



XVII **ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ** С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

**«Современные проблемы
горно-металлургического комплекса.
Наука и производство»**

15 – 16 декабря 2020 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова
(филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

**XVII ВСЕРОССИЙСКАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО
КОМПЛЕКСА. НАУКА И ПРОИЗВОДСТВО»**

15-16 декабря 2020 г.

г. Старый Оскол

Редакционная коллегия:

- Боева Анна Вячеславовна** – директор СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.п.н.
Кожухов Алексей Александрович – зам. директора по науке и инновациям СТИ НИТУ «МИСиС», доц., д.т.н.
Ильичева Елена Вячеславовна – зам. директора по учебно-методической работе СТИ НИТУ «МИСиС», проф., д.э.н.
Полева Наталья Анатольевна – зам. директора по практико-ориентированному образованию и довузовской подготовке СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.э.н.
Гамбург Клавдия Соломоновна – и.о. декана факультета автоматизации и информационных технологий СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.п.н.
Макаров Алексей Владимирович – декан факультета металлургии и машиностроительных технологий, зав. кафедрой ТОММ им. В.Б. Крахта СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.т.н.
Востокова Светлана Николаевна – декан инженерно-экономического факультета СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.п.н.
Крафт Людмила Николаевна – зав. кафедрой химии и физики СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.т.н.
Черменев Евгений Александрович – доцент кафедры металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой СТИ НИТУ «МИСиС», зав. лаб. НИЛ «ГорМет», к.т.н.

Рецензенты:

- Боева Анна Вячеславовна** – директор СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.п.н.
Кожухов Алексей Александрович – зам. директора по науке и инновациям СТИ НИТУ «МИСиС», доц., д.т.н.
Ильичева Елена Вячеславовна – зам. директора по учебно-методической работе СТИ НИТУ «МИСиС», проф., д.э.н.
Полева Наталья Анатольевна – зам. директора по практико-ориентированному образованию и довузовской подготовке СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.э.н.
Гамбург Клавдия Соломоновна – и.о. декана факультета автоматизации и информационных технологий СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.п.н.
Макаров Алексей Владимирович – декан факультета металлургии и машиностроительных технологий, зав. кафедрой ТОММ им. В.Б. Крахта СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.т.н.
Востокова Светлана Николаевна – декан инженерно-экономического факультета СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.п.н.
Крафт Людмила Николаевна – зав. кафедрой химии и физики СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.т.н.
Черменев Евгений Александрович – доцент кафедры металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой СТИ НИТУ «МИСиС», зав. лаб. НИЛ «ГорМет», к.т.н.

И 889 Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: материалы семнадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 15-16 декабря 2020 г. / Ред. коллегия: А.В. Боева, А.А. Кожухов, Е.В. Ильичева, Н.А. Полева, К.С. Гамбург, А.В. Макаров, С.В. Востокова, Л.Н. Крафт, Е.А. Черменев. – Старый Оскол, 2021. – 633 с.

Сборник материалов Семнадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство»

Материалы публикуются в авторской редакции.

ПЕРЕРАБОТКА ПЫЛЕВИДНЫХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА В АГРЕГАТАХ НА ОСНОВЕ СТРУЙНО-ЭМУЛЬСИОННОГО ПРОЦЕССА

Цымбал В.П.¹, Рыбенко И.А.¹, Кожухов А.А.², Сеченов П.А.¹

¹Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, tsymbal33@mail.ru

²Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.

koshuhov@yandex.ru

***Аннотация.** Рассмотрены основные принципы работы струйно-эмульсионного металлургического процесса и агрегата (СЭР). Показано, что в связи с тем, что основой механизма функционирования этого процесса является создание вынужденного движения двухфазной рабочей среды в замкнутой системе под давлением, он наилучшим образом приспособлен для переработки пылевидных железосодержащих материалов. На основе многовариантных термодинамических исследований показана возможность прямого восстановления в одну стадию (без агломерации) цинкосодержащего шлама газоочистки ДСП с получением первородной шихтовой заготовки. Предложена и термодинамически обоснована структура безотходной технологии с разделением шлама газоочистки ДСП на четыре ликвидных продукта: металл, высокопористый шлак, цинковую пыль и газ (электроэнергия). Показана высокая эффективность процесса и быстрая окупаемость затрат.*

Ключевые слова: струйно-эмульсионный металлургический процесс; вынужденное движение; двухфазная среда; шлам газоочистки ДСП; первородная шихтовая заготовка; безотходная технология.

PROCESSING OF PULVERIZED WASTE OF METALLURGICAL PRODUCTION IN AGGREGATES BASED ON THE JET-EMULSION PROCESS

Tsymbal V.P.¹, Rybenko I.A.¹, Kozhukhov A.A.², Sechenov P.A.¹

¹Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, tsymbal33@mail.ru

²Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"

Annotation. *The basic principles of operation of the jet-emulsion metallurgical process and the unit (SIR) are considered. It is shown that due to the fact that the basis of the mechanism of functioning of this process is the creation of a forced movement of a two-phase working medium in a closed system under pressure, it is best suited for processing pulverized iron-containing materials. On the basis of multivariate thermodynamic studies, the possibility of direct reduction in one stage (without agglomeration) of the zinc-containing sludge of gas purification of chipboard with the production of the original charge billet is shown. The structure of a waste-free technology with the separation of the sludge of gas purification of chipboard into four liquid products is proposed and thermodynamically justified: metal, highly porous slag, zinc dust and gas (electricity). The high efficiency of the process and fast cost recovery are shown.*

Keywords: jet-emulsion metallurgical process; forced motion; two-phase medium; particle board gas cleaning sludge; primordial charge billet; waste-free technology.

Основные принципы и решения при создании нового процесса

В результате совместной работы коллектива ученых СибГИУ и специалистов Западно-Сибирского металлургического комбината был создан и реализован в виде крупномасштабной опытной установки новый строино-эмульсионный металлургический процесс и агрегат (СЭР), позволяющий перерабатывать пылевидные металлосодержащие материалы путем прямого восстановления в одну стадию, без агломерации [1]. Этого удалось добиться благодаря использованию следующих принципов [2–5] и конструктивных решений [1, 6, 7]:

создание двухфазной рабочей смеси (газовзвеси) путем интенсивной диспергации потока шихты встречными струями газа в реакторе-осцилляторе;

организация вынужденного движения двухфазной струи в замкнутом объеме под давлением;

организация пульсирующего потока рабочей смеси на выходе реактора-осциллятора с газодинамическим запирающим выходного канала путем использования нелинейных свойств двухфазной среды [8];

нижняя подача двухфазной рабочей смеси из реактора-осциллятора в колонный реактор;

создание в верхней части колонного реактора диссипативной структуры –сепаратора металла, шлака и газа, с параболическим распределением по высоте содержания оксидов железа, что позволит управлять содержанием углерода в металле в широких пределах.

Конструкции реализации отмеченных принципов представлена на рисунке 1.

Конструктивная реализация и краткое описание работы агрегата

Использование описанных выше подходов и принципов [1, 6,7] позволило создать агрегат (рисунок 1) с очень малым удельным объемом и энергоемкостью. Основу технологической схемы мини-модуля составляют: система подачи шихты 1 – 5, реактор-осциллятор 6, соединительный канал с газодинамическим самозапираанием 7, рафинирующий отстойник 8, одновременно играющий роль первой ступени мокрой газоочистки, копильник 9, а также система гарнисажного охлаждения 10, канал 11 для выдачи газошлаковой эмульсии в шлакоприемник и канал 12 для перетока части газа, шлакоприемник 13 с гранулятором 14, система утилизации тепла в кипящем слое или реформации дымовых газов в синтез-газ 17 и система газоочистки 18.

Пылевидная шихта, состоящая из смеси оксидов металлов и твердых восстановителей, эффективно диспергируется в реакционной камере 6. Здесь создается газовзвесь с объемной долей газа порядка 0,99. Вследствие нелинейной зависимости скорости истечения двухфазной среды от газосодержания [8] в соединительном канале 7 образуется аэродинамически запираемый затвор (изменение скорости струи на порядок), а в сочетании с обратной связью по газосодержанию (за счет изменения условий протекания химических реакций с газовыделением, а также условий подачи в реактор шихты и кислорода) имеется возможность создавать стационарный колебательный режим (самоорганизующийся реактор-осциллятор) [1].

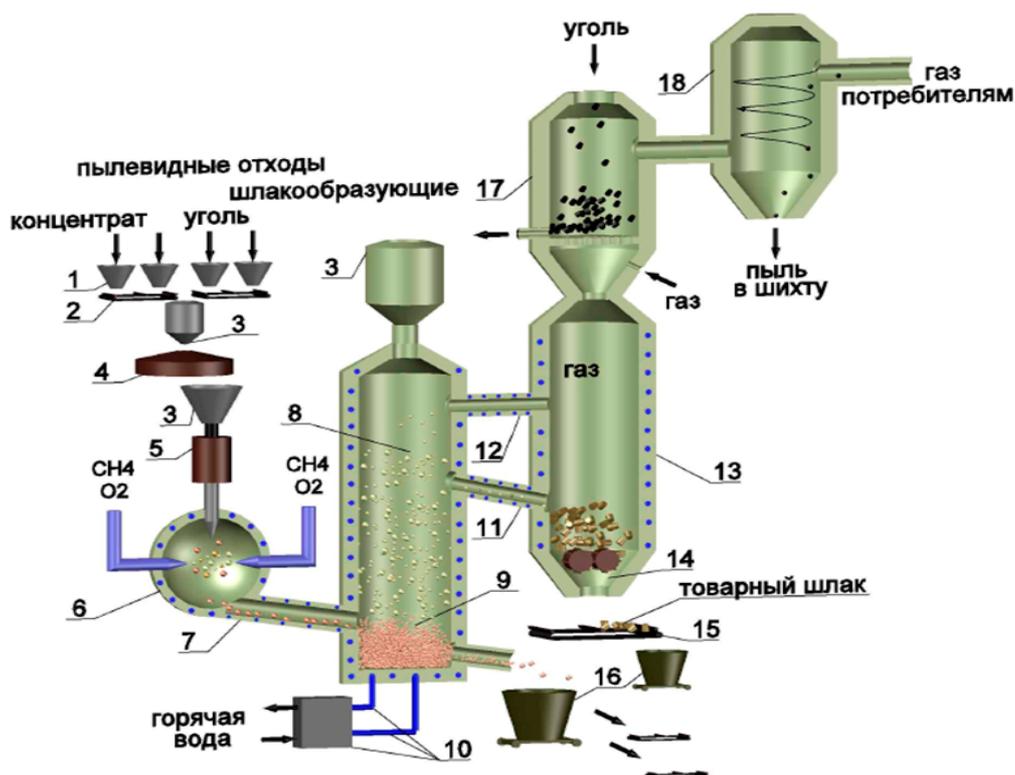


Рис. 1 – Технологическая схема агрегата СЭР

Созданный в реакторе-осцилляторе 6 высокий потенциал давления, а также полная изоляция процесса от атмосферы, позволяют использовать работу расширения химических реакций и проталкивать продукты реакций через все находящиеся за основным технологическим агрегатом устройства утилизации энергии без использования высокотемпературных побудителей расхода.

СЭР – лучший агрегат для переработки пылевидных материалов

Как можно видеть из рассмотренного выше, агрегат типа СЭР по самому принципу работы наиболее приспособлен для переработки пылевидных материалов в одну стадию (без агломерации). Реактор-осциллятор играет роль своеобразного компрессора-карбюратора, который позволяет превращать поток подаваемой пылевидной шихты в двухфазную рабочую смесь и транспортировать ее через все последовательно соединенные аппараты, в том числе энергоутилизирующие, что является важной предпосылкой его высокой эффективности и конкурентоспособности.

На крупномасштабной опытной установке, смонтированной в отделении перелива чугуна конвертерного цеха Запсибкомбината, была показана возможность переработки в одну стадию путем прямого восстановления пылевидных металлосодержащих материалов: шлама газоочистки, омазученной окалины, пылевидной железной и марганцевой руды. Наиболее рациональным вариантом шихты оказалась смесь 50% шлама и 50% окалины. Эта

смесь пластифицировалась в смесителе путем добавки мазута или отработанных масел и подавалась с помощью двухпоршневого бетононасоса в реактор-осциллятор 6 (рисунок 1), где диспергировалась встречными струями спутных потоков газ-кислород. В экспериментальных плавках на опытной установке нового процесса было получено содержание углерода в диапазоне $0,2 \div 1,7\%$ [1,7].

Как было показано выше, особенностью агрегата СЭР является возможность создания в реакторе-осцилляторе достаточно совершенной двухфазной рабочей смеси (газовзвеси). Это позволяет эффективно использовать огромную межфазную поверхность пылевидных шихтовых материалов и перерабатывать их в одну стадию без агломерации. При этом резко ускоряются тепло- и массообменные процессы и время пребывания частиц в агрегате, что приводит, в свою очередь, к уменьшению удельного объема агрегата, энергоемкости и капиталоемкости.

Разработанный процесс и агрегат обладает определенной степенью универсальности. Имеется возможность путем изменения режима продувки и степени дожигания топлива-восстановителя перерабатывать пылевидные материалы с широким диапазоном изменения химического состава, в том числе, бедные пылеватые руды и хвосты обогащения. Кроме того, агрегат СЭР может использоваться в качестве газификатора пылевидных фракций угля, но наиболее экономичным является вариант с использованием смеси угля и пылевидных железосодержащих отходов. При этом облегчается процесс поддержания стабильного слоя шлако-металлической эмульсии, внутри которой сжигается топливо, а также снижается расход газообразного кислорода за счет использования кислорода из оксидов железа [9,10].

Необходимо подчеркнуть целесообразность ориентации на первом этапе реализации нового процесса на получение первородной шихтовой заготовки для электросталеплавильных печей. Дело в том, что, несмотря на возросшие трудности реализации готового проката, рынок оборотного лома остается ненасыщенным, а стоимость лома находится на уровне себестоимости чугуна. В России в последние годы построено и планируется в строительстве несколько мини-заводов, в связи с чем, дефицит лома растет.

Все острее становится проблема загрязнения оборотного лома неокисляемыми примесями (медь, никель и др.), что не позволяет выплавлять некоторые марки стали или ухудшает качество металла. В связи с этим, в шихту электросталеплавильных печей приходится добавлять железо прямого восстановления (окатыши или брикеты), которое значительно дороже лома [11], а при дальних его перевозках существует опасность самовозгорания. Кроме того при использовании брикетов значительно (на 25%) возрастают затраты энергии и количество шлака [12].

Этих недостатков лишена первородная шихтовая заготовка, которую планируется получать из шлама и окалина по предлагаемой технологии [1], кроме того, она отличается низкими энергетическими затратами и капиталоемкостью по сравнению с известными процессами прямого восстановления [13,14].

Результаты модельных расчетов получения шихтовой заготовки из шлама газоочистки

В представляемой работе ставится задача разработки на основе агрегата СЭР практически безотходной технологии переработки шлама газоочистки ДСП с получением шихтовой заготовки.

В таблице 1 представлен химический анализ шламов газоочисток ДСП и АКОС Оскольского электро-металлургического комбината.

Таблица 1 – Состав шламов

Содержание компонентов, %															
Вид отходов	NiO	Sn	Pb	FeO	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SiO ₂	Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MnO	TiO ₂	Zn	V ₂ O ₅	CuO
ДСП	,025	0,013	0,33	27,52	25,87	12,67	3,66	7,3	0,74	0,9	3,97	0,062	3,28	0,029	0,13
АКОС	0,043	0,003	0,083	16,64	16,08	20,24	10,36	10,8	0,36	2,07	5,74	0,069	0,86	0,049	0,035

С использованием программного комплекса «Терра» были проведены термодинамические исследования восстановления шлама газоочистки ДСП, результаты которых представлены на рисунках 2 –4.

На рисунке 2 показаны количество и химические составы металла, шлака и газа при подаче восстановителя (природного газа) в стехиометрическом соотношении в зависимости от температуры, а на рисунке 3 – зависимости параметров процесса восстановления железа от расхода метана при температуре 1600°С.

Как видно из этих очень важных для разработки технологии данных, минимально необходимый для восстановления расход метана на 100 кг шлама составляет 14 кг. Естественно, что для нагрева системы до 1600°С требуется гораздо больший расход метана.

Это можно видеть на рисунке 4, где показаны итоговые результаты расчетов, полученные с помощью программно-инструментальной системы «Инжиниринг-Металлургия» [15-17].

Эта система представляет собой комплекс математических моделей на основе законов сохранения и привязанную базу данных по термодинамике, сквозным энергезатратам, составам шихтовых материалов, энергоносителей и др. С помощью этой системы можно очень быстро проводить многовариантные расчеты проектируемых технологий с наложением различных ограничений и выбором оптимальных вариантов.

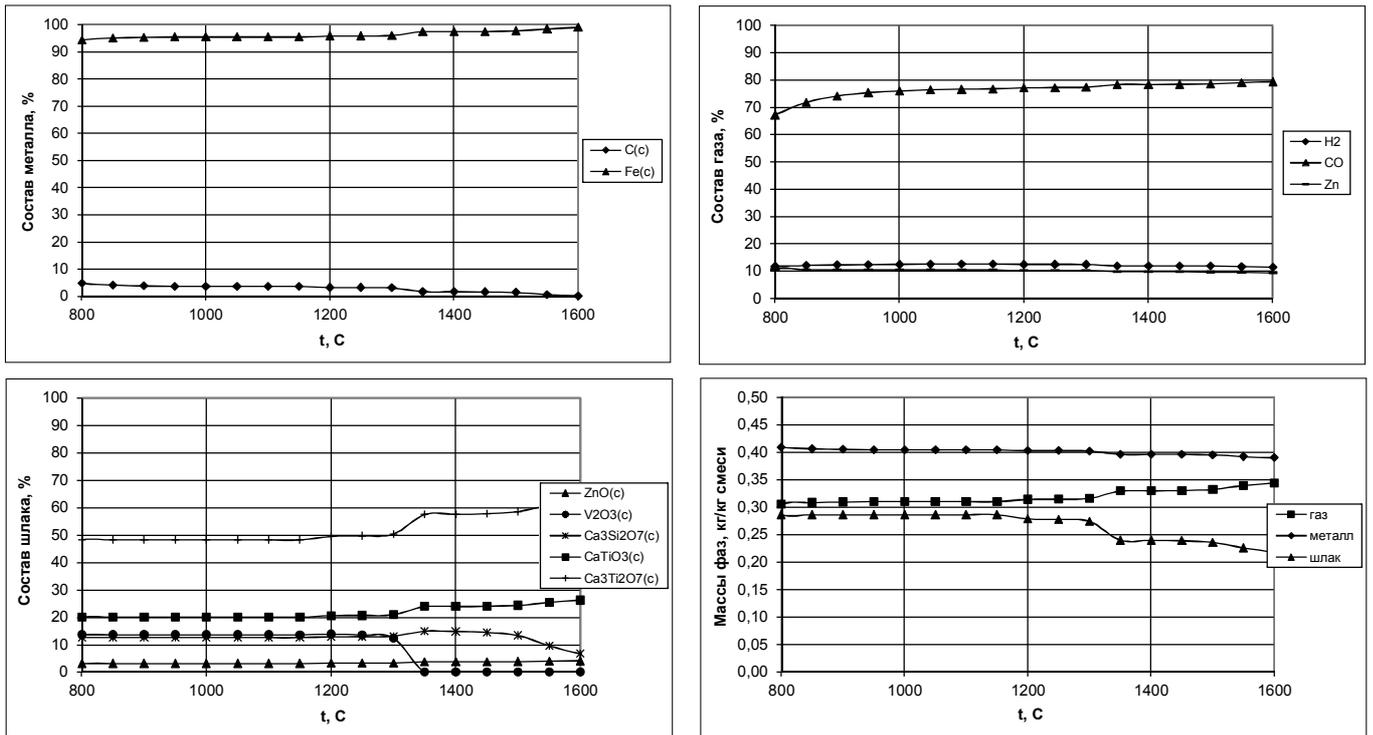


Рис. 2 – Результаты расчетов процесса восстановления шлама ДСП с использованием программного комплекса «Терра»

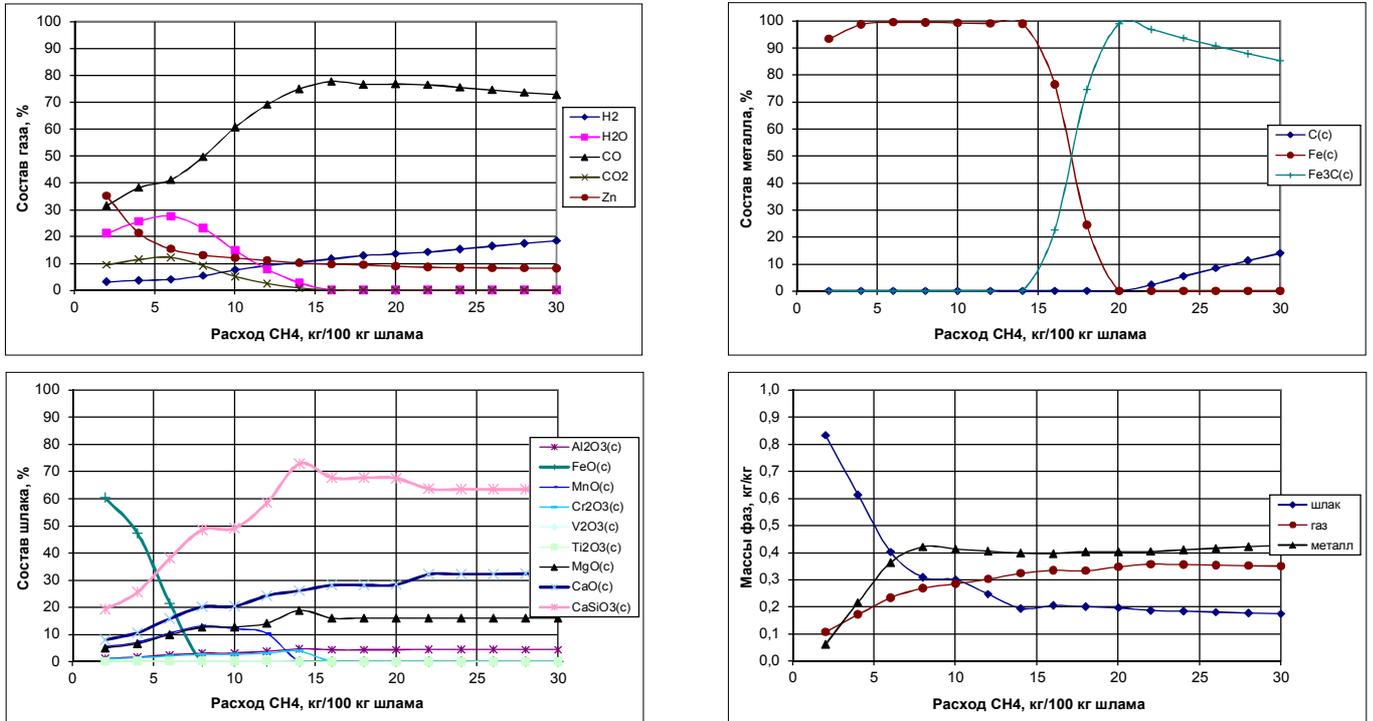


Рис. 3 – Зависимости параметров процесса восстановления железа от расхода метана при температуре 1600 °С.

В результате таких оптимизационных расчетов получены представленные на рисунке 4 параметры технологии (составы металла, шлака, газа) с энергозатратами 21 ГДж/т получаемого металла без учета химической энергии отходящих газов, которую планируется полностью использовать в поршневой мини-электростанции, а также в мини-кислородной станции (в случае необходимости получения собственного кислорода).

Итоговые результаты расчета

Характеристика входных потоков

Шихта	кг/с	кг/т	Газообразные вх-е потоки	кг/с	кг/т	м ³ /с	м ³ /т	м ³ /ч
1 Шлам	4,00	2127,529	1. Кислород	1,62	859,04	1,13	602	4072,57
2 Отработанное масло	0,50	265,941	2. Природный газ	0,72	384,92	0,99	524,46	3549,77
Итого:	4,50	2393,47	Итого:	2,34	1243,95	2,12	1126,16	7622,33
Расход материалов	6,84	3637,4						

Тепловой баланс

Приход	кДж/с	Расход	кДж/с
1. Тепло элз. р-й	22139,8	1. Тепло металла	2553,1
2. Тепло внеш. ист.	3000,0	2. Тепло шлака	2046,5
		3. Тепло газа	9933,8
		4. Тепло энд. р-й	10606,4
Итого:	25139,8	Итого	25139,8
		Невязка	0,000%

Технико-экономические показатели

Энерго-емкость	Себестоимость	Себестоимость	Производительность
ГДж/т	руб/т	\$/т	т/ч
21,00	5368,83	56,51	6,77

Характеристика выходных потоков

Металл	Итого	Fe	C	Mn
%	100,0%	98,37%	1,00%	0,63%
кг/с	1,880	1,850	0,019	0,012

Шлак	Итого	FeO	Fe ₂ O ₃	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	MnO	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	NiO
%	100%	3,38%	0,00%	42,18%	24,29%	2,99%	12,18%	12,15%	0,21%	0,10%	2,48%	0,08%
кг/с	1,436	0,049	0,000	0,605	0,349	0,043	0,175	0,174	0,003	0,001	0,035	0,001

Газ	Итого	CO	CO ₂	N ₂	H ₂	H ₂ O	Zn
%	100%	53,30%	16,28%	0,51%	2,06%	26,31%	1,54%
кг/с	3,578	1,907	0,583	0,018	0,074	0,941	0,055

Рис. 4 – Итоговые результаты расчета процесса восстановления шлама ДСП в системе «Инжиниринг-Металлургия»

Как видно из таблицы 1, шлак газоочистки ДСП содержит значительное количество цинка (3,38%), который при температуре более 900°C испаряется (рисунок 5), переходя в газовую фазу. В равновесном состоянии в газовой фазе (рисунки 2, 3) находится около 10% цинка (по массе), а в планируемой технологии в отходящем газе 0,055кг/с или 198кг/ч, что составляет 29 кг на тонну выплавляемой заготовки и свидетельствует о целесообразности и термодинамической возможности извлечения цинка из газовой фазы. Цена оксида цинка и цинковой пыли в 20 раз выше цены шихтовой заготовки.

Безотходная технология переработки шлама газоочистки ДСП

Анализ приведенных выше данных и возможностей, заложенных в принципах создания и конструкции струйно-эмульсионного процесса (рисунок 1), дает основание предложить следующую схему технологии (рисунок 6).

Пылевидные шихта из бункера 1 попадает на питатель 2 и дозатор 3, затем шнековым питателем 4 подаётся в реактор-осциллятор 5 на встречные струи спутных потоков кислорода и природного газа. Подготовленная таким образом двухфазная среда через газодинамически запираемый канал 6 подаётся в нижнюю часть колонного реактора 7. Над металлом, находящимся в копытнике 8, в результате превращения кинетической энергии струи в статическую, образуется динамическая «подушка» (своеобразная провальная решётка) 9, на которой держится высокий столб газшлакометаллической эмульсии.

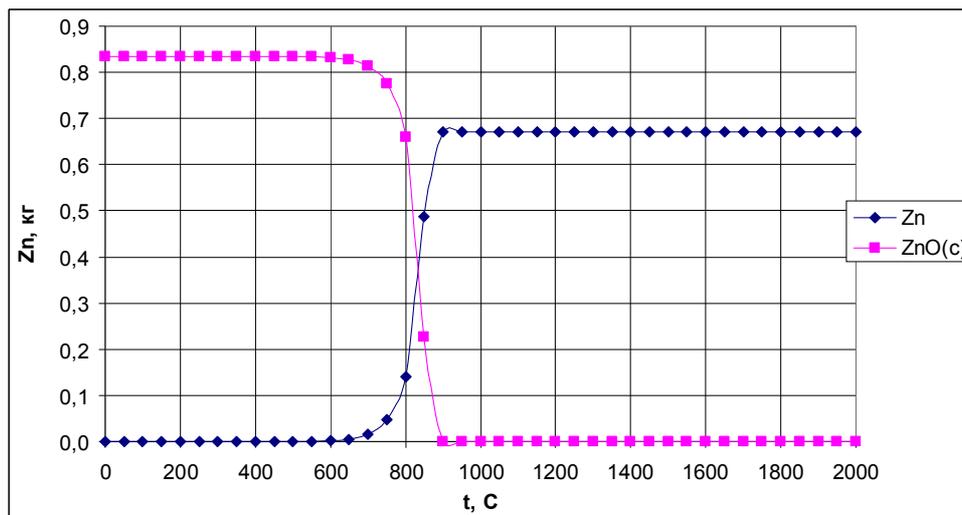


Рис. 5 – Зависимости параметров процесса испарения цинка от температуры

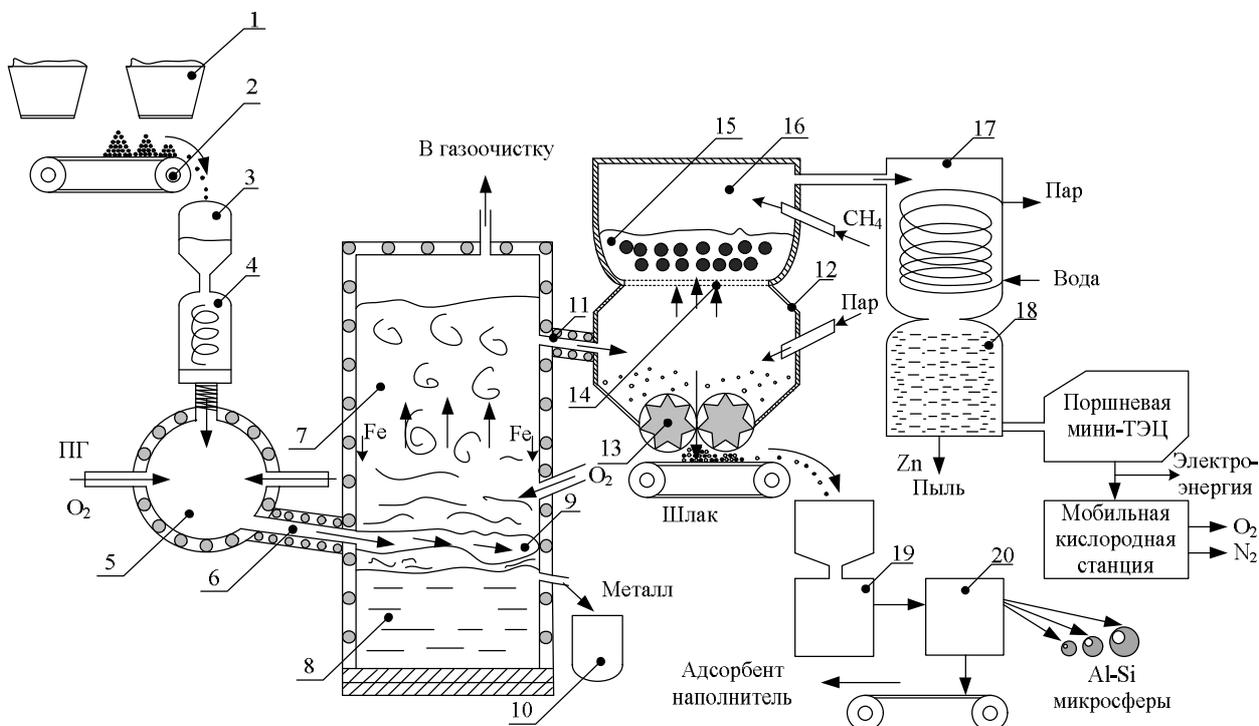


Рис. 6 – Схема безотходной технологии переработки шлама газоочистки ДСП

Здесь образуется диссипативный сепаратор металла, шлака и газа, в котором наблюдается неравномерное распределение по высоте оксидов железа, что позволяет управлять содержанием углерода в металле.

Газошлаковая эмульсия из верхней части колонного реактора 7 через соединительный канал 11 выбрасывается со скоростью порядка 100 м/с в шлакоприёмник 12 на валковый гранулятор 13, на который также направляются струи пара для охлаждения и грануляции пористых частиц шлака, которые подаются в гравитационный сепаратор и классификатор по фракциям.

В результате высокого газосодержания двухфазной смеси, интенсивной турбулизации в соединительном канале 11 и в потоках пара над гранулятором 13 создается возможность осуществления грануляции шлака на очень мелкие пористые фракции. Полученный таким образом шлак является хорошим легким заполнителем, например, для низко теплопроводного бетона, а также может использоваться в качестве адсорбента, в том числе и в камере 16. Некоторое количество пористого шлака из-за высокой турбулизации превращается в замкнутые алюмосиликатные микросферы, которые находят широкое применение в различных отраслях промышленности и в сфере обороны страны. Их стоимость составляет от 30 до 50 тыс. руб./ т.

Газ, в котором содержатся пары цинка, через решетку 14 и слой адсорбента 15 поступает в камеру 16. Организация этой дополнительной ступени очистки необходима для того, чтобы отделить от газа оставшиеся частицы шлака и обеспечить затем, после охлаждения газа ниже 900°C получение цинковой пыли достаточно высокой степени чистоты.

С этой целью в камере 16 осуществляется температурная конверсия определенной части метана, что позволяет снизить температуру газов до 1000°C, а также одновременно повысить калорийность газа и объемное соотношение H_2/CO , что позволит, в случае необходимости, использовать его как кондиционный синтез-газ.

Далее этот очищенный газ поступает в охладитель 17, где осуществляется понижение его температуры до 700 ÷ 800°C, и происходит конденсация паров цинка. Полученная цинковая пыль осаждается в рукавных фильтрах 18. Газ поступает в поршневую мини-ТЭЦ, часть электроэнергии которой используется внутри данной технологии, том числе для получения кислорода в мобильной кислородной станции, а также для подогрева капильника 8, что позволит существенно снизить энергоемкость технологии.

Таким образом, в этой замкнутой технологии получается четыре ликвидных продукта (таблица 2):

- первородная шихтовая заготовка;
- высокопористый шлак и алюмосиликатные микросферы;
- цинковая пыль, цена которой колеблется от 100 до 800 руб. за килограмм в зависимости от степени чистоты, или цинковые белила, минимальная стоимость которых составляет 130 руб. за килограмм;
- электроэнергия, том числе для производства собственного кислорода, вместо электроэнергии возможно получение кондиционного синтез-газа с последующим его превращением в экологически чистое моторное топливо (диметиловый эфир).

Таблица 2 – Экономическая эффективность процесса

Продукция	Производство в час	Производство в год	Цена единицы продукции, руб.	Доход в год, млн. руб.	Примечания
Шихтовая заготовка, т	6,77	50000	18000	900	
Пористый шлак, алюмосиликатные микросферы, т	5,17	37000	10000	370	
Цинковая пыль, т	0,198	1425	100000	142	
Электроэнергия, МВт·ч	5.4	38800	4000	155	Газопоршневая станция мощностью 4,3 МВт, стоимость 70 млн. руб.
Итого, доход				1567	
Кислород, м ³	4075	-	-	На собственные нужды	Кислородная станция (с компрессором до P=150 атм) 24 млн. руб.
Необходимые затраты, млн. руб					
Газопоршневая и				95	

Продукция	Производство в час	Производство в год	Цена единицы продукции, руб.	Доход в год, млн. руб.	Примечания
кислородная станции					
Система газового анализа, датчики, КИП, компьютеры				100	
НИР И ОКР				60	
Изготовление нестандартного оборудования				75	
Капитальные затраты, строймонтаж и др.				200	
Необходимые инвестиции				530	Срок реализации 5÷2,0 года, окупаемости менее 0,5 года
Примечание:**) – в расчетах в таблице на рисунке 4 принята заведомо завышенная стоимость отходов, фактически она равна только стоимости погрузки и доставки.					

Заключение

1. Показано, что в связи с особенностями конструкции и принципа действия струйно-эмульсионный процесс и агрегат СЭР позволяет эффективно перерабатывать пылевидные железосодержащие материалы, в том числе шламы газоочисток, в одну стадию (без агломерации).
2. Термодинамическими исследованиями обоснована возможность разделения шлама газоочистки ДСП на четыре ликвидных продукта, в том числе с отделением цинка.
3. Представлена структура конструктивных решений, позволяющих реализовать эту возможность в виде безотходной технологии.
4. Показана высокая экономическая эффективность и быстрая окупаемость этой технологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Процесс СЭР – металлургический струйно-эмульсионный реактор : монография / В. П. Цымбал, С. П. Мочалов, И. А. Рыбенко [и др.]. – М. : Metallurgizdat, 2014. – 488 с.
2. Николис Г. Самоорганизация в неравновесных системах / Г. Николас, И. Пригожин.. – М. : Мир, 1979. – 512 с.
3. Хакен Г. Синергетика. Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах / Г. Хакен. – М.: Мир, 1985.– 419с.
4. Пригожин И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой:пер. с англ. / И.Пригожин, И. Стенгерс : подобщ.ред. В.И.Аршинова, Ю.Л. Климонтовича, Ю.В. Сачкова.– М.: Прогресс, 1986. – 432 с.
5. Курдюмов С.П. Синергетика – наука о самоорганизации / С.П.Курдюмов, Г.Г.Малинецкий. – М.: Знание, 1983. – 48с.
6. Basic Principles And Features Of Self-Organizing Jet-Emulsion Technology (SER) / V. Tsymbal, A. Olennikov, I. Rybenko, V. Kozhemyachenko, E. Protopopov, F. Kongoli // Sustainable Industrial Processing Summit & Exhibition SIPS 2016 Volume 1: D'Abreu Intl. Symp. / Iron and Steel Making. Volume 1. Montreal (Canada) : FLOGEN Star Outreach, 2016. – PP. 214 – 227.
7. Tsymbal V. P. Controlling the Composition of the Metal in the Direct Reduction of Dust-Sized / V. P. Tsymbal, S. P. Mochalov, K. M. Shakirov. Materials and Waste Products in a Jet-Emulsion Reactor. Springer Journals, 2015, Vol. 59, PP 119 – 125.
8. Накоряков В. Е. Волоновая динамика газо- и парожидкосткостных сред / В. Е. Накоряков, Б. Г.Покусаев, И. Р. Шрейбер. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 248 с.
9. Пат. 2371482 Россия С2. Способ прямого восстановления металлов с получением синтез газа и агрегат для его осуществления / В.П. Цымбал, С.П. Мочалов И.А. Рыбенко, Ю.В. Цымбал. Приоритет 03.12.2007 // Оpubл. 27.10.2009, Бюл. № 30.
10. Экологически замкнутая энерго-металлургическая технология переработки пылевидных железо-рудных и угольных отходов обогащения / В. П Цымбал., Е. В. Протопопов, И. А. Рыбенко.[и др.] // Сборник трудов XV международного конгресса сталеплавильщиков, Москва-Тула, 15-19 октября 2018 г. – Москва, 2018. – С. 506 – 511.
11. Анализ влияния добавки горячешметированного железа в завалке на технологические показатели плавки в электропечи / А. А. Коростелев, Г. И. Котельников, А. Е. Семин [и др.] // Черные металлы, 2017. - № 10. – С. 33 – 40.
12. Effect of Direct Reduced Iron Proportion in Metallic Charge on Technological Parameters of EAF Steelmaking Process / M. Abd Elkader, A. Fathy, M. Eissa, S. Shama // ISIJ International, 2016. - Vol. 5, - No. 2. PP. 2016 – 2024.

13. Люнген Х. Б. Современное состояние процессов прямого и жидкофазного восстановления железа / Х. Б. Люнген, К. Кноп, Р. Стеффен // Черные металлы, 2007. - № 2. – С. 13 – 25.

14. Meijer K., van der Stel J., Zeilstra C., Teerhuis C., Keilmann G. The Hlsarna ironmaking process // Proc. METECand 2nd ESTAD. Düsseldorf, 2015. Juni 2015. P. 15–19.

15. Климов В. Ю. Разработка и применение компьютерной инструментальной системы для термодинамических расчетов на базе программного комплекса "Астра" [текст] / В. Ю. Климов, И. А. Рыбенко, С. П. Мочалов // Изв. вуз. Черная металлургия. – 2006. - № 4. – С. 55 – 64.

16. Рыбенко И. А. Инструментальная система «Инжиниринг-Металлургия» для широкого круга оптимизационных задач / И. А. Рыбенко // Металлургия: технологии, инновации, качество : тр. XX Междунар. науч.-практ. конф. : в 2 ч. / Мин-во образования и науки Российской Федерации, Сиб. гос. индустр. ун-т ; под ред. Е. В. Протопопова. – Новокузнецк, 2017. – Ч. 2. – С. 75 – 82.

17. Рыбенко И. А. Инжиниринг-Металлургия / И. А. Рыбенко, А. А. Оленников // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017617445; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 04.07.2017.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИИ: «МЕТАЛЛУРГИЯ» И «ГОРНОЕ ДЕЛО»	4
Ряполова М.С., Короткова Л.Н., Кожухов А.А., Тимофеева А.С. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН ВОРОНЕЖСКОГО И АЗЕРБАЙДЖАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ	4
Ряполов В.В., Кочергина И.Н., Кожухов А. А. ОЦЕНКА ГИДРОДИНАМИКИ ТЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛА В РАЗЛИВОЧНОМ КАНАЛЕ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОВША	8
Рошупкина Е.Ю., Короткова Л.Н., Кожухов А.А., Кем А.Ю. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЁТА МАССООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВЛЕГИРОВАНИЯ СТАЛИ АЗОТОМ В ПРОЦЕССЕ ПРОДУВКИ	13
Цымбал В.П., Рыбенко И.А., Кожухов А.А., Сеченов П.А. ПЕРЕРАБОТКА ПЫЛЕВИДНЫХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА В АГРЕГАТАХ НА ОСНОВЕ СТРУЙНО-ЭМУЛЬСИОНОГО ПРОЦЕССА	18
Новоточинов А.П., Кочергин Н.В., Кожухов А.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ В ПРОЦЕССЕ ПРОДУВКИ МЕТАЛЛА ИНЕРТНЫМ ГАЗОМ В СТАЛЕРАЗЛИВОЧНОМ КОВШЕ	32
Кожухов А.А., Кожухова В.И. РЕЦИКЛИНГ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ПРЯМОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА ПУТЕМ ИХ ПЕРЕПЛАВА В ДУГОВЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧАХ	37
Горожанкин А.С. ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ОВАЛЬНОГО РАСКАТА С ЛОКАЛЬНЫМИ ЗОНАМИ ПОНИЖЕННОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ	42

Горожанкин А.С., Смирнов Е.Н., Скляр В.А. РАЗРАБОТКА НОВОГО СПОСОБА ДЕФОРМИРОВАНИЯ НЕПРЕРЫВНОЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ ИЗ МЕДИ ОГНЕВОГО РАФИНИРОВАНИЯ	54
Скляр В.А., Горожанкин А.С. ТЕМПЕРАТУРНО-ВРЕМЕННАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ СПОСОБА ПРОКАТКИ ОВАЛЬНОГО РАСКАТА ИЗ МЕДИ ОГНЕВОГО РАФИНИРОВАНИЯ С ЛОКАЛЬНЫМИ ЗОНАМИ ПОНИЖЕННОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ	60
Королькова Л.Н., Велеменчук С.Н. ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В НАШЕМ РЕГИОНЕ	66
Малахова О.И., Жиденко А.И., Лавриненко К.В. О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ БЕСКОКСОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ	70
Сидоров М.С., Тимофеева А. С., Кожухов А.А., Федина В. В. ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВОПРОСУ САМОВОЗГОРАНИЯ СМЕСИ ГОРЯЧЕБРИКЕТИРОВАННОГО ЖЕЛЕЗА РАЗЛИЧНЫХ ФРАКЦИЙ	75
Скляр В.А., Черменев Е.А., Князев И.С. АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ В ГОРЯЧЕБРИКЕТИРОВАННОМ ЖЕЛЕЗЕ	81
Скляр В.А., Турсунбоев Б.Ф., Парпиев Д.Б. ИССЛЕДОВАНИЕ УПЛОТНЕНИЯ ЛИТОЙ СТРУКТУРЫ МЕДИ В ПРОЦЕССЕ ПРОКАТКИ КАТАНКИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ВЗВЕШИВАНИЯ	87
Тимофеева А.С., Никитченко Т.В., Федина В.В. УМЕНЬШЕНИЕ ПЫЛЕВЫДЕЛЕНИЯ ОКАТЫШЕЙ ПРИ ПЕРЕГРУЗКАХ	92
Терехин Е.П., Жихарев А.В., Хужамуратов А.Б. МОДЕРНИЗАЦИЯ ШАХТНОЙ ВАГОНЕТКИ ВГ-4,5 С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ КОНСТРУИРОВАНИЯ	97

Афанасьева Г.Е. ОЦЕНКА ПУТЕЙ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА	103
Козырев П.И., Азаров Р.С. СОВРЕМЕННЫЙ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА	108
Афанасьева Г.Е., Дрога П.В. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ С ЦЕЛЬЮ РАЗМЕЩЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБЪЕМОВ ГИДРОВСКРЫШИ	115
Бугаков М.Н., Еремеев А.А. К ВОПРОСУ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ВАННЫ МЕТАЛЛА АЗОТОМ ПОСЛЕ ОКОНЧАНИЯ ПРОДУВКИ ПЛАВКИ В КОНВЕРТЕРЕ	120
Ганин Д.Р., Фукс А.Ю. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АГЛОМЕРАЦИОННОГО ПРОИЗВОДСТВА АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ»	128
Фукс Е.А., Меркулин П.О., Хомякова В.С. СТРУКТУРА АСУ ПТС СПЕКАТЕЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ АО УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ	134
Терехин Е.П., Кусепова Д. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЯЖЕЛО НАГРУЖЕННЫХ ГРЕЙФЕРНЫХ КРАНОВ	142
Полякова М.А., Дрягун Э.П. ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ВЫБОРА ЧИСЛЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НОРМАТИВНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ	149
Полякова М.А., Казанцева Т.В., Казанцева Н.К. ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЪЕКТНОЙ МОДЕЛИ ДАННЫХ ДЛЯ ОПИСАНИЯ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ	154

Пивоварова Л.Н. СТАРЫЙ ОСКОЛ В ГОДЫ НЕМЕЦКОЙ ОККУПАЦИИ: ИЮЛЬ 1942 ГОДА – ФЕВРАЛЬ 1943 ГОДА	160
Залюбовская В.В., Богданов С.В. ОККУПАЦИЯ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ: ПРАВДА, НЕ ПОПАВШАЯ В УЧЕБНИКИ ИСТОРИИ	170
Залюбовская В.В., Богданов С.В. НЕМЕЦКИЙ «НОВЫЙ ПОРЯДОК» НА ТЕРРИТОРИИ СТАРОГО ОСКОЛА И РОЛЬ ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ ПОЛИЦИИ В ЕГО УТВЕРЖДЕНИИ	174
СЕКЦИЯ: «ГОРНОЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ»	178
Авдеев В.И., Подгорный И.Е. ОЦЕНКА СТОЙКОСТИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ СЕЙСМОУДАРА НА ПРИМЕРЕ ВЕНТИЛЯТОРА, УСТАНОВЛЕННОГО НА ВИБРОИЗОЛЯТОРАХ	178
Авдеев В.И., Подгорный И.Е. МЕТОД ДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА НА ПРИМЕРЕ ОЦЕНКИ СТОЙКОСТИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ МЕХАНИЧЕСКОГО УДАРА УНИВЕРСАЛЬНОЙ СТАЛЬНОЙ МАЧТОВОЙ КОНСТРУКЦИИ ТИПА СТ-S3T-20	184
Слободянский М.Г. МОДЕЛЬ ОТКАЗОВ ОПОРНЫХ КАТКОВ БАРАБАННОГО ОКОМКОВАТЕЛЯ	189
Кравцова О.С., Рыжков И.В., Чеканова Н.Н., Кравчук Л.С., Беляева И.Н. ЖИДКОСТНО-КОЛЬЦЕВОЙ ВАКУУМНЫЙ НАСОС	195
Долганов Д.А., Ганин Д.Р. РАЗРАБОТКА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ И ПОДАЧИ ПУЛЬПЫ В ОКОМКОВАТЕЛЬНЫЙ БАРАБАН АГЛОМЕРАЦИОННОГО ЦЕХА АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ»	201

Белов Н.В., Груздова О.А., Бородина М.Б. ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕГРОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИВОДНЫХ СИСТЕМ ДРОБИЛЬНО- ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	206
Кислов С.В., Кислов В.Г., Сказочкин А.В., Шаповалов А.И. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ MICOTESH® ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА РАБОТЫ ГОРНО- МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	212
Каримов Р.Р., Кудряшов А.Е. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОИСКРОВЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ ЭЛЕКТРОДНОГО МАТЕРИАЛА СТИМ-2/40НЖ НА СТАЛИ 20Х13	218
Макаров А.В., Авдеева Н.Е., Кудряшов А.Е., Владимиров А.А. ВОССТАНОВЛЕНИЕ РОЛИКОВ МНЛЗ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ	226
Часовских А.С., Кудряшов А.Е. СТРУКТУРА, СОСТАВ И СВОЙСТВА НАПЛАВЛЕННЫХ СЛОЕВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДАМИ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКИ И ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ С ПОСЛЕДУЮЩИМ ОПЛАВЛЕНИЕМ	238
Шаповалов А.И., Труфанов И.А. ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ ЗА СЧЕТ НАНЕСЕНИЯ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ.	246
СЕКЦИЯ: «АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»	254
Берсенев И.С., Берсенев Е.С., Лопатин А.С. ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАПОЛНЕНИЯ ТРУБЧАТОЙ ПЕЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ ВИДЕОКОНТРОЛЯ	254

Боева Л. М., Будаков А.С. АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕГИСТРАЦИИ ПОСЕТИТЕЛЕЙ РАЗВЛЕКАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА	258
Боева Л.М., Вышкварка Г.Ю. АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОЧИХ МЕСТ ПЕРСОНАЛА КАФЕ	264
Лазарева О.Р., Гамбург К.С., Лазарева Т.И. ПРИМЕНЕНИЕ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПРИВОДА В ВИБРАЦИОННОМ ОДНОМАССОВОМ ГРОХОТЕ	269
Жуков П.И., Глущенко А.И. О ВОЗМОЖНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ DATAMINING МОДЕЛЕЙ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	274
Заблоцкая Т.Ю., Невзоров А.А. ОЦЕНКА УРОВНЯ ПСИХОФИЗИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ОПЕРАТОРА ШАХТНОЙ ПЕЧИ	280
Зорин И.С., Полещенко Д. А. ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДОБУЧЕННЫХ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ДЕТЕКТОРОВ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ КОДОВ ЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ	284
Коврижных О.А., Цуканов М.А. ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗАДАЧЕ ПОСТРОЕНИЯ И КОРРЕКТИРОВКИ УСТОЙЧИВОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО РАСПИСАНИЯ	290
Ковтун Н.И. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ	295
Кривоносов В.А., Криушин Д.В. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА АММОФОСА	300

Ласточкин К.А., Петров В.А.	306
ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПО ПУСКОВЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ПАРАМЕТРОВ МОТОР-РЕДУКТОРОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА БАЛАНСИРУЮЩЕГО РОБОТА	
Лицин К.В., Жененко А.И.	312
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ПРОРЫВА КОРОЧКИ СЛИТКА НА МАШИНЕ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК	
Мирошниченко Д.А., Полещенко Д.А.	317
О АВТОМАТИЧЕСКОМ ВИЗУАЛЬНОМ КОНТРОЛЕ НАЛИЧИЯ ЗУБЬЕВ КОВША ЭКСКАВАТОРА	
Молодых А.В.	322
ВЕРОЯТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ ГРАФИКОВ НАГРУЗОК КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ	
Моторина Н.П., Тетеревлева Е.В.	326
ПРИМЕНЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ	
Моторина Н.П., Тетеревлева Е.В.	331
К ВОПРОСУ О РЕКОНСТРУКЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ СОВМЕЩЕННОЙ ТЯГОВОЙ ПОДСТАНЦИИ 110/10 И 110/6 КВ	
Основина О.Н.	336
ПРИМЕНЕНИЕ АГЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ НАДЕЖНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ	
Петров В.А.	342
О ПРИМЕНЕНИИ МОДАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ДПТ	

Рябых К.А., Симонова А.Г. РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ СТУДИИ СОВРЕМЕННОЙ ХОРЕОГРАФИИ «A-STYLE-EXTRIMDANCEFAMILY»	345
Соловьев А.Ю. О РАЗВЕРТЫВАНИИ ПАЙПЛАЙНОВ АНАЛИЗА ДАННЫХ В DOCKER	350
Фирсов О.А., Петров В.А. О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗРАБОТКИ НЕЙРОСЕТЕВОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА НАНЕСЕНИЯ МАРКИРОВКИ	354
Халапян С.Ю., Анпилов А.О. РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДИСКОВОГО ВАКУУМ-ФИЛЬТРА	359
Цуканов А.В. ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ТЯНУЩЕ- ПРАВИЛЬНОЙ КЛЕТИ	365
Цыганков Ю.А., Полещенко Д.А. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО ПЕРЕДЕЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИБРИДНЫХ ГЛУБОКИХ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	371
СЕКЦИЯ: «ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ»	377
Арутюнян И.Б., Жилин Э.В. ВОЗРАСТНОЙ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ БЕЗРАБОТИЦЫ В РОССИИ	377
Марченкова И.Н. НЕОБХОДИМОСТЬ СТАНДАРТИЗАЦИИ АНАЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕДУР	383
Ишкова А.С., Каспер А.В. МЕРОПРИЯТИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ УЧЕТА СОБСТВЕННОГО КАПИТАЛА (НА ПРИМЕРЕ АО «ОЭМК ИМ. А.А. УГАРОВА»)	387

Мегина Л.А. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УПРОЩЕННЫХ ФОРМ БУХГАЛТЕРСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ	391
Березина В.О., Носенко А.В. НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УЧЕТА ДЕНЕЖНЫХ СРЕДСТВ В КОММЕРЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ	395
Заякина И.А., Бородаева В.С. ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ТРУДА ПЕРСОНАЛА	399
Виноградская О.В. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ	403
Виноходова А.Ф., Демидова Е.Г. АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ КАПИТАЛА В УПРАВЛЕНИИ ФИНАНСАМИ КОРПОРАЦИИ	408
Власова В.В. ОПТИМИЗАЦИЯ КОСВЕННЫХ ЗАТРАТ В АО «ОЭМК»	413
Гусев Д.С., Новикова О.А. МЕТОДОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	417
Демидова Е.Г., Виноходова А.Ф. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА НА ОСНОВЕ ФИНАНСОВОЙ ОТЧЕТНОСТИ	421
Двоеглазов С.И. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ	425
Демина В.В., Фарафонова А.В. РОЛЬ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ ОТБОРЕ И ОЦЕНКЕ ПЕРСОНАЛА ОРГАНИЗАЦИЙ	428

Казанцев А.А., Демидов В.И. ГОРНОРУДНЫЙ СЕГМЕНТ ХОЛДИНГА МЕТАЛЛОИНВЕСТ КАК ДВИЖУЩИЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ КОМПАНИИ	434
Казанцев А.А., Демидов В.И. МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ СЕГМЕНТ ХОЛДИНГА МЕТАЛЛОИНВЕСТ КАК ДВИЖУЩИЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ КОМПАНИИ	437
Удовикова А.А., Должикова А.С. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОВЕДЕНИЯ АУДИТА ДЕБИТОРСКОЙ И КРЕДИТОРСКОЙ ЗАДОЛЖЕННОСТИ	440
Добрица В.П., Иванова Т.В. ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА В ДЕЙСТВИИ	445
Кулик А.М., Иванчикова М.Л. ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНО- МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА РЕГИОНА	450
Ильичева Е.В., Найденова Р.И., Полякова Е.В. ФОРМИРОВАНИЕ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГРУППИРОВКИ СТАТЕЙ АКТИВА И ПАССИВА БАЛАНСА	454
Манакова С.С. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В РОССИИ	460
Найденова Р.И., Полякова Е.В. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБОРОТНЫМИ АКТИВАМИ В КОНТЕКСТЕ ОПТИМИЗАЦИИ ФИНАНСОВОЙ ПОЛИТИКИ КОММЕРЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	464
Найденова Р.И., Виноходова А.Ф., Полякова Е.В. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ НАЛОГОВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ	470

Новикова О.А. ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	476
Терешина М.В., Онищенко М.В. ПОЛИТИКА РАЗВИТИЯ ЗЕЛЕННОЙ ЭКОНОМИКИ: ВОПРОСЫ ПРАКТИЧЕСКОЙ ИМПЛЕМЕНТАЦИИ	480
Полякова Е.В., Найденова Р.И. ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАЛОГОВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ХОЗЯЙСТВУЮЩЕГО СУБЪЕКТА	486
Полякова Е.Ю., Востокова С.Н. ФОРМИРОВАНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СОЦИАЛЬНО – ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ	492
Ровенских М.В. ИССЛЕДОВАНИЕ КАТЕГОРИИ НАДЕЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ	501
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОНЪЮНКТУРНОЙ СИТУАЦИИ РЫНКА СТАЛИ Савон Д.Ю.	507
Самарина В.П. ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БЕЛГОРОДСКОГО ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО КЛАСТЕРА	513
Скрипай А.А., Шикунова Е.К. ПУТИ СНИЖЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ (НА ПРИМЕРЕ ООО «ТОРГСЕРВИС»)	519
Удовикова А.А., Скрипай А.А. ОРГАНИЗАЦИЯ АУДИТА РАСЧЕТОВ С БЮДЖЕТОМ ПО НАЛОГАМ И СБОРАМ	523

Тарасенко Г.М. ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ SOFTSKILLS У ВЫПУСКНИКОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ	528
Титова Д.В., Жилин Э.В. ФИРМА КАК ГЛАВНОЕ ЗВЕНО РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ	532
Удовикова А.А ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ АУДИТА БУХГАЛТЕРСКОЙ ФИНАНСОВОЙ ОТЧЕТНОСТИ	536
Цемба Н.М. ИНТЕГРАЦИЯ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ	542
Терешина М.В., Цкаррозия Л.З. РЕСУРСЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЙ: УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ	546
СЕКЦИИ: «НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ» И «РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ, РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ»	551
Сидоров Д.В., Богов Ч.В., Габолаев В.В. ПРИНЦИПЫ И ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ	551
Сидоров Д. В., Богов Ч. В., Габолаев В. В. РЕАЛИЗАЦИЯ КОНЦЕПЦИЙ АКТИВНО-АДАПТИВНЫХ СЕТЕЙ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УЧЕТА В УСТАНОВКАХ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ	557
Бессмертный В.С., Здоренко Н.М., Брагина В.С., Варфоломеева С.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ СТЕКЛОФАЗЫ В ГЛИНАХ В УСЛОВИЯХ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАГРЕВА	563

Бессмертный В.С., Бондаренко М.А., Кочурин Д.В., Брагина В.С. ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В ПОЛИМИНЕРАЛЬНОЙ ГЛИНЕ В УСЛОВИЯХ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАГРЕВА	569
Гаврина О.А., Тедеев Г.В., Цопанов М.Д., Шамаев О.В. РАСЧЕТ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ ПОДСТАНЦИИ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА	576
Клюев Р.В., Муртазов Р.С., Нибежев Э.Р., Сохиев А.К. РАСЧЕТ КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ В СЕТИ НАПРЯЖЕНИЕМ НИЖЕ 1 КВ ПЛАВИЛЬНОГО ЦЕХА	581
Ляхова Н.И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬНО-КАДАСТРОВОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ	586
Михайлюк Е.А., Прокопова Т.В., Михайлюк А.А. СЕЧЕНИЕ ЗАХВАТА ЦЕНТРОВ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗАРЯДА В ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ InP	590
Гажова Е.Д. ГЕОМАРКЕТИНГОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ	595
Еланцева Л.А., Фоменко С.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХВОСТОХРАНИЛИЩА СТОЙЛЕНСКОГО ГОКА НА ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ПОДЗЕМНЫХ ВОД	599
Шмыгалева Т.А., Анваров С.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭВМ РАДИАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ГЕРМАНИИ	606

Казанцев А.А., Демидов В.И.	610
НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕГИОНА	
Шульга А.М., Здарова Е.Р., Игуменова Т.И.	614
ПРИМЕНЕНИЕ ПИРОЛИЗНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ	