

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Администрация Правительства Кузбасса

Научно-образовательный центр мирового уровня «Кузбасс»

Сибирский государственный индустриальный университет

**МЕТАЛЛУРГИЯ:
ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО
*«Металлургия – 2022»***

***Труды
XXIII Международной научно-практической конференции***

23– 25 ноября 2022 г.

Часть 2

**Новокузнецк
2022**

Редакционная коллегия

д.т.н., академик РАН Л.А. Смирнов, д.т.н., доцент А.Б. Юрьев,
д.т.н., профессор С.В. Коновалов, д.т.н., профессор Е.В. Протопопов,
д.т.н., профессор А.Р. Фастыковский, д.т.н., доцент Д.А. Чинахов,
к.т.н. Р.А. Шевченко, к.т.н., доцент О.А. Полях,
к.т.н. Е.Н. Темлянцева, д.т.н., доцент В.В. Зимин

М 540 **Металлургия : технологии, инновации, качество : труды
XXIII Международной научно-практической конференции.
В 2 частях. Часть 2 / под общ. ред. А.Б. Юрьева, Сиб. гос. индустр.
ун-т. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2022. – 410 с. : ил.**

Труды конференции включают доклады по актуальным вопросам теории и практики металлургических процессов, технологий обработки материалов, автоматизации, ресурсо- и энергосбережения, экологии и утилизации отходов металлургического производства.

Конференция проводится ежегодно.

ОРГАНИЗАТОРЫ И ПАРТНЕРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

АДМИНИСТРАЦИЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА КУЗБАССА

**ФГБОУ ВО «СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

АО «ЕВРАЗ ЗСМК»

АО «РУСАЛ-НОВОКУЗНЕЦК»

АО «КУЗНЕЦКИЕ ФЕРРОСПЛАВЫ»

АО «НЗРМК им. Н.Е. КРЮКОВА»

ЛЯОНИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ, Г. АНЫШАНЬ, КНР

ОАО «ЧЕРМЕТИНФОРМАЦИЯ»

ИЗДАТЕЛЬСТВО СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

ЖУРНАЛ «ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ. ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ»

ЖУРНАЛ «ВЕСТНИК СИБГИУ»

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР МИРОВОГО УРОВНЯ «КУЗБАСС»

АО «КУЗБАССКИЙ ТЕХНОПАРК»

Уважаемые коллеги!

Организационный комитет приветствует участников XXIII Международной научно-практической конференции «Металлургия: технологии, инновации, качество». Впервые конференция была проведена в 1997 г. и в последующие десятилетия приобрела популярность и известность не только в Кузбассе и России, но и в странах ближнего и дальнего зарубежья. Традиционно, осенью, на несколько дней Сибирский государственный индустриальный университет превращается в площадку оживленных дискуссий, профессионального обсуждения и ознакомления научной и производственной общности с новейшими результатами исследований и технологических решений в области металлургического производства, обработки и сварки металлов и сплавов, ресурсосбережения, рециклинга и экологии, автоматизации и цифровизации процессов производства, определяются передовые тенденции и задачи на перспективу.

В работе конференции приняли участие ученые образовательных и научных организаций, ведущие специалисты промышленных предприятий России, Китая, Канады, Ирака, Казахстана, Таджикистана, Азербайджана, направившие в адрес организационного комитета 105 докладов.

Секции конференции:

1. Исследования, теория и практика металлургических процессов.
2. Исследования, теория и технология обработки материалов металлургического производства.
3. Современные технологии обработки металлов.
4. Ресурсо- и энергосбережение, экология и утилизация отходов металлургического производства, охрана труда.
5. Автоматизация металлургических и производственных процессов.

Организационный комитет выражает благодарность всем участникам конференции за высокую активность, творческое и эффективное взаимодействие, партнерство и взаимную поддержку. Уверены, что обмен опытом, высокопрофессиональное обсуждение актуальных научных проблем станут мощным толчком к их эффективному решению, а труды конференции внесут весомый вклад в пропаганду и продвижение передовых достижений мировой и отечественной металлургии.

zachem-rossii-nuzhen-atomnyy-reaktor-s-zamykaniem-toplivnogo-cikla/ (Дата обращения 17.09.2022).

3. "Росатом" начал строить уникальный реактор БРЕСТ в Томской области. Электронный ресурс – [Режим доступа]: <https://habr.com/ru/company/macloud/blog/563830/?ysclid=l82hqwcqda616141421> (Дата обращения 18.09.2022).

4. Реактор БРЕСТ-300 и замкнутый цикл в ядерной энергетике. Электронный ресурс – [Режим доступа]: <https://ria.ru/20210608/energoblok-1736090576.html?ysdesp=l82hl4d9y7591821665/> (Дата обращения 18.09.2022)

5. Роль ядерной энергетике в современном мире. Безопасность и стоимость. Электронный ресурс – [Режим доступа]: https://www.unido-russia.ru/archive/num4/art4_18/ (Дата обращения 16.09.2022).

6. Атомная» («ядерная») металлургия. Электронный ресурс – [Режим доступа]: https://studopedia.ru/12_63710_atomnaya-yadernaya-metallurgiya.html/ (Дата обращения 14.09.2022).

7. Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика. Электронный ресурс – [Режим доступа]: <https://sudact.ru/law/prognoz-dolgosrochnogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiia-rossiiskoi-federatsii-na/prognoz/2/2.2/prognoznye-znachenii-obemov-rynkov-po/energoeffektivnost-energoberezhenie-iadernaia-energetika/?ysclid=l82gkwvdv0425752062/> (Дата обращения 25.09.2022).

8. Аргументы и Факты. «Сделали то, что не успели в СССР». В России запущен вечный ядерный реактор. Электронный ресурс – [Режим доступа]: https://aif.ru/society/science/sdelali_to_chno_ne_uspeli_v_sssr_v_rossii_zapushchen_vechnyy_yadernyy_reaktor (Дата обращения 20.10.2022).

УДК 669. 1. 054. 83

ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШЛАМОВ В КАЧЕСТВЕ ДОБАВКИ К АГЛОШИХТЕ

Урусов Д.Н., Михайличенко Т.А.

***Сибирский государственный индустриальный университет,
Новокузнецк, Россия, Urusov.1975@mail.ru***

Аннотация. В данной статье содержится материал о технологии использования шламов. Подробно рассмотрено использование шламов на разных металлургических комбинатах. Описан перечень основного технологического оборудования для производства техногенного железоконцентрата. Представлена схема процесса переработки отходов шламонакопителя. Разработана технологическая схема переработки отходов, накопленных в теле шламонакопителя.

Ключевые слова: шламы, доменное производство, аглошихта, агло-

TECHNOLOGIES FOR THE USE OF SLUDGE AS AN ADDITIVE TO SINTER

Urusov D.N., Mikhailichenko T.A.

*Siberian State Industrial University,
Novokuznetsk, Russia, Urusov.1975@mail.ru*

Abstract. *This article contains material about the technology of using sludge. The use of slurries at various metallurgical plants is considered in more detail. The list of the main technological equipment for the production of technogenic iron concentrate is described, the scheme of the process of processing sludge accumulator waste is presented. A technological scheme for processing waste accumulated in the body of the sludge accumulator has been developed.*

Keywords: *Sludge, blast furnace production, sinter, sinter factories, sludge accumulator, charge.*

Основными характеристиками шламов являются химический и гранулометрический состав, однако при подготовке шламов к утилизации необходимо знать такие параметры, как плотность, влажность. Шламы пылеулавливающих устройств доменной печи образуются при очистке газов, выходящих из нее, обычно в скрубберах или трубах Вентури. Перед ними устанавливаются радиальные или тангенциальные сухие пылеуловители, в которых улавливается наиболее крупная, так называемая колошниковая, пыль, которая возвращается в аглопроизводство как компонент шихты. Химический состав шламов по основным компонентам, %: Feобщ от 30 % до 50 %, CaO от 5,0 % до 8,5 %, SiO₂ от 6,0 % до 12 %; Al₂O₃ от 1,2 % до 3,0 %; MgO от 1,5% до 2,0 %; P от 0,015 % до 0,05 %; Sобщ от 0,2 % до 0,9 %; Cобщ от 2,5 % до 30,0 %; Zn от 0,05 % до 5,3 %. Плотность их колеблется в пределах от 2,7 до 3,8 г/см³. Коэффициент использования этих шламов изменяется (для разных предприятий) довольно значительно – от 0,1 до 0,8. Это довольно тонкодисперсный материал: фракции размером более 0,063 мм от 10 % до 13 %, фракции размером от 0,016 до 0,032 мм – от 16 % до 50 % и фракции размером < 0,008 мм от 10% до 18 % [1].

Шламы подбункерных помещений доменных печей образуются при гидравлической уборке просыпи с полов подбункерных помещений, их составной частью является также пыль аспирационных установок этих помещений. По химическому составу эти шламы подобны шламам аглофабрик: в них имеются почти все компоненты аглошихты : Feобщ до 35 %; SiO₂ до 11 %; Al₂O₃ до 3 %; CaO до 28 %; MgO до 3 %; MnO до 1,5 %; P₂O₅ до 0,2 %; Sобщ до 0,40 %; Cобщ < 15,0 %; Zn - до 0,02 %.

Шламы подбункерных помещений по гранулометрическому составу являются материалами средней крупности (частиц размером до 0,1 мм содержится от 20 % до 40 %). Плотность шламов подбункерных помещений

колеблется в пределах от 3,5 до 4,5 г/см³.

В целом, шламы, относятся к ценному техногенному сырью. Основным методом использования железосодержащих металлургических шламов (агломерационные, доменные, конвертерные) является их добавка к агломерационной шихте.

Многочисленными исследованиями установлено, что добавка пылей и шламов в количестве от 10 % до 15 % (по массе) шихты (при отсутствии в них вредных веществ) улучшает механическую прочность агломерата, не снижая при этом производительности агломашин[2]. Основными критериями пригодности железосодержащих отходов к применению в аглопроизводстве являются также их сыпучесть, транспортабельность, возможность дозирования и перегрузок в технологическом цикле аглофабрики, способность равномерно распределяться в массе аглошихты.

В Японии на большинстве заводов железосодержащую пыль используют в агломерации [3]. В Аньшане конвертерную пыль используют при производстве агломерата.

Используемая на Челябинском металлургическом комбинате технология переработки шламов доменного и конвертерного производств заключается в следующем: шламы из радиальных отстойников после сгущения до 600 г/л поступают в вакуум - фильтры, а после них (с влажностью 36%) в сушильные барабаны; затем шламы с влажностью 10% подаются на аглофабрику.

Институтом "Уралмеханобр" совместно с Карагандинским металлургическим комбинатом разработана новая технология утилизации железосодержащих шламов в аглопроизводстве. По существующей схеме шламы аглофабрик, подбункерных помещений доменных печей, тракта шихтоподачи дробильно - сортировочной фабрики сгущают и обезвоживают (крупнозернистую фракцию на ленточных, тонкозернистую - на дисковых вакуум - фильтрах). Обезвоженные продукты объединяют и подают в шихтовое отделение аглофабрики. По новой технологии шламы после двустадийного сгущения с содержанием твердого от 40% до 50% подают в распыленном виде в первичные смесители аглошихты вместо технической воды. В результате шлам достаточно равномерно распределяется в объеме аглошихты, а вся шихта увлажняется до необходимого уровня при значительном сокращении расхода технической воды.

В промышленных условиях смесь доменных, агломерационных и конвертерных шламов текущих производств и из накопителей в больших количествах (от 150 до 800 кг/т агломерата) используют на трех аглофабриках Украины [4-6]. На комбинате "Криворожсталь" освоена технология агломерации при удельном расходе шламов от 130 до 150 кг/т агломерата. На аглофабрику, производительность которой составляет 4 млн.т/год, в сутки доставляют до 1000 т шлама с участка подготовки шламов. На участке подготавливают смесь шламов текущего производства и из накопителей с исходной влажностью от 10 % до 20%. В составе смеси периодически утилизируют известковую пыль газоочисток цеха обжига извести. Соотношение известковая пыль-шлам примерно (от 1,0 до 0,5) - (от 9,0 до 9,5). Однако часто

используют шлам без добавления извести.

На аглофабрике Мариупольского металлургического комбината производительностью 11 млн. т/год используют смесь агломерационных и доменных шламов из хранилища влажностью от 10% до 16%. На площадке открытого склада шлам экскаватором смешивают с агломератом в пропорции 1 к (от 0,5 до 1). Такая схема обеспечивает достаточное усреднение с отсевом агломерата и аглорудой, что позволило увеличить расход шлама от 3 до 200 кг/т агломерата, в отдельные периоды до 400 кг/т агломерата.

На аглофабрике Енакиевского металлургического завода производительностью 3 млн. т/год используют смесь шламов доменного и конвертерного производств из накопителя. Влажность шлама от 14% до 19%. Шлам доставляют на заводской перегрузочный узел, а затем на рудный двор, где укладывают непосредственно в штабель железорудного концентрата. Туда же подают известь. Ежедневно используют от 800 до 1500 т шлама. Исследованы показатели агломерации при расходе шлама от 30 до 800 кг/т агломерата. На основании лабораторных и промышленных опытов сделан вывод о возможности применения шлама в количестве до 250 кг/т агломерата без существенных ухудшений показателей агломерации.

На Орско-Халиловском металлургическом комбинате доменные железосодержащие шламы перерабатываются во вращающейся печи с получением окускованного материала, который пригоден для использования в доменной шихте. Основной агрегат - обжиговая печь с противоточным движением газов, в которую исходный материал с влажностью от 30% до 70 % поступает через разбрызгивающие форсунки. При работе вращающейся печи происходит повышенный вынос пыли (до 20 %), которая улавливается в газоочистке и возвращается на спекание. Содержание Fe(общ) в спеченном продукте составляет 55,9 %.

На зарубежных предприятиях железосодержащие отходы перерабатываются большей частью в аглопроизводстве, а также в доменном производстве в подготовленном виде, главным образом, в виде безобжиговых окатышей или брикетов [7]. Для возврата отходов в агломерацию получают окатыши небольшого размера диаметром до 3 мм. В качестве связующего используют, главным образом, известь с получением окатышей влажностью от 7 % до 12 %.

Автором работы [8] на основании результатов проведенных исследований разработана технологическая схема переработки отходов, накопленных в теле шламонакопителя, включающая предварительные стадии сухой магнитной сепарации и магнетизирующего обжига для отходов углеобогащения, измельчение до крупности менее 1 мм и мокрую магнитную сепарацию для всех видов отходов (рисунок 1). В таблице 1 представлены перечень и технические характеристики оборудования для реализации предложенной технологической схемы.

Основная масса получаемого при обогащении отходов шламонакопителя техногенного железоконцентрата может быть использована в агломерационном производстве. Ограничением может являться лишь содержание

цинка и свинца, которые могут превышать допустимые значения в железо-шламах.

Особенностью шламов доменных газоочисток является повышенное содержание в них цинка. Повышенное содержание цинка в исходном сырье приводит к снижению стойкости футеровки, к образованию настывлей в доменной печи и разрушению агломерата, из-за чего резко ухудшаются газодинамические условия доменного процесса, и уменьшается производительность доменных печей. При утилизации таких пылей присадкой их в агломерационную шихту происходит накопление цинка в получаемом агломерате.

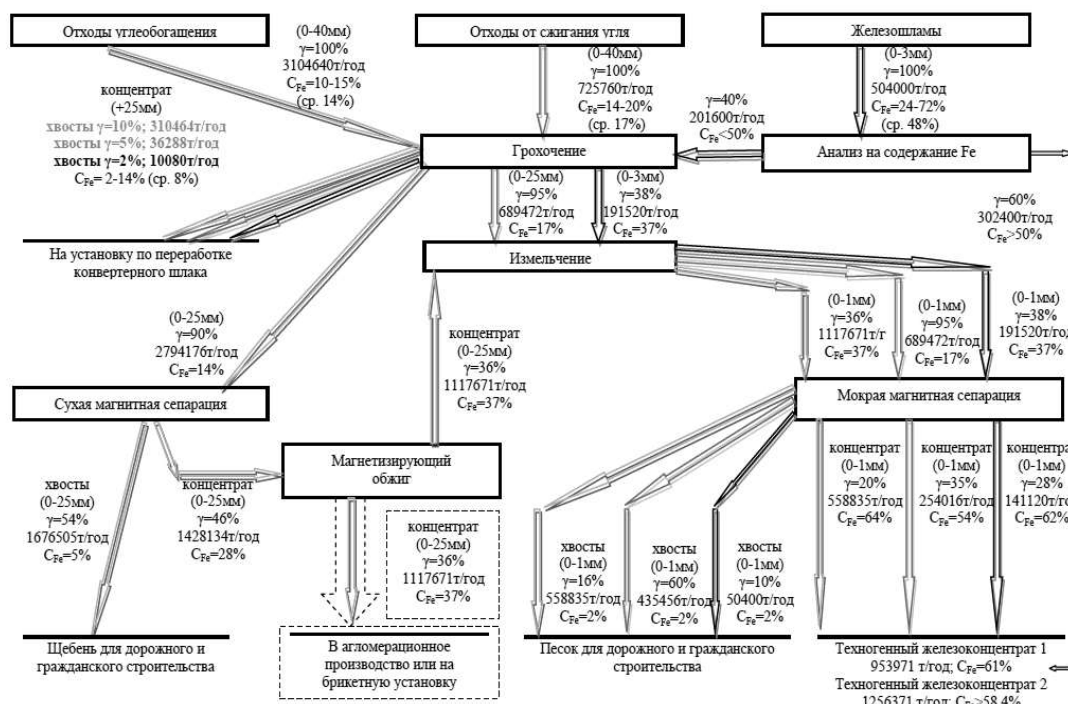


Рисунок 1– Схема процесса переработки отходов шламонакопителя

Таблица 1 – Перечень основного технологического оборудования для реализации технологии производства техногенного железоконцентрата из отходов шламонакопителя

Наименование оборудования	Производительность, т/ч
Грохот ГИТ-51М, УГМК «Рудгормаш»	1000
Сухой магнитный барабанный сепаратор 2ПБС-90/250А, ЗАО «Горные машины»	800
Вращающаяся печь для обжига JOYAL, ООО «Шанхайская машиностроительная компания «Ciros»	333
Мельница стержневая МВ3040, ООО «Шанхайская машиностроительная компания «Ciros»	206
Мокрый магнитный барабанный сепаратор ПБМ-ПП-150/200, ООО НПК «ИНТТЕХТЭКС»	200-275
Вакуумный дисковый фильтр ДОО-100-2,5-1У, ЗАО «РГМ-Центр»	150

Вследствие этого при подготовке их к использованию в качестве компонента агломерационной шихты необходимо проводить обесцинкование. Последняя может проводиться пиро- и гидрометаллургическими способами. При содержании в шламах цинка более 12 % они могут использоваться как сырье для его получения. Общая схема переработки шламов доменных газоочисток приведена на рисунке 2.

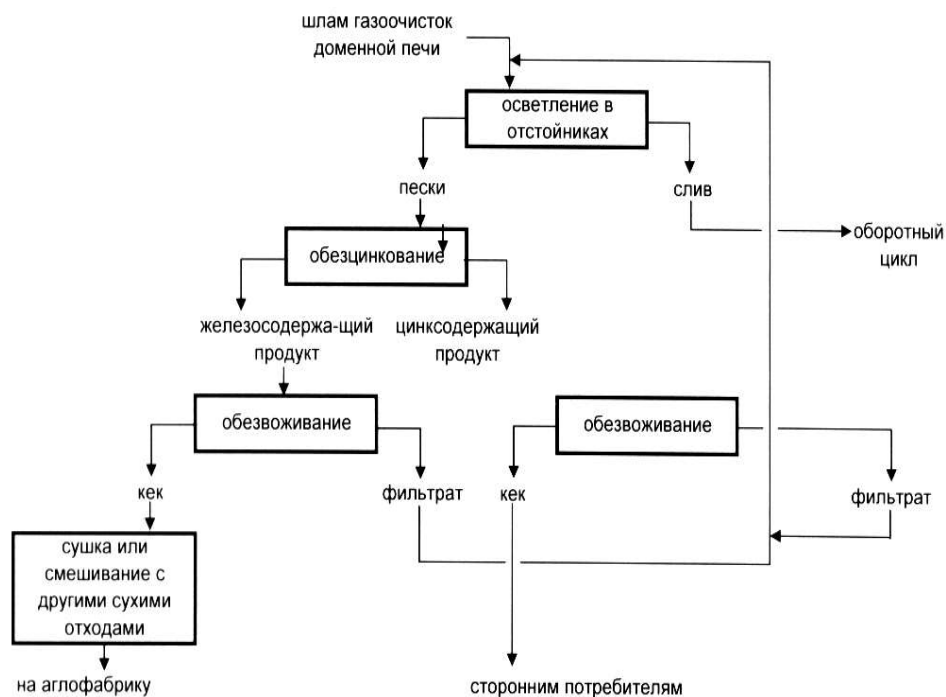


Рисунок 2 – Схема переработки шламов газоочисток доменного производства

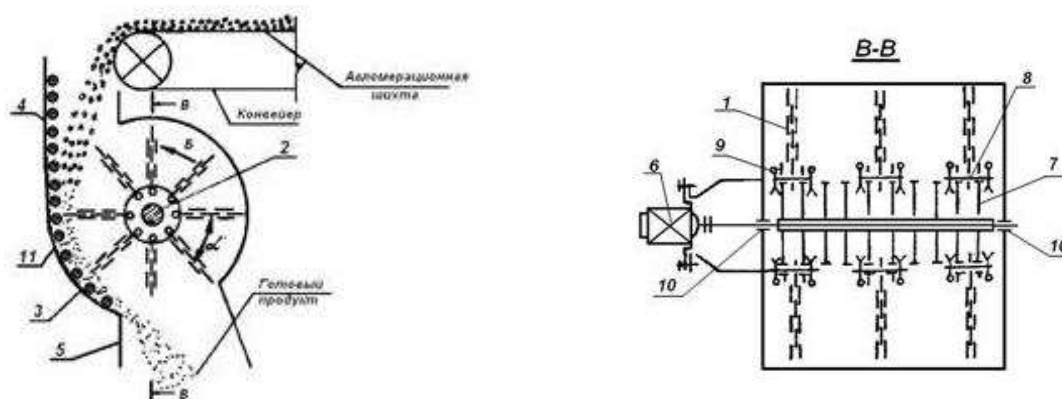
В черной металлургии применяется, в основном, пирометаллургический способ извлечения цинка, основой которого является восстановительный обжиг сырья чаще всего во вращающихся (трубчатых) печах, восстановитель кокс, а в последние годы энергетический уголь. В последние годы на таких установках вместе с вращающейся печью работает устройство типа аглоленты, на которой осуществляются сушка и предварительный нагрев окатышей теплом дыма, уходящего из трубчатой печи решетка – трубчатая печь.

Для повышения эффективности подготовки аглошихт с повышенным содержанием заскладрованных шламов авторами исследования [8] разработана и испытана в промышленных условиях конструкция цепного роторного дезинтегратора-смесителя (рисунок 3). Производительность агрегата составляет до 400 т/ч. Одним из факторов, обуславливающих выбор места установки дезинтегратора-смесителя в технологическом потоке конкретной аглофабрики, является способ ввода извести в аглошихту. При известковании железорудных материалов в штабеле на рудном дворе и подаче известкованного материала для приготовления шихты дезинтегратор-смеситель предлагается устанавливать после приемных бункеров. Это позволит повысить однородность шихты не только за счет равномерного распределения в ней заскладрованных шламов, но и за счет разрушения комьев извести до круп-

ности менее 10 мм и дополнительного перемешивания извести с железорудными материалами.

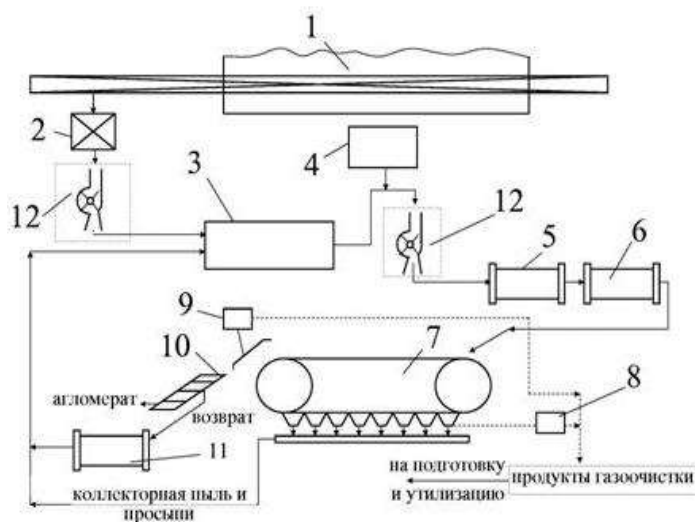
При подаче извести в свежесожженном (раскаленном) состоянии непосредственно в поток шихты перед смешиванием дезинтегратор-смеситель целесообразно устанавливать после шихтового отделения перед смесительными барабанами. Такой вариант установки даст возможность увеличить поверхность контакта извести с железорудным сырьем и продолжительность самого контакта. В любом случае гомогенизация всей массы аглошихты более предпочтительна.

Схемы установки дезинтегратора-смесителя в технологическом потоке аглофабрик приведены на рисунках 3 и 4.



- 1 – отрезки цепей, 2 – ротор, 3 – горизонтальный цилиндрический корпус,
4 – загрузочный патрубок, 5 – разгрузочный патрубок, 6 – электродвигатель,
7 – диски, 8 – штифты, 9 – шпильки, 10 – подшипниковые опоры,
11 – футеровка корпуса из металлических прутков

Рисунок 3 – Схема цепного роторного дезинтегратора-смесителя



- 1 – рудный двор; 2 – приемные бункера; 3- шихтовое отделение; 4 – корпус обжига извести; 5 – барабан-смеситель; 6 – барабан-окомкователь; 7 – агломашина; 8 – газоочистка зоны спекания; 9 – газоочистка зоны аспирации; 10 – грохот; 11 - барабан-охладитель возврата; 12 – место установки дезинтегратора-смесителя

Рисунок 4 – Схема установки дезинтегратора-смесителя

При повышенном содержании в шихте железорудных концентратов и мелкодисперсных металлургических шламов целесообразно организовать дополнительно их озернение при раздельной шихтоподготовке. Несмотря на большую влажность озерненной смеси, общая влажность аглошихты с использованием этой смеси ниже, что положительно влияет на аглопроцесс. В процессе смешивания и окомковывания озернённой смеси совместно с другими компонентами аглошихты происходит накатывание мелкодисперсных частиц материалов. Аглошихта после окомкования хорошо озернена и имеет более высокую объёмную массу [9]. Спекание такой аглошихты увеличивает производительность агломерационной установки и улучшает качество агломерата. На производительность установки оказывает положительное влияние газопроницаемость шихты и выход агломерата. Улучшение газопроницаемости шихты с использованием озерненной смеси отходов, даже с отсутствием в аглошихте извести (основного интенсификатора аглопроцесса), создаёт предпосылки увеличения высоты спекаемого слоя аглошихты, что в свою очередь будет способствовать улучшению качества агломерата.

При организации дополнительной подготовки аглошихт путем предварительной гомогенизации и озернения содержание отходов как текущего производства, так и заскладрованных возможно повысить до 1200 кг/т агломерата. Предлагаемая технология не требует больших инвестиций, а также хорошо вписывается в существующие на аглофабриках схемы подготовки шихты.

Библиографический список

1. Производство офлюсованного агломерата: технологическая инструкция ТИ-899-АФ-02-2015 [Текст]. – Новокузнецк, 2018. – 80 с.
2. Подготовка шихтовых материалов для агломерации: технологическая инструкция ТИ-899-АФ-01-2018 [Текст]. – Новокузнецк, 2020. – 56 с.
3. Зоря В.Н. Исследование техногенных отходов черной металлургии, в том числе отходов от обогащения и сжигания углей, и разработка технологий их переработки: дисс. канд. техн. наук [Текст] / «Сибирский государственный индустриальный университет». – Новокузнецк, 2015. – 207 с.
4. Корж А.Т. Организация подготовки железосодержащих отходов и использование их в производстве агломерата [Текст] / А.Т Корж, Ю.Г. Гердий // Металл и литье Украины. – 1996. – №9-10. – С. 38.
5. Дембицкий Ю.В. Технология использования в аглошихте частично подготовленных шламов металлургического производства [Текст] / Ю.В. Дембицкий, Н.Т. Демура, В.П. Падалка // Металл и литье Украины. – 1997. – № 6-7. – С. 9.
6. Мищенко М.И. Агломерация шихт с высоким содержанием шламов на фабриках Украины [Текст] / М.И Мищенко, Н.С. Хлопонин // Черная металлургия, бюлл. НТИ. – 1998. – Вып. 11-12. – С. 16.
7. Савицкая Л.И. Использование железосодержащих отходов при окусковании руд. Информационный обзор [Текст] / Л.И. Савицкая // БНТИ Черная металлургия. – 1984. – 36 с.
8. Лисин В.С. Ресурсо-экологические проблемы 21 века и металлургия

[Текст]/ В.С. Лисин, Ю.С. Юсфин. – Москва: Высшая школа. – 1998. – 447 с.

9. Голов Г.В. Технология извлечения металла из отвальных шлаков [Текст] / Г.В. Голов, С.М. Ситников, Е.Г. Калимулина // Сталь. – 2001. – №10. – С. 83.

УДК 66.074

РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ГАЗООЧИСТКИ ЗА ПАРОГЕНЕРАТОРАМИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ТЭЦ ФИЛИАЛА АО «ЕВРАЗ ЗСМК» ПУТЕМ ЗАМЕНЫ ГАЗООЧИСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Големинов С.П., Михайличенко Т.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
Новокузнецк, Россия, goleminov.serega@yandex.ru*

Аннотация. В работе представлена краткая характеристика Западно-Сибирской ТЭЦ, проанализировано количество выбросов загрязняющих веществ, рассмотрено техническое описание золоулавливающей установки, приведены недостатки существующей системы газоочистки и приведена предлагаемая реконструкция золоулавливающей установки, а так же, описана сущность проблемы повышения экологической безопасности энергетического комплекса.

Ключевые слова: котел, дымовые газы, вредные выбросы, газоочистка, золоуловитель.

RECONSTRUCTION OF THE GAS CLEANING SYSTEM BEHIND THE STEAM GENERATORS OF THE WEST SIBERIAN CHPP BRANCH OF JSC EVRAZ ZSMK BY REPLACING GAS CLEANING EQUIPMENT

Goleminov S.P., Mikhailichenko T.A.

*Siberian State Industrial University,
Novokuznetsk, Russia, goleminov.serega@yandex.ru*

***Abstract.** The paper presents a brief description of the West Siberian thermal power Plant, analyzes the amount of pollutant emissions, considers the technical description of the ash-collecting plant, shows the shortcomings of the existing gas purification system and the proposed reconstruction of the ash-collecting plant, as well as describes the essence of the problem of improving the environmental safety of the energy complex.*

***Keywords:** boiler, flue gases, harmful emissions, gas cleaning, ash collector.*

Западно-Сибирская ТЭЦ расположена в Кемеровской области на правом берегу реки Томь и предназначена для покрытия базисных нагрузок

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 3: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ	4
ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ НАПЛАВЛЕННЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ ОБРАЗЦОВ ИЗ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ТЕПЛООТВОДА <i>Чинахов Д.А., Акимов К.О., Полегешко С.А.</i>	4
ВИХРЕВОЕ ТЕЧЕНИЕ В КАПЛЕ ПРИ ЭЛЕКТРОСВАРКЕ <i>Сарычев В.Д., Чинахов Д.А., Грановский А.Ю., Устюжанин С.В., Сарычев Д.В., Коновалов С.В.</i>	12
ВЛИЯНИЕ ВЫСОТЫ НАПЫЛЕНИЯ НА СОСТАВ И МИКРОСТРУКТУРУ СПЛАВОВ AL-5Si, ПОЛУЧЕННЫХ ПУТЕМ АДДИТИВНОЙ ПЕЧАТИ МЕТОДОМ ДУГОВОЙ СВАРКИ <i>Су Ч., Коновалов С.В., Чэнь С., Хуанг Л.</i>	18
ИССЛЕДОВАНИЯ СВАРОЧНОГО ФЛЮСА, ИЗГОТОВЛЕННОГО ИЗ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ <i>Михно А.Р., Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Жуков А.В., Бендре Ю.В.</i>	22
ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СПЛАВОВ А5М, ВТ-1, С2 ПОДВЕРГНУТЫХ МАГНИТНОЙ ОБРАБОТКЕ <i>Шляров В.В., Серебрякова А.А., Аксенова К.В., Загуляев Д.В., Устинов А.М.</i>	27
РАЗРАБОТКА НАПЛАВОЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ SN-SB-Cu ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ АНТИФРИКЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ <i>Михеев Р.С., Калашников И.Е., Катин И.В., Быков П.А.</i>	35
ИССЛЕДОВАНИЕ ОБШИРНОЙ ДИФфуЗИОННОЙ ЗОНЫ, СФОРМИРОВАННОЙ НА УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ В ИНДУКЦИОННОЙ ПЕЧИ <i>Шевчук Е.П., Плотников В.А., Макаров С.В.</i>	40
РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ <i>Федоров В.В., Клименов В.А., Черепанов Р.О.</i>	49
ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПОКРЫТИЯ ИЗ ВЫСОКОЭНТРОПИЙНОГО СПЛАВА AL-CO-CR-Fe-MN-Ni С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОВОЛОЧНО-ДУГОВОЙ АДДИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ <i>Осинцев К.А., Коновалов С.В., Иванов Ю.Ф., Громов В.Е., Панченко И.А., Воробьев С.В., Бессонов Д.А.</i>	56
КАВИТАЦИОННОЕ РАЗРУШЕНИЕ ИНТРЕМЕТАЛЛИДНОГО ГАЗОДЕТОНАЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ СИСТЕМЫ Ti-AL <i>Яковлев В.И., Собачкин А.В., Логинова М.В., Мясников А.Ю., Барсуков Р.В.</i>	61
ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ СВАРКИ ПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ В УСЛОВИЯХ ДВУХСТРУЙНОЙ ГАЗОВОЙ ЗАЩИТЫ НА СТРУКТУРУ И МИКРОТВЕРДОСТЬ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ СТАЛИ 45 <i>Чинахов Д.А., Рзаев Э.Д.</i>	70
ОСОБЕННОСТИ СПЛАВЛЕНИЯ, СТРУКТУРО- И ФАЗООБРАЗОВАНИЯ И СВОЙСТВ ПОРОШКОВЫХ И ПРОВОЛОЧНЫХ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ, ФОРМИРУЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ <i>Клименов В.А., Федоров В.В., Черепанов Р.О., Хань Ц., Стрелкова И.Л.</i>	80
ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ МАТРИЦЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ЛОКАЛЬНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ ПРИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОМ АДДИТИВНОМ ПРОВОЛОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ	88
<i>Колубаев Е.А., Рубцов В.Е., Чумаевский А.В., Панфилов А.О., Зыкова А.П., Осипович К.С., Николаева А.В., Добровольский А.Р., Утяганова В.Р., Шамарин Н.Н., Никонов С.Ю.</i>	88

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ГЛУБИНЫ РЕЗАНИЯ И РАДИУСА РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ ИНСТРУМЕНТА НА ОБРАЗОВАНИЕ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И МИКРОСТРУКТУРУ ПЕРИФЕРИЙНОЙ ЗОНЫ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ЗАКАЛЕННЫХ СТАЛЕЙ	
<i>Джигвишов В.Ф., Рзаев Э.Д.</i>	98
МИКРОСТРУКТУРА КЕРАМИКИ V_4C-CrV_2 , СИНТЕЗИРОВАННОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОВОЛОКНИСТОГО УГЛЕРОДА	
<i>Дик Д.В., Гудыма Т.С., Филипов А.А., Крутский Ю.Л.</i>	107
ПОВЕРХНОСТЬ РАЗРУШЕНИЯ И СТРУКТУРНО-ФАЗОВОЕ СОСТОЯНИЕ МЕТАЛЛА СВАРНЫХ ШВОВ, ВЫПОЛНЕННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФЛЮСА НА ОСНОВЕ ШЛАКА СИЛИКОМАРГАНЦА И ФД-УФС	
<i>Крюков Р.Е., Михно А.Р., Жуков А.В., Бендре Ю.В.</i>	114
ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ ПОЛЗУЧЕСТИ И МИКРОТВЕРДОСТИ ТЕХНИЧЕСКИ ЧИСТОГО СВИНЦА В МАГНИТНОМ ПОЛЕ С ИНДУКЦИЕЙ 0,5 ТЛ	
<i>Серебрякова А.А., Загуляев Д.В., Шляров В.В.</i>	121
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ МЕДИ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ С ОСНОВОЙ МЕТАЛЛА ПРИ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОЙ ОБРАБОТКЕ	
<i>Будовских Е.А., Романов Д.А., Филяков А.Д., Бащенко Л.П., Ионина А.В.</i>	126
ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДЕТАЛЕЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО ИЗНОСА ПУТЕМ ДУГОВОЙ НАПЛАВКИ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ ДОПОЛНИТЕЛЬНО СОДЕРЖАЩЕЙ ПОРОШОК ТИТАНА	
<i>Киселев П.В., Комаров А.А., Михно А.Р., Дробышев В.К.</i>	131
ОБ ИЗГОТОВЛЕНИИ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ТУГОПЛАВКИХ БЕСКИСЛОРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В СИСТЕМАХ V_4C-MeV_2 ($Me = Ti, Cr, Zr$)	
<i>Гудыма Т.С., Крутский Ю.Л., Крутская Т.М., Дик Д.В., Шестаков А.А., Апарнев А.И., Логинов А.В.</i>	138
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛИЗАЦИИ КЕРАМИКИ ИЗ НИТРИДА АЛЮМИНИЯ	
<i>Непочатов Ю.К., Плетнев П.М.², Гудыма Т.С.</i>	143
ПЕРСПЕКТИВЫ УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫМ МАТЕРИАЛОМ МЕТОДОМ ЭШН	
<i>Быстров В.А.</i>	149
ИССЛЕДОВАНИЕ СПЛАВА AL7075 ПОСЛЕ ДУГОВОЙ НАПЛАВКИ	
<i>Дробышев В.К., Михно А.Р., Панченко И.А., Лабунский Д.Н.</i>	158
СТРУКТУРА ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОГО ПОКРЫТИЯ СИСТЕМЫ Mo–Au	
<i>Филяков А.Д., Романов Д.А., Соснин К.В., Московский С.В.</i>	162
ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ПРОКАТА ИЗ ОТБРАКОВКИ ЗАГОТОВОК РЕЛЬСОВЫХ СТАЛЕЙ	
<i>Уманский А.А., Симачев А.С., Думова Л.В.</i>	168

СЕКЦИЯ 4: РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ И УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА, ОХРАНА ТРУДА.....	176
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЕГО КОНЦЕНТРАТА, ВЫДЕЛЕННОГО ИЗ УГЛЕОТХОДОВ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ <i>Шеховцов В.В., Скрипникова Н.К., Улмасов А.Б., Куниц О.А.</i>	<i>176</i>
ПРОВЕРКА ЗНАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА И КРИТЕРИИ ГОТОВНОСТИ РАБОТНИКА К БЕЗОПАСНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ <i>Чернов К.В.....</i>	<i>182</i>
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПРИРОСТА МАССЫ ШИХТОВЫХ АГРЕГАТОВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ БРИКЕТОВ <i>Павловец В.М., Домнин К.И.</i>	<i>193</i>
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА БРИКЕТИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ И СТРУКТУРООБРАЗУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ, ПОДВЕРГНУТЫХ ИЗБИРАТЕЛЬНОМУ СМЕШИВАНИЮ <i>Павловец В.М., Домнин К.И.</i>	<i>203</i>
ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВОВ КОМПОЗИЦИЙ С МИКРОКРЕМНЕЗЕМОМ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРИСТОГО СТЕКЛОКОМПОЗИТА <i>Скирдин К.В., Казьмина О.В.....</i>	<i>211</i>
РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ КУЗНЕЦКОГО УГОЛЬНОГО БАСЕЙНА <i>Баженова Н.Н., Водолеев А.С., Гибадуллин Р.М.....</i>	<i>219</i>
КЕДР КАК ОБЪЕКТ РЕКУЛЬТИВАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ В УСЛОВИЯХ КУЗБАССА <i>Водолеев А.С., Захарова М.А., Толстикова А.Ф., Баженова Н.Н.</i>	<i>227</i>
АГРОТЕХНИКА ВЫРАЩИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ <i>Водолеев А.С., Захарова М.А., Постельников В.Н., Ким В.И., Бондарев М.Р.....</i>	<i>232</i>
СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОБИОМОНИТОРИНГА ПРИ КОНСЕРВАЦИИ СКЛАДИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА <i>Захарова М.А., Водолеев А.С., Лубенцева Ю.А., Толстикова А.Ф., Баженова Н.Н.</i>	<i>240</i>
ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ <i>Корнилов Д.А., Водолеев А.С., Грибкова Е.О., Гибадуллин Р.М., Конаков С.В.</i>	<i>247</i>
ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАВАЮЩЕГО ВОДНОГО РАСТЕНИЯ ЭЙХОРНИИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД, ОБРАЗОВАННЫХ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ <i>Гашиникова А.О., Михайличенко Т.А.</i>	<i>259</i>
ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. НОВОКУЗНЕЦКА И ВОЗМОЖНОСТИ СОКРАЩЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ <i>Коноплев Д.Д., Коротков С.Г., Домнин К.И.</i>	<i>265</i>
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОРОДА В МЕТАЛЛУРГИИ <i>Вахтарова К.О., Михайличенко Т.А.</i>	<i>274</i>
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ АССОРТИМЕНТА И КАЧЕСТВА УГОЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ ПУТЕМ ТЕРМООБРАБОТКИ УГЛЕЙ <i>Мурко В.И., Карпенко В.И., Темлянцева Е.Н., Аникин А.Е.....</i>	<i>279</i>
ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ <i>Грибкова Е.О., Водолеев А.С., Гибадуллин Р.М., Конаков С.В., Корнилов Д.А., Макшанов Д.В.....</i>	<i>289</i>

РОЛЬ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В МЕТАЛЛУРГИИ <i>Волченкова О.А., Михайличенко Т.А.</i>	297
ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШЛАМОВ В КАЧЕСТВЕ ДОБАВКИ К АГЛОШИХТЕ <i>Урусов Д.Н., Михайличенко Т.А.</i>	306
РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ГАЗООЧИСТКИ ЗА ПАРОГЕНЕРАТОРАМИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ТЭЦ ФИЛИАЛА АО «ЕВРАЗ ЗСМК» ПУТЕМ ЗАМЕНЫ ГАЗООЧИСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ <i>Големинов С.П., Михайличенко Т.А.</i>	314
ВОЗМОЖНОСТИ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ЗАРОДЫШЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОКАТЫШЕЙ В ТЕХНОЛОГИЯХ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ <i>Павловец В.М.</i>	322
ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ОКОМКОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНОЙ ШИХТЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ОКАТЫШЕЙ, СОДЕРЖАЩЕЙ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ДОБАВКИ <i>Павловец В.М.</i>	329
АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ <i>Романова В.А., Дробышев В.К.</i>	338
ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСА ВЗАИМОВСТРЕБОВАННЫХ УСТАНОВОК С ЦЕЛЬЮ ЭКОНОМИИ ТОПЛИВА НА СТАДИИ ДОМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ ЧЁРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ <i>Филиппов В.А.</i>	344
СЕКЦИЯ 5: АВТОМАТИЗАЦИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ	352
АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ТОКОВОЙ НАГРУЗКИ ИНДУКЦИОННОЙ ПЕЧИ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ПРИ МОНТАЖЕ ОБОЖЖЕННЫХ АНОДОВ <i>Немчинова Н.В., Тузов А.В., Геройменко А.В., Анончук И.И.</i>	352
ИДЕНТИФИКАЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ С ЗАВИСИМЫМИ ОТ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ СВОЙСТВАМИ <i>Свинцов М.М., Скударнова Н.В., Ивушкин К.А., Макаров Г.В., Мышляев Л.П.</i>	358
ЗАДАЧА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ СО СТРУКТУРНОЙ НЕСТАЦИОНАРНОСТЬЮ <i>Загидулин И.Р., Мышляев Л.П., Макаров Г.В., Свинцов М.М.</i>	363
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ <i>Коровин Д.Е., Грачев В.В., Макаров Г.В., Кулюшин Г.А., Скударнова Н.В.</i>	369
МОДЕРНИЗАЦИЯ РЕЛЕЙНО-КОНТАКТОРНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА КАНТОВАНИЯ УГОЛЬНОГО ВАГОНООПРОКИДЫВАТЕЛЯ НА СИСТЕМУ УПРАВЛЕНИЯ "ПЧ-АД" <i>Клевцов С.А., Модзелевский Д.Е.</i>	376
СИСТЕМНЫЕ АСПЕКТЫ ЗАМЕЩЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ, ПРОГРАММНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ <i>Макаров Г.В., Мышляев Л.П., Чинахов Д.А., Ивушкин К.А.</i>	384
ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ УДАЛЕННОЙ ПУСКОНАЛАДКИ НА КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ <i>Кулюшин Г.А., Мышляев Л.П., Грачев В.В., Коровин Д.Е.</i>	391
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И ПРОГРАММНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СИСТЕМА «АЛЮМИНИШНИК» ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ В МИКСЕРЕ ЛИТЕЙНОГО ОТДЕЛЕНИЯ <i>Мартусевич Е.А., Рыбенко И.А.</i>	400

Научное издание

**МЕТАЛЛУРГИЯ:
ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО**
«Металлургия – 2022»

Труды XXIII Международной научно-практической конференции

Часть 2

Под общей редакцией А.Б. Юрьева

Технический редактор	Г.А. Морина
Компьютерная верстка	Н.В. Ознобихина

Подписано в печать 16.11.2022 г.

Формат бумаги 60×84 1/8. Бумага офисная. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 24,0 Уч.-изд. л. 26,4 Тираж 300 экз. Заказ № 296

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, Кемеровская область – Кузбасс, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42
Издательский центр СибГИУ