

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. АНЬШАНЬ, КНР

ОАО «ЧЕРМЕТИНФОРМАЦИЯ»

ИЗДАТЕЛЬСТВО СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

ЖУРНАЛ «ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ. ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ»

ЖУРНАЛ «ВЕСТНИК СИБГИУ»

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР МИРОВОГО УРОВНЯ «КУЗБАСС»

АО «КУЗБАССКИЙ ТЕХНОПАРК»

мообработки материалов с малым содержанием углерода с получением материалов, подобных аглопоритовым.

Библиографический список

1. Школлер М.Б. Современные энерготехнологические процессы. Учебное пособие. – Новокузнецк, 2011. 235 с.
2. Скрипченко Г. Б., Селезнёв А. Н., Пирогов В. И. Структура и свойства термоантрацитов, полученных в промышленных условиях. Химия твердого топлива, 2010, № 6, С. 11-16
3. Степанов С.Г., Михалев И.О., Евтушенко Е.М., Логинов Д.А., Деменчук С.В. Бездымное бытовое топливо: опыт применения в Красноярске. Уголь, 2020, №12, С. 56-62
4. Мурко В.И., Черникова О.П., Сентюрев С.А., Амлин М.С. Обоснование технологических решений энергогенерации путем переработки низкосортных углей на площадке разреза. В сборнике: Металлургия: технологии, инновации, качество. Труды XXII Международной научно-практической конференции. В 2-х частях. Под общей редакцией А.Б. Юрьева. Новокузнецк, 2021. С. 166-174

УДК 620.9

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

**Грибкова Е.О., Водолеев А.С., Гибадуллин Р.М., Конаков С.В.,
Корнилов Д.А., Макшанов Д.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия, gribkovaelizaveta1@gmail.com*

***Аннотация.** В данной работе освещены вопросы современного состояния сферы возобновляемых источников энергии в России, и сделан акцент на экологических вопросах в этой сфере. Показано, что развитие технологий ВИЭ может выступить источником формирования низкоуглеродной («зеленой») экономики, характеризующейся высокой технологичностью, энергетической независимостью и минимальным воздействием на окружающую среду.*

***Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии, зеленая энергетика, экология, альтернативная энергетика.*

RENEWABLE ENERGY SOURCES: PROBLEMS AND PROSPECTS

**Gribkova E.O., Vodoleev A.S., Gibadullin R.M., Konakov S.V.,
Kornilov D.A., Makshanov D.V.**

*Siberian state industrial university,
Novokuznetsk, Russia, gribkovaelizaveta1@gmail.com*

Abstract. *This paper highlights the issues of the current state of the renewable energy sector in Russia, and focuses on environmental issues in this area. It is shown that the development of renewable energy technologies can be a source of formation of a low-carbon ("green") economy characterized by high technological efficiency, energy independence and minimal impact on the environment.*

Keywords: *renewable energy sources, green energy, ecology, alternative energy.*

Возобновляемая энергия – это энергия, получаемая из природных источников, которая пополняется со скоростью, превышающей скорость ее потребления. Примерами таких постоянно пополняемых природных источников являются солнечный свет и ветер. Возобновляемые источники способны обеспечить огромным количеством энергии и окружают нас во многих областях жизни [1].

В противоположность им ископаемые виды топлива – уголь, нефть и газ – являются невозобновляемыми ресурсами, на формирование которых уходят сотни миллионов лет. При сжигании ископаемых видов топлива для производства энергии происходят выбросы вредных парниковых газов, таких как углекислый газ, метан и др.

Получение энергии из возобновляемых источников сопряжено с гораздо меньшими выбросами CO₂, чем сжигание ископаемого топлива. Переход от ископаемых видов топлива, на которые в настоящее время приходится львиная доля выбросов, к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) имеет ключевое значение для преодоления климатического кризиса.

На сегодняшний день возобновляемые источники энергии являются наиболее приемлемой альтернативой в большинстве стран и создают в три раза больше рабочих мест, чем ископаемые виды топлива.

Возобновляемыми источниками энергии являются:

1. *Солнечная энергия* – самая богатая из всех энергетических ресурсов и может использоваться даже в пасмурную погоду. Скорость, с которой солнечная энергия улавливается Землей, примерно в 10 тыс. раз превышает скорость, с которой человечество потребляет энергию.

2. *Энергия ветра.* Хотя средняя скорость ветра сильно варьируется в зависимости от местности, мировой технический потенциал ветроэнергетики превышает мировой объем производства электричества, а большинство регионов мира располагают достаточными возможностями для создания значительного количества ветроэлектростанций.

3. *Геотермальная энергия* использует доступную тепловую энергию недр Земли. Тепло получают из геотермальных резервуаров посредством бурения скважин или иными способами. Технология производства электроэнергии из гидротермальных резервуаров является отработанной и надежной и применяется уже более 100 лет.

4. *Гидроэнергия.* В настоящее время гидроэнергетика является крупнейшим источником возобновляемой энергии в электроэнергетическом секторе.

5. *Энергия океана.* Для получения энергии океана применяются техно-

логии, основанные на использовании кинетической и тепловой энергии морской воды – например, волн или течений – в целях производства электричества или тепла.

6. *Биоэнергия* – энергия, которую получают из разных органических материалов, называемых биомассой, таких как древесина, древесный уголь, навоз и другие органические удобрения, применяемые для производства тепла и электроэнергии, и сельскохозяйственные культуры, применяемые для производства жидких видов биотоплива [2].

Зеленая энергетика – сектор энергетики, использующий возобновляемые источники энергии: солнечный свет, водные потоки, ветер, приливы, геотермальную теплоту.

Такая энергетика называется также возобновляемой или регенеративной.

Сегодня зеленая энергетика является важным принципом развития многих промышленных компаний.

Кроме неисчерпаемости и экологичности, у ВИЭ есть еще один плюс – низкая стоимость. Единственный минус ВЭИ – нестабильность и зависимость от погодных условий. Чтобы компенсировать простои в ветреные и пасмурные дни, электрокомпаниям приходится восполнять нехватку энергии традиционными ресурсами и даже работать в убыток.

За последние несколько лет мощности ВИЭ (солнечная и ветровая энергетика) выросли в 21 раз, что объясняется развитием технологий, которые обеспечивают удешевление производства электроэнергии, и повышенным вниманием к вопросам экологии во многих государствах мира. По прогнозам специалистов данной области к 2050 году солнечная и ветряная энергетика будут совместно вырабатывать около половины используемого в мире электричества – 22 % будет произведено солнечными электростанциями, а 26 % – ветряными.

Россия также стремится к переходу на использование альтернативных источников энергии. Так, например, большим КПД обладают ветроустановки, расположенные в предгорных и горных районах Кавказа, Алтая, Урала. Специалисты рассматривают возможность возведения крупных ветропарков на побережьях Каспийского и Азовского морей, на юге. Камчатки и полуострове Кольском. Мощнейшие действующие ветропарки локализуются в Крыму, республике Башкортостан, Калининградской области и на Камчатке.

Малые водные потоки также хранят в себе энергию. Во многих частях России (на Кавказе, например) на горных реках были возведены небольшие ГЭС. Энергия горячих подземных вод развивается динамично. По общим данным, на территории России имеется 56 месторождений термальных вод, 20 из которых используются в промышленных целях. Все термальные ЭС расположены в зоне Камчатки и Курильских островов.

Огромные площадки, «усеянные» солнечными батареями, расположены в Крыму, республике Башкортостан, в Алтайском крае. Именно в этих районах гелиоэнергетика даёт самые большие доходы.

Применение ВИЭ в Кузбассе. В связи с глобальным изменением климата применение возобновляемых источников энергии становится более ак-

туальным. Во многих странах мира, в том числе и в России уже давно существует тренд на декарбонизацию – сокращение промышленного применения нефти, газа, угля.

Россия обладает достаточно хорошим экономическим потенциалом по возобновляемым источникам энергии [3]. Потенциал и его распределение по соседним для Кузбасса регионам России представлен в таблица 1.

Таблица 1 – Экономический потенциал по ВИЭ

Регионы	Биомасса	Солнечная энергия	Ветровая энергия	Геотермальная энергия
Урал	8,4	0,20	1,33	0,5
Западная Сибирь	3,9	0,59	3,53	35,0
Восточная Сибирь	2,4	1,03	3,74	1,0
Дальний Восток	2,2	1,58	6,7	40,0
Всего	13,9	2,81	15,3	76,5

Данные таблицы показывают, что Западная Сибирь обладает достаточно высоким экономическим потенциалом для развития ВИЭ.

Территория Кемеровской области – 95 725 квадратных километров и является самой густонаселенной в Сибири и азиатской части России. Плотность населения составляет 27, 76 человек на квадратный километр. Однако в области имеется достаточное количество территорий с низкой плотность населения [3].

Малонаселенные и отдаленные от развитой централизованной сети пункты Кузбасса находятся в труднодоступных местах и совпадают с потенциальной зоной местного наличия возобновляемой энергетики.

Электроснабжение данных территорий осуществляется децентрализованно. В большинстве случаев они получают электроэнергию от автономных дизельных генераторов небольшой мощности. Минусом такой централизации являются затраты на транспорт и потери энергии при транспортировке и передаче на расстояния. Кроме этого, к недостаточной надежности энерго-снабжения и высоким финансовым затратам приводит эксплуатация морально и физически устаревших автономных энергоисточников, их низкая экономичность (доходы не покрывают расходы). Устаревшее и изношенное оборудование, трудности доставки (горючее доставляется вертолётами) доводят стоимость киловатта электроэнергии до 80 рублей. Прокладывание электросетей к таким поселкам материально и финансово затратно (более 600 млн. рублей) [4].

Эти обстоятельства делают возобновляемые источники энергии одним из перспективных видов ресурсов. Максимальное применение данных источников и будет являться главным путём повышения их энергообеспечения.

Исходя из геологических и климатических условий, приемлемыми источниками возобновляемой энергии для Кузбасского региона являются

- гидроэнергетика;
- ветроэнергетика;
- солнечная энергетика;
- биоэнергетика.

Применение установок микрогидроэлектростанций в Кемеровской области может быть актуальным для развития различных сфер туризма, животноводства и сельского хозяйства. Наиболее подходящим для этого является горный рельеф восточной и южной частей области.

В летний период необходимо использовать установки небольшой мощности, до 10 кВт, позволяющие с наименьшими финансовыми затратами производить их установку и обслуживание. Сдерживающим фактором в гидроэнергетике являются ледостав рек (до семи месяцев в году), что практически исключает круглогодичное использование микроГЭС.

Солнечные источники энергии в Кузбассе применяются в основном для местных нужд, энергообеспечения частного сектора. В Единую энергетическую систему России включены всего 2 солнечные электростанции Сибири. Первую солнечную электростанцию мощностью 70 киловатт в Кузбассе ввели в эксплуатацию в 2015 году в поселке Эльбеца, расположенном в семидесяти километрах от Таштагола. За техническое состояние 84 российских литийионных элементов, накапливающих солнечную энергию, отвечают жители.

Согласно статистическим данным в Горной Шории имеется четыре десятка таежных поселков, которые удалены от магистральных энергосетей, газопроводов и путей доставки каменного угля, как основного источника топлива. По данным Энергостата, лишь в 16 поселках Таштагольского района имеются дизельные генераторы, которые вырабатывают энергию по 3 часа в сутки. В создавшихся условиях перспективным направлением будет развитие децентрализованной генерации с использованием возобновляемых источников электроэнергии [5].

Конечно, такие проекты следует решать на региональном уровне, так как это требует поддержки государства, для того чтобы обеспечивать энергоснабжение в конкретной децентрализованной зоне. Богатый опыт использования солнечной энергии накоплен в близлежащих регионах: Алтайском крае, Новосибирской области, Забайкалье. По мнению ученых и специалистов, локальное использование солнечной энергии приемлемо для Кузбасса. В ближайшем будущем планируется построить солнечные электростанции в 4 поселках Таштагольского района, не имеющих пока стационарных электростанций [6].

Другое важное направление возобновляемых источников энергии – ветроэнергетика. Решающим фактором для установки ветроэнергостанции является среднегодовая скорость ветра.

Таблица 2 – Среднегодовая скорость ветра в отдельных населенных пунктах Кузбасса

Населенный пункт Кемеровской области	Юрга Ново-вокузнецк	Тайга Тисуль	Тяжин	Яя Мариинск	Топки	Белово Киселевск	Кемерово	Междуреченск Таштагол	Усть-Кабырза
Среднегодовая скорость ветра, м/с	3,6	3,3	3,2	3,1	3	2,8	2,7	1,3	0,8

Таким образом, Белово, Киселевск, Кемерово, Междуреченск, Усть-Кабырза – относятся к бесперспективным районам для использования ветровой энергии, так как имеют среднегодовую скорость ветра менее 3 м/с. Населенные пункты: Яя, Тайга, Мариинск, Тяжин, Тисуль, Юрга, расположенные в северной части области, являются районами с малоперспективными условиями (среднегодовая скорость 3,0–3,5 м/с).

Решить эту проблему в настоящее время возможно, так как появились современные установки, работающие при малых скоростях ветра. Недостатком работы ветровой станции является невозможность точного прогноза количества полученной энергии, напрямую зависящего от наличия, скорости и силы ветра. Решение данной проблемы – использование гибридных ветро-солнечных систем. Это обеспечит более стабильное энергообеспечение. Таким образом, крупномасштабное применение ветровой электрической энергии нецелесообразно на территории Кемеровской области.

Кемеровская область имеет возможность широкого использования биоэнергетических ресурсов: регион обладает большими лесными запасами, занимающими около 2/3 всей площади. Можно предположить, современные технологии переработки древесных отходов представляют коммерческий интерес. Для этих целей должны использоваться отходы этого деревообрабатывающего производства, они составляют в среднем около 25 % от переработанной древесины и могут использоваться для производства топливных брикетов и древесных гранул. Такой опыт в Кузбассе имеется, хотя и этот ресурс активно не используется. В поселке Калары Таштагольского района в 2014 году открылся завод по производству топливных гранул – пеллет. Их производство первой в Кузбассе освоила местная компания как альтернативное топливо, производимое из опилок. Инвестиционный проект по производству пеллет был включен в перечень приоритетных региональных проектов нашей области. Это направление может обеспечить не только полную безотходность лесозаготовительного производства, но и решение некоторых важных задач: санитарная очистка леса, наличие экологически чистого топлива. Для Таштагольского района, горнолыжного комплекса

«Шерегеш», пеллеты – это современное решение его дальнейшего энергообеспечения.

Учитывая вышесказанное, можно сделать вывод, что идеального источника энергии нет. Фактором, сдерживающим темпы внедрения возобновляемых источников не только у нас, но и во всем мире, являются технико-экономические проблемы, которые, как отмечалось ранее, существуют при любом производстве энергии (рисунок 1) [7].



Рисунок 1 - Проблемы внедрения ВИЭ

Сегодня в индустриальной энергетике Кемеровской области предпочтение отдается невозобновляемым энергетическим ресурсам. Это объяснимо. После открытия в Кузнецком бассейне каменного угля он стал основным источником тепловой, а впоследствии и электрической энергии. 60% российского угля добывается в Кузбассе, следовательно, потребность в электроэнергии покрывается за счет собственной регенерации, поэтому Кузбасская энергетика по-прежнему остается инертной.

Задача поиска альтернативной энергии в Кузбассе пока не является первостепенной, пока энергетические компании применяют возобновляемые источники энергетики не активно. Проблемные моменты, которые необходимо будет учитывать при внедрении различных видов возобновляемой энергетики в Кузбассе, заключаются в следующем.

1. Пропаганда и реклама возобновляемой энергетики как альтернативной, так как слабая осведомленность населения о достоинствах применения ВИЭ, не способствует появлению спроса на данные услуги, материалы и оборудование.

2. Вопросы материально - технического и кадрового обеспечения, которые возникнут с развитием возобновляемой энергетики.

3. Разработка финансово - хозяйственного механизма, развитие государственно – частного партнерства. Мировая практика показывает, что для успешного развития возобновляемой энергетики необходимо государственное стимулирование в виде необходимых подзаконных актов, субсидий на научные разработки, налоговые льготы, предоставления льготных кредитов

на финансирование работы предприятий, использующих энергию возобновляемых источников, и других форм поддержки.

4. Формирование нормативно - правовой и законодательной базы, регламентирующей работу в области возобновляемой энергетики [8].

На основе проведенного анализа можно сделать вывод, что в ближайшее время переход на возобновляемые источники энергии в Кузбассе в крупных масштабах не является перспективным, несмотря на то, что правительством Российской Федерации заданы высокие темпы развития в этом направлении. Для Кузбасса ВИЭ пока затратный проект, но крайне необходимый в современных условиях. Внедрение в Кузбассе возобновляемой энергетики – реальная возможность перехода на более высокую ступень энергетической эффективности и безопасности.

Библиографический список

1. Горяев, А.А. Возобновляемые источники энергии: учебно-методическое пособие по решению контрольных задач по дисциплине «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии»/ А.А. Горяев [и др.] – Архангельск: Издательство САФУ, 2015. – 100с.

2. Лукутин, Б.В. Возобновляемые источники электроэнергии: учебное пособие / Б.В. Лукутин. – Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2008 – 187 с. 3. Альтернативные источники в России: современные реалии и потенциал России [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://www.energya.by/alternativnyie-istochniki-energii-v-rossii-sushhestvuyushhierealii-i-potentsial-razvitiya/>.

3. Общая информация//Администрация Кемеровской области [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ako.ru/>

4. Оценка ветроэнергетического потенциала Кемеровской области // Научная электронная библиотека «Киберленинка» [Электронный ресурс] //– Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vetroenergeticheskogo-potentsialakemerovskoy-oblasti>.

5. Аверьянов, В.К. Эффективность энергоснабжения населенных пунктов при использовании возобновляемых источников [Электронный ресурс] // Аверьянов В.К. [и др.] – Режим доступа: <http://lib.usue.ru/resource/free/12/s429.pdf>.

6. Капица П. Л. Доклад «Энергия и физика» на научной сессии, посвященной 250-летию Академии наук СССР. Москва, 8 октября 1975 г. Вестник АН СССР. 1976;(1):34–43.

7. Сидорович В. Мировая энергетическая революция: как возобновляемые источники энергии изменят наш мир. М.: Альпина Паблишер; 2015. 208 с.

8. Чубайс А. Б. Доклад «Возобновляемая энергетика в России: из прошлого в будущее» на Международном форуме «Российская энергетическая неделя», Москва, 05 октября 2018 г. URL: <http://www.rusnano.com/about/press-centre/first-person/274650>.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 3: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ	4
ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ НАПЛАВЛЕННЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ ОБРАЗЦОВ ИЗ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ТЕПЛОТВОДА <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>Гашишникова 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., Карпенков 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 АГЛОСИХТЕ <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 ВЗАИМОВОСТРЕБОВАННЫХ УСТАНОВОК С ЦЕЛЬЮ ЭКОНОМИИ ТОПЛИВА НА СТАДИИ ДОМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ ЧЕРНОЙ 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>Клевицов 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 «АЛЮМИНИК» 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