

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

Т34

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:

Т34 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. – 299 с.

ISBN

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

© Уральский федеральный
университет, 2017

© Авторы статей, 2017

Благодаря замене футеровки, снизились потери теплоты теплопроводностью и вследствие тепловых коротких замыканий в 2 раза. Установочная мощность уменьшится на 19,26 кВт, а удельный расход электроэнергии снизится до 226 кВт·ч/т. КПД печи увеличится с 31 до 49 %.

В настоящее время, по производственным причинам, нет необходимости использовать существующие нагреватели на полную мощность, поэтому также можно рекомендовать использование нагревателей с более низкой рабочей температурой и меньшей стоимости. Для этого подобран материал нагревателей из хромоалюминиевого сплава с добавками бора, титана, типа ОХ23Ю5А (ЭИ 595), с максимальной рабочей температурой 1200 °С [3].

Таким образом, предложенный ряд мероприятий при их реализации позволит значительно повысить эффективности рассматриваемого производства.

Список использованных источников

1. Электрические промышленные печи. Учебник для вузов. В 2-х ч. Ч. 1. А.Д. Свенчанский. Электрические печи сопротивления. Изд. 2-е, перераб. – М.: Энергия, 1975. – 384 с.
2. Министерство Электротехнической промышленности СССР. ПАСПОРТ для печи сопротивления типа СНЗ 6,3. Щит управления типа ЩУ 6НТ 360155. г. Артик. – 46 с.
3. Электрические печи сопротивления: учебное пособие / Е.В. Киселев, В.Б. Кутын, В.И. Матюхин. – Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2010. – 78 с.
4. Теплотехнические расчеты металлургических печей / Я.М. Гордон, Б.Ф. Зобнин, М.Д. Казяев [и др.]. Учебник для студентов вузов. Изд. 3-е. М.: Металлургия, 1993. – 368 с.
5. ООО «Теплопромпроект» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.teplopromproekt.ru> (Дата обращения: 21.04.2017).

УДК 669.046:536.7

Е. М. Запольская, А. В. Феоктистов, М. В. Темлянец

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

К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ УНИВЕРСАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТЕНДОВ РАЗОГРЕВА ФУТЕРОВОК МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ КОВШЕЙ

Аннотация

В работе получен новый показатель – удельный расход условного топлива, затрачиваемого на тепловую обработку тонны стали, характеризующий тепловую эффективность работы стендов высокотемпературного разогрева футеровок сталеразливочных ковшей.

Ключевые слова: стенды разогрева, тепловая эффективность.

Abstract

In this paper we obtain a new indicator – specific consumption of conventional fuel consumed for the heat treatment of a tonne of steel, characterizing the thermal efficiency of stands of high-temperature heating of the lining of casting ladles.

Keywords: stands of warm-up, thermal efficiency.

На металлургических предприятиях для высокотемпературного разогрева футеровок сталеразливочных ковшей перед приемом расплава применяют стенды, отапливаемые газом или стенды, использующие электронагрев. В соответствии с классификационными призна-

ками стенды высокотемпературного разогрева представляют собой тепловые аппараты, входящие многообразие тепловых устройств. От тепловой эффективности стенда во многом зависит экономичность его работы и себестоимость производимой стали. В связи с этим решение проблемы повышения тепловой эффективности стендов является актуальной задачей, имеющей важное практическое значение.

Мировые тенденции повышения тепловой эффективности показывают, что конструкции стендов в основном развиваются в направлении снижения различного вида потерь (с уходящими продуктами сгорания; теплопроводностью через стенку, дно, крышку; с выбиваниями и излучением через технологические отверстия) тепла, применения эффективных горелочных устройств (в том числе импульсного отопления), обеспечивающих полное сжигание топлива и высокоинтенсивную циркуляцию продуктов сгорания в полости ковша, обогащения дутья кислородом (с учетом экономического фактора), применения системы автоматизации и управления, энергосберегающих температурных и тепловых режимов разогрева, минимизирующих расходы топлива (рис. 1).

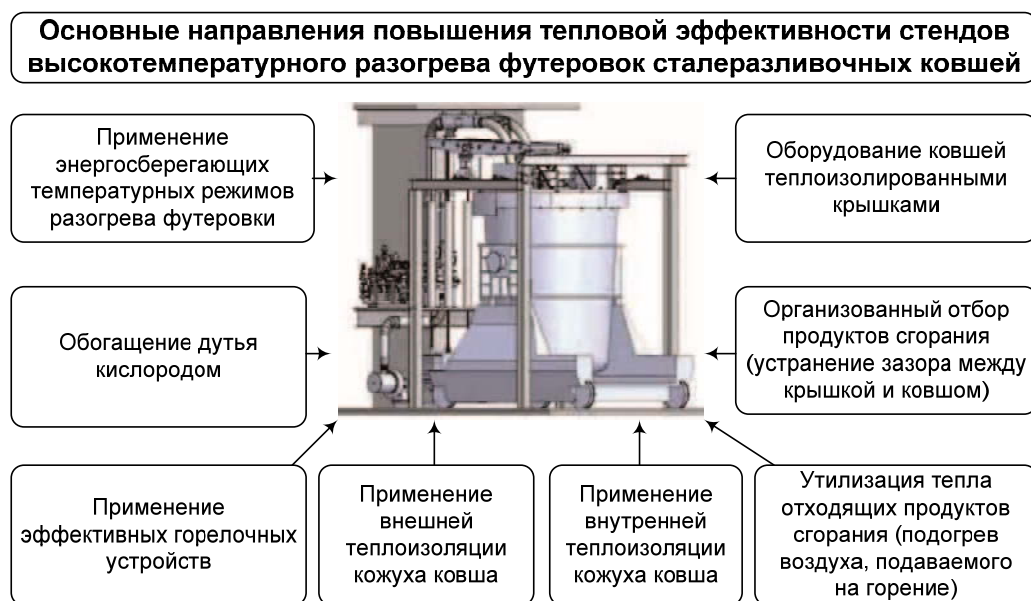


Рис. 1. Основные направления развития конструкций стендов и технологий высокотемпературного разогрева футеровок сталеразливочных ковшей

При оценке тепловой эффективности работы стендов для разогрева ковшей различной емкости, с футеровкой разной конструкции и применяемых для ее выполнения огнеупоров и теплоизоляции, отапливаемых газом различной калорийности возникают определенные трудности, так как часовой расход или суммарный объем газа на разогрев не являются информативными величинами. В связи с этим возникает необходимость в показателе, характеризующем экономичность работы стенда и отражающем удельные затраты топлива на разогрев, отнесенные к единице массы стали, транспортируемой в ковше.

Перспективным является использование в качестве показателя удельного расхода условного топлива, затрачиваемого на тепловую обработку тонны стали. Для стендов разогрева в общем случае эта величина может быть определена по соотношению

$$B_{уд} = \frac{Q_p^H}{29,3} \frac{Q}{(E - M_{ш})}, \quad (1)$$

где Q_p^H – теплота сгорания топлива (природного газа), МДж/м³; Q – суммарный объем газа, затрачиваемого на разогрев, м³; E – емкость ковша, т; $M_{ш}$ – масса шлака, т.

Если разогрев производится при постоянном расходе топлива, то расчет можно производить по следующему уравнению:

$$B_{уд} = \frac{Q_p^H}{29,3} \frac{B\tau}{(E - M_{ш})}, \quad (2)$$

где B – средний расход топлива за период разогрева, $\text{м}^3/\text{ч}$; τ – время разогрева, ч.

Анализ результатов многовариантных расчетов с применением математической модели [5], проведенных в работе [2] показывает, что для стенов разогрева ковшей различной емкости, оборудованных теплоизолированной крышкой, с системой рекуперации тепла и без нее удельный расход условного топлива колеблется в интервале 38,9 до 16,5 кг у.т./т транспортируемой стали. Теоретически необходимый (без различных потерь) для разогрева ковша параметр $B_{\text{уд}}$ составляет примерно 5 кг у.т./т. Разделим полученный интервал на три условных области 1 – 5 – 20 кг у.т./т (область стенов, характеризующихся высокой тепловой эффективностью), 2 – 20 – 35 кг у.т./т (область стенов, характеризующихся средней тепловой эффективностью) и 3 более 35 кг у.т./т (область стенов, характеризующихся низкой тепловой эффективностью). На рисунке 2 представлены полученные области тепловой эффективности.

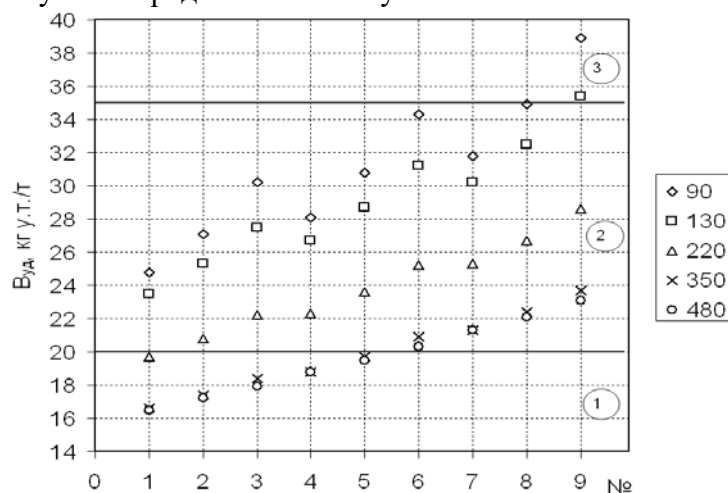


Рис. 2. Удельные расходы условного топлива для стенов разогрева ковшей различной емкости и различной конструкции

Список использованных источников

1. Запольская Е.М., Темлянцев М.В., Костюченко К.Е. Анализ основных направлений повышения энерготехнологической эффективности стенов высокотемпературного разогрева футеровок сталеразливочных ковшей // Вестник РАЕН (Западно-Сибирское отделение). 2013. Вып. 15. С. 128–134.
2. Запольская Е.М., Темлянцев М.В., Костюченко К.Е. Влияние геометрических размеров и емкости сталеразливочных ковшей на тепловую эффективность стенов высокотемпературного разогрева // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2013. № 2(4). С. 28 – 32.
3. Запольская Е.М., Темлянцев М.В., Костюченко К.Е., Матвеев М.В. Исследование эффективности использования кислорода при отоплении стенов высокотемпературного разогрева футеровок сталеразливочных ковшей // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2013. № 6. С. 3–7.
4. Темлянцев М.В., Запольская Е.М., Стерлигов В.В., Темлянцева Е.Н., Дегтярь В.А. Повышение энерготехнологической эффективности стенов высокотемпературного разогрева футеровок металлургических ковшей // Вестник горно-металлургической секции Российской академии естественных наук. Отделение металлургии. 2014. № 33. С. 38–44.
5. Матвеев М.В., Темлянцев М.В., Запольская Е.М., Костюченко К.Е. Разработка математической модели тепловой работы стенов разогрева футеровок сталеразливочных ковшей // Сб. на-уч. тр. Вестник Горно-металлургической секции РАЕН. Отделение металлургии. 2013. Вып. 31. С. 31–44.

СПИСОК АВТОРОВ

Абаимов Н.А.....	91, 113	Киселева Т.В.	194
Авдеев А.П.....	7	Колесников А.П.	57
Аксютичева Н.С.	181	Коноз К.С.....	62
Алексеев Г.С.....	184	Конюков Е.Н.	187
Богатова Т.Ф.....	121	Королев В.Н.	95
Болотин К.Е.	159	Куделин С.П.	237
Бондин А.Р.....	263	Кузнецов С.Н.....	59
Буинцев В.Н.....	224	Кузнецова В.С.	216
Бурькин А.А.....	187	Кузнецова О.В.....	62
Бычков С.А.	159	Кулешов О.Ю.....	83
Бякова М.А.	191	Курбанов Т.С.....	51
Воронов Г.В.....	13, 17, 98, 102, 110	Лавров В.В..29, 153, 184, 191, 199, 220, 252	
Галичин П.В.....	9	Левин Е.И.	146, 164
Герасименко Н.П.....	74	Липунов Ю.И.	176, 216
Гильметдинова Ю.Р.	162	Лисиенко В.Г.....	203
Гинкель А.А.....	13	Лошкарев А.Н.	57, 124, 220
Глухов И.В.....	17, 98	Лошкарев Н.Б.....	29, 54, 66, 153, 155, 277
Голдобин Ю.М.	22	Луговик А.И.	220
Гольцев В.А.	17, 132, 172, 181, 241	Лымбина Л.Е.	139
Гордеев С.И.	146	Макуха Д.А.....	232
Горшкова О.С.	25	Мартусевич Е.А.	224
Грачев А.В.	194	Марчкова Ю.А.	71
Гребнева Н.В.	29, 153	Матюхин В.И.	7, 9, 25, 39, 129
Гурин И.А.	184, 191, 199, 252	Матюхин О.В.	129
Данилова Д.А.....	142	Матюхина А.В.....	39
Девярых Е.А.....	32	Мешков Е.И.....	74
Девярых Т.О.....	32	Микула В.А.	71, 162
Декун Н.И.	199	Мунц В.А.	78, 206
Денисов М.А.....	206, 266	Муслимов Е.И.	83
Дианов С.А.	203	Мухамадиева А.Х.	66
Домрачев А.С.	35	Мухтасаров Р.Т.	229
Дружинин Г.М.....	155	Некрасова Е.В.	216
Дудко В.А.	39, 172	Неунывахина Д.Т.....	59
Емельянова А.А.....	51	Никитин А.Д.....	87
Ермакова Л.А.....	245, 281	Носков В.Ю.	212, 229, 232, 260, 284
Ершов М.И.....	206	Овчарников А.О.....	91
Журавлев С.Я.	39	Оленников А.А.....	117
Завьялова Е.В.....	254	Осинцев К.В.	135
Зайнуллин Л.А.....	168	Осипов П.В.....	51
Замятина И.А.	42	Осминкина А.С.	78
Запольская Е.М.....	45	Павлюк Е.Ю.	78
Зельманчук К.А.	39	Папченков А.И.	78
Иванова М.В.	48	Парышев И.С.....	95
Илларионов Н.К.	210	Пашенко Н.А.	258
Илюхин П.А.....	266	Переpletчиков В.И.....	220
Каграманов Ю.А.	51	Плесакин И.В.	17, 98
Казяев М.Д.....	35, 48	Плешкова А.В.	102
Камнева Д.А.	54	Попова Ю.А.....	237
Каюров В.А.....	212	Поротников Н.С.....	22
Киселев Е.В.	42, 149, 216	Потапов М.В.....	241

Прибытков И.А.	105	Фатхутдинов А.Р.	270
Проданов С.А.	13, 110	Феоктистов А.В.	45
Протопопов Е.В.	59	Филиппов П.С.	146
Радченко М.О.	220	Фурсов В.И.	172
Раецкий А.Д.	245, 281	Хасанов Р.Р.	142
Ральников П.А.	113	Хасанова А.В.	135
Рыбенко И.А.	59, 248	Худяков Д.С.	146
Рыжков А.Ф.	87, 91, 113	Худякова Г.И.	87, 142
Рябина В.В.	254	Цыганкова О.Е.	263
Сахаров А.Ю.	252	Цымбал В.П.	117
Семенов Н.А.	162	Чапурина А.А.	149
Сеченов П.А.	117	Черемискина Н.А.	29, 153
Смаханов А.Б.	176	Чернов А.А.	155
Смирнов А.И.	121	Черных В.Н.	266
Смольянов И.А.	159	Шагабутдинов Т.Ф.	266
Соколова Т.Б.	254	Швыдкий В.С.	32, 270
Солнцева Е.Д.	124	Швыдкий Е.Л.	159
Спирин Н.А.	191, 199, 270	Шешин А.Н.	277
Тарасов Ф.Е.	159	Шихов С.Е.	270
Темлянцев М.В.	45, 59, 62	Шлянин С.А.	245, 281
Темлянцев Н.В.	62	Шмакова Л.А.	162
Терехова А.Ю.	105	Штина А.И.	284
Толмачев В.О.	129	Щипанов К.А.	210
Томилов Н.А.	132	Эйсмондт К.Ю.	216
Торопов Е.В.	135	Южаков И.В.	164
Торопова А.Л.	139	Юрпольский А.С.	168
Трофимов В.Б.	258	Юрьев Б.П.	172
Трофимов П.Ю.	260	Яранцев А.Н.	289
Тупоногов В.Г.	51	Ярошенко Ю.Г.	176
Усатов П.А.	212		

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>Девятых Е. А., Девятых Т. О., Швыдкий В. С.</i> Извлечение драгоценных металлов их 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.....	48
<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	176
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>Бурькин 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., Спириг 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., Спириг 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., Мунц 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.....	216
<i>Луговик А. И., Переплетчиков 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	229
<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.....	237
<i>Потапов М. В., Гольцев В. А.</i> Разработка лабораторного комплекса на базе микропроцессорной техники фирмы Siemens	241

<i>Раецкий А. Д., Шлянин С. А., Ермакова Л. А.</i> Разработка отчета к системе MOODLE для организации контроля работы участников образовательного процесса	245
<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., 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	277
<i>Шлянин С. А., Раецкий А. Д., Ермакова Л. А.</i> Разработка расширения системы Moodle для автоматического контроля текстовых заимствований системой «РУКОНТЕКСТ»	281
<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	289
Список авторов	292

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 . Формат 70x100 1/16.
Бумага писчая. Плоская печать. Усл. печ. л. 24,35..
Уч.-изд. л. 25,81. Тираж 130 экз. Заказ .