Министерство образования и науки Российской Федерации Сибирский государственный индустриальный университет

Посвящается 400-летию города Новокузнецка

МЕТАЛЛУРГИЯ: ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО

«Металлургия – 2017»

15 – 16 ноября 2017 г.

Труды XX Международной научно-практической конференции Часть 2

> Новокузнецк 2017

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ КОКСОХИМИИ

Полях О.А., Пономарев Н.С., Журавлев А.Д.

Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия, kafcmet@sibsiu.ru

Аннотация: Провнализированы современные направления использования промышленных отходов коксохимии. Проведен обзор основных видов отходов коксохимического производства. Рассмотрены экологические аспекты утилизации и применения отходов. Проведен анализ использования жидких и твердых отходов в технологических процессах.

Ключевые слова: отходы коксохимического производства, промышленные отходы, утилизация, коксовая пыль, смолистые отходы, коксовый газ.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE MODERN DIRECTIONS USES OF INDUSTRIAL WASTES OF COKE CHEMISTRY

Polyakh O.A., Ponomarev N.S., Zhuravlev A.D.

Siberian state industrial university, Novokuznetsk, Russia, kafcmet@sibsiu.ru

Abstract: The modern directions of use of industrial wastes of coke chemistry are analyzed. The review of main types of waste of coke-chemical production is carried out. Ecological aspects of utilization and application of waste are considered. The analysis of use of liquid and solid waste in technological processes is carried out.

Keywords: waste of coke-chemical production, industrial wastes, utilization, coke dust, resinous waste, coke gas.

Введение

Использование отходов коксохимического производства является достаточно актуальным вопросом, широко обсуждаемым в литературе [1-28]. При коксовании каменных углей образуется значительное количество отходов, которые до настоящего времени не находят эффективного применения. Кроме того, ужесточение экологических требований к процессам производства коксохимических продуктов диктует необходимость поисков решений по утилизации и применению различного рода отходов. Одной из насущных проблем коксохимической промышленности является проблема расширения сырьевой базы коксования путем привлечения в шихту для коксования угля низкого качества взамен дефицитного.

Целью настоящей работы является сравнительный анализ современных направлений использования промышленных отходов коксохимии.

Среди отходов коксохимического производства выделяются жидкие отходы (фусы, кислая смолка, полимеры и др.) и твердые отходы (коксовая пыль).

1. Смолистые отходы

 Φ усы – тяжелые остатки каменноугольной смолы, содержащие 40–50 % угольной и коксовой пыли, выносимой газом из коксовых печей. Они оседают на дно механических отстойников и осветлителей и представляют собой тяжелую вязкую массу [1].

Фусы используют в качестве топлива или в составе шихты для коксования и газификации. Их смешивают и окомковывают с основными компонентами и другими видами горючих отходов. На многих заводах из-за отсутствия оборудования значительная масса фусов не используется и направляется в накопители.

Вторая область применения фусов – строительная индустрия. На основе фусов изготавливаются материалы для защитных покрытий бетонных, железобетонных и металлических изделий. Такие составы получают при растворении фусов в уайт-спирте и других растворителях с добавлением поливинилхлоридной смолы и последующим отстаивании. Покрытия обладают устойчивой гидрофоб-

ностью, высокой прочностью и водостойкостью.

 $\mathit{Кислая}\ \mathit{смолкa}$ — остатки конденсации легкой смолы из коксового газа и продукты полимеризации непредельных соединений, присутствующих в коксовом газе, под действием серной кислоты в процессе очистки газа от аммиака.

Кислую смолку добавляют к шихте при коксовании и используют при производстве битумов разных марок, для получения диоксида серы с последующей переработкой его в серную кислоту [2].

Смолку также используют как добавку к цементному клинкеру для интенсификации помола и активизации твердения цемента, как вспучивающие добавки к шихте при производстве керамзита. После нейтрализации ее можно использовать для производства дорожных дегтей. Нейтрализацию осуществляют с помощью щелочных отходов и реагентов. Возможно использование кислой смолки вместо столярного клея.

Таким образом, смолистые отходы КХП находят применение в строительной индустрии и могут быть возвращены в основной цикл в составе шихт для коксования.

2 Коксовая пыль

Коксовая пыль улавливается с установок сухого тушения кокса при продувке инертными газами разгруженного кокса, а также с установок беспылевой выдачи кокса с коксовых батарей. Применения практически не находит из-за сложности разгрузки и транспортировки, поэтому обычно возвращается в шихту коксования в количестве 1 % от массы шихты или перерабатывается «на месте» с использованием разных методов уплотнения и фасовки, либо запаковывается в тару (мешки). В целом из-за тонкодисперсного состояния и высокой зольности коксовая пыль мало пригодна к прямому использованию [11, 12].

Объемы коксовой пыли весьма велики, в среднем на одном коксохимическом предприятии в год образуется около 18–20 тысяч тонн коксовой пыли. Традиционно пыль накапливалась в хранилищах (которые уже заполнены) или добавлялась в шихту без предварительной технологической подготовки. Другие способы уничтожения отходов (захоронение, сжигание, биоразложение) также были неэффективны.

В настоящее время значительно изменилась сырьевая база коксования и замена коксующихся марок угля на слабоспекающиеся марки требует изменений в технологии подготовки шихты, в том числе с привлечением коксовой пыли.

Современная угольная сырьевая база очень непостоянная по марочному составу и технологическим свойствам, уголь неравномерно поставляется на заводы, а шихта для коксования является многокомпонентной. Колебания качественных показателей шихты не могут быть ликвидированы только путем организационных мероприятий в угольной промышленности. Представляется, что проблема получения доменного кокса из шихты современного марочного состава может быть решена путем внедрения новых эффективных технологических процессов подготовки этой шихты с повышением плотности загрузки [11, 12].

Эффективность всех новых методов подготовки угольной шихты перед коксованием, в том числе и брикетирования, в значительной мере обусловлена повышением плотности угольной загрузки в печных камерах. При этом повышение плотности не только служит средством увеличения производительности печей, но и улучшает условия спекания продуктов деструкции угольных зерен разной крупности и степени метаморфизма, а, следовательно, механической прочности кокса.

Для расширения сырьевой базы коксования используют разные методы подготовки угольной шихты для коксования, в частности — уплотнение угольной загрузки с добавлением жидкотекучих отходов коксохимического производства. Рядом авторов предлагается использовать такие отходы в качестве связующего вещества при частичном брикетировании угольной шихты для коксования, что позволит не только увеличить количество слабоспекающихся марок угля при коксовании, но и утилизировать отходы производства. Увеличение плотности шихты при этом составляет 800–870 кг/м³, что приводит к повышению прочности кокса [13, 14].

Брикетирование коксовой пыли, включающее смешивание измельченного твердого топлива со связующим компонентом, рассмотрено в источниках [13, 14]. В качестве измельченного твердого топлива используют предварительно обогащенную методом масляной агломерации коксовую пыль, а в качестве связующего компонента используют предварительно разогретый карбамид. Так же возможно использование в качестве добавок (после нейтрализации) к шихте для коксования (газификации) гудронов, образующихся в качестве отхода при взаимодействии смолистых продуктов коксового газа с серной кислотой в процессе получения сульфата аммония.

Таким образом, показана возможность использования коксовой пыли совместно с другими отходами производства в шихте для коксования угля (рисунок1).

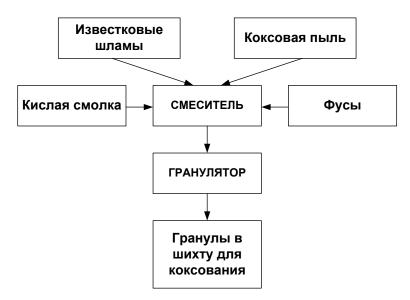


Рисунок 1 – Принципиальная схема подготовки шихты из отходов коксохимического производства

Использование в качестве сырья высокодисперсных материалов техногенного происхождения, не представляющих ценности и имеющих большие объемы накоплений, является относительно новым, перспективным и отвечающим требованиям ресурсосбережения направлением в электротермических процессах, в частности, технологии карбида кремния [15, 16].

Согласно существующим термодинамическим представлениям, процесс карботермического восстановления кремнезёма протекает с активным участием газообразных оксидов кремния. Размерный эффект, возникающий в однокомпонентной системе "газ — дисперсная кристаллическая фаза", заключается в изменении давления насыщенного пара над поверхностью кристаллических частиц в зависимости от степени дисперсности твердой фазы. Предполагается возможность повышения скорости взаимодействия за счет увеличения поверхности испарения SiO_2 и применения углеродистого восстановителя с высокой адсорбционной способностью и развитой поверхностью [17]. В качестве такого восстановителя и может быть предложена коксовая пыль.

Для реализации электротермического процесса на основе микрокремнезёма и коксовой пыли разработана технология печного синтеза высокодисперсного карбида кремния, позволяющая получать продукт с удельной поверхностью 3000–4000 м/кг и содержанием карбида 90–92 % масс. [16].

Таким образом, коксовая пыль совместно с другими отходами КХП может достаточно успешно применяться в составе шихт для коксования и в некоторых электротермических процессах.

3. Сточные воды КХП

Коксохимическое производство (КХП) является источником значительного количества высокотоксичных вторичных продуктов (отходов). Наибольшая часть из них (около 99 %) приходится на фенольные сточные воды, образующиеся в процессе коксования каменноугольных шихт; доля других отходов (кислых смолок, фусов, масел и т.п.), образующихся в цехах улавливания и переработки продуктов коксования, составляет около 1 %. Сточные воды содержат различные масла, взвешенные вещества и прочие примеси органического и неорганического происхождения, большинство из которых являются вредными, затрудняющими использование сточных вод в производстве.

Количество сточных вод и концентрация в них загрязнений зависят от качества коксуемых углей, условий эксплуатации и состояния химической аппаратуры и составляет обычно 0,25-0,3 м³/ч на 1 т коксуемой шихты, абсолютное количество – до 150-170 м³/ч [18-21].

Фенольные воды нарушают естественные процессы самоочищения. Поверхностные водоемы, особенно небольшие, превращаются в сточные канавы без животного и растительного мира. Их невозможно использовать для культурно-оздоровительных и хозяйственно-бытовых нужд. Кроме того, поверхностные водоемы, загрязненные фенольными сточными водами, способствуют ухудшению качества воды подземных источников.

В настоящее время существует целый ряд экологически приемлемых технических решений, позволяющих существенно сократить вредное воздействие отходов КХП на окружающую среду, учитывающих специфику их физико-химических свойств. Обесфеноливание осуществляется с помощью механических, экстракционных и биохимических методов [22].

Очищенные и обезвреженные сточные воды КХП используются в оборотных циклах данного и смежного производств. В литературных источниках [3] отмечена возможность применения

надсмольной воды в качестве ингибитора отложения карбонатных солей при соблюдении оптимальных концентраций.

4. Коксовый газ

Коксовый газ образуется при коксовании угля в результате термического разложения и является побочным продуктом при производстве кокса. Примерный состав коксового газа, % об.: CO_2 1,6 – 3%, O_2 0,4 – 0,8%, N_2 2 – 3,5%, C_mH_n 2 – 2,5%,CO 5 – 6,5%, CH_4 24,5 – 26,5%, H_2 58 – 62% [3].

Прямой коксовый газ проходит обязательную обработку, в процессе которой конденсируются пары смол и воды, а также улавливаются аммиак и бензольные углеводороды. После такой обработки газ называется обратным и его используют, в основном, для сжигания в качестве топлива как самостоятельно, так и в смеси с доменным.

Выводы

Проведен обзор основных видов отходов коксохимического производства на основе современных литературных источников. Установлено, что одной из актуальных экологических задач представляется необходимость утилизации промышленных отходов. Проанализированы современные направления использования отходов коксохимии, в том числе в качестве шихтовых материалов электротермических процессов (производство карбида кремния).

Библиографический список

- 1. Фусы, переработка [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://ru-ecology.info/term/43173, свободный. Загл. с экрана. яз. рус.
- 2. Экология города. Отходы коксохимического производства [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://portaleco.ru/, свободный. Загл. с экрана. яз. рус.
- 3. Управление отходами основа восстановления экологического равновесия в Кузбассе: сб. докладов Второй международной научно-практической конференции / Под ред. Е.П. Волынкиной: СибГИУ. Новокузнецк, 2008. 313 с.
- 4. Фенолы [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.eurolab. ua/encyclopedia /3863 /34232/, свободный. Загл. с экрана. яз. рус.
- 5. Полях О.А. Применение отходов коксохимического производства в электротермии карбида кремния / О.А. Полях, А.Е. Аникин, Н.Ф. Якушевич, Г.В. Галевский // в сб.: Современные проблемы производства кокса и переработки продуктов коксования. Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции / Отв. редактор В.Ю. Блюменштейн. Кемерово, 2014. С. 10-15.
- 6. Пономарев Н.С. О возможности применения высокодисперсных техногенных отходов как сырья электротермических процессов / Н.С. Пономарев, О.А. Полях // в сб.: Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Всероссийская научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых / под общей ред. М.В. Темлянцева. Новокузнецк: СибГИУ, 2015. С. 246-248.
- 7. Терентьева И.М. Особенности процесса коксования угольных шихт с использованием отходов коксохимического производства / И.М. Терентьева, О.А. Полях // в сб.: Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Всероссийская научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых / под общей ред. Л.П. Мышляева. Новокузнецк: СибГИУ, 2012. С. 26-29.
- 8. Коновалова Х.А. Экологические аспекты утилизации и применения промышленных отходов коксохимии / Х.А. Коновалова, О.А. Полях // в сб.: Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Всероссийская научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых / под общей ред. М.В. Темлянцева. Новокузнецк: СибГИУ, 2016. С. 330-334.
- 9. Пономарев Н.С. Особенности использования жидких отходов коксохимического производства в составе угольных шихт / Н.С. Пономарев, О.А. Полях // в сб.: Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Всероссийская научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых / под общей ред. М.В. Темлянцева. Новокузнецк: СибГИУ, 2016. С. 339-342.
- 10. Браун Н.В. Перспективные направления развития коксохимического производства / Н.В. Браун, И.М. Глущенко. М. : Металлургия, 1989. 271 с.
- 11. Ухмылов Г.С. Освоение прогрессивных процессов расширения сырьевой базы коксования за рубежом / Г.С. Ухмылов // Обзорная информация ин-т «Черметинформация». Серия коксохимическое производство. Вып. 1.-M., 1987.-45 с.
- 12. Глущенко И.М. Исследование частичного брикетирования угольной шихты и связующих материалов для заводов Приднестровья / И.М. Глущенко // Кокс и химия. 1988. С. 27.
- 13. Дюканов А.Г. Брикетирование угольных шихт перед коксованием и перспективы его совершенствования/ А.Г. Дюканов [и др.] // Кокс и химия. 1990. С. 13.
- 14. Полях О.А. Производство микро- и нанопорошка карбида кремния на основе техногенного микрокремнезема / О.А. Полях, В.В. Руднева, Н.Ф. Якушевич. Г.В. Галевский. Вестник горно-

металлургической секции РАЕН. Отделение металлургии: сб. науч. трудов. - Вып. 32. – М.-Новокузнецк: СибГИУ, 2013. - С. 112-131.

- 15. Полях О.А. Наноматериалы и нанотехнологии в производстве карбида кремния: монография: в 3 т. т 1: Микрокремнезем в производстве карбида кремния (монография) / О.А. Полях, В.В. Руднева; науч. ред. Г.В. Галевский. М.: Флинта: Наука, 2007. 248 с.
- 16. Якушевич Н.Ф. Взаимодействие углерода с оксидами кальция, кремния, алюминия / Н.Ф. Якушевич, Г.В. Галевский. Новокузнецк: СибГИУ, 1999. 250 с.
- 17. Жуков А.И. Методы очистки производственных сточных вод / А.И. Жуков. М.: Стройиздат. 2008.-114 с.
- 18. Комарова Л.Ф. Использование воды на предприятиях и очистка сточных вод в различных отраслях промышленности: учебн. пособие / Л.Ф. Комарова, М. А. Полетаева. Барнаул: Изд-во Алт Γ ТУ, 2010. 174 с.
- 19. Родионов А.И. Защита биосферы от промышленных выбросов. Основы проектирования технологических процессов / А.И. Родионов, Ю.П. Кузнецов, Г.С. Соловьев. М.: Химия, КолосС, 2005. 392 с.
- 20. Сабирова Т.М. Проблемы и перспективы технологии очистки и утилизации сточных вод коксохимических предприятий / Т.М. Сабирова, М.А. Зайденберг // Кокс и химия. 1999. № 10. C. 35-38.
- 21. Жищенко В.В. Экологические аспекты очистки сточных вод коксохимического производства / В.В. Жищенко, О.А. Полях // в сб.: Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Всероссийская научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых / под общей ред. М.В. Темлянцева. Новокузнецк: СибГИУ, 2016. С. 321-324.
- 22 Забродина М.В. Эколого-экономические проблемы переработки отходов коксохимического производства / М.В. Забродина // Сб. материалов III молодежного экологического форума. Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева: Кемерово, 2015. С. 20 21.
- 23. Сокур А.А. Особенности гранулирования дисперсной составляющей отходов коксохимического производства / А.А. Сокур, П.В. Третяков, А.И. Кутняшенко // III международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых по химии и химической технологии Киев, 2010. Режим доступа http://masters.donntu.org/2010/fimm/kutnyashenko/library/0kiev 2/kiev 2.html.
- 24. Производство кокса [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://metalspace. ru/education-career/osnovy-metallurgii/koks.html, свободный. Загл. с экрана. яз. рус.
- 25 Кулькова Т.Н. Опыт утилизации смолосодержащих отходов коксохимического производства ОАО «НКМК» / Т.Н. Кулькова [и др.]. Металлург. 2007. № 4. С. 17 20.
- 26 Пат. Способ утилизации отходов коксохимического производства/ Салтанов А.В., Павлович Л.Б., Яхнис В.Е., Пьянков Б.Ф., Калинина А.В., Гайниева Г.Р., Амиров Ю.С., Разинкова Л.В.
- 27. Промышленная экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Зайцев. 2-е изд. (эл.). Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 385 с.). М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.
- 28. Усик А.Ф. Использование отходов коксохимического производства / А.Ф. Усик, В.Т. Баришполец // Ин-т "Черметинформация", М., 1981 / Обзор, информ. Серия Коксохимическое производство. Вып $1.-20\ c.$

УДК 658.567.5

ПЛАЗМОХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЛОГЕНОСОДЕРЖАЩИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ХИМИЧЕСКОЙ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Гимпелевич И., Мегидов Е., Мишне И., Рам Ш., Шимон Ю.

Компания EST - Environmental System & Treatment, г. Омер, Израиль, hello@sncentral.org

Аннотация: Рассмотрены технологические основы и оборудование для плазмохимической переработки промышленных галогенсодержащих органических отходов на предприятиях химической и фармацевтической промышленности.

Ключевые слова: плазмохимическая переработка, галогенсодержащие отходы, химическая и фармацевтическая промышленность.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ТЕОРИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ Т	
ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	4
КОНВЕРТЕРНОЕ ПРОИЗВОДСТВО СТАЛИ: СОСТОЯНИЕ,	
ДОМИНИРУЮЩИЕ ТЕНДЕНЦИИ, ПРОГНОЗЫ	4
Протопопов Е.В., Кузнецов С.Н., Фейлер С.В., Ганзер Л.А., Калиногорский А.Н. ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДВИЖЕНИЯ	
МЕТАЛЛИЧЕСКОГО РАСПЛАВА ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКЕ	9
Протопопов Е.В., Числавлев В.В., Фейлер С.В.	
ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АЛЮМИНОТЕРМИЧЕСКОЙ ПЛАВКИ	
МАРГАНЦА МЕТАЛЛИЧЕСКОГО	14
Рожихина И.Д., Нохрина О.И.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СООТНОШЕНИЯ ЧУГУНА И МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ЛОМА В ШИХТЕ ЭЛЕКТРОПЛАВКИ НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ	
МЕТАЛЬИЧЕСКОГО ЛОМА В ШИХТЕ ЭЛЕКТГОПЛАВКИ НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ	18
Уманский А.А., Думова Л.В.	10
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОДАЧИ СЫРЬЯ (АПС)	23
Григорьев В.Г., Тепикин С.В., Кузаков А.А. Пьянкин А.П., Тимкина Е.В., Пинаев А.А.	
О ГРАФИЧЕСКОМ МОЛЕЛИРОВАНИИ РАБОТЫ	
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ В МЕТАЛЛУРГИИ	29
Кулаков С.М., Мусатова А.И., Кадыков В.Н.	
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ	2.5
ВАНАДИЯ В СИСТЕМЕ V_2O_5-C-SI	35
1 олодова м.а., Рожихина и.д., нохрина О.и., Рыоенко и.а. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РЕЛЬСОВОЙ	
ЭЛЕКТРОСТАЛИ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ РЕЛЬСОВ	39
Уманский А.А., Думова Л.В.	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ РЕЛЬСОВОЙ	
СТАЛИ НА АГРЕГАТЕ «КОВШ-ПЕЧЬ» С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ	
ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ РЕЛЬСОВ	44
Уманский А.А., Козырев Н.А., Бойков Д.В., Думова Л.В.	
ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ МАРГАНЦА В ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ	40
ЛРОЦЕССОВ	48
дмитриенко Б.И., Протопопов Е.Б., дмитриенко А.Б., Посов Ю.П. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗБРЫЗГИВАНИЯ ШЛАКА	
В КИСЛОРОДНОМ КОНВЕРТЕРЕВ КИСЛОРОДНОМ КОНВЕРТЕРЕ	51
Синельников В.О., Калиш Д., Шуцки М.	
ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ НА УКП ОСНОВНЫХ	
БОРСОДЕРЖАЩИХ ШЛАКОВ – ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ	
КОВШЕВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ	56
Бабенко А.А., Жучков В.И., Смирнов Л.А., Сычев А.В., Сельменских Н.И., Уполовникова А.Г. НЕРАВНОВЕСНЫЕ ДИССИПАТИВНЫЕ СТРУКТУРЫ И УПРАВЛЕНИЕ	
СОДЕРЖАНИЕМ УГЛЕРОДА В СТРУЙНО-ЭМУЛЬСИОННОМ АГРЕГАТЕ	61
Цымбал В.П., Сеченов П.А., Рыбенко И.А., Оленников А.А. ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫСОТЫ ВАННЫ РУДОТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕЧИ	67
оптимизация высоты ванны г удоты мической нечи Кравцов К.И.	07
ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО	
ПЕРСОНАЛА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	
ПО ПРОИЗВОДСТВУ АЛЮМИНИЯ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ	
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ «АЛЮМИНЩИК»	71
Мартусевич Е.А., Буинцев В.Н.	
ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СИСТЕМА «ИНЖИНИРИНГ МЕТАЛЛУРГИЯ» ДЛЯ РЕШЕНИЯ ШИРОКОГО	
КРУГА ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ	75
Рыбенко И.А. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АВТОМАТИЗАЦИИ ПОДАЧИ	
ГАЗГАВОТКА АЛГОГИТМА АВТОМАТИЗАЦИИ ПОДАЧИ ШЛАКООБРАЗУЮЩЕЙ СМЕСИ В КРИСТАЛЛИЗАТОР МНЛЗ	82
Гусев А.А., Царуш К. А., Лицин К.В.	02
МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ	
ДИССИПАТИВНЫХ СТРУКТУР И СИСТЕМНОЙ ДИНАМИКИ	85
Сеченов П.А. Пымбал В.П.	

ГАЗОФАЗНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ	
ХРОМОРУДНОГО СЫРЬЯ	90
Заякин О.В., Жучков В.И.	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ	
ДОМЕННОГО ПРОЦЕССА В ЗАДАЧАХ ПОВЫШЕНИЯ	
КВАЛИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА	92
Гилева Л.Ю., Мясоедов С.В., Загайнов С.А., Титов В.Н.	
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НОВОГО	
НЕПРЕРЫВНОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СЭР	97
Рыбенко И.А., Цымбал В.П.	
ФИЗИЧЕСКОЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	
РАФИНИРОВАНИЯ МЕТАЛЛА АРГОНОМ	101
Лубяной Д.А., Толстикова Ю.А., Черепанов А.Г.	
МЕТОД И ИНСТРУМЕНТ РАЗРАБОТКИ ОПТИМАЛЬНЫХ	
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ	
СУЩЕСТВУЮЩИХ И СОЗДАНИИ НОВЫХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	107
Рыбенко И.А.	
ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОКИСЛЕНИЯ АЛЮМИНИЯ	
В ХОДЕ КАМЕРНОГО ВАКУУМИРОВАНИЯ СТАЛИ	113
Сафонов В.М., Еланский Д.Г., Кислица В.В., Мурысев В.А., Моров Д.В.	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ФЕРРОСИЛИЦИЕВЫХ ПЕЧЕЙ И ХАРАКТЕРИ	
ПЕЧНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ	116
Кашлев И.М.	
СЕКЦИЯ 2: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ	
ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ: ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО,	
ОБРАБОТКА ДАВЛЕНИЕМ, ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА	124
ODI ADOTKA AADJEHHEM, TEI MITTECKAJI ODI ADOTKA	, 124
ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ УСКОРЕННОГО	
ОХЛАЖДЕНИЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И	
СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЕ СОСТОЯНИЯ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ	124
Громов В.Е., Белов Е.Г., Коновалов С.В., Комиссарова И.А., Иванов Ю.Ф.	
КОМПЛЕКСНОЕ ВЛИЯНИЕ БОРА И АЗОТА НА	
ОБРАТИМУЮ ОТПУСКНУЮ ХРУПКОСТЬ	128
Мазничевский А.Н., Сприкут Р.В., Заславский А.Я., Гойхенберг Ю.Н.	
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА	
СОВМЕЩЕННОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ	
КАЛИБРОВАННЫХ ПРУТКОВ ИЗ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА 6082	134
Сидельников С.Б., Берсенев А.С., Загиров Н.Н., Беспалов В.Н.	
РЕЖИМ СТАРЕНИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ТЕПЛОВОГО РАСШИРЕНИЯ	
ПОРШНЯ ИЗ СПЛАВА ТИПА АК21	140
Прудников А.Н., Прудников В.А.	
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ В ЗОНЕ КОНТАКТА	
НИКЕЛЯ И АЛЮМИНИЯ ПРИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ	144
Анфилофьев В. В., Шелепова С. Ю., Туякбаев Б. Т., Джес А.В.	
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ХОЛОДНОКАТАНЫХ,	
ОТОЖЖЕНЫХ И СВАРНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ ОПЫТНЫХ СПЛАВОВ	
СИСТЕМЫ AL-MG, ЭКОНОМНОЛЕГИРОВАННЫХ СКАНДИЕМ	149
Баранов В.Н., Сидельников С.Б., Фролов В.Ф., Зенкин Е.Ю., Орелкина Т.А.,	
Константинов И.Л., Ворошилов Д.С., Якивьюк О.В., Белоконова И.Н.	
КОМПЛЕКСНЫЕ МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	
СТАЛИ 110Г13Л ПОСЛЕ ТЕРМООБРАБОТКИ	154
Балановский А.Е., Штайгер М.Г., Кондратьев В.В., Карлина А.И.	
РАЗРАБОТКА НОВОЙ СИСТЕМЫ КРЕПЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ	
КОНТЕЙНЕРА В УСТАНОВКЕ КОНФОРМ	159
Горохов Ю.В., Губанов И.Ю., Иванов А.Г.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЫДАВЛИВАНИЯ ПОЛЫХ	
ИЗДЕЛИЙ В ШТАМПЕ С ПОДВИЖНОЙ МАТРИЦЕЙ	165
Евстифеев В.В., Александров А.А., Евстифеев А.В., Ковальчук А.И.	
ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ И СВОЙСТВ КАТАНКИ	
ИЗ СПЛАВА АВЕ С ПОМОЩЬЮ СОВМЕЩЕННЫХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ	169
CHROTEHUROD C. F. HOROTHUR F. C. KTRUMAHODO HO. C. CAMUVE A. H. TENGUTERD A. A.	

ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОВОГО РАСШИРЕНИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ	
СПЛАВОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ	
РАСПЛАВА И ТЕРМООБРАБОТКИ	174
Попова М.В., Малюх М.А.	
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ	101
СТРУКТУРЫ СТАЛИ СТЗ ПОСЛЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ УПРОЧНЕНИЯ	181
Балановский А.Е., Штайгер М.Г., Кондратьев В.В., Карлина А.И.	405
АКТИВНОСТЬ МАГНИЯ В РАСПЛАВАХ СИСТЕМЫ FE-MG-SI	187
BJIACOB B.H., AFEEB IO.A.	101
ОСОБЕННОСТИ ЗАТУХАНИЯ УЛЬТРАЗВУКА В СТАЛИ 20ГЛ	191
Каравайцева А.А., Квеглис Л.И., Павлов А.В.	
РАСЧЕТ СОДЕРЖАНИЯ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ, ВЫДЕЛЯЮЩЕЙСЯ	106
ПРИ ЗАТВЕРДЕВАНИИ РАСПЛАВА	196
Рафальский И.В., Лущик П.Е.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПОЛУЧЕНИЯ	
ТРУБНЫХ ЗАГОТОВОК ГВС	200
МЕТОДОМ ВОЛОЧЕНИЯ ИЗ СПЛАВА БРБ2	200
Сидельников С.Б., Бер В.И., Вагнер А.В., Дударев В.М., Семиряков М.А.	
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ	
ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ БОРОАЛИТИРОВАНИЯ НА ТОЛЩИНУ	20.5
ДИФФУЗИОННОГО СЛОЯ НА СТАЛИ 20	206
Мишигдоржийн У.Л., Улаханов Н.С., Сизов И.Г., Шурыгин Ю.Л., Хараев Ю.П.	
РАЗРАБОТКА СКОРОСТНЫХ РЕЖИМОВ ПРОКАТКИ ТРАМВАЙНЫХ	
РЕЛЬСОВ В НЕПРЕРЫВНОЙ РЕВЕРСИВНОЙ ГРУППЕ КЛЕТЕЙ	211
Сметанин С.В., Перетятько В.Н.	
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ	
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГОРЯЧЕКАТАНОЙ ДРЕССИРОВАННОЙ ЛЕНТЫ	216
Медведева Е.М., Голубчик Э.М., Гулин А.Е.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КОКИЛЬНОГО	
ЛИТЬЯ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ	221
Васюхно А.Ю., Черномас В.В.	
ПЛАЗМЕННО-ДУГОВАЯ ПОВЕРХНОСТНАЯ МОДИФИКАЦИЯ	
МЕТАЛЛОВ В ЖИДКОЙ СРЕДЕ	230
Балановский А.Е., Гречнева М.В., Ву Ван Хуи, Штайгер М.Г.,	
Кондратьев В.В., Карлина А.И.	
СЕКЦИЯ 3: ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЦЕССОВ СВАРКИ,	
ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИА.	ЛОВ
И ПОКРЫТИЙ	
ОКИСЛЕНИЕ НАНОДИБОРИДА ТИТАНА НА ВОЗДУХЕ	235
Галевский Г.В., Руднева В.В., Ефимова К.А	233
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ	
ПОЛУЧЕНИЯ ФЛЮС-ДОБАВОК ДЛЯ СВАРКИ И НАПЛАВКИ СТАЛИ	241
Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Усольцев А.А., Кислов А.И., Свистунов А.Д.	271
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ	
ВОССТАНОВЛЕНИЯ WO ₃ УГЛЕРОДОМ И КРЕМНИЕМ	245
Крюков Р.Е., Козырев Н.А., Бендре Ю.В., Горюшкин В.Ф., Шурупов В.М.	243
АНТИФРИКЦИОННЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ	
НА БАЗЕ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ С КЕРАМИЧЕСКИМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ	2/19
Калашников И.Е., Болотова Л.К., Кобелева Л.И., Колмаков А.Г., Катин И.В.	2 7)
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА ВЫСОКОДИСПЕРСНОГО	
ПОРОШКА КАРБИДА КРЕМНИЯ КОМБИНИРОВАННЫМ МЕТОДОМ	254
ногошка кагвида кгемпил комвини обанным методом Квашина Т.С., Крутский Ю.Л., Чушенков В.И.	234
квашина 1.С., крутский ю.л., чушенков б.и. ВЛИЯНИЕ ИНГИБИРУЮЩИХ ДОБАВОК ТУГОПЛАВКИХ КАРБИДОВ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТ	ΓΒΔ
ТВЕРДЫХ СПЛАВОВТВЕРДИХ ДОВАВОК ТУГОПЛАВКИХ КАГВИДОВ ПА СТГУКТУГУ И СВОИСТ	.DA 257
Крутский Ю.Л., Веселов С.В., Тюрин А.Г., Черкасова Н.Ю., Кузьмин Р.И.,	231
Чушенков В.И., Воробьев Р.С., Квашина Т.С.	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛАСТЕРНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДЛЯ	
ПОЛУЧЕНИЯ ФАЗЫ NI3AL ПРИ СПЕКАНИИ ПОРОШКОВ NI И AL	262
Лжес А В НосковФ М Квеглис Л И Казначеева А М	202

KJIACTEPHOE IIPEACTABJIEHUE MAPTEHCUTHOFO	267
ПРЕВРАЩЕНИЯ В НИКЕЛИДЕ ТИТАНА	267
Джес А.В., Носков Ф.М., Квеглис Л.И., Казначеева А.М.	
ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ДУГОВОЙ СВАРКИ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ	272
	213
Вотинова Е.Б., Шалимов М.П., Табатчиков А.С.	
ИССЛЕДОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ	
СТРУКТУРЫ СИЛУМИНА, МОДИФИЦИРОВАННОГО НАНЕСЕНИЕМ НА ЕГО ПОВЕРХНОСТЬ	277
ПОКРЫТИЯ СИСТЕМЫ AL-Y ₂ O ₃ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ	277
Осинцев К.А., Бахриева Л.Р., Бутакова К.А., Мусорина Е.В.,	
Коновалов С.В., Загуляев Д.В., Громов В.Е.	
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДАМИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ СТРУКТУРЫ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ1-0,	
СТРУКТУРЫ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ТИТАПОВОГО СПЛАВА ВТТ-0, СФОРМИРОВАННЫХ ПОСЛОЙНЫМ СПЕКАНИЕМ ПОРОШКОВ	
ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫМ НАПЛАВЛЕНИЕМ	202
	203
Батранин А.В., Федоров В.В., КлименовВ.А., Клопотов А.А., Абзаев Ю.А., Волокитин Г.Г., Курган К.А.	
Аозаев Ю.А., Волокитин Г.Г., Курган К.А. ЦИРКУЛЯЦИЯ ЙОДИДОВ ЖЕЛЕЗА И ХРОМА	
ПРИ ДИФФУЗИОННОМ ХРОМИРОВАНИИ	200
Христюк Н.А. Богданов С.П.	∠00
ПОЛУЧЕНИЕ СЛОИСТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	
С ЭПФ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ	202
Насакина Е.О., Баикин А.С., Конушкин С.В., Сергиенко К.В., Каплан М.А.,	293
Федюк И.М., Севостьянов М.А., Колмаков А.Г., Клименко С.А.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ	
КАРБИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ НА КАЧЕСТВО	
ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ WC-CO	205
Чушенков В.И., Крутский Ю.Л., Квашина Т.С.	493
РАШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОИЗВОДСТВА АКТИВИРУЮЩИХ	
ФЛЮСОВ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	
УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ КРЕМНИЯ	300
Иванчик Н.Н., Балановский А.Е., Кондратьев В.В., Сысоев И.А., Карлина А.И.	300
ВЛИЯНИЯ ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ НА АНОДНОЕ	
ПОВЕДЕНИЕ СПЛАВА AL + 2,18 % FE В НЕЙТРАЛЬНОЙ СРЕДЕ	305
Ганиев И.Н., Джайлоев Дж.Х., Амонов И.Т., Эсанов Н.Р.	
ВЛИЯНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ФАЗОВОГО ИЗМЕНЕНИЯ	
СПЛАВА И РАЗМЕРА ЧАСТИЦ НА НАПРЯЖЕНИЕ И СВОЙСТВА СЛОЯ ПОКРЫТИЯ	311
Шувень Сюй, Сичжан Чен	
ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ СИЛУМИНА	
МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОКСИДОМ ИТТРИЯ	318
Громов В.Е., Иванов Ю.Ф., Загуляев Д.В., Толкачев О.С., Петрикова Е.А., Коновалов С.В.	
ФОРМИРОВАНИЕ И КОНТРОЛЬ ПОРИСТОСТИ ВО ВРЕМЯ ЛАЗЕРНОЙ	
СВАРКИ ДВУХФАЗНЫХ ОЦИНКОВАННЫХ СТАЛЕЙ DP780	321
Хуанг Л., Чэнь С., Коновалов С., Ма Х.	
ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФАЗОВОГО СОСТАВА СПЛАВА И ЕГО РАЗМЕРА	
ЧАСТИЦ ПРИ НИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ НА НАПРЯЖЕНИЕ И СВОЙСТВА	
ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ	327
Зиу С., Чэнь С.	
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ	
В КАРБИДООБРАЗУЮЩИХ СИСТЕМАХ TI – C – H – N, TI – O – C – H - N	334
Гарбузова А.К., Галевский Г.В., Руднева В.В.	
О КРИСТАЛЛИЗАЦИИ БИНАРНОГО СПЛАВА, МОДИФИЦИРОВАННОГО ТУГОПЛАВКИМИ	
НАНОЧАСТИЦАМИ	338
Черепанов А.Н., Черепанова В.К.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СВАРКИ ДЛИННОМЕРНЫХ	
РЕБРИСТЫХ ТИТАНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ НА АВТОМАТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКЕ УСП-5000	344
Григорьев В.В., Бахматов П.В.	
ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ ПРИ СОЗДАНИИ	
ЭЛЕМЕНТОВ АЛЮМИНИЕВОГО ТРУБОПРОВОДА НА ПОРООБРАЗОВАНИЕ	350
Ващук И.А., Бахматов П.В.	
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ГАЗОДИНАМИКА И	
ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОС ПРИ СВАРКЕ ПЛАВЛЕНИЕМ	358
Чинахов Д.А., Солодский С.А., Майорова Е.И., Григорьева Е.Г.	

СЕКЦИЯ 4: ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОС В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ И АГРЕГАТАХ. РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ И УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ	
ОТЛОДОВ	505
ОБРАЗОВАНИЕ И ВЫБРОСЫ ДИОКСИДА СЕРЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АЛЮМИНИЯ	363
Галевский Г.В., Минцис М.Я.	
СОКРАЩЕНИЕ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ НА ТЭЦ С ПЕРЕВОДОМ	266
ОТОПЛЕНИЯ КОТЛОВ НА ГАЗООБРАЗНОЕ ТОПЛИВО	366
Коротков С.Г., Сазонова Я.Е. К ВОПРОСУ О ПЕРСПЕКТИВАХ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ	
ПЕРЕРАБОТКИ БУРЫХ УГЛЕЙ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ	360
Прошунин Ю.Е., Школлер М.Б.	309
ЭМИССИЯ ПАУ ИЗ САМООБЖИГАЮЩИХСЯ АНОДОВ	
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АЛЮМИНИЯ	375
Минцис М.Я., Галевский Г.В.	
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ГАЗООЧИСТНЫХ	
УСТАНОВОК ОК РУСАЛ ДЛЯ ОЧИСТКИ ОТХОДЯЩИХ	
ГАЗОВ ОТ ЭЛЕКТРОЛИЗЁРОВ С САМООБЖИГАЮЩИМСЯ АНОДОМ	377
Григорьев В.Г., Тепикин С.В., Шемет А.Д., Высотский Д.В., Кузаков А.А., Тенигин А.Ю.	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА	202
ГОРЕЛКЕ СО ВСТРОЕННЫМ РАДИАЦИОННЫМ РЕКУПЕРАТОРОМ	383
Стерлигов В.В., Старикова Д.А. ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ	
ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОИСТВ СИЛИКОМАРГАНЦЕВОГО ШЛАКА	200
ПавловичЛ.Б., Исмагилов З.Р., Дятлова К.А.	300
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ НАПРАВЛЕНИЙ	
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ КОКСОХИМИИ	394
Полях О.А., Пономарев Н.С., Журавлев А.Д.	
ПЛАЗМОХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ	
ГАЛОГЕНОСОДЕРЖАЩИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ	
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ХИМИЧЕСКОЙ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	398
Гимпелевич И., Мегидов Е., Мишне И., Рам Ш., Шимон Ю.	
РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОКРЕМНЕЗЕМА	401
Кондратьев В.В., Колосов А.Д., Горовой В.О., Небогин С.А.,	
Ёлкин К. С., Немаров А.А., Иванов А.А. ПЕРСПЕКТИВЫ УТИЛИЗАЦИИ ОКАЛИНЫ ПРОКАТНЫХ ПРОИЗВОДСТВ	106
Горшкова О. С., Матюхин В. И.	400
СИСТЕМА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО НАГРЕВА СИЛИКАТНОЙ СТРУИ	
ПРИ ПЛАВЛЕНИИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ	409
Волокитин Г.Г., Скрипникова Н.К., Волокитин О.Г., Шеховцов В.В.	
УСКОРЕННАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ОТХОДОВ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО ОБОГАЩЕНИЯ	412
Водолеев А.С., Бердова О.В., Юмашева Н.А.	
ИССЛЕДОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ	
МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ	417
Коляда Л.Г., Тарасюк Е.В.	404
ТЕПЛОВАЯ РАБОТА ВОДООХЛАЖДАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭДП	421
Корнеев С.В., Трусова И.А.	
О ТЕХНОЛОГИЯХ СНИЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	127
Ёлкин К.С., Ёлкин Д.К., Карлина А.И.	721
ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУХОЙ СЕПАРАЦИИ	
МИКРОКРЕМНЕЗЁМА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕЛЕВЫХ ПРОДУКТОВ	432
Кондратьев В.В., Небогин С.А., Колосов А. Д., Горовой В.О.,	
Немаров А.А., Иванов А.А., Запольских А.С.	432
НАПРАВЛЕНИЯ СОКРАЩЕНИЯ РАСХОДА ФТОРИСТЫХ	
СОЛЕЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АЛЮМИНИЯ	436
Ржечицкий Э.П., Петровский А.А., Немчинова Н.В., Карлина А.И.	
ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ЩЕКОВЫХ ДРОБИЛОК	
ПРИМЕНЕНИЕМ УПРУГИХ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В СОЧЛЕНЕНИЯХ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАР	420
Никитин А.Г., Абрамов А.В.	439
пикития гл, Абрамов А.Б.	

РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА	
ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ	443
Зимина Т.И., Иванов Н.Н., Захаров С.В., Трошина А.О., Паньков А.М.	
РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО	
ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА	446
Ершов В.А., Зимина Т.И., Говорков А.С., Иванов Н.А.,	
Захаров С.В., Трошина А.О.	
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ СПОСОБ РЕЗАНИЯ	
НА НОЖНИЦАХ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ИЗОГНУТОЙ ПОЛОСЫ	449
Никитин А.Г., Демина Е.И.	
СОСТАВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЙ ЧАСТИ ОТРАБОТАНОЙ	
ФУТЕРОВКИ – ОТХОДА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА	
АЛЮМИНИЕВЫХ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ	452
Ржечицкий Э.П., Петровский А.А., Немчинова Н.В.	
ИЗВЛЕЧЕНИЕ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ КАТАЛИЗАТОРОВ	
В ПЛАЗМЕННЫХ ПЕЧАХ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ	457
Девятых Е.А., Девятых Т.О., Швыдкий В.С.	
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СИСТЕМ	
ГАЗООЧИСТКИ АЛЮМИНИЕВЫХ ЗАВОДОВ	461
Ершов В.А., Зимина Т.И., Колмогорцев И В., Горовой В.О., Трошина А.О.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ РАБОТЫ КАМЕРНОЙ ПЕЧИ БАРАБАННОГО ТИПА	464
Черемискина Н.А., Щукина Н.В., Лошкарев Н.Б., Лавров В.В.	

Научное издание

МЕТАЛЛУРГИЯ: ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО

«Металлургия – 2017»

Труды XX Международной научно-практической конференции

Часть 2

Под общей редакцией профессора Е.В. Протопопова

Технический редактор В.Е. Хомичева

Компьютерная верстка Н.В. Ознобихина

Подписано в печать 23.10.2017 г. Формат бумаги 60×84 1/16. Бумага офисная. Печать цифровая. Усл. печ. л. 27,6 Уч.-изд. л. 30,0 Тираж 300 экз. Заказ № 521

Сибирский государственный индустриальный университет 654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42 Издательский центр СибГИУ