

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»

КЕДР КАК ОБЪЕКТ РЕКУЛЬТИВАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ В УСЛОВИЯХ КУЗБАССА

Водолеев А.С., Захарова М.А., Толстикова А.Ф., Баженова Н.Н.

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

Аннотация. Проведен анализ технологий проведения лесной рекультивации на угольных отвалах Кузбасса. Особое внимание уделено методическим основам выращивания кедра. Специфичные горно-геологические, агрохимические, водно-физические свойства рекультивируемых угольных субстратов накладывают свой отпечаток на агротехнику выращивания этого хвойного дерева. Использование саженцев с закрытой корневой системой, выращенных в питомнике, календарные сроки их высадки, требования к погодным условиям, послепосадочный полив – это далеко неполный перечень необходимых условий для успешного выращивания кедра.

Ключевые слова: технология проведения лесной рекультивации, угольные отвалы Кузбасса, агротехника выращивания, закрытая корневая система саженцев кедра, совместная посадка других культур.

CEDAR AS AN OBJECT OF RECLAMATION POSSIBILITIES IN THE CONDITIONS OF KUZBASS

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

*Siberian state industrial university
Novokuznetsk, Russia, botanik-egf@yandex.ru*

Abstract. The analysis of technologies for carrying out forest reclamation on the coal dumps of Kuzbass was carried out. Particular attention is paid to the methodological foundations of growing cedar. Specific mining-geological, agrochemical, water-physical properties of reclaimed coal substrates leave their mark on the agrotechnics of growing this coniferous tree. The use of seedlings with a closed root system grown in a nursery, the calendar dates for their planting, the requirements for weather conditions, post-planting watering - this is far from an exhaustive list of the necessary conditions for the successful cultivation of cedar.

Keywords: forest reclamation technology, coal dumps in Kuzbass, cultivation techniques, closed root system of cedar seedlings, joint planting of other crops.

Кузбасс – уникальный регион с точки зрения масштабов техногенного воздействия на природу. Плотность угольных, металлургических и химических производств, а так же предприятий энергетики не имеет мировых аналогов.

Развитие угольной отрасли в Кузбассе на протяжении последних десятилетий привело к серьезным изменениям природных ландшафтов, деградации растительного покрова на огромных пространствах. В регионе площа-

дью всего 95,7 тыс. км² в 2021 году было добыто 243,1 млн т угля, что составляет 48,8 % от общероссийского объема добычи. Производство угля постоянно растет, главным образом за счет открытой добычи, доля которой стремительно увеличивается с 64 % в 2007 году до 75–80 % к 2020 году.

В результате горных работ происходит нарушение геоморфологического строения поверхности земли, уничтожение почвенного и растительного покрова, загрязнение водной среды и атмосферы, снижение биологического разнообразия. Со временем происходят кардинальные изменения биологических и почвенно-геохимических процессов, вызванных выносом на поверхность глубинных горных пород прошлых геологических эпох, не свойственных естественным ландшафтам. По экспертным оценкам [1], площадь нарушенных земель в Кузбассе составляет 120–150 тыс. га.

Лесная рекультивация – ведущее направление восстановления нарушенных угольной промышленностью земель в Кузбассе. Посадка на посттехногенных землях древесной растительности в регионе уже проводится на протяжении 50 лет. За прошедший период методами лесной рекультивации возвращено в хозяйственный оборот более 15 тыс. га, что составляет около 60 % площади всех рекультивированных земель в Кузбассе. Но как показывают исследования [2] кедр сибирский (*Pinus sibirica* Du Tour) в насаждениях занимает незначительную долю, как правило, в виде дополнений в сосновых посадках или на мелкоконтурных участках. Это обстоятельство служит весомым аргументом для увеличения кедровых насаждений на рекультивируемых техногенно нарушенных территориях.

Широкое использование методов лесной рекультивации продиктовано, с одной стороны, необходимостью оптимизации крайне напряженной экологической обстановки в районах угледобычи, с другой стороны – относительной малой затратностью и доступностью проведения работ по облесению территорий. Восстановление на посттехногенных землях древесных насаждений позволило создать вокруг городов «зеленые зоны», частично снизить негативное влияние техногенных объектов на окружающие природные ландшафты.

Методические основы лесной рекультивации стали разрабатываться с начала 1970 гг. По многолетним результатам этих опытно-производственных работ в 1989 году были изданы «Рекомендации по созданию лесных насаждений на отвалах угольных разрезов Кузбасса» [3], в 2005 году – «Рекомендации по лесной рекультивации нарушенных земель в Кузбассе» [4] и в 2017 году – «Методические рекомендации по лесной рекультивации нарушенных земель на предприятиях угольной промышленности в Кузбассе» [1].

Хотя по происхождению кедр сибирский относится к горным лесообразующим породам, в настоящее время он занимает как горные, так и обширные равнинные территории. Сам ареал кедра сибирского в центре таежной зоны северной части Евразии, в основном в Сибири, свидетельствует о нем как о морозоустойчивой континентальной относительно влаголюбивой лесной породе.

Кедр сибирский, как и кедр европейский, считаются породами теневы-

носливыми и в общей шкале их ставят за пихтой сибирской и елью. Теневыносливость проявляется в способности молодых поколений деревьев длительное время довольствоваться незначительной освещенностью под пологом верхних ярусов и образовывать сомкнутые древостой в смеси с пихтой и елью.

Вместе с тем теневыносливость кедра ни в коей мере не является показателем его потребности в затенении. Опыт выращивания посадочного материала в питомниках и сравнение роста в лесных культурах под пологом леса и на открытых площадях свидетельствует о лучшем росте кедра при полной освещенности (по В. Н. Габееву [5]). По отношению к влаге кедр считается требовательной породой, в особенности к влажности воздуха.

Первые попытки создания культур кедра посевом семян в неподготовленную почву в Западной Сибири проводились в 1947 – 1949 гг. Опыт оказался неудачным и культуры погибли. Позднее технология создания культур заключалась в нарезке борозд плугом ПЖЛ-70 или ПЛП-135, ручном или механизированном посеве орехов, посадке сеянцев (дичков) по дну борозды. Для закультивирования выбирались наиболее чистые, незахламленные участки. Кедровые вырубки, из-за наличия большого количества порубочных остатков, из лесокультурного фонда обычно исключались. Густота посадок на сравнительно свободных площадях достигала 6 тыс. шт./га.

Заращение культур березой и осиною является основной причиной неудач искусственного восстановления кедра. На свежих и влажных вырубках в первый год после рубки активно поселяются лиственные породы и через 5 – 6 лет посадки оказываются под пологом березы или осины. Даже на тех площадях, где до создания культур процесс облесения из-за сильного задержания почвы протекал медленно, после подготовки почвы площадками и бороздами интенсивно возобновляются лиственные насаждения. Рубки ухода по осветлению кедра интенсивностью 40 – 50 % не дают желаемых результатов. Оставленные на корню береза и осина усиливают рост и восстанавливают первоначальную сомкнутость, поэтому без активных и неоднократных лесоводственных уходов восстановление кедра на таких площадях в лучшем случае возможно только через смену пород.

Агротехника создания лесных насаждений на рекультивируемых землях имеет ряд существенных отличий от классических лесоводственных методов по количеству высаживаемого посадочного материала, схемам посадки и подбору сопутствующих пород. Отличия обусловлены специфическими горно-геологическими, агрохимическими, водно-физическими свойствами рекультивируемых субстратов и эксплуатационными особенностями самих отвалов. Посадку саженцев деревьев и кустарников целесообразно проводить через 1-2 года после завершения технического этапа. За это время происходит усадка и стабилизация поверхности отвала, физическая дезинтеграция горной массы в приповерхностном слое и накопление мелкоземных фракций, которые обеспечивают водоудерживающую способность субстратов. Щебнистые и каменистые грунты, состоящие из песчаников, алевролитов и аргиллитов, не уплотняются, а под воздействием света, влаги и перепада температур формируют рыхлую структуру.

Посадку хвойных пород лучше проводить в начале осени (сентябрь), при наступлении прохладной погоды со среднесуточной температурой 10 – 15 °С, но до наступления продолжительных заморозков, а также весной в конце апреля – первой половине мая, до начала массового трогания в рост верхушечных почек саженцев. Наибольшую выживаемость саженцев кедра обеспечивается их выращиванием в плодородном грунте с закрытой корневой системой (ЗКС). Также дает положительный эффект обмакивание корней сеянца в глиняную болтушку в момент выкопки саженца непосредственно в лесном питомнике. Для увеличения приживаемости культур, роста высаженных растений рекомендуется болтушку готовить с добавлением жидких гуминовых удобрений с набором микроэлементов (Био-Мастер, Техура-М, Техура-био и др.) [1].

Для создания плантационно-обсеменительных культур используются саженцы с закрытой корневой системой, выращенные на питомнике. Посадку следует проводить с конца августа, после прекращения роста и одревеснения побегов текущего года, до середины сентября, чтобы корневая система саженцев успела адаптироваться к новым условиям произрастания. Посадку желательно приурочить к наступлению прохладной погоды с осадками, так как в случае теплой солнечной погоды для лучшей приживаемости требуется послепосадочный полив. Посадку саженцев проводят в заранее подготовленные лунки. Для этого лучше всего подходят бурьямы, агрегатируемые с универсально-пропашными тракторами, или переносные бензобурьямы. Размер лунок подбирается с учетом размера корневого кома, как правило, диаметр лунки больше диаметра кома на 50–70 %, глубина – на 20–30 % больше высоты кома. Одним из приемов повышения средообразующих функций будущих лесных экосистем является создание многокомпонентных по составу древесных пород типов лесных культур, которые более устойчивы и продуктивны, быстрее растут и формируют лесную среду. Учитывая биологические особенности используемых при рекультивации видов, целесообразно кулисное смешение лесообразующих древесных видов и мелиоративных кустарников. Высокий мелиоративный эффект по отношению к главной породе показывают кустарники с симбиотрофным, азотофиксирующим типом почвенного питания.

В горно-таежной подзоне целесообразно проводить совместную посадку сосны обыкновенной и кедра сибирского. Кедр растет в два раза медленнее сосны и обладает высокой теневыносливостью. Целесообразно чередование рядов кедра и сосны через один. Норма высадки на 1 га участка рекультивации составляет: сосны – 1 тыс. шт., кедр – 0,5–0,75 тыс. шт., по схеме 1,5–2 × 3 м. Благодаря быстрому росту сосны при такой посадке в первые 20 лет формируется лесной полог, под который поселяются зональные лесные травянистые виды, и создается необходимое для кедров легкое отенение. К 40 годам на рекультивированном участке сформируется молодой плодоносящий кедровник.

Особенности лесной рекультивации в угледобывающих районах Кузбасса. Район г. Междуреченска. Здесь наиболее масштабные по площа-

ди и объему вскрышных горных пород нарушения. В то же время из-за незначительной площади отработанных участков угольных месторождений рекультивация проводится на небольших площадях. Это создает нетипичную для естественного ландшафта «послепромышленную пустыню» с неблагоприятными условиями и проявлениями природно-климатических аномалий для этого района – загрязнение атмосферы, иссушение приземных слоев воздуха и повышенная летняя температура. Отрицательное воздействие распространяется как на жилые кварталы города, так и на обширную прилегающую территорию. Характерной особенностью горно-геологических условий района является преобладание во вскрышной толще горных пород песчаников, которые трудно поддаются выветриванию, в результате чего высокая каменистость на объектах рекультивации сохраняется длительное время.

С учетом природно-климатических условий района, в качестве лесобразующих пород, кроме сосны и лиственницы, возможно введение в состав кедра (сосны сибирской), ели и пихты.

Район г. Новокузнецка. Район расположен в лесостепной зоне Кузнецкой котловины с благоприятными природно-климатическими условиями. Поскольку город является крупнейшим индустриальным центром с высоким уровнем атмосферного загрязнения, на первый план ставится задача улучшения санитарно-гигиенических условий труда и жизни, необходимость создания лесных зеленых зон, в целом – улучшение экологических условий. В пределах городских земель и на прилегающих территориях преобладают нарушенные земли при подземной добыче угля. Старые шахты в большинстве своем закрыты. Значительная часть подработанных территорий занята лесными культурами сосны, но остаются большие площади нарушенных земель, где необходима лесная рекультивация. Кроме нарушенных угледобычей земель, район характеризуется наличием больших площадей отвалов из отходов металлургического производства. Это хвостохранилище Абагурской обогатительной фабрики и шламохранилище АО «Евраз ЗСМК». Рекультивация этих объектов сложнее, чем нарушенных земель угледобывающих предприятий, но вполне возможна, при использовании положений настоящих рекомендаций и опыта лесной рекультивации отвалов угольных разрезов. Примером может служить закрепление поверхности хвостохранилища агломерации железной руды древесной растительностью. В условиях атмосферного загрязнения повышенную устойчивость и средообразующие качества имеют высокополнотные лесонасаждения. Вместе с тем такие насаждения в черте города и в непосредственной близости к нему представляют собой объекты чрезвычайно высокой пожарной опасности. В целях снижения горимости создаваемых насаждений и поддержания высокой полноты древостоев следует создавать смешанные с лиственными породами лесонасаждения, а также проводить профилактические рубки ухода – обрезку нижних мутовок веток (до 1,5–2,0 м), уборку сухостоя и отставших в росте деревьев.

Таким образом, искусственное восстановление кедра путем создания лесных культур на техногенно нарушенных территориях, в частности, на отвалах открытых угольных разработок, требует определенных технологиче-

ских решений. Прежде всего, это связано с выращиванием в питомнике саженцев с закрытой корневой системой для предотвращения шокового состояния при их высадке в техногенный субстрат, добавление в ЗКС грибной микрофлоры, обеспечивающей создание простой и вильчатой микоризы, что сможет обеспечить наибольшую выживаемость подроста кедра при проведении биологической рекультивации.

Библиографический список

1. Уфимцев В.И. Методические рекомендации по лесной рекультивации нарушенных земель на предприятиях угольной промышленности в Кузбассе / В.И. Уфимцев, Ю.А. Манаков, А.Н. Куприянов – Кемерово: Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Федерал. иссл. центр угля и углехимии СО РАН ; [под общ. ред. Ю.А. Манакова], КРЭОО «Ирбис», 2017. – 44 с.
2. Уфимцев В.И. Современное состояние лесонасаждений и проблемы лесной рекультивации на отвалах угледобычи Кузбасса/Известия Иркутского гос.университета. Сер. «Биология. Экология», 2013. Т.6. №3. – С. 63–69.
3. Баранник Л. П. Рекомендации по созданию лесных насаждений на отвалах угольных разрезов Кузбасса. Воронеж: ЦНИИЛГиС, 1989. – 15 с.
4. Рекомендации по лесной рекультивации нарушенных земель в Кузбассе / Сост.: Л. П. Баранник, А. М. Шмонов, В. П. Николайченко. Кемерово: КООО «Союз экологов Кузбасса», 2005. – 26 с.
5. Габеев, В. Н. Опыт разведения кедра в лесостепной зоне Западной Сибири Текст. / В. Н. Габеев // Пути' улучшения лесоустройства и лесопользования в Западной Сибири. Новосибирск, 1965. – С. 17-21.

УДК 631.5:669.504.064.47

АГРОТЕХНИКА ВЫРАЩИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Водолеев А.С., Захарова М.А., Постельников В.Н.,
Ким В.И., Бондарев М.Р.

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

Аннотация. Проведен полевой опыт по агротехнике возделывания картофеля с использованием отходов металлургического производства. Под влиянием внесенных мелиорантов улучшаются питательные свойства и структура урожая на опытных участках. Дана агроэкологическая оценка биологического урожая и пищевых качеств картофеля.

Ключевые слова: отходы металлургического производства, полевой опыт, агротехника возделывания картофеля, структура урожая, биометрические показатели клубней картофеля, содержание крахмала и витамина С.

AGROTECHNICS OF POTATO CULTIVATION USING

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 ВЗАИМОСТРЕБОВАННЫХ 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