



О КОНФЕРЕНЦИИ

В сборник включены доклады, представленные на VI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (ТИМ'2017) с международным участием. Доклады отражают результаты научно-исследовательских работ студентов, аспирантов и молодых ученых вузов, предприятий и организаций России и стран ближнего зарубежья по проблемам теории и практики в области металлургической теплотехники, систем автоматизации и информатизации широкого назначения. Тематика докладов включает следующие составляющие: теплотехника и экология металлургического производства; информационные системы и технологии в образовании, науке и производстве; автоматизация технологических процессов и производств. Проект проведения конференции ТИМ'2017 получил поддержку Российского Фонда Фундаментальных Исследований (РФФИ) (проект РФФИ № 17-38-00075).



ООО Агентство Маркетинговых Коммуникаций «День РА»
www.skladgifts.ru

VI Всероссийская научно-практическая
конференция студентов, аспирантов
и молодых ученых
«Теплотехника и информатика в образовании,
науке и производстве» (ТИМ'2017)
с международным участием



ТЕПЛОТЕХНИКА И ИНФОРМАТИКА В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ (ТИМ'2017)

Сборник докладов

Екатеринбург
11-12 мая 2017 г.

ТЕПЛОТЕХНИКА И ИНФОРМАТИКА В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ (ТИМ'2017)

Министерство образования и науки Российской Федерации
Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина
Институт новых материалов и технологий
Кафедра «Теплофизика и информатика в металлургии»

Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве

**Сборник докладов VI Всероссийской научно-практической конференции
студентов, аспирантов и молодых учёных
«Теплотехника и информатика
в образовании, науке и производстве» (ТИМ'2017)
с международным участием,**

Екатеринбург, 11–12 мая 2017 г.



г. Екатеринбург
УрФУ
2017

УДК 669.04:004(06)

ББК

ТЗ4

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. А. Н. Дмитриев (гл. науч. сотр., Институт металлургии Уральского отделения РАН);

д-р техн. наук, проф. Л. А. Зайнуллин (ген. директор ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт металлургической теплотехники»)

Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве:

ТЗ4 сборник докладов VI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (ТИМ'2017) с международным участием (Екатеринбург, 11–12 мая 2017 г.). – Екатеринбург: УрФУ, 2017. – 298 с.

ISBN 978-5-9908685-0-2

В сборник включены доклады, представленные на VI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (ТИМ'2017) с международным участием. Доклады отражают результаты научно-исследовательских работ студентов, аспирантов и молодых ученых вузов, предприятий и организаций России и стран ближнего зарубежья по проблемам теории и практики в области металлургической теплотехники, систем автоматизации и информатизации широкого назначения. Тематика докладов включает следующие составляющие: теплотехника и экология металлургического производства; информационные системы и технологии в образовании, науке и производстве; автоматизация технологических процессов и производств. Проект проведения конференции ТИМ'2017 получил поддержку Российского Фонда Фундаментальных Исследований (РФФИ), проект РФФИ № 17-38-00075.

УДК 669.04:004(06)

ББК

Редакционная коллегия сборника докладов: Спирин Н.А. (председатель), Лавров В.В.

(учёный секретарь)

Бурыкин А.А.

Воронов Г.В.

Гольцев В.А.

Гурин И.А.

Казяев М.Д.

Киселев Е.В.

Куделин С.П.

Лошкарев Н.Б.

Матюхин В.И.

Носков В.Ю.

Швыдкий В.С.

Ярошенко Ю.Г.

Ответственность за содержание предоставленных материалов несут авторы докладов.

Воспроизведение сборника или его части без ссылки на издателя запрещается.

ISBN 978-5-9908685-0-2

© Уральский федеральный
университет, 2017

© Авторы статей, 2017

© ООО АМК «День РА», 2017

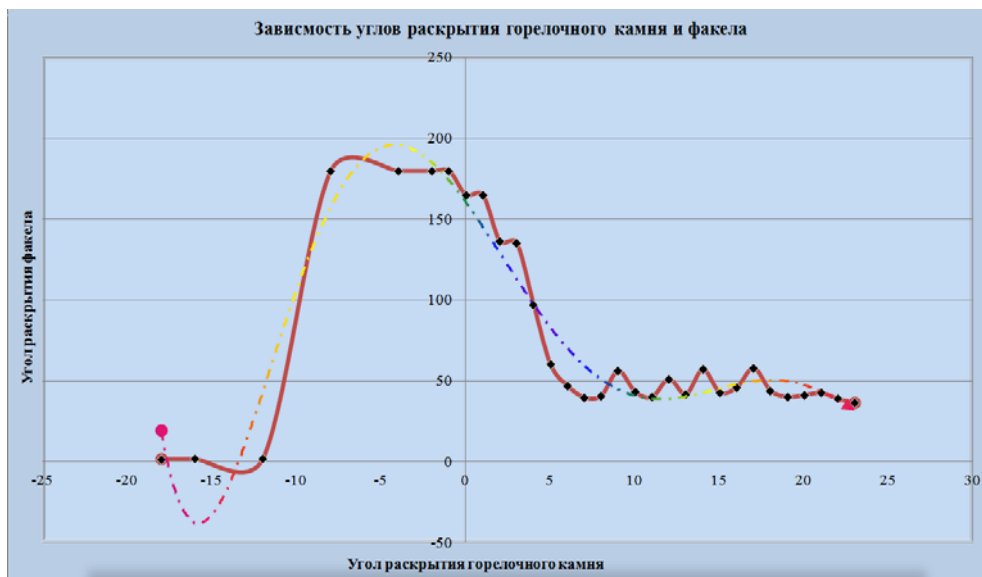


Рис. 5. Зависимость угла раскрытия факела горелки ГПС-0,4 от угла раскрытия горелочного камня

Изменяющаяся форма отверстия горелочного камня напрямую влияет на форму и длину факела, что позволяет подобрать форму факела именно того типа, который будет необходим для оптимального проведения технологического процесса, протекающего на данном зажига-тельном горне.

Список использованных источников

1. SolidWorks 2011 на примерах / Н.Ю. Дударева, С.А. Загайко. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 496 с.
2. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А.А. Алямовский [и др.]. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.
3. Руководство по эксплуатации горелки ГПС–0,4. Екатеринбург: ОАО «Научно исследовательский институт металлургической теплотехники», 2015. – 12 с.

УДК 669:504.062.2/47

С. Н. Кузнецов, И. А. Рыбенко, Е. В. Протопопов, М. В. Темлянцев, Д. Т. Неунывахина
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА В УСЛОВИЯХ ТЕРМОХИМИЧЕСКОГО ОКУСКОВАНИЯ КОНВЕРТЕРНЫХ ШЛАМОВ

Аннотация

В работе с использованием программного комплекса «Терра» проведено термодинамическое моделирование восстановления железа при производстве железобокса с применением адсорбционного обезвоживания и термохимического окускования конвертерных шламов.

Ключевые слова: восстановление железа, адсорбционное обезвоживание, термохимическое окускование конвертерные шламы.

Abstract

In this work, using the software complex "Terra" held thermo-dynamic modeling of iron re-

duction in the production of ferrocoke with the use of adsorption thermochemical dehydration and sintering of BOF sludge.

Keywords: reduction of iron, adsorption dehydration, thermo-chemical agglomeration of BOF sludge.

При выплавке стали в дуговых сталеплавильных печах и конвертерах широкое распространение получают подготовленные шихтовых материалы, например, синтиком и оксидно-угольные брикеты [1]. Они представляют собой композиции из Fe–C–O содержащих природных и техногенных материалов, в том числе окалины, шламов, плавильной пыли, коксовой мелочи и т.п. [2, 3].

К одной из разновидностей подготовленных или композиционных шихтовых материалов можно отнести железокоск и железокосковые брикеты [4, 5]. Концепция производства железокоска разработана еще в 30-х годах прошлого века и была ориентирована на спекание железорудной пыли, не пригодной для плавки в доменных печах, с жирным или битуминизированным углем в коксовых батареях. Железокоск можно классифицировать как Fe–C композицию, прошедшую тепловую обработку вне плавильного агрегата. Железокоск композиционный материал, содержащий в основном восстановленное железо и углерод. В работах [6, 7] представлены результаты разработки основ технологии производства железокоска с применением адсорбционного обезвоживания и термохимического окускования конвертерных шламов. Завершающей стадией производства железокоска по такой технологии является термохимический способ окускования шлама в процессе его коксования в смеси со спекающимися углями, который обеспечивает восстановление железа из его оксидов. При этом практический интерес представляет определение термодинамических условий, необходимых для восстановления железа и границ концентрационных областей, позволяющих рационализировать состав сырьевой смеси и температурный режим процесса.

В данной работе с использованием программного комплекса «Терра», созданного в Московском государственном техническом университете им. Н. Э. Баумана [8], проведено математическое моделирование термодинамики процессов восстановления железа из конвертерных шламов.

В работе проведено исследование процесса восстановления железа из конвертерного шлама различными восстановителями (таблицы 1, 2) [6, 9].

Таблица 1

Химический состав конвертерного шлама

Вещество	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	SiO ₂	K ₂ O	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	C
%	64,17	1,82	4,60	16,71	5,76	0,19	0,07	0,10	0,63
Вещество	ZnO	CuO	PbO	MnO	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	P ₂ O ₅	TiO ₂	S
%	1,11	0,06	0,11	1,08	1,93	0,88	0,32	0,21	0,24

Исследование влияния расхода восстановителя на параметры процесса проводили в модельной системе, представленной 100 кг конвертерного шлама. Количество угольного концентрата варьировали в диапазоне значений 5–100 кг. При температуре 1100 °С рассчитывали равновесные составы. Результаты расчетов для процесса восстановления концентратами ЦОФ «Кузнецкая» ГЖ+Ж и марки Ж Межэгейского месторождения приведены на рисунках 1 а, б соответственно.

Таблица 2

Характеристики угольных концентратов

№ про-бы	Теханализ, %				Пластометрия, мм		Петрография		
	W ^r	A ^d	V ^{daf}	S ^d	X	Y	V _t , %	S _r	R
ГЖ+Ж	10,5	7,8	38	0,56	17	24	85,0	0,56	0,864
Ж	8,6	8,1	38,2	0,67	-2	34	93,0	0,045	0,853

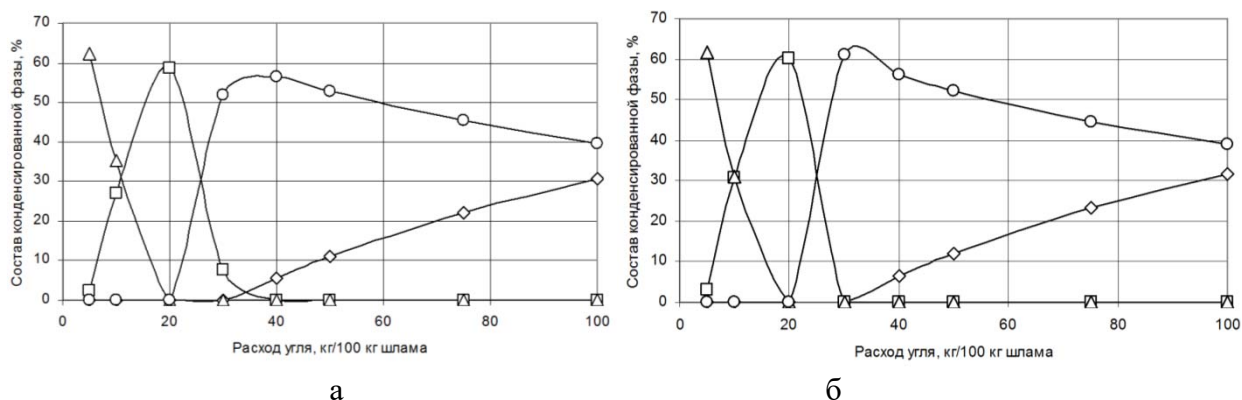


Рис. 1. Зависимость состава конденсированной фазы процесса восстановления конвертерного шлама от расхода концентрата углей марок ГЖ+Ж Кузнецкой ЦОФ (а), Ж Межэгейского месторождения (б) ($\diamond$ – С, $\square$ – Fe, Δ – FeO, $\circ$ – Fe₃C)

На рисунке 2 представлены результаты исследования влияния температуры на процесс восстановления.

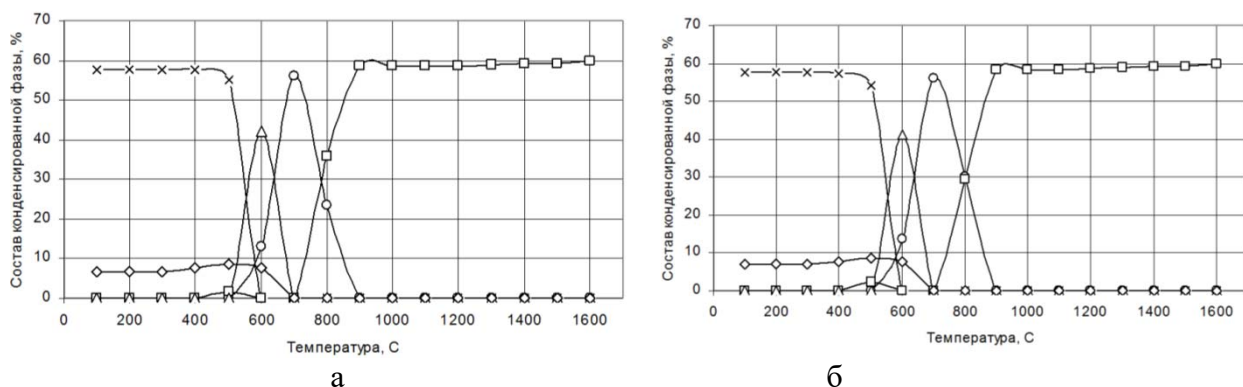


Рис. 2. Температурные зависимости состава конденсированной фазы процесса восстановления конвертерного шлама концентратами углей марок ГЖ+Ж Кузнецкой ЦОФ (а), Ж Межэгейского месторождения (б) ($\diamond$ – С, $\square$ – Fe, Δ – FeO, $\circ$ – Fe₃C, $\times$ – Fe₃O₄)

Результаты математического моделирования показали, что исследуемые концентраты как восстановители имеют аналогичные свойства, которые определяются их составом, полное восстановление железа происходит при расходе угольного концентрата 20 кг / 100 кг шлама. При этом значении содержание восстановленного железа максимально и для концентрата ЦОФ «Кузнецкая» ГЖ+Ж составляет 58,5 %, а марки Ж Межэгейского месторождения – 60,1 %. Оксид железа отсутствует. При увеличении расхода восстановителя концентрация железа снижается и растет содержание его карбида. При расходе концентрата ЦОФ «Кузнецкая» ГЖ+Ж 40 кг / 100 кг шлама, концентрация карбида железа максимальна и составляет 56,4 %. Для концентрата марки Ж Межэгейского месторождения максимальное содержание карбида кремния составляет 61 % при его расходе 30 кг / 100 кг шлама. Затем, при дальнейшем увеличении расхода восстановителя содержание карбида снижается за счет разбавления конденсированной фазы из-за избытка углерода в системе. Газовая фаза состоит преимущественно из СО. Таким образом, для полного восстановления железа необходимы температуры не ниже 900 °С, минимальный расход угольных концентратов из углей марок ГЖ и Ж Кузнецкой ЦОФ и Ж Межэгейского месторождения аналогичен и составляет 20 кг / 100 кг конвертерного шлама.

При необходимости получения железокоса с регламентированным содержанием углерода С, % удельные расходы М, кг / 100 кг шлама угольных концентратов могут быть определены по соотношениям:

– для смеси углей марок ГЖ и Ж Кузнецкой ЦОФ

$$M = 21,94 + 1,68C + 0,02C^2 \quad (1)$$

– Ж Межэгейского месторождения

$$M = 21,62 + 1,52C + 0,02C^2. \quad (2)$$

Выводы: Установлено, что при использовании в качестве восстановителей концентратов ЦОФ «Кузнецкая» (состоящего из углей марок: газовый жирный (ГЖ) 50 % и жирный (Ж) 50 %) и угля марки Ж Межэгейского месторождения полное восстановление железа происходит при их расходе 20 кг / 100 кг шлама и температурах не ниже 900 °С.

Список использованных источников

1. Шахпазов Е.Х., Дорофеев Г.А. Новые синтетические композиционные материалы и технология выплавки стали с их использованием. – М.: Интерконтакт Наука, 2008. – 272 с.
2. Черепанов К.А., Абрамович С.М., Темлянцев М.В., Темлянцева Е.Н. Рециклинг твердых отходов в металлургии. – М.: Флинта: Наука, 2004. – 212 с.
3. Кузнецов С.Н., Волюнкина Е.П., Протопопов Е.В., Зоря В.Н. Металлургические технологии переработки техногенных месторождений, промышленных и бытовых отходов. – Новосибирск: СО РАН, 2014. – 294 с.
4. Ульянов В.П., Булавин В.И., Бутенко А.Н. Термическая переработка нефть- и железосодержащих промышленных отходов с получением товарной продукции // Интегрированные технологии и энергосбережение. – 2004. – № 3. – С. 48–53.
5. Тайц Е.М. Кокс и железокс на основе брикетирования. – М.: Металлургия, 1965. – 173 с.
6. Школлер М.Б., Протопопов Е.В., Кузнецов С.Н., Темлянцев М.В., Иванов В.П. Разработка основ технологии адсорбционного обезвоживания и термохимического окускования конвертерных шламов // Вестник горо-металлургической секции РАЕН. Отделение металлургии. – 2016. Вып. 37. – С. 46–53.
7. Кузнецов С.Н., Школлер М.Б., Протопопов Е.В., Темлянцев М.В., Фейлер С.В. Технологические основы адсорбционного обезвоживания и термохимического окускования конвертерных шламов // Известия вузов. Черная металлургия. – 2017. – № 4. – С. 268–275.
8. Трусов Б.Г. Программная система ТЕРРА для моделирования фазовых и химических равновесий при высоких температурах // III межд. симпозиум «Горение и плазмохимия». 24 – 26 августа 2005. Алматы, Казахстан. – Алматы: Казак университеті, 2005. – С. 52–57.
9. Кузнецов С.Н., Рыбенко И.А., Протопопов Е.В., Темлянцев М.В., Фейлер С.В. Термодинамическое моделирование процессов восстановления железа при термохимическом окусковании конвертерных шламов // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2017. – № 1. – С. 25–28.

УДК 669.046

О. В. Кузнецова, К. С. Коноз, М. В. Темлянцев, Н. В. Темлянцев

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕРАВНОМЕРНОСТИ НАГРЕВА ЗАГОТОВОК В МЕТОДИЧЕСКИХ ПЕЧАХ С МЕХАНИЗИРОВАННЫМ ПОДОМ НА УГАР МЕТАЛЛА

Аннотация

В работе проведено исследование влияния неравномерности нагрева заготовок по длине на угар металла в методических печах с механизированным подом. Установлено, что повышение неравномерности нагрева поверхности заготовки приводит к росту угара, причем эта зависимость имеет нелинейный характер.

СПИСОК АВТОРОВ

Абаимов Н.А.....	91, 113	Запольская Е.М.	45
Авдеев А.П.....	7	Зельманчук К.А.....	39
Аксютичева Н.С.	181	Иванова М.В.....	47
Алексеев Г.С.....	184	Илларионов Н.К.....	210
Богатова Т.Ф.....	121	Илюхин П.А.	266
Болотин К.Е.	159	Каграманов Ю.А.	51
Бондин А.Р.....	263	Казяев М.Д.	35, 47
Буинцев В.Н.....	224	Камнева Д.А.	54
Бурькин А.А.....	187	Каюров В.А.	212
Бычков С.А.	159	Киселев Е.В.	42, 149, 215
Бякова М.А.	191	Киселева Т.В.	194
Воронов Г.В.....	13, 17, 98, 102, 110	Колесников А.П.	57
Галичин П.В.....	9	Коноз К.С.....	62
Герасименко Н.П.....	74	Конюков Е.Н.	187
Гильметдинова Ю.Р.....	162	Королев В.Н.	95
Гинкель А.А.....	13	Куделин С.П.	236
Глухов И.В.....	17, 98	Кузнецов С.Н.....	59
Голдобин Ю.М.	22	Кузнецова В.С.....	215
Гольцев В.А.	17, 132, 172, 181, 240	Кузнецова О.В.....	62
Гордеев С.И.	146	Кулешов О.Ю.....	83
Горшкова О.С.	25	Курбанов Т.С.....	51
Грачев А.В.	194	Лавров В.В.. 29, 153, 184, 191, 199, 220, 252	
Гребнева Н.В.	29, 153	Левин Е.И.	146, 164
Гурин И.А.	184, 191, 199, 252	Липунов Ю.И.	175, 215
Данилова Д.А.....	142	Лисиенко В.Г.....	203
Девярых Е.А.....	32	Лошкарев А.Н.	57, 124, 220
Девярых Т.О.....	32	Лошкарев Н.Б..... 29, 54, 66, 153, 155, 276	
Декун Н.И.	199	Луговик А.И.	220
Денисов М.А.....	206, 266	Лымбина Л.Е.	139
Дианов С.А.	203	Макуха Д.А.....	232
Домрачев А.С.	35	Мартусевич Е.А.	224
Дружинин Г.М.....	155	Марчкова Ю.А.	71
Дубинин А.М.....	266	Матюхин В.И.	7, 9, 25, 39, 129
Дудко В.А.	39, 172	Матюхин О.В.	129
Емельянова А.А.....	51	Матюхина А.В.....	39
Ермакова Л.А.....	244, 280	Мешков Е.И.....	74
Ершов М.И.....	206	Микула В.А.	71, 162
Журавлев С.Я.	39	Мунц В.А.	78, 206
Завьялова Е.В.....	254	Муслимов Е.И.	83
Зайнуллин Л.А.....	168	Мухамадиева А.Х.	66
Замятина И.А.....	42	Мухтасаров Р.Т.	228

Некрасова Е.В.....	215	Темлянцев Н.В.	62
Неунывахина Д.Т.	59	Терехова А.Ю.....	105
Никитин А.Д.....	87	Толмачев В.О	129
Носков В.Ю.	212, 228, 232, 260, 284	Томилов Н.А.....	132
Овчарников А.О.	91	Торопов Е.В.....	135
Оленников А.А.	117	Торопова А.Л.	139
Осинцев К.В.....	135	Трофимов В.Б.....	258
Осипов П.В.	51	Трофимов П.Ю.....	260
Осминкина А.С.....	78	Тупоногов В.Г.	51
Павлюк Е.Ю.....	78	Усатов П.А.	212
Папченков А.И.	78	Фатхутдинов А.Р.....	270
Парышев И.С.	95	Феокистов А.В.....	45
Пащенко Н.А.	258	Филиппов П.С.	146
Переpletчиков В.И.	220	Фурсов В.И.....	172
Плесакин И.В.....	17, 98	Хасанов Р.Р.....	142
Плешкова А.В.....	102	Хасанова А.В.....	135
Попова Ю.А.	236	Худяков Д.С.	146
Поротников Н.С.	22	Худякова Г.И.....	87, 142
Потапов М.В.	240	Цыганкова О.Е.	263
Прибытков И.А.	105	Цымбал В.П.....	117
Проданов С.А.	13, 110	Чапурина А.А.....	149
Протопопов Е.В.....	59	Черемискина Н.А.....	29, 153
Радченко М.О.	220	Чернов А.А.	155
Раецкий А.Д.....	244, 280	Черных В.Н.....	266
Ральников П.А.	113	Шагабутдинов Т.Ф.	266
Рыбенко И.А.	59, 248	Швыдкий В.С.	32, 270
Рыжков А.Ф.	87, 91, 113	Швыдкий Е.Л.	159
Рябина В.В.	254	Шешин А.Н.	276
Сахаров А.Ю.	252	Шихов С.Е.	270
Семенов Н.А.	162	Шлянин С.А.	244, 280
Сеченов П.А.....	117	Шмакова Л.А.....	162
Смаханов А.Б.....	175	Штина А.И.....	284
Смирнов А.И.	121	Щипанов К.А.....	210
Смольянов И.А.	159	Эйсмонт К.Ю.	215
Соколова Т.Б.....	254	Южаков И.В.	164
Солнцева Е.Д.	124	Юрпольский А.С.....	168
Спирин Н.А.....	191, 199, 270	Юрьев Б.П.....	172
Тарасов Ф.Е.	159	Яранцев А.Н.	288
Темлянцев М.В.....	45, 59, 62	Ярошенко Ю.Г.	175

СОДЕРЖАНИЕ

Кафедра «Теплофизика и информатика в металлургии»	3
Секция 1. Актуальные проблемы теплотехники и экологии металлургического производства	7
<i>Авдеев А. П., Матюхин В. И.</i> Разработка технологии утилизации тепла готового продукта на печи вельцевания.....	7
<i>Галичин П. В., Матюхин В. И.</i> Совершенствование конструкции и тепловой работы роторной печи для плавки вторичного алюминия	9
<i>Гинкель А. А., Воронов Г. В., Проданов С. А.</i> Анализ аэродинамических потоков в рабочем пространстве печи Ванюкова.....	13
<i>Глухов И. В., Воронов Г. В., Гольцев В. А., Плесакин И. В.</i> Тепловое состояние ДСП-120 при загрузке и нагреве слоя шихты	17
<i>Голдобин Ю. М., Поротников Н. С.</i> Об испарении полидисперсной системы капель жидкого топлива в инертной среде	22
<i>Горшкова О. С., Матюхин В. И.</i> Разработка технологии производства брикетированной обезмасленной окалины	25
<i>Гребнева Н. В., Черемискина Н. А., Лошкарев Н. Б., Лавров В. В.</i> Модернизация кольцевой нагревательной печи ТПЦ № 2 ОАО «ЧТПЗ».....	29
<i>Девярых Е. А., Девярых Т. О., Швыдкий В. С.</i> Извлечение драгоценных металлов из катализаторов в плазменных печах периодического действия	32
<i>Домрачев А. С., Казяев М. Д.</i> Тепловая работа камерной вертикальной печи для термообработки опорных валков прокатных станов	35
<i>Дудко В. А., Матюхин В. И., Матюхина А. В., Журавлев С. Я., Зельманчук К. А.</i> Совершенствование перемещения слоя кусковых материалов в металлическом вертикальном бункере	39
<i>Замятина И. А., Киселев Е. В.</i> Совершенствование конструкции камерной электрической печи сопротивления.....	42
<i>Запольская Е. М., Феоктистов А. В., Темлянцев М. В.</i> К вопросу о разработке универсального показателя тепловой эффективности стендов разогрева футеровок металлургических ковшей	45
<i>Иванова М. В., Казяев М. Д.</i> Тепловая работа и конструкция печи с шагающим подом для нагрева медных слэбов.....	47
<i>Каграманов Ю. А., Тупоногов В. Г., Осипов П. В., Курбанов Т. С., Емельянова А. А.</i> Исследование кинетических характеристик горячей сероочистки синтез-газа в плотном слое	51
<i>Камнева Д. А., Лошкарев Н. Б.</i> Расчет процессов движения газа и теплообмена внутри шаровых емкостей для хранения нефтепродуктов	54

<i>Колесников А. П., Лошкарев А. Н.</i> Влияние формы канала горелочного камня на угол раскрытия факела горелки ГПС-0,4	57
<i>Кузнецов С. Н., Рыбенко И. А., Протопопов Е. В., Темлянец М. В., Неунывахина Д. Т.</i> Исследование с применением математического моделирования процессов восстановления железа в условиях термохимического окускования конвертерных шламов.....	59
<i>Кузнецова О. В., Коноз К. С., Темлянец М. В., Темлянец Н. В.</i> Исследование влияния неравномерности нагрева заготовок в методических печах с механизированным подом на угар металла	62
<i>Лошкарев Н. Б., Мухамадиева А. Х.</i> Теплообменный блок с плавким ядром для регенеративной горелки	66
<i>Марчкова Ю. А., Микула В. А.</i> Разработка системы охлаждения синтез-газа для ПГУ-ВГЦ.....	71
<i>Мешков Е. И., Герасименко Н. П.</i> Установка для исследования и моделирования процессов теплообмена	74
<i>Мунц В. А., Папченков А. И., Павлюк Е. Ю., Осминкина А. С.</i> Исследование переходных процессов в термосифонах.....	78
<i>Муслимов Е. И., Кулешов О. Ю.</i> Метод расчета характеристик диффузионных и смешанных газовых факелов в промышленных печах на основе относительного моделирования	83
<i>Никитин А. Д., Худякова Г. И., Рыжков А. Ф.</i> Методика расчета режима работы двухступенчатого поточного газогенератора.....	87
<i>Овчарников А. О., Абаимов Н. А., Рыжков А. Ф.</i> Моделирование гидродинамики процесса горения кокса каменного угля в приборе термогравиметрического анализа	91
<i>Парышев И. С., Королев В. Н.</i> Исследование явления квазикапиллярности в неподвижном продуваемом зернистом слое	95
<i>Плесакин И. В., Воронов Г. В., Глухов И. В.</i> Рекомендации по загрузке шихты и расположению топливосжигающих устройств в дуговой сталеплавильной печи ДСП-120.....	98
<i>Плешкова А. В., Воронов Г. В.</i> Исследование тепловой работы современной вельц-печи.....	102
<i>Прибытков И. А., Терехова А. Ю.</i> Исследование импульсного охлаждения массивных в тепловом отношении заготовок	105
<i>Проданов С. А., Воронов Г. В.</i> Исследование тепловой работы фурм КВС	110
<i>Ральников П. А., Абаимов Н. А., Рыжков А. Ф.</i> Численное исследование процесса газификации в пилотном кислородном поточном газификаторе	113
<i>Сеченов П. А., Цымбал В. П., Оленников А. А.</i> Имитационная модель гравитационного сепаратора и разделение компонентов пылевидных материалов.....	117

<i>Смирнов А. И., Богатова Т. Ф.</i> Реализация потенциала вторичных энергетических ресурсов металлургических предприятий в схемах с газовыми утилизирующими турбинами.....	121
<i>Солнцева Е. Д., Лошкарёв А. Н.</i> Компьютерное моделирование процесса горения газообразного топлива в горелке ГРС-150	124
<i>Толмачев В. О., Матюхин О. В., Матюхин В. И.</i> Технология производства минераловатных изделий из горячих шлаков.....	129
<i>Томилов Н. А., Гольцев В. А.</i> Реконструкция газовой тигельной печи для плавки цветных металлов	132
<i>Торопов Е. В., Осинцев К. В., Хасанова А. В.</i> Адаптация основных характеристик теплообмена для топок тепловых агрегатов	135
<i>Торопова А. Л., Лымбина Л. Е.</i> Работа ограждений тепловых агрегатов в динамическом режиме.....	139
<i>Хасанов Р. Р., Данилова Д. А., Худякова Г. И.</i> Особенности конверсии коксового остатка твердых топлив.....	142
<i>Худяков Д. С., Филиппов П. С., Гордеев С. И., Левин Е. И.</i> Анализ влияния узла удаления CO ₂ на экономические показатели перспективной ПГУ-ВЦГ	146
<i>Чапурина А. А., Киселев Е. В.</i> Техническое перевооружение кольцевой печи	149
<i>Черемискина Н. А., Гребнева Н. В., Лошкарёв Н. Б., Лавров В. В.</i> Конструкция термической печи нагревательного типа.....	153
<i>Чернов А. А., Лошкарёв Н. Б., Дружинин Г. М.</i> Способы уменьшения угара в стали при нагреве в промышленных печах.....	155
<i>Швыдкий Е. Л., Болотин К. Е., Смольянов И. А., Тарасов Ф. Е., Бычков С. А.</i> Численное моделирование электромагнитного перемешивания жидкого алюминия в цилиндрическом сосуде.....	159
<i>Шмакова Л. А., Гильметдинова Ю. Р., Семенов Н. А., Микула В. А.</i> Влияние диаметра теплообменного элемента на удельные затраты поверхностей нагрева и длину трубного элемента высокотемпературного воздухоподогревателя компримированного воздуха.....	162
<i>Южаков И. В., Левин Е. И.</i> Выбор модели горения промышленных и синтез-газов в камере сгорания ГТУ	164
<i>Юрпольский А. С., Зайнуллин Л. А.</i> Аппарат для сушки угольного концентрата твердым теплоносителем	168
<i>Юрьев Б. П., Гольцев В. А., Дудко В. А., Фурсов В. И.</i> Исследование влияния физико-химических процессов при обжиге сидеритовой руды на тепловые показатели и расход топлива.....	172
<i>Ярошенко Ю. Г., Липунов Ю. И., Смаханов А. Б.</i> Экспериментальное исследование процесса водо-воздушного охлаждения стальных колец	175

Секция 2. Системы автоматизации и информатизации в образовании, науке и производстве.....	181
<i>Аксютичева Н. С., Гольцев В. А.</i> Применение датчика обнаружения монооксида углерода MQ-9 для системы мониторинга рабочей зоны металлургических производств.....	181
<i>Алексеев Г. С., Лавров В. В., Гурин И. А.</i> Использование методологии Agile в командной разработке проекта «Экология» с применением системы контроля версий Git	184
<i>Бурыкин А. А., Конюков Е. Н.</i> Разработка программного обеспечения для расчета трехзонной методической печи	187
<i>Бякова М. А., Гурин И. А., Лавров В. В., Спиринов Н. А.</i> Создание математической библиотеки в пакете MATLAB для расчета оптимального распределения природного газа в группе доменных печей	191
<i>Грачев А. В., Киселева Т. В.</i> Моделирование процесса управления распределенной сетевой структурой с помощью выделения узлов-посредников.....	194
<i>Гурин И. А., Спиринов Н. А., Лавров В. В., Декун Н. И.</i> Методы работы с документами Microsoft Word при разработке веб-сервисов	199
<i>Дианов С. А., Лисиенко В. Г.</i> Поиск выбросов в многомерном массиве данных	203
<i>Ершов М. И., Муңц В. А., Денисов М. А.</i> Моделирование работы струйного компрессора в ANSYS Fluent с контролем адекватности расчетов	206
<i>Илларионов Н. К., Щипанов К. А.</i> Разработка программного обеспечения для управления проектами.....	210
<i>Каюров В. А., Носков В. Ю., Усатов П. А.</i> Разработка аппаратно-технического обеспечения прототипа информационного терминала остановочного комплекса	212
<i>Липунов Ю. И., Эйсмонт К. Ю., Кузнецова В. С., Киселев Е. В., Некрасова Е. В.</i> Разработка АСУ ТП термообработки труб в устройстве контролируемого охлаждения.....	215
<i>Луговик А. И., Переpletчиков В. И., Радченко М. О., Лавров В. В., Лошкарев А. Н.</i> Разработка программного обеспечения для эмуляции лабораторной работы «Испытание пластинчатого теплообменника».....	220
<i>Мартусевич Е. А., Буинцев В. Н.</i> Тренажер «Алюминщик» для обучения технологического персонала литейного отделения алюминиевого завода	224
<i>Мухтасаров Р. Т., Носков В. Ю.</i> Разработка программного обеспечения прототипа информационного терминала остановочного комплекса	228
<i>Носков В. Ю., Макуха Д. А.</i> Разработка программного обеспечения для беспроводной системы связи.....	232
<i>Попова Ю. А., Куделин С. П.</i> Разработка информационной системы учета средств компьютеризации предприятия.....	236

<i>Потапов М. В., Гольцев В. А.</i> Разработка лабораторного комплекса на базе микропроцессорной техники фирмы Siemens	240
<i>Раецкий А. Д., Шлянин С. А., Ермакова Л. А.</i> Разработка отчета к системе MOODLE для организации контроля работы участников образовательного процесса	244
<i>Рыбенко И. А.</i> Инструментальная система моделирования и оптимизации металлургических процессов	248
<i>Сахаров А. Ю., Лавров В. В., Гурин И. А.</i> Разработка приложения для расчёта количества оксидов азота, образующихся в рабочем пространстве пламенных печей	252
<i>Соколова Т. Б., Рябина В. В., Завьялова Е. В.</i> Разработка базы нормативных документов по профильным дисциплинам с помощью программы eBook Maestro	254
<i>Трофимов В. Б., Пащенко Н. А.</i> О построении контрольных карт по содержанию кремния в доменном чугуна	258
<i>Трофимов П. Ю., Носков В. Ю.</i> Прогнозирование временных рядов методом ARIMA	260
<i>Цыганкова О. Е., Бондин А. Р.</i> Разработка автоматизированного рабочего места менеджера по работе с крупными клиентами компании ПАО «Ростелеком»	263
<i>Черных В. Н., Илюхин П. А., Шагабутдинов Т. Ф., Дубинин А. М., Денисов М. А.</i> Сравнительное моделирование и тестирование адекватности расчетов рекуператора в пакетах инженерного моделирования	266
<i>Швыдкий В. С., Фатхутдинов А. Р., Спирин Н. А., Шихов С. Е.</i> Система автоматического управления тепловой работой шахтной печи	270
<i>Шешин А. Н., Лошкарев Н. Б.,</i> Создание информационного обеспечения системы автоматизации управления термической печи №2 завода имени М.И. Калинина	276
<i>Шлянин С. А., Раецкий А. Д., Ермакова Л. А.</i> Разработка расширения системы Moodle для автоматического контроля текстовых заимствований системой «РУКОНТЕКСТ»	280
<i>Штина А. И., Носков В. Ю.</i> Модуль расчета оптимального маршрута движения на общественном транспорте	284
<i>Яранцев А. Н.</i> Разработка программного обеспечения лабораторной установки по изучению бесконтактного измерения температуры	288
Список авторов	291

Научное издание

**ТЕПЛОТЕХНИКА И ИНФОРМАТИКА
В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ**

*Сборник докладов VI Всероссийской научно-практической
конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (ТИМ'2017)
с международным участием*

Техническое редактирование и компьютерная верстка
М. А. Бяковой, В. В. Лаврова

Доклады представлены в авторской редакции.

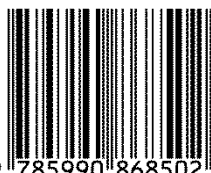
Подписано в печать 20 июля 2017 г. Формат 70х100 1/16.

Бумага писчая. Плоская печать. Усл. печ. л. 24,35.

Уч.-изд. л. 25,81. Тираж 300 экз. Заказ 3244.

ООО Агентство Маркетинговых Коммуникаций «День РА»
620146, г. Екатеринбург, проезд Решетникова, дом 22а, оф. 201, тел.: (343) 344-64-26
www.skladgifts.ru

ISBN 978-5-9908685-0-2



9 785990 868502