



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).

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

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



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

Екатеринбург
11-12 мая 2017 г.

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. – 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

3. Ермакова Л.А. Создание электронной информационной образовательной среды в СибГИУ / Л.А. Ермакова, А.Е. Шендрик // Моделирование и наукоемкие информационные технологии в технических и социально-экономических системах: труды IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 12–15 апреля 2016 г. – Новокузнецк, 2016. – Ч. 2. – С. 59–64.

4. Гусев М.М. Автоматизация процесса регистрации пользователей в LMS MOODLE // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. – Новокузнецк, 2016. – Т4. – С. 195–197.

5. MoodleDocs [Электронный ресурс] – Режим доступа – [https://docs.moodle.org/dev/Main_Page] – Загл. с экрана (дата обращения: 27.04.2017).

УДК 004.942

И. А. Рыбенко

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

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Аннотация

В статье приведено описание инструментальной системы «Инжиниринг-Металлургия», предназначенной для исследования и оптимизации металлургических процессов. Система представляет собой комплекс программ и баз данных, адаптированных к различным вариантам металлургических технологий, которые разработаны средствами Microsoft Excel и объединены в одну инструментальную систему путем создания надстройки с использованием языка программирования Delphi. Система позволяет осуществлять гибкий выбор набора входных и выходных параметров системы, рассчитывать материальный и тепловой балансы, определять температуры процесса, рассчитывать массы и химический состав продуктов, технико-экономические показатели, проводить термодинамический анализ химических реакций, определять активности компонентов фаз и решать задачу оптимизации по формальным критериям. С использованием разработанных программ можно осуществлять многовариантные расчеты, решая как прямую задачу прогнозирования, так и обратную задачу управления, поводить исследования процесса и строить зависимости различных показателей от требуемых параметров, решать задачу оптимизации по различным критериям.

Ключевые слова: металлургический процесс, математическая модель, инструментальная система, комплекс программ, оптимизация.

Abstract

The article describes a tool "System Engineering-metallurgy, intended for exploration and metallurgical processes optimization. The system is a set of programs and databases, adapted to the various options of metallurgical technologies which are designed with Microsoft Excel and merged into one tool system by creating add-ins using Delphi programming language. The system allows flexible selection of a set of input and output parameters of the system, expect material and heat balances identify process temperature, calculate mass and chemical composition of products, technical-economical indicators, conduct thermodynamic analysis of chemical reactions, to determine the activity of the components of the phases and the task of optimization on formal criteria. Using the developed programs can perform multivariate calculations, solving both direct task of forecasting, and backward management task.

Keywords: mathematical model, metallurgical process, tooling system, complex programs, optimization.

Разработка новых и совершенствование существующих металлургических технологий невозможна без исследований на математических моделях. Поэтому актуальной задачей является разработка инструментальных систем, реализующих математические модели, которые бы позволили проводить эффективные исследования и оптимизацию металлургических процессов [1–6].

В связи с этим разработана инструментальная система «Инжиниринг-Металлургия» в виде комплекса программ и баз данных, позволяющая осуществлять многовариантные расчеты и определять оптимальные режимы реализации различных вариантов металлургических технологий.

Система «Инжиниринг-Металлургия» реализована средствами Microsoft Excel путем осуществления связей и математических расчетов между элементами совокупности таблиц и применения встроенной процедуры среды Excel «Поиск решения» – Solver, и представляет собой комплекс программ, адаптированных для ряда металлургических технологий, объединенных в одну инструментальную систему путем создания надстройки с использованием языка программирования Delphi.

Система позволяет осуществлять гибкий ввод исходных данных для выбранного типа процесса, рассчитывать все стадии и подпроцессы для заданного варианта технологии, определять термодинамические функции веществ, химических реакций и активности компонентов фаз. По результатам расчетов формируются таблицы материального баланса на уровне потоков, веществ и элементов, теплового баланса процесса и определяется равновесная температура. Определяются массы и химический состав продуктов – металла, шлака, газа, технико-экономические показатели и решается задача оптимизации по формальным критериям.

Программы, разработанные в среде Microsoft Excel, включают в себя блоки «Исходные данные», «Балансы», «Энтальпии», «Активности», «Реакции», «Технико-экономические показатели», «Оптимизация», «Графика», «Исследование», в которых используются следующие базы данных: «Химический состав материалов», «Термодинамические свойства индивидуальных веществ (ТСИВ)», «Параметры взаимодействия 1-го порядка», «Атомные параметры», «Термодинамические характеристики реакций фазовых переходов и растворения элементов», «Удельные энергоемкости материалов» (рис. 1).

В блоке «Исходные данные» осуществляется ввод исходных данных: расходы, температура и химический состав для заданного набора шихтовых материалов и технологические параметры процесса. Пользователю предложен полный перечень шихтовых материалов для выбранного варианта технологии. По умолчанию в программе заданы химические составы всех используемых материалов, которые пользователь может изменять по своему желанию. Параметры процесса определяются типом технологии, это могут быть тепловые потери, потери металла в виде корольков, коэффициенты усвоения материалов, КПД, коэффициенты распределения элементов по фазам, степень дожигания отходящих газов и т. д. Значения этих параметров также заданы по умолчанию. Их можно изменить, либо настроить самостоятельно с помощью встроенного оптимизатора. В блоке «Балансы» осуществляется расчет всех стадий и подпроцессов, а также материального и теплового балансов.

При расчете материального баланса производится декомпозиция всех веществ, поступающих в металлургический агрегат, сначала на вещества, а затем на элементы, которые с использованием коэффициентов распределения по фазам перераспределяются в металл, шлак или газ. Коэффициенты распределения настраиваются по результатам термодинамического моделирования для проектируемых процессов либо задаются на основании экспериментальных или литературных данных для известных технологий.

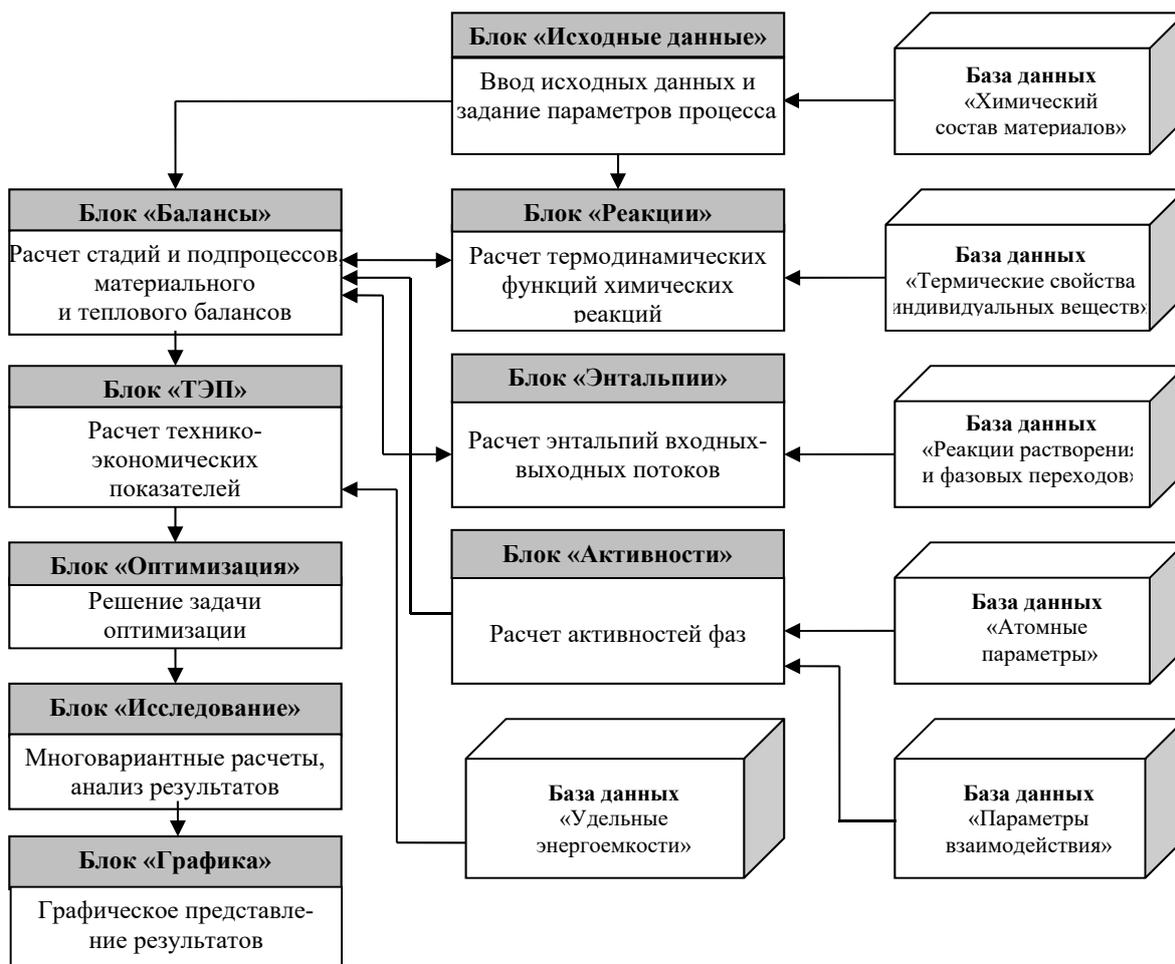


Рис. 1. Схема инструментальной системы «Инжиниринг-Металлургия»

Материальный баланс представлен балансами потоков, веществ и элементов. В результате дальнейшего расчета формируются составы и массы металла, шлака и газа. В этом же блоке рассчитываются все статьи теплового баланса. К приходной части баланса относятся энтальпии исходных материалов, тепловые эффекты экзотермических реакций и приход тепла от внешних источников, к расходной – энтальпии продуктов, тепловые эффекты эндотермических реакций и потери тепла в окружающую среду.

Энтальпии исходных материалов и конечных продуктов рассчитываются в отдельном блоке «Энтальпии», в который из блока исходных данных передаются значения температуры, массы и состава исходных материалов, имеющих температуру выше 298 К, и из блока расчета материального и теплового балансов – значения температуры, массы и составов металла, шлака и газа. В расчете используются данные термодинамических функций веществ с использованием базы данных «Термодинамические свойства индивидуальных веществ».

В зависимости от поставленной задачи (прогнозирование или управление) температура металла может быть задана или рассчитана с использованием процедуры среды Excel «Solver» путем минимизации абсолютного значения невязки теплового баланса.

В блоке «Активности» производится расчет активностей компонентов металла с использованием аппарата параметров взаимодействия, шлака – по теории коллективизированных электронов и парциальных давлений газовой фазы. При расчетах активностей используются базы данных «Параметры взаимодействия 1-го порядка» и «Атомные параметры».

Термодинамический анализ химических реакций константным методом осуществляется в блоке «Реакции». Для реакций горения, восстановления, окислительного рафинирования и реакций между индивидуальными веществами рассчитываются изменение изобарно-изотермического потенциала и константа равновесия. Для этого используются данные расчетов термодинамических функций индивидуальных веществ с использованием справочника

«Термодинамические свойства индивидуальных веществ» и баз данных по термодинамическим характеристикам реакций фазовых переходов и реакций растворения элементов в жидком железе. Производится оценка степени отклонения реакций от термодинамического равновесия путем анализа показателя отношения произведения активностей реагирующих веществ к константе равновесия. Для чего используются данные по активностям компонентов металла и шлака.

Блок «Технико-экономические показатели» представлен таблицей расчета производительности агрегата, удельных расходов материалов, себестоимости и энергоемкости продукта. При этом используется база данных значений удельных энергоемкостей материалов.

В блоке «Оптимизация» осуществляется решение оптимизационных задач формальными методами, которое заключается в нахождении экстремума одного из критериев при выполнении системы ограничений с использованием встроенного оптимизатора «Solver». В качестве критериев предложены следующие показатели: суммарный расход шихтовых материалов на единицу продукции, себестоимость, энергозатраты и производительность агрегата. В систему ограничений входят требования к составу получаемого продукта, диапазоны изменения расходов компонентов входных потоков и параметров состояния системы, соблюдение закона сохранения массы на уровне потоков, веществ и элементов, соблюдение закона сохранения энергии, выполнение целевых условий по остальным критериям. Встроенный оптимизатор «Solver» также используется для настройки коэффициентов модели и определения температуры конечных продуктов путем минимизации невязки теплового баланса.

В блоке «Оптимизация» также представлены сводные результаты расчета: материальный баланс по потокам, общий тепловой баланс, технико-экономические показатели и составы металла, шлака и газа.

В блоке «Графика» реализовано графическое представление результатов в виде гистограмм, круговых диаграмм и графиков, позволяющих провести полный анализ полученных результатов.

В блоке «Исследование» в одну строку формируется сводная таблица результатов, включающая значения удельных расходов материалов, технико-экономических показателей, параметров металла, шлака и газа и других необходимых показателей для выбранного варианта технологии. Путем тиражирования результатов каждого расчета можно формировать таблицу многовариантных исследований с последующей возможностью построения графиков.

Модули «Энтальпии», «Активности», «Реакции», «Оптимизация», «Графика» и «Исследование», а также используемые базы данных являются стандартными и могут применяться для расчетов любых типов процессов путем согласования данных с блоками «Исходные данные» и «Балансы», которые, как и модуль «ТЭП», адаптированы к конкретному варианту технологии.

С использованием разработанных программ и баз данных «Инжиниринг-Металлургия» можно осуществлять любые расчеты, решая как прямую задачу прогнозирования, так и обратную задачу управления, поводить исследования процессов, осуществлять многовариантные расчеты и строить зависимости различных показателей от требуемых параметров, решать задачу оптимизации по различным критериям.

Список использованных источников

1. Рыбенко И.А. Применение методики и инструментальной системы расчета металлургических процессов для разработки теоретических основ ресурсосберегающих технологий: монография / И.А. Рыбенко; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2016. – 187 с.
2. Рыбенко И.А. Методика и система расчета и оптимизации статических стационарных режимов технологических процессов / И.А. Рыбенко, С.П. Мочалов, П.С. Мочалов // Металлургия: технологии, управление, инновации, качество: тр. XVII всерос. науч.-практ.

конф.; под ред. Е.В. Протопопова: Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : Изд. СибГИУ, 2013. – С. 29–32.

3. Рыбенко И.А. Разработка методики и системы расчета статических и стационарных режимов металлургических процессов / И.А. Рыбенко, С.П. Мочалов // Информационные технологии в экономике, науке и образовании: тр. 4-й всерос. науч.-практ. конф. – Бийск, 2004. – С. 135–136.

4. Мочалов С.П. Разработка методики и системы расчета процессов непрерывного получения металла в агрегатах струйно-эмульсионного типа [текст] / С. П. Мочалов, И. А. Рыбенко, В. Ю. Климов // Моделирование, программное обеспечение и наукоемкие технологии в металлургии: тр. всерос. науч.-практ. конф., посвященной 20-летию кафедры "Информационные технологии в металлургии", 2–5 апреля 2001 г. – Новокузнецк: СибГИУ, 2001. – С. 193–199.

5. Рыбенко И.А. Разработка методики и системы расчета вариантов технологий непрерывного получения металла в агрегатах струйно-эмульсионного типа: дис. канд. техн. наук: спец. 05.16.02: защищена 28.03.00: утв. 14.06.00 / И.А. Рыбенко. – Новокузнецк, 2000. – 165 с.: ил.

УДК 669.013

А. Ю. Сахаров, В. В. Лавров, И. А. Гурин

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЁТА КОЛИЧЕСТВА ОКСИДОВ АЗОТА, ОБРАЗУЮЩИХСЯ В РАБОЧЕМ ПРОСТРАНСТВЕ ПЛАМЕННЫХ ПЕЧЕЙ

Аннотация

В статье представлено описание программного продукта, предназначенного для автоматизации процессов расчета количества оксидов азота. Результаты этих расчётов могут использоваться для решения задач по уменьшению выброса оксидов азота в атмосферу. Так же эти расчеты позволяют выявить факторы, оказывающие наибольшее влияние на образование оксидов азота в продуктах горения топлива.

Ключевые слова: программное обеспечение, экология, оксиды азота.

Abstract

The article describes a software product designed for the amount of nitrogen oxides automatic calculation. Their results may be used for solving issues of lowering the nitrogen oxides emission in atmosphere. Also this results helps to find the most influencing factors of forming NOx in combustion products.

Keywords: software, ecology, nitrogen oxides.

В лабораторных работах по экологии студентам требуется выполнить большое количество расчётов. Для выявления зависимости изменения параметров приходится проводить повторные вычисления. Это сильно замедляет работу по исследованию и анализу полученных результатов, поэтому возникает потребность в автоматизации процесса расчётов.

В частности, такой задачей является расчёт количества оксидов азота, образующихся в рабочем пространстве печей. Для автоматизации расчета создано приложение, позволяющее вести расчёт по существующей методике [1–3].

Проектирование программного продукта

Структура приложения основывается на объектно-ориентированном подходе. В качестве среды разработки использованы Microsoft Visual Studio 2017, Blend for Visual Studio

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
Переплетчиков 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	Эйсмондт 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., Лошкарёв 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 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 стенов разогрева футеровок металлургических ковшей	45
<i>Иванова М. В., Казяев М. Д.</i> Тепловая работа и конструкция печи с шагающим подом для нагрева медных слябов.....	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., Лошкарёв 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>Муниц 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 утилизиационными турбинами.....	121
<i>Солнцева Е. Д., Лошкарев 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., Лошкарев Н. Б., Лавров В. В.</i> Конструкция термической печи нагревательного типа.....	153
<i>Чернов А. А., Лошкарев 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., Муц 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 останочного 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 останочного 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 чугуне	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.

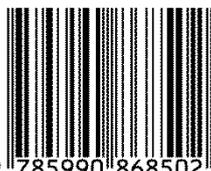
Подписано в печать 20 июля 2017 г. Формат 70x100 1/16.

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