

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Администрация Правительства Кузбасса

Научно-образовательный центр мирового уровня «Кузбасс»

Сибирский государственный индустриальный университет

*Посвящается 100-летию
со дня рождения ректора СМИ,
доктора технических наук,
профессора Н.В.Толстогузова*

**МЕТАЛЛУРГИЯ:
ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО
«Металлургия – 2021»**

Труды

XXII Международной научно-практической конференции

10 – 11 ноября 2021 г.

Часть 2

**Новокузнецк
2021**

УДК 669(06)+658.012.056(06)
М 540

Редакционная коллегия
д.т.н., академик РАН Л.А. Смирнов, д.т.н., доцент А.Б. Юрьев,
д.т.н., профессор Н.А. Козырев, д.т.н., профессор Е.В. Протопопов,
д.т.н., профессор А.Р. Фастыковский, к.т.н. Е.Н. Темлянцева,
д.т.н., доцент В.В. Зимин, д.т.н., профессор А.Г. Никитин,
к.э.н., доцент Ю.С. Климашина

М 540 Металлургия: технологии, инновации, качество : труды XXII Международной научно-практической конференции: в 2-х ч. Ч. 2 / под ред. А.Б. Юрьева, Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2021. – 342 с. : ил.

ISSN 2542-1670

Труды конференции включают доклады по актуальным вопросам теории и технологии процессов сварки, порошковой металлургии, получения композиционных материалов и покрытий, тепло- и массопереноса в металлургических процессах и агрегатах, ресурсо- и энергосбережения, экологии и утилизации отходов, охраны труда, автоматизации и моделирования металлургических процессов, инновационных металлургических технологий в машиностроении, экономико-управленческих проблем металлургических регионов.

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»
Журнал «МАТЕС Web of Conferences »
Научно-образовательный центр мирового уровня «Кузбасс»
АО «Кузбасский технопарк»
Западно – Сибирское отделение Российской Академии естественных наук
Совет молодых ученых Кузбасса

ISSN 2542-1670

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2021

8. Патент РФ № 2 573 493. Способ предотвращения возникновения эндогенных пожаров. МПК E21F 5/08 (2006.01). Патентообладатель(и): Трубицына Д.А. Автор(ы): Трубицына Д.А., Трубицын А.А. Заявл. 02.02.2015. Оpubл. 20.01.2016 Бюл. № 2.

9. Патент РФ № 94040099. Способ определения местонахождения очага эндогенного пожара. МПК E21F 5/00 (1995.01). Заявитель(и): Восточный научно-исследовательский институт по безопасности работ в горной промышленности. Автор(ы): Болдин В.А., Белавенцев Л.П., Донсков Ю.И., Зелинский В.А., Кочубей А.М., Шемякин И.И. Заявл. 27.10.1994. Оpubл. 10.10.1996.

10. Патент РФ № 95101188. Способ предупреждения и подавления эндогенных пожаров в выработанном пространстве. МПК E21F 5/00 (1995.01). Заявитель(и): Российский научно-исследовательский институт горноспасательного дела. Автор(ы): Чуприков А.Е., Лагутин В.И., Крылов В.А. Заявл. 25.01.1995. Оpubл. 20.11.1996.

11. Система мониторинга распределения температуры модульная волоконно-оптическая повышенной дальности DTSXL (Свидетельство Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии РФ JP.C32/004A № 55114. Фирма изготовитель “Yokogawa Electric Corporation” Япония.

12. Инструкция по предупреждению самовозгорания, тушению и разборке породных отвалов. Утв. От 23.12.2011. приказ № 738.

УДК 621.182.233

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОГЕНЕРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ НА ПЛОЩАДКЕ НЕФТЕПРОМЫСЛА

Соловьев А.К., Данилкин Д.О., Кошкина Г.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
Новокузнецк, Россия, ak100752@yandex.ru*

Аннотация. Проблема утилизации попутного нефтяного газа стоит перед всеми нефтяными компаниями. Предложен проект строительства когенерационной установки для обеспечения теплоснабжения производственных помещений АБК на площадке нефтепромысла.

Ключевые слова: попутный нефтяной газ, утилизации попутного нефтяного газа, газопоршневые когенерационные установки, теплоснабжение производственных помещений на площадке нефтепромысла.

USE OF A COGENERATION UNIT TO PROVIDE HEAT TO PRODUCTION SPACES AT THE OILFIELD

Soloviev A.K., Danilkin D.O., Koshkina G.K.

Siberian state industrial University, Novokuznetsk, Russia, ak100752@yandex.ru

Abstract: The problem of utilization of associated petroleum gas is faced by all oil companies. A project was proposed for the construction of a cogeneration unit to provide heat supply to the industrial premises of the ABK at the oilfield site.

Key words: associated petroleum gas, utilization of associated petroleum gas, gas piston cogeneration units, heat supply of industrial premises at the oilfield site.

Проблема утилизации попутного нефтяного газа (ПНГ) стоит перед всеми нефтяными компаниями. В настоящий момент газ, в большинстве случаев, сжигается на факелах, осложняя и без того непростую экологическую обстановку в районах промыслов.

При попадании в окружающую среду продукты сгорания попутного нефтяного газа представляют потенциальную угрозу для нормального функционирования организма человека. Только за год в результате сжигания ПНГ в атмосферу выбрасываются 400 000 тонн

вредных веществ — окиси углерода, окислы азота, углеводорода и сажи. В настоящее время за сжигание попутного нефтяного газа в факеле, компании вынуждены платить большие экологические штрафы.

Проблема утилизации попутного нефтяного газа существует столько, сколько существует нефтедобыча, но только лишь вступившее в действие с 01.01.2012 постановление правительства РФ, введение системы учёта, увеличение экологических штрафов, ужесточение лицензионных требований и т.д., привлекли к ней должное внимание.

Использование ПНГ в энергетике позволяет не только улучшить экологическую ситуацию, но и решить проблему тепло–энергоснабжения нефтяных компаний.

В настоящее время все большее распространение в мире получают газопоршневые когенерационные установки (КГУ). Применение электростанций с технологией когенерации позволяет с используемого топлива получать две формы энергии – электрическую и тепловую, решить экологические проблемы, а также сократить издержки на выплату штрафов.

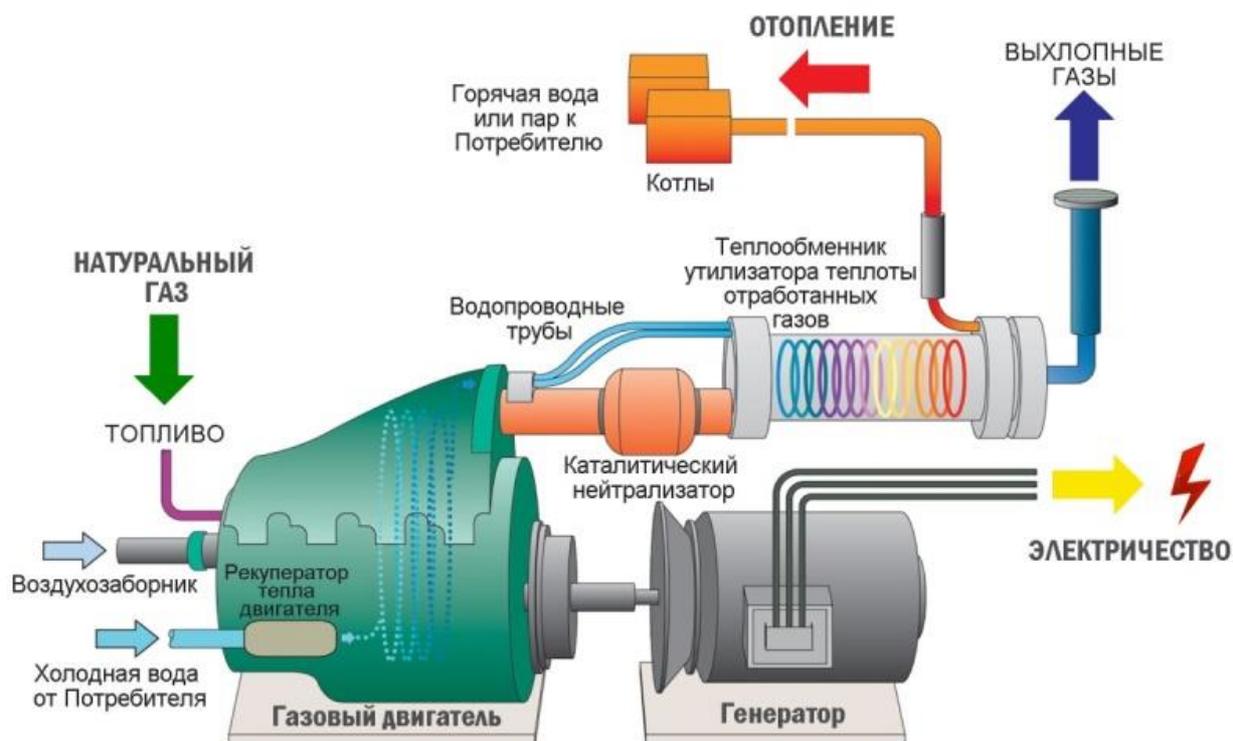


Рисунок 1 – Газопоршневая когенерационная установка

Когенерационная установка состоит из газопоршневого двигателя внутреннего сгорания, электрогенератора и системы утилизации тепла (рисунок 1).

Теплоутилизатор является основным компонентом любой когенерационной системы. Принцип его работы основан на использовании энергии отходящих горячих газов двигателя электрогенератора. Простейшая схема работы теплоутилизатора состоит в следующем: отходящие газы проходят через теплообменник, где производится перенос тепловой энергии воде. После этого охлажденные отходящие газы выбрасываются в атмосферу.

Горючий газ необходимых параметров поступает на газопоршневой двигатель. В процессе сжигания топлива образуется механическая энергия, передается через единый вал на генератор и преобразуется в электрическую энергию стандартных параметров качества.

При работе двигателя внутреннего сгорания выделяется большое количество теплоты, которое можно утилизировать с помощью специального оборудования и затем использовать. При этом для получения данной энергии не затрачивается дополнительное количество топлива – данный продукт является попутным при технологическом процессе выработки электрической энергии. Основные источники попутного тепла при работе когенерационной установки являются тепло охлаждающей воды («рубашка» охлаждения двигателя) и тепло отхо-

дящих газов (отработавшие выхлопные газы).

Получаемую тепловую энергию можно использовать для нужд отопления, горячего водоснабжения, в технологическом цикле паровых котельных, а также в летний период при работе с абсорбционными холодильными машинами в схемах центральных кондиционеров (тригенерация).

В качестве топлива для когенерационных установок на базе газопоршневых электростанций может использоваться газ – природный, коксовый, биогаз, попутный нефтяной газ (ПНГ) и т.д. Когенерационные установки являются альтернативой существующему энергообеспечению в промышленной и социально значимой сфере, что обуславливается очевидными преимуществами используемого агрегата.

Энергоснабжение нефтегазопромыслов на Верхне - Салатском месторождении нефти и газа Томской области Каргосоцкого района, связано со значительными затратами материальных средств, прежде всего из-за дорогостоящего строительства ЛЭП, сложностей их эксплуатации и постоянно повышающейся отпускной цены электроэнергии, производимой на крупных электростанциях и поставляемой по общегосударственным и региональным электрическим сетям. Поэтому непосредственно на промыслах целесообразно устанавливать локальные энергетические установки.

Критериями выбора оборудования для когенерационной установки принимались:

1. Надежность оборудования. С целью обеспечения бесперебойного электроснабжения лучше рассматривать приобретение оборудования ведущих зарубежных заводов.

2. Комплектность. Для эффективной и бесперебойной работы электростанции необходимо заказывать полный комплект оборудования.

3. Резервирование. Количество агрегатов подбирается с учетом максимальной и минимальной нагрузок электропотребления, а так же категории электроснабжения потребителя.

4. Минимальный срок окупаемости. Срок окупаемости электростанции зависит от стоимости оборудования, его подключения, эксплуатации, а так же стоимости электрической и тепловой энергии поставляемой предприятию от городских сетей. Снижение срока окупаемости достигается максимально-полным использованием вырабатываемой электростанцией электрической и тепловой энергии.

5. Сервисное обслуживание. Важным критерием выбора оборудования является наличие сервисной службы с квалифицированным персоналом, для проведения своевременного обслуживания и ремонта оборудования.

Результаты расчетов тепловых нагрузок на отопление и горячее водоснабжение АБК с производственными помещениями показали, что суммарная тепловая нагрузка составит 411,01 кВт, тепловая мощность газоводяного подогревателя – 807,8 кВт, тепловая мощность водоводяного подогревателя – 159,85 кВт.

По тепловым и электрическим нагрузкам была выбрана одна когенерационная установка типа TBG 620V16K, которую можно установить на технологической площадке нефтепромысла. Технические характеристики оборудования для энергоустановки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики оборудования для энергоустановки

Модель:	TBG 620V16K
Двигатель	MWM
Электрическая мощность агрегата, кВт	1365
Тепловая мощность, Вт, (Гкал/ч)	1547 (1,33)
Тепловой КПД	45,4

Габариты установки: длина 4100 мм, ширина 1800 мм, высота 2650 мм.

Масса генераторной установки 8480 кг.

Схема когенерационной установки такая: газовый двигатель приводит во вращение электрогенератор, который преобразует механическую энергию в электрическую. Вырабатываемая электроэнергия используется для энергоснабжения объекта. Тепло, выделяющееся

при работе газового двигателя, утилизируется с помощью теплообменников на системе охлаждения двигателя и на системе отвода отходящих газов. Далее это тепло отдается в систему отопления и горячего водоснабжения объекта. (рисунок 2).

Для теплоснабжения производственных помещений на площадке нефтепромысла была спроектирована тепловая сеть, проведены тепловые и гидравлические расчеты. По результатам гидравлического расчета, были выбраны диаметры труб и водяной подающий насос.

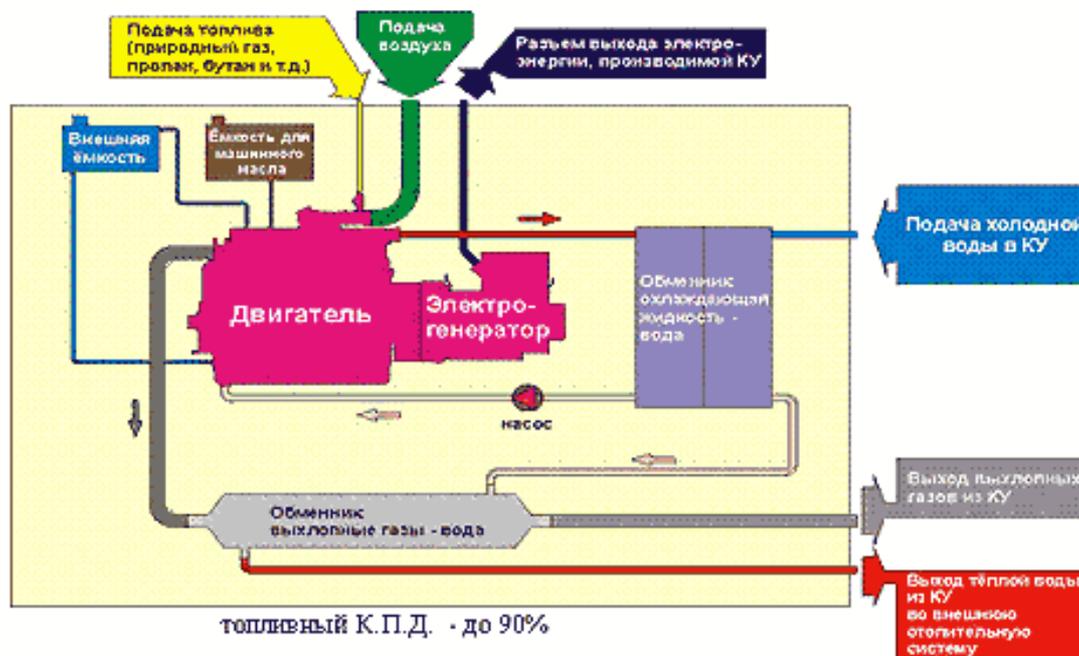


Рисунок 2 – Схема когенерационной установки

Заключение. Малый срок строительства (не превышает одного года) и привлекательный срок возврата инвестиций (срок окупаемости капитальных вложений – 2,1года), а также существенное уменьшение выбросов в окружающую атмосферу вредных составляющих, что формирует степень большей экологической чистоты, подтверждает экономическую целесообразность реализации предложенного проекта строительства когенерационной установки для обеспечения теплоснабжения производственных помещений АБК на площадке нефтепромысла.

Библиографический список

1. Лешкович В.В., Николаев Н.Н., Николаев Ю.Н. Особенности оценки показателей энергоэффективности когенерационных установок // Энергосбережение, №7/2007.

УДК 621.184.64

РЕКОНСТРУКЦИЯ ТЕПЛОФИКАЦИОННЫХ ЭКОНОМАЙЗЕРОВ БЛЮМИНГА АО «ЕВРАЗ ЗСМК» Г. НОВОКУЗНЕЦКА

Соловьев А.К., Мотуз А.О., Кошкина Г.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
Новокузнецк, Россия, ak100752@yandex.ru*

Аннотация. Рассмотрен вопрос замена чугунных экономайзеров на современные теплообменники пластинчатого типа, выполненные с использованием высокочастотной сварки, которые позволят при меньших габаритах и более низких трудозатратах, а также низких финансовых затратах получить большую площадь поверхности нагрева и более вы-

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 3: ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЦЕССОВ СВАРКИ, ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ.....	4
КОМБИНИРОВАННАЯ НАПЛАВКА ПРОВОЛОКОЙ, СОДЕРЖАЩЕЙ НАНОПОРОШОК ВОЛЬФРАМА <i>Зернин Е.А., Козырев Н.А., Данилов В.И., Кузнецов М.А.</i>	4
ИССЛЕДОВАНИЯ СВАРОЧНОГО ФЛЮСА ИЗГОТОВЛЕННОГО ИЗ ШЛАКА ПРОИЗВОДСТВА ФЕРРОСИЛИКОМАРГАНЦА <i>Михно А.Р., Козырев Н.А., Громов В.Е., Усольцев А.А., Крюков Р.Е.</i>	11
ФАЗОВЫЙ СОСТАВ АДДИТИВНО ИЗГОТОВЛЕННОГО AL-MG СПЛАВА, ОБРАБОТАННОГО ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ <i>Гэн Я., Панченко И.А., Чэнь С., Иванов Ю.Ф., Коновалов С.В.</i>	16
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ОБРАЗОВАНИЯ ПОПЕРЕЧНЫХ ТРЕЩИН НА ПРОДОЛЬНОМ СВАРНОМ ШВЕ ТРУБЫ МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА <i>Жуков Д.В., Коновалов С.В., Чэнь Д.</i>	19
СЕЛЕКТИВНОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ЦЕМЕНТАТА ПРОИЗВОДСТВА ЗОЛОТА <i>ЗеляхЯ.Д., Краюхин С.А., Шунин В.А., Воинков Р.С., Тимофеев К.Л., Королев А.А., Мастюгин С.А., Кузьменко А.А.</i>	23
КОМПЛЕКСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ГОРНО – МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПЛАЗМЕННОЙ НАПЛАВКИ В СРЕДЕ АЗОТА <i>Малушин Н.Н., Громов В.Е., Романов Д.А., Бащенко Л.П., Ковалев А.П.</i>	28
ПОВЕРХНОСТНОЕ УПРОЧНЕНИЕ СТАЛИ МАРКИ 40Х МЕТОДОМ КОМБИНИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ <i>Кашин С.С., Осколкова Т.Н., Шевченко Р.А.</i>	34
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ СИСТЕМЫ Fe-C-Si-Mn-Cr- W-V-Ti <i>Кибко Н.В., Козырев Н.А., Усольцев А.А., Михно А.Р., Сычев А.А.</i>	36
О МЕХАНИЗМЕ КАРБОТЕРМИЧЕСКОГО И КАРБИДОБОРНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОКСИДОВ НЕКОТОРЫХ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ <i>Крутский Ю.Л., Крутская Т.М., Гудыма Т.С., Сквородин И.Н., Лапкин Н.И., Лазаренко Н.С., Шестаков А.А.</i>	41
ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУРНОГО ДИАПАЗОНА ПРОЦЕССА СИНТЕЗА ПОРОШКОВОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА V_4C-CrB_2 <i>Шестаков В.А., Гудыма Т.С., Крутский Ю.Л., Уваров Н.Ф., Крутская Т.М.</i>	45
РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ДИБОРИДА ХРОМА НА ОСНОВЕ ПРОГРАММЫ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ <i>Ширяева Л.С., Ноздрин И.В.</i>	49
ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВОВ ПАСТ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛИЗАЦИИ КЕРАМИКИ ИЗ НИТРИДА АЛЮМИНИЯ <i>Непочатов Ю.К., Плетнев П.М., Кучумова И.Д.</i>	56
ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ СНИЖЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ДУГОВОГО ПЛАЗМЕННОГО РЕАКТОРА ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ТУГОПЛАВКИХ ОКСИДОВ <i>Ноздрин И.В., Полях О.А., Ширяева Л.С., Строкина И.В., Шагиев Э.Р.</i>	62

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОКСИДА ВОЛЬФРАМА (III) В ДУГОВОМ ПЛАЗМЕННОМ РЕАКТОРЕ <i>Ноздрин И.В., Шагиев Э.Р., Строчкина И.В., Аникин А.Е.</i>	66
Трибологические характеристики упрочненных поверхностей концентрированными потоками энергии сплава ВК10Кс <i>Осколкова Т.Н., Симачев А.С., Фастыковский А.Р.</i>	70
Повышение надежности и долговечности деталей металлургического оборудования работающего в условиях интенсивного износа путем наплавки <i>Усольцев А.А., Козырев Н.А., Михно А.Р., Шевченко Р.А., Сычев А.А.</i>	74
Совершенствование технологии наплавки порошковой проволоки прокатных валков. <i>Полегешко С.А., Казарян Л.А., Комаров А.А., Михно А.Р., Шевченко Р.А.</i>	80
Порошковая проволока системы Fe-C-W-Cr-Si-V-Ti для восстановительной наплавки деталей, работающих в условиях высокотемпературного интенсивного износа <i>Козырев Н.А., Михно А.Р., Усольцев А.А., Сычев А.А., Козырева О.А.</i>	83
Модифицирование 3D принтера для изготовления металлических материалов по технологии проволоочно-дугового аддитивного производства <i>Розенштейн Е.О., Гомзяков Б.В., Осинцев К.А., Коновалов С.В.</i>	87
Высокоэнтропийные сплавы CoCrFeNiMn с прямым лазерным напылением: взаимосвязь между высотой осаждения пор <i>Су Ч., Коновалов С.В., Чэнь С.</i>	90
Влияние биоинертных покрытий на распределение напряжений на границе между имплантатом и костной тканью <i>Филяков А.Д., Соснин К.В., Романов Д.А.</i>	93
Исследование влияния термоограничителей на изменение формирования структуры наплавленных многослойных образцов из стали AISI 308LSI <i>Чинахов Д.А., Акимов К.О., Дубровский А.С., Рзаев Е.Д.</i>	100
СЕКЦИЯ 4: ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОС В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ И АГРЕГАТАХ. РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ И УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ	109
Анализ возможности снижения выбросов CO ₂ при замене углерода водородом в доменной плавке <i>Бородин А.В., Степанова А.А., Вохмякова И.С., Берсенев И.С., Гилева Л.Ю., Загайнов С.А.</i>	109
Опыт использования техногенных территорий для организации экологических исследований обучающихся СибГИУ <i>Водолеев А.С., Захарова М.А., Домнин К.И.</i>	115
Использование природных ресурсов Томской области в черной металлургии <i>Строчкина И.В., Ноздрин И.В., Полях О.А., Якушев Н.Ф.</i>	118
Исследование минералогического и фазового составов обезуглероженных слоев ковшевых алюмопериклазоуглеродистых огнеупоров <i>Темлянцев М.В., Протопопов Е.В., Кувшинникова Н.И., Запольская Е.М., Темлянцева Е.Н., Бивол О.В.</i>	122
Переработка мазутных отходов тепловых электростанций <i>Кашеков Д.Ю., Гончаров К.В., Олюнина Т.В., Садыхов Г.Б., Смирнова В.Б.</i>	126

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В МЕТАЛЛУРГИИ И ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ <i>Нарский В.А., Смаковский В.Н., Лубяной Д.А.</i>	129
ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ ОКУСКОВАННЫХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МАТЕРИАЛОВ <i>Павловец В.М.</i>	134
ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КОНВЕРТОРА ЗА СЧЕТ ТЕПЛА УХОДЯЩИХ ГАЗОВ <i>Стерлигов В.В., Гайдаш А.В.</i>	143
СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ЭНДОГЕННЫХ ПОЖАРОВ НА ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ <i>Ермаков А.Ю., Сенкус Вас.В., Гизатулин Р.А., Сенкус Вал.В.</i>	147
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОГЕНЕРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ НА ПЛОЩАДКЕ НЕФТЕПРОМЫСЛА <i>Соловьев А.К., Данилкин Д.О., Кошкина Г.К.</i>	151
РЕКОНСТРУКЦИЯ ТЕПЛОФИКАЦИОННЫХ ЭКОНОМАЙЗЕРОВ БЛЮМИНГА АО «ЕВРАЗ ЗСМК» Г. НОВОКУЗНЕЦКА <i>Соловьев А.К., Мотуз А.О., Кошкина Г.К.</i>	154
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА В ТЕХНОЛОГИИ БРИКЕТИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ <i>Павловец В.М., Домнин К.И.</i>	159
СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТЕХНОЗЕМОВ И РАСТЕНИЙ ХВОСТОХРАНИЛИЩА ОАО АБАГУРСКОЙ АГЛОМЕРАЦИОННО-ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ, Г. НОВОКУЗНЕЦК <i>Захарова М.А., Водолеев А.С., Домнин К.И.</i>	163
ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ЭНЕРГОГЕНЕРАЦИИ ПУТЕМ ПЕРЕРАБОТКИ НИЗКОСОРТНЫХ УГЛЕЙ НА ПЛОЩАДКЕ РАЗРЕЗА <i>Мурко В.И., Черникова О.П., Сентюрев С.А, Амлин М.С.</i>	166
РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ЦЕЛЬЮ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ <i>Кузнецов В.А., Кузнецова Е.С.</i>	174
СЕКЦИЯ 5: АВТОМАТИЗАЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	182
АДАПТИВНЫЙ АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫМ РЕЖИМОМ МЕТАЛЛА В СТАЛЕРАЗЛИВОЧНОМ КОВШЕ КИСЛОРОДНО-КОНВЕРТЕРНОГО ЦЕХА № 2 ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ЯДЕРНЫХ ОЦЕНОК <i>Корнет М.Е, Раскина А.В, Корнеева А.А.</i>	182
МНОГОВАРИАНТНЫЕ АКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ <i>Киселева Т.В.</i>	189
ФРАКТАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛОВ <i>Мышляев Л.П., Грачев В.В., Ивушкин К.А., Венгер К.Г.</i>	194
ГРАФИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ И МОДИФИКАЦИЯ МАТРИЦЫ ДВУХФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА <i>Стерлигов В.В.</i>	199

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПРОКАТНОГО СТАНА РЕЛЬСОВОГО ПРОИЗВОДСТВА ПО СИСТЕМЕ «ПЧ-СД» С ДВУХЗОННЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ СКОРОСТИ <i>Кузнецов В.А., Кузнецова Е.С., Зайцев Н.С.</i>	204
ПРИМЕНЕНИЕ НАТУРНО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПОДХОДА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ <i>Свинцов М.М., Мышляев Л.П., Макаров Г.В., Скударнова Н.В.</i>	213
ФОРМИРОВАНИЕ ДАННЫХ ДЛЯ ЦИФРОВЫХ ТРЕНАЖЁРОВ ОПЕРАТОРОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ <i>Ляховец М.В., Макаров Г.В., Саламатин А.С.</i>	217
СЕКЦИЯ 6: ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ	225
ВАРИАНТЫ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОТ ПОЛОМОК В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ И НЕДОСТАТОЧНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ <i>Артюх В.Г., Корихин Н.В., Чернышева Н.В., Чигарева И.Н.</i>	225
КРАТКИЕ ИСТОРИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ШАРНИРНО-РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ <i>Гудимова Л.Н.</i>	232
ВНЕДРЕНИЕ САМОУСТАНАВЛИВАЮЩИХСЯ ПЛАНЕТАРНЫХ МОТОР-РЕДУКТОРОВ НА ПРИВОДАХ ВОЛОЧИЛЬНЫХ СТАНОВ СТАЛЕПРОКАТНОГО ЦЕХА АО «ЕВРАЗ ЗСМК» <i>Никитин А.Г., Герасимов С.П.</i>	240
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ДРОБИЛЬНЫХ МАШИН <i>Никитин А.Г., Шабунев М.Е., Курочкин Н.М.</i>	245
ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ УПОРНОГО ПОДШИПНИКА ЖИДКОСТНОГО ТРЕНИЯ С МАРТЕНСИТНЫМИ ВАЛИКАМИ <i>Никитин А.Г., Полищук С.В.</i>	248
РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ МНЛЗ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЕЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ <i>Савельев А.Н., Северьянов С.С., Макаров А.В.</i>	253
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТАЛОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СИНЕРГЕТИЧЕСКИ ОРГАНИЗОВАННОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ. <i>Савельев А.Н., Савельева Е.А.</i>	259
ИССЛЕДОВАНИЕ ШТАНГИ ДЛЯ ВРАЩАТЕЛЬНОГО БУРЕНИЯ ШПУРОВ С ПОПЕРЕЧНЫМ СЕЧЕНИЕМ В ФОРМЕ ТРЕУГОЛЬНИКА РЕЛО <i>Корнеев В.А., Корнеев П.А., Бедарев С.А., Кулебакин И.И.</i>	264
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ В МАТЕРИАЛЕ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДА СИНЕРГЕТИЧЕСКИ ОРГАНИЗОВАННОЙ ЭМИССИИ ВОЛН НАПРЯЖЕНИЙ <i>Савельев А.Н., Анисимов Д.О., Карташов Р.Н.</i>	266
СЕКЦИЯ 7: ЭКОНОМИКО-УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ	273
АНАЛИЗ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ <i>Шипунова В.В., Климашина Ю.С.</i>	273
СОСТОЯНИЕ ЭКОНОМИКИ И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ РЕСУРСОДОБЫВАЮЩИХ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ НА ПРИМЕРЕ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Буланов Ю.Н.</i>	278

НЕКОТОРЫЕ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ <i>Ковалева Е.В., Цымбалюк М.В., Жданова Н.Г.</i>	286
НОРМИРОВАНИЕ ПРОСТОЕВ ВОЛОЧИЛЬНЫХ СТАНОВ <i>Фастыковский А.Р., Кадыков В.Н., Мусатова А.И.</i>	290
ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАТИВНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦИКЛА В ПРОКАТНЫХ ЦЕХАХ <i>Фастыковский А.Р., Мусатова А.И., Кадыков В.Н.</i>	296
ОЦЕНКА НОРМАТИВНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ЦЕХА <i>Гизатулин Р.А., Мусатова А.И., Лепихов В.С.</i>	302
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА <i>Куценко А.И., Кольчурина И.Ю.</i>	308
РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА <i>Черникова О.П., Златицкая Ю.А., Нестерова Т.В.</i>	313
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕКЛАМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ КОМПАНИЕЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ НЕИСПОЛЬЗУЕМЫХ АКТИВОВ <i>Черникова О.П., Шевченко А.А.</i>	321
АДАПТАЦИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ ВСТРАИВАНИЯ КАЧЕСТВА В ПРОЦЕСС ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ РАЗРАБОТКАХ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ <i>Булакина Е., Кетова А., Моисеев В., Почуфаров Д., Недзельская О., Бикинеева А.</i>	330

Научное издание

**МЕТАЛЛУРГИЯ:
ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО**
«Металлургия – 2021»

Труды XXII 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 20.10.2021 г.
Формат бумаги 60×84 1/16. Бумага офисная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 19,8 Уч.-изд. л. 22,1 Тираж 300 экз. Заказ № 235

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42
Издательский центр СибГИУ