отраслям мировой и отечественной промышленности. Лидирующее положение среди цветных