

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»

8. Гольцман Б.М., Яценко Е.А., Геращенко В.С., Комунжиева Н.Ю., Яценко Л.А., Смолий В.А., Чиа-чи Ченг. Пористые теплоизоляционные материалы на основе различных видов силикатного сырья // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. 2020. № 1(205). С. 55-60.

9. Казьмина О.В., Волкова А.Ю. Получение пеностеклокристаллического материала на основе природного и техногенного кремнеземистого сырья // Труды Братского государственного университета. Серия: естественные и инженерные науки. 2016. Т. 1. С. 110-114.

10. Казанцева Л.К., Сторожено Г.И. Теплоизоляционный материал на основе опокового сырья // Строительные материалы. 2013. № 5. С. 85-88.

УДК 622, 504

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ КУЗНЕЦКОГО УГОЛЬНОГО БАСЕЙНА

Баженова Н.Н., Водолеев А.С., Гибадуллин Р.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия, BazhenovaNN_ak@mail.ru*

Аннотация. В статье описывается актуальность вопроса рекультивации нарушенных земель при добыче угля открытым способом, направления рекультивации и ее этапы, проведен обзор основных проблем несоответствия требованиям документам, регламентирующим вопросы восстановления нарушенных земель.

Ключевые слова: рекультивация, нарушенные земли, экологический ущерб, плодородный слой почвы.

RECUITIVATION OF DISTURBED LANDS IN THE COAL MINES OF THE KUZNETSK COAL BASIN

Bazhenova N.N., Vodoleev A.S., Gibadullin R.M.

*Siberian state industrial university,
Novokuznetsk, Russia, BazhenovaNN_ak@mail.ru*

Abstract. The article describes the relevance of the issue of recultivation of disturbed lands during open-pit coal mining, the directions of recultivation and its stages, an overview of the main problems of non-compliance with the requirements of documents regulating the restoration of disturbed lands.

Keywords: reclamation, disturbed lands, environmental damage, fertile soil layer.

Кузнецкий угольный бассейн или Кузбасс является одним из крупнейших месторождений угля в России. Площадь его территории составляет 26,7

тысяч км². Угленосная толща Кузнецкого угольного разреза содержит около 350 угольных пластов различной мощности. Преобладающая мощность пластов угля от 1,3 до 4,0 м. Имеются угольные пласты в 9-15 и даже в 20 м, а в местах раздувов до 30 м. Из всей угледобычи в Кузбассе на долю месторождений, которые осваивают открытым способом, приходится около 66 %.

Угольная промышленность создает мощное техногенное воздействие на окружающую среду. Каждая тонна добытого угля сопровождается сбросом 2,5 м³ загрязненных сточных вод, размещением 2,16 м³ вскрышных (вмещающих) пород; каждые 1000 т добычи – выбросом в атмосферу 2,17 т вредных веществ, нарушением 0,55 га земель. По статистическим данным, площадь нарушенных земель в Кузбассе на конец 2020 года составляла 95,6 тыс. га [1].

Одной из экологических проблем Кузбасса является низкий процент ликвидации последствий нарушения экологических норм землепользования в результате угледобычи, которая ведется преимущественно открытым способом. При использовании земельных ресурсов происходит уничтожение растительного, почвенного покрова, почвообразующих слоев литосферы и геологического фундамента ландшафта. Значительная часть ландшафтных нарушений при открытой разработке угольных месторождений представляется в виде внешних породных отвалов вскрышных пород, расположенных за пределом карьерных полей. Вынесенные на поверхность громадные массы глубинных горных пород постепенно «растекаются» на прилегающие территории, загрязняя их тяжелыми металлами, сернистыми, фенольными и другими токсичными для человека продуктами окисления глубинных горных пород [2]. Площадь нарушенных земель в регионе в 12,5 раза превышает среднероссийские показатели. Вместе с тем в некоторых районах Кемеровской области техногенно нарушено до 20 % площади пашни [3]. Многие месторождения, отрабатываемые открытым способом, не рекультивируются в полной мере и в соответствии с экологическими нормами, консервируются, либо перепродаются более мелким собственникам, неспособным нести затраты на восстановление нарушенных земель. Область входит в число субъектов РФ, где доля проб из почв селитебной зоны, не соответствующих гигиеническим нормативам, постоянно и значительно превышает среднероссийские по микробиологическим и паразитологическим показателям.

Одним из способов снижения экологического ущерба при этом является рекультивация земель. Рекультивация земель представляет собой мероприятия по предотвращению деградации земель и (или) восстановлению их плодородия посредством приведения земель в состояние, пригодное для их использования в соответствии с целевым назначением и разрешенным использованием, в том числе путем устранения последствий загрязнения почв, восстановления плодородного слоя почвы, создания защитных лесных насаждений. Рекультивацию нарушенных земель проводят собственники земельных участков, землепользователи, землевладельцы, арендаторы, обладатели сервитута, а при установлении лиц, действия которых повлекли нарушение земель и земельных участков – указанные лица.

Рекультивация нарушенных земель, как правило, осуществляется в два последовательных этапа: технический и биологический.

Технический этап рекультивации нарушенных земель предусматривает комплекс работ по созданию необходимых условий для дальнейшего использования рекультивированных земель в соответствии с целевым назначением и разрешенным использованием. является подготовительным звеном к биологическому этапу. Основная задача этапа – техническое устройство нарушенной территории, подготовка условий для нормального роста и развития растительности.

Технический этап рекультивации предусматривает выполнение мероприятий по подготовке земель, освобождающихся после отработки месторождения, к последующему целевому использованию.

Мероприятия заключаются в грубой и чистовой планировке поверхности нарушенных земель:

- постановке откосов уступов и ярусов отвала в устойчивое положение;
- ликвидации последствий осадки отвала и выполнении противоэрозионных мероприятий;
- выколаживании откосов отвала;
- формировании ограждающего вала по периметру карьерной выемки для предотвращения падения людей и животных;
- очистке рекультивируемой территории от производственных отходов, в том числе строительного мусора, с последующим их захоронением или складированием в установленном месте.

Кроме того, на техническом этапе осуществляется строительство дорог, гидротехнических и мелиоративных сооружений, а также выполняются другие работы, создающие необходимые условия для дальнейшего использования рекультивированных земель по целевому назначению или для проведения мероприятий по восстановлению плодородия почв (биологический этап). Если решения по рекультивации предусматривают нанесение на рекультивируемые поверхности плодородного слоя почвы и потенциально плодородных пород, необходимо установить их пригодность для рекультивации посредством определения химического состава, санитарного состояния, агрохимических свойств.

На угольных разрезах с целью сокращения сроков и затрат на рекультивацию внутренних отвалов технический этап рекультивации совмещается с производством вскрышных работ и формированием отвалов, а также используется веерная отсыпка породы на верхнем ярусе отвала. Рекультивационные работы обычно ведутся с применением имеющегося горнотранспортного оборудования: экскаваторов, отвалообразователей, бульдозеров, скреперов, карьерных самосвалов.

Биологическая рекультивация – это комплекс мелиоративных и агротехнических мероприятий по восстановлению плодородия и хозяйственной ценности земель, подразумевает, в первую очередь, восстановление плодородия почвы [4]. По данным почвоведов, в среднем это удаётся сделать на

80 %, но можно добиться и 90-процентного восстановления. Также биологическая рекультивация направлена на выращивание деревьев и кустарников и на возвращение землям экологической, экономической и социальной ценности. Бывшие выработки могут впоследствии использоваться для производства древесины (если на месте карьеров создаются лесохозяйственные участки) и для выращивания сельскохозяйственных культур. Восстановленные земли могут также использоваться под пастбища, карьеры могут превращаться в рыбные водоёмы и многое другое.

Классификация нарушенных земель по направлениям рекультивации в зависимости от видов последующего использования в народном хозяйстве указана в ГОСТ 17.5.1.02-85 [5] и представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация нарушенных земель по направлениям рекультивации в зависимости от видов последующего использования в народном хозяйстве

Группа нарушенных земель по направлениям рекультивации	Вид использования рекультивированных земель
Земли сельскохозяйственного направления рекультивации	Пашни, сенокосы, пастбища, многолетние насаждения
Земли лесохозяйственного направления рекультивации	Лесонасаждения общего хозяйственного и полезащитного назначения, лесопитомники
Земли водохозяйственного направления рекультивации	Водоёмы для хозяйственно-бытовых, промышленных нужд, орошения и рыбоводческие
Земли рекреационного направления рекультивации	Зоны отдыха и спорта: парки и лесопарки, водоёмы для оздоровительных целей, охотничьи угодья, туристические базы и спортивные сооружения
Земли природоохранного и санитарно-гигиенического направления рекультивации	Участки природоохранного назначения: противозерозионные лесонасаждения, задернованные или обводненные участки, участки, закрепленные или законсервированные техническими средствами, участки самозарастания - специально не благоустраиваемые для использования в хозяйственных или рекреационных целях
Земли строительного направления рекультивации	Площадки для промышленного, гражданского и прочего строительства, включая размещение отвалов отходов производства (горных пород, строительного мусора, отходов обогащения и др.)

Выбранное направление рекультивации должно с наибольшим эффектом и наименьшими затратами обеспечивать решение задач рационального и комплексного использования земельных ресурсов района, создания гармоничных ландшафтов, отвечающих экологическим, хозяйственным, эстетическим и санитарно-гигиеническим требованиям.

Основными направлениями рекультивации, применяемыми на угольных разрезах, являются – сельскохозяйственное, лесохозяйственное и санитарно-гигиеническое.

Согласно ГОСТ 17.5.3.04-83 [6], в районах с наличием плодородных почв и благоприятными природными условиями, где возможно производство сельскохозяйственной продукции, рекультивация земель должна вестись преимущественно в сельскохозяйственном направлении. Сельскохозяйственное направление рекультивации экономически целесообразно проводить в районах с высокой плотностью населения с близостью мест потребления выращиваемой продукции.

Требования к рекультивации земель при сельскохозяйственном направлении:

- формирование участков нарушенных земель, удобных для использования по рельефу, размерам и форме, поверхностный слой которых должен быть сложен породами, пригодными для биологической рекультивации;

- планировка участков нарушенных земель, обеспечивающая производительное использование современной техники для сельскохозяйственных работ и исключая развитие эрозионных процессов и оползней почвы;

- нанесение плодородного слоя почвы на малопригодные породы при подготовке земель под пашню;

- использование потенциально плодородных пород с проведением специальных агротехнических мероприятий при отсутствии или недостатке плодородного слоя почвы;

- проведение интенсивного мелиоративного воздействия с выращиванием однолетних, многолетних злаковых и бобовых культур для восстановления и формирования корнеобитаемого слоя и его обогащения органическими веществами при применении специальных агрохимических, агротехнических, агролесомелиоративных, инженерных и противоэрозионных мероприятий;

- получение заключения агрохимической и санитарно-эпидемиологической служб об отсутствии опасности выноса растениями веществ, токсичных для человека и животных.

Лесная рекультивация предусматривается тогда, когда невозможна или нецелесообразна сельскохозяйственная, но требуется улучшение экологической обстановки, защита прилегающих земель от эрозии и дефляции, необходимо восстановление лесных массивов, нарушенных в процессе разработки полезных ископаемых [6]. Земельные участки в составе земель лесного фонда преимущественно подлежат лесохозяйственному направлению рекультивации [7].

Требования к рекультивации земель при лесохозяйственном направлении:

- создание насаждений эксплуатационного назначения, а при необходимости, лесов защитного, водорегулирующего и рекреационного назначения;

- создание рекультивационного слоя на поверхности откосов и берм отвалов из материала, благоприятного для выращивания леса;

- планировка участков, не допускающая развитие эрозионных процессов и обеспечивающая безопасное применение почвообрабатывающих, лесопосадочных машин и машин по уходу за посадками;

- создание в неблагоприятных почвенно-грунтовых условиях лесонасаждений, выполняющих мелиоративные функции;

- подбор древесных и кустарниковых растений в зависимости от классификации горных пород, характера гидрогеологического режима и других экологических факторов;

- организация противопожарных мероприятий.

Чаще всего предприятия угледобывающей отрасли проводят рекультивацию нарушенных земель в преимущественно санитарно-гигиеническом направлении, так как оно предъявляет наименьшие требования к качеству рекультивируемых земель и выполняется с минимальными затратами. При этом качество рекультивированных земель не всегда находится на должном уровне, что создает трудности при их дальнейшем использовании.

Требования к рекультивации земель при санитарно-гигиеническом направлении:

- выбор средств консервации нарушенных земель в зависимости от состояния, состава и свойств слагаемых пород, природно-климатических условий, технико-экономических показателей;

- согласование всех мероприятий по технической и биологической рекультивации при консервации нарушенных земель с органами санитарно-эпидемиологической службы;

- применение вяжущих материалов для закрепления поверхности нарушенных земель, не оказывающих отрицательного воздействия на окружающую среду и обладающих достаточной водопрочностью и устойчивостью к температурным колебаниям;

- нанесение экранирующего слоя почвы из потенциально плодородных пород на поверхность промышленных отвалов, сложенных непригодным для биологической рекультивации субстратом;

- выполнение мелиоративных работ;

- консервацию шламоотстойников, хвостохранилищ, золоотвалов и других промышленных отвалов, содержащих токсичные вещества, с соблюдением санитарно-гигиенических норм;

- закрепление промышленных отвалов техническими, биологическими или химическими способами.

В соответствии с требованиями природоохранного законодательства рекультивация проводится по проектной документации.

Состав проекта рекультивации нарушенных земель:

1. Описание мероприятий, направленных на восстановление земель.
2. Расчет материальных затрат на данный процесс, а также его календарный график.
3. Графические материалы в виде карт и чертежей.
4. Сметная документация.
5. Мероприятия по рекультивации земель, входящие в проект, вклю-

чают инженерные, горнотехнические, лесохозяйственные, сельскохозяйственные и прочие мероприятия, способствующие восстановлению биологической продуктивности и сельскохозяйственной ценности нарушенных, в ходе промышленной деятельности, земель.

Разработка проектов рекультивации, согласно ГОСТ 17.5.3.04-83 «Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель» [6], производится с учетом:

- природных условий района (климатических, геологических, гидрогеологических, вегетационных);

- фактического состояния нарушенных земель к моменту рекультивации (площади, формы техногенного рельефа, степени естественного зарастания, современного и перспективного использования нарушенных земель, наличия потенциально-плодородных слоев почв, эрозийных процессов, уровня загрязнения почвы);

- показателей химического и гранулометрического состава, агрохимических и агрофизических свойств, инженерно-геологической характеристики грунтов.

- хозяйственных, социально-экономических и санитарно-гигиенических условий района размещения нарушенных земель.

В Кузбассе имеется ряд проблем, несоответствий требованиям документам, регламентирующих вопросы восстановления нарушенных земель, выявляемые при анализе проектов рекультивации земель. К основным из них относятся:

1. Проект рекультивации нарушенных или нарушаемых земель отсутствует.

2. Проектами не предусматривается предварительное селективное снятие плодородного слоя почвы до начала работ, связанных с нарушением почвенного покрова, их сохранение и последующее использование.

3. До начала работ, связанных с нарушением земель не проводятся почвенные исследования, изыскания, обосновывающие отсутствие необходимости, невозможность или нецелесообразность снятия плодородного или потенциально плодородного слоя почвы.

4. Проекты изготавливаются без учёта особенностей нарушаемых земель, вида угодий, особенностей территории и выданных технических условий рекультивации.

5. Проекты не содержат мероприятий по созданию экранизирующего слоя или при отсутствии оценки пригодности пород рекультивируемых поверхностей, а также наносимых грунтов для биологической рекультивации, их безопасности для человека и окружающей среды.

6. Техническими условиями и проектной документацией предусматривается в качестве приоритетного такое направление рекультивации как санитарно-гигиеническое. Также встречается лесохозяйственное направление на землях, до нарушения являвшихся сельскохозяйственными угодьями. Предлагаемые при этом проектные решения (создание рекультивационного слоя малой мощности без внесения мелиорантов и органических удобрений при

отсутствии экранирующего слоя, закустаривание сельхозземель, формирование монокультурных лесных посадок без задернения поверхности) существенно затрудняют, либо делают нецелесообразным и/или небезопасным возможное хозяйственное освоение территории в дальнейшем. Выбытие земель из сельскохозяйственного оборота противоречит Стратегии национальной безопасности Российской Федерации, утверждённой Указом Президента РФ от 02.07.2021 N 400 [8], согласно которой обеспечение продовольственной безопасности осуществляется, в том числе, за счёт повышения плодородия почв, предотвращения истощения и сокращения площадей сельскохозяйственных земель и пахотных угодий.

Из вышеизложенного можно сделать вывод о том, что при восстановлении земель, вышедших из недропользования, важна функциональная роль в рациональном использовании природных ресурсов. Для увеличения эффективности рекультивации, следует выявлять отличительные черты земель, изъятых из недропользования, а также проанализировать экосистемы, распределив экосистемы по назначению, путем классификации и этапов рекультивации земель, изъятых из недропользования.

Библиографический список

1. Кемеровостат [Электронный ресурс]. – URL: <http://kemerovostat.gks.ru/>
2. Хорошилова Л.С. Кузбасс - регион техносферы с высоким уровнем негативного воздействия на человека: учебное пособие / Л.С. Хорошилова, Л.М. Табакаева. Л.Е. Пистунова. - Кемерово: Кузбассвузиздат, 2008. – 108 С.
3. Закон Кемеровской области «Об утверждении стратегии социально-экономического развития Кемеровской области до 2035 года» от 26 декабря 2018 года № 122-оз.
4. Горная энциклопедия. в 5 т. 4т / ред. Е.А. Козловский - Москва.: Советская энциклопедия. 1984—1991.
5. ГОСТ 17.5.1.02-85 Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации. - взамен гост 17.5.1.02-78; утв. постановлением Госстандарта СССР ОТ 16.07.1985 N 2228; введ. 1986-01-01. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002.
6. ГОСТ 17.5.3.04-83 Охрана природы. Земли. Общие требования К рекультивации земель.
7. ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН ОТ 04.12.2006 Г. № 200-ФЗ Лесной Кодекс Российской Федерации. — 2006.
8. Указ Президента РФ ОТ 02.07.2021 N 400 "О стратегии национальной безопасности Российской Федерации".

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>	176
ПРОВЕРКА ЗНАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА И КРИТЕРИИ ГОТОВНОСТИ РАБОТНИКА К БЕЗОПАСНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ <i>Чернов К.В.</i>	182
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПРИРОСТА МАССЫ ШИХТОВЫХ АГРЕГАТОВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ БРИКЕТОВ <i>Павловец В.М., Домнин К.И.</i>	193
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА БРИКЕТИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ И СТРУКТУРООБРАЗУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ, ПОДВЕРГНУТЫХ ИЗБИРАТЕЛЬНОМУ СМЕШИВАНИЮ <i>Павловец В.М., Домнин К.И.</i>	203
ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВОВ КОМПОЗИЦИЙ С МИКРОКРЕМНЕЗЕМОМ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРИСТОГО СТЕКЛОКОМПОЗИТА <i>Скирдин К.В., Казьмина О.В.</i>	211
РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ КУЗНЕЦКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА <i>Баженова Н.Н., Водолеев А.С., Гибадуллин Р.М.</i>	219
КЕДР КАК ОБЪЕКТ РЕКУЛЬТИВАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ В УСЛОВИЯХ КУЗБАССА <i>Водолеев А.С., Захарова М.А., Толстикова А.Ф., Баженова Н.Н.</i>	227
АГРОТЕХНИКА ВЫРАЩИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ <i>Водолеев А.С., Захарова М.А., Постельников В.Н., Ким В.И., Бондарев М.Р.</i>	232
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>	240
ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ <i>Корнилов Д.А., Водолеев А.С., Грибкова Е.О., Гибадуллин Р.М., Конаков С.В.</i>	247
ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАВАЮЩЕГО ВОДНОГО РАСТЕНИЯ ЭЙХОРНИИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД, ОБРАЗОВАННЫХ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ <i>Гашишникова А.О., Михайличенко Т.А.</i>	259
ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. НОВОКУЗНЕЦКА И ВОЗМОЖНОСТИ СОКРАЩЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ <i>Коноплев Д.Д., Коротков С.Г., Домнин К.И.</i>	265
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОРОДА В МЕТАЛЛУРГИИ <i>Вахтарова К.О., Михайличенко Т.А.</i>	274
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>	279
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>	289

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 «АЛЮМИНЩИК» 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