

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»

тионов натрия резко ухудшает физические, физико-химические и биологические свойства этих почв, их плодородие. Известкование – самое действенное мелиорационное мероприятие. При устранении избыточной кислотности повышается эффективность вносимых удобрений, как минеральных, так и органических, а также снижается доступность тяжёлых металлов при наличии их в почве. Используемые мелиоранты являются источниками минерального питания выращиваемой сельскохозяйственной культуры, так как в их составе (доломит) обнаружены Ca, Mg, Fe, P, S. В ходе исследования было изучено воздействие различных отходов на изменение уровня кислотности почв, и выявлены их мелиорационные возможности, определены оптимальные нормы внесения мелиорантов для получения стабильных урожаев картофеля, произведена биометрическая, физиологическая и экологическая оценка урожая картофеля, выращенного с использованием нетрадиционных мелиорантов. Доказано эколого-агротехническая целесообразность использования отходов металлургического производства, предприятий Новокузнецка (Кузбасса) при выращивании сельскохозяйственных культур. О чём свидетельствует повышение качественных и количественных показателей урожайности клубней картофеля.

Библиографический список

1. Ягодина Б.А. Агрохимия. – Л.: Агропромиздат, 1989. – 243 с.
2. Доспехов Б.А. Основы методики полевого опыта. – М.: Просвещение, 1985. – 350 с.
3. Евсеева И.И., Орлова А.Н., Сударкина А.А. Химия в сельском хозяйстве: учебное пособие по факультативному курсу для учащихся 10 классов. – Москва: Просвещение, 1973. – 143 с.
4. Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. Пищевая химия. Лабораторный практикум: учебное пособие для студентов вузов. – Санкт-Петербург: ГИОРД, типография «Наука», 2006. – 302 с.

УДК 662 (470.6):04.55.054

СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОБИОМОНИТОРИНГА ПРИ КОНСЕРВАЦИИ СКЛАДИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Захарова М.А., Водолеев А.С., Лубенцева Ю.А.,
Толстикова А.Ф., Баженова Н.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия, botanik-egf@yandex.ru*

***Аннотация.** Даны теоретические основы организации экобиомониторинга на рекультивированных и законсервированных промышленных отходах на примере отходов железорудного обогащения Абагурской агломерационной фабрики, г.Новокузнецк. Для этого создана система, с помощью*

которой проводится оценка состояния законсервированных участков и их влияния на окружающую среду. В неё входят опытные рекультивированные территории и природный и техногенный контроль, где рекультивационные мероприятия не проводились. При проведении мониторинга осуществляют отбор проб компонентов природной среды – техногенный субстрат, почва, растительный материал, почвенные микроорганизмы. Описанная система экобиомониторинга представлена в табличной форме.

Ключевые слова: экобиомониторинг, рекультивированные и нереккультивированные отходы железорудного обогащения, химический анализ, альготестирование, качество пыльцы, растительный видовой состав, ферментативная и дыхательная активность почвы.

ORGANIZATION SYSTEM OF ECOBIOMONITORING DURING CONSERVATION OF STORED IRON-CONTAINING WASTE OF METALLURGICAL PRODUCTION

Zakharova M.A., Vodoleev A.S., Lubentseva Yu. A.,
Tolstikova A.F., Bazhenova N.N.

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

Abstract. Theoretical foundations for organizing eco-biomonitoring on reclaimed and preserved industrial waste are given on the example of iron ore enrichment waste from the Abagur sinter plant, Novokuznetsk. To this end, a system has been created to assess the state of the mothballed sites and their impact on the environment. It includes experimental reclaimed territories and natural and man-caused control, where remediation activities have not been carried out. During monitoring, samples are taken of the components of the natural environment - technogenic substrate, soil, plant material, soil microorganisms. The described ecobiomonitoring system is presented in tabular form.

Keywords: ecobiomonitoring, reclaimed and non-reclaimed iron ore waste, chemical analysis, algotesting, pollen quality, plant species composition, enzymatic and respiratory activity of the soil.

Государственный экологический мониторинг (государственный мониторинг окружающей среды) – комплексные наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе компонентов природной среды, естественных экологических систем, за происходящими в них процессами, явлениями, оценка и прогноз изменений состояния окружающей среды (далее – экологический мониторинг) [1]. Экологический биологический мониторинг (экобиомониторинг) включает в себя оценку и прогноз изменений, образующихся в результате природного и антропогенного воздействий. Для этого проводится изучение причин и способов воздействия, ответная реакция живых организмов, выражающаяся в изменении их показателей.

Вопрос правового регулирования мониторинга рекультивированных и

законсервированных промышленных отходов на сегодняшний день остается открытым. В настоящее время на территории нашей страны действуют два нормативных документа, регулирующих мониторинг рекультивированных и законсервированных земель и мониторинг промышленных отходов. Такими документами являются:

1. Приказ Минприроды России от 08.12.2020 N 1030 "Об утверждении Порядка проведения собственниками объектов размещения отходов, а также лицами, во владении или в пользовании которых находятся объекты размещения отходов, мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды на территориях объектов размещения отходов и в пределах их воздействия на окружающую среду" (Зарегистрировано в Минюсте России 25.12.2020 N 61832) [2].

2. Постановление Правительства РФ от 10.07.2018 N 800 (ред. от 07.03.2019) "О проведении рекультивации и консервации земель" (вместе с "Правилами проведения рекультивации и консервации земель") [3].

Приказ Минприроды России от 08.12.2020 N 1030 содержит порядок проведения собственниками объектов размещения отходов, а также лицами, во владении или в пользовании которых находятся объекты размещения отходов, мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды на территориях объектов размещения отходов и в пределах их воздействия на окружающую среду. Но в нем отсутствует информация о проведении экомониторинга применительно к законсервированным или рекультивированным отходам производства, а это значит, что этот приказ не обязывает собственников таких отходов осуществлять мониторинг.

Постановление Правительства РФ от 10.07.2018 N 800 описывает процедуру проведения рекультивации и консервации земель, но не содержит информацию о необходимости проведения мониторинга по завершении проведенных мероприятий, а также не распространяется на отходы производства.

Вместе с тем, существует ряд работ [4-5], подтверждающих необходимость проведения мониторинга на рекультивированных территориях после техногенного воздействия. Все эти факторы указывают на необходимость совершенствования правового регулирования процесса рекультивации [6].

В сложившейся ситуации требуется система, с помощью которой появилась бы возможность проводить оценку состояния законсервированных участков и их влияния на окружающую среду. На сегодняшний день имеется ряд разработок, позволяющих решить поставленную задачу. Но вместе с тем, они ориентированы на нереккультивированные объекты, то есть объекты, деятельность которых прекращена, и в отношении которых не предпринято дополнительных мер по снижению их негативного воздействия на окружающую среду. В работе предложена система, предполагающая проведение мониторинга законсервированного участка (с помощью рекультивантов), законсервированного участка без рекультивантов, либо эксплуатирующегося участка отходов, а также природного участка, выступающего в качестве эталона, на который не распространяется техногенное воздействие. Полученные данные сравнивают между собой, с ПДК и на основании этого делают вывод

о состоянии законсервированного участка, его влияния на окружающую среду, делают прогноз о возможных изменениях, при необходимости предпринимают меры по устранению негативного влияния, если таковое выявлено на основании данных мониторинга. Также возможно использование указанной системы мониторинга при отсутствии законсервированного участка без рекультиванта или эксплуатирующегося участка. В такой ситуации мониторингу подвергаются два объекта – законсервированный (рекультивированный) и природный участки.

При проведении мониторинга осуществляют отбор проб компонентов природной среды – грунт, почва, растительный материал, почвенные микроорганизмы, животные. Такой подход дает возможность проследить воздействие складированных отходов на разных структурных уровнях жизни, что позволяет дать более комплексную объективную оценку состояния объекта размещения отходов.

Процедура мониторинга осуществляется в следующей последовательности. На объектах проведения мониторинга: законсервированном (с помощью рекультивантов) участке, природном участке и участке без рекультивантов выбираются опытные площадки, определяется периодичность отбора проб с выбранных точек. Указанные параметры выбирают исходя из размеров исследуемых территорий, а также принципа представительности. Отбор проб предполагается проводить в летне-осенний период.

В пробах почвы, грунта и растительном материале проводят определение загрязняющих веществ (тяжелых металлов) методом количественного химического анализа. Такая система помогает сделать вывод о миграции элементов в системе «грунт-растение», а также спрогнозировать способность этих элементов к распространению за пределы наблюдаемых территорий. Пробы отбирают с глубины 0-5 и 5-20 см, массой не более 200 г. При этом, инструмент для отбора проб не должен содержать металлов, стенку прикопки также следует зачистить инструментом из полиэтилена или пластмассы. Растительный материал отбирают с учетом видовой принадлежности в количестве 1-2 кг на сырую массу.

Отобранные пробы почвы также оцениваются на наличие токсического воздействия на биологические объекты. В предлагаемой системе предпочтительнее использовать аьготестирование, так как наряду с биотестированием проводится оценка почвенной микрофлоры, что в совокупности позволяет оценить воздействие почвенной среды на микроорганизмы. Вместе с тем не исключается проведение биотестирования и на других организмах, например, дафниях. По результатам биотестирования и определения почвенных водорослей можно сделать вывод о наличии или отсутствии в субстрате каких-либо веществ, негативно влияющих на тест-объект, что в дальнейшем позволит оценить возможность самовосстановления природной среды на законсервированных участках.

Также в точках отбора проб в полевых условиях предполагается проведение анализа по дыханию почв, который позволяет оценить интенсивность газообмена между почвенным воздухом и атмосферой, на основании

которого следует судить о процессах почвообразования с участием почвенных микроорганизмов и корней растений.

Ввиду того, что основную массу растительного вещества составляет клетчатка, при экологическом мониторинге важно контролировать активность почвенной целлюлозоразрушающей микрофлоры. С этой целью предлагается определять микрофлору аппликационным методом по разложению хлопчатобумажной ткани. По результатам исследования следует делать вывод об интенсивности преобразования клетчатки в гумусовые вещества, необходимые для формирования почвенной структуры.

Важным элементом экологического мониторинга является проведение химического анализа субстрата, результаты которого являются используются для контроля за наличием загрязнений, в том числе и тяжелых металлов.

Мониторинг состояния растительного покров осуществляется по двум показателям – содержанию тяжелых металлов в растительности и по качеству пыльцы. Уровень содержания тяжелых металлов позволяет судить о их миграции из субстрата, при этом важно учитывать видовую принадлежность растений и связанную с этим диффузию, а также прогнозировать химический состав отходов под слоем рекультивантов с целью их последующего извлечения и переработки. Методика анализа качества пыльцы заключается в определении процента ненормальных (абортивных) пыльцевых зерен, что позволяет спрогнозировать жизненный потенциал растительного материала при проведении рекультивационных работ на складированных отходах. У растений, произрастающих в нормальных условиях, пыльца имеет хорошее качество, процент нормальных пыльцевых зерен близок к 100 %. Повышенное загрязнение может снизить процент нормальных пыльцевых зерен до 50 % и ниже.

Оценка динамики видового состава травяного покрова проводится ввиду того, что фитоценоз является главной составляющей, узловой во всех отношениях подсистемой биogeоценоза, где в растительных популяциях протекают основные процессы образования и преобразования того, что является основой жизни на планете – органического вещества.

Описанную систему эcobиомониторинга можно представить в табличной форме, что отражено в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Эcobиомониторинг почвы (грунта)

Виды исследований	Используемые методы	Периодичность проведения	Контролируемые показатели
Дыхание почвы	Полевой опыт, абсорбционный метод Штатнова	Раз в год	Интенсивность дыхания
Целлюлозоразрушающая микрофлора	Полевой опыт, аппликационный метод (определение интенсивности разложения льняного полотна)	Раз в год	Оценка ферментативной активности почвенной микрофлоры

Продолжение таблицы 1

Виды исследований	Используемые методы	Периодичность проведения	Контролируемые показатели
Биотестирование	Морфофизиологический метод	Раз в год	Токсическая кратность разбавления, ТКР
Почвенная альгофлора	Метод «обрастания стеклов» по Н.Г. Холодному) лабораторно-аналитический метод (микроскопирование с целью определения видового состава почвенных водорослей)	Раз в год	Оценка видового состава водорослей по морфологическим признакам
Химический анализ	Метод атомно-абсорбционной спектроскопии	Раз в год	Концентрация тяжелых металлов (Zn, Cu, Ni, Co, Sr, Ba, Fe, Al, Cd) и As

Таблица 2 – Экобиомониторинг растительности

Виды исследований	Используемые методы	Периодичность проведения	Контролируемые показатели
Химический анализ	Метод масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой	Раз в год	Концентрация тяжелых металлов (Zn, Cu, Ni, Co, Sr, Ba, Fe, Al, Cd) и As
Качество пыльцы	Полевой опыт (сбор пыльцы) лабораторно-аналитический метод (микроскопирование с целью определения качества пыльцевых зерен)	Раз в год	Доля нормальных зерен и доля abortивных зерен
Видовое разнообразие	Полевой	Раз в год	Видовая принадлежность в рамках растительного сообщества

Предложенный способ экобиомониторинга был опробован на законсервированном с помощью рекультиванта (осадки сточных вод) участке Абагурской агломерационно-обоганительной фабрики АО «ЕВРАЗ ЗСМК». Работы проводились на данной территории в течение 20 лет, что позволило выявить следующие тенденции:

- восстановление плодородного слоя почвенного покрова на участке с использованием рекультиванта;
- активное формирование растительного покрова складированных на железосодержащих отходах;
- нейтрализация негативного воздействия шламохранилища Абагурской агломерационно-обогачительной фабрики;
- создание оздоровительного эффекта пригородной и городской территории г. Новокузнецка;
- перспектива длительной экологически безопасной консервации железосодержащих отходов до проведения их глубокой переработки.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 10 января 2002 г. №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» – Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс. – Текст: электронный.
2. Приказ Минприроды России от 08.12.2020 N 1030 "Об утверждении Порядка проведения собственниками объектов размещения отходов, а также лицами, во владении или в пользовании которых находятся объекты размещения отходов, мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды на территориях объектов размещения отходов и в пределах их воздействия на окружающую среду" (Зарегистрировано в Минюсте России 25.12.2020 N 61832) – Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс. – Текст: электронный.
3. Постановление Правительства РФ от 10.07.2018 N 800 (ред. от 07.03.2019) "О проведении рекультивации и консервации земель" (вместе с "Правилами проведения рекультивации и консервации земель") – Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс. – Текст: электронный.
4. Щербакова Е.П. К вопросу о рекультивации техногенных образований. Горный информационно-аналитический бюллетень. №7. - М.: МГГУ, 2003. - С. 72-77.
5. Желибо Т.В. Оценка формирования растительного покрова рекультивированных территорий золошлакоотваловых отходов Читинской ТЭЦ-1/ Т. В. Желибо, Е. А. Банщикова, И. Л. Вахнина // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2020. – № 3(39). – С. 106-122.
6. Полищук, А. И. Правовые и организационные проблемы проведения рекультивационных работ / А. И. Полищук // Эпомен. – 2020. – № 43. – С. 111-120.

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., Филиппов 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>Гашикова 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