



Екатеринбург, 29 октября – 2 ноября 2018 г.

Перспективы развития металлургии и машиностроения
с использованием завершенных фундаментальных исследований
и НИОКР: ФЕРРОСПЛАВЫ

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РАН
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО МЕТАЛЛУРГИИ И МЕТАЛЛОВЕДЕНИЮ ОХМН РАН
ПРАВИТЕЛЬСТВО СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ
ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ УрО РАН
УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б.Н. ЕЛЬЦИНА
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ НЕДР РАН
ВНИИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ИМ. Н.М. ФЕДОРОВСКОГО
ЦНИИЧЕРМЕТ ИМ. И.П. БАРДИНА

ТРУДЫ
научно-практической конференции
с международным участием и элементами школы молодых ученых
**«Перспективы развития металлургии и машиностроения
с использованием завершенных фундаментальных исследований
и НИОКР: ФЕРРОСПЛАВЫ»**

«НИОКР-2018»

Екатеринбург
2018

УДК 669.04:669.15:669.054.8

ББК 34.69

Т78

Т78 Труды научно-практической конференции с международным участием и элементами школы для молодых ученых «Перспективы развития металлургии и машиностроения с использованием завершенных фундаментальных исследований и НИОКР: ФЕРРОСПЛАВЫ». — Екатеринбург : ООО Издательство и типография «Альфа Принт», 2018. - 460 с.

ISBN 978-5-907080-21-8

Труды научно-практической конференции дают представление о сложившемся положении в металлургии и машиностроении; о завершенных фундаментальных, прикладных научных исследованиях институтов РАН, вузов и промышленных предприятий в области металлургии и машиностроения, их соответствия запросам промышленных предприятий.

Представленные сведения представляют интерес для научных сотрудников, студентов ВУЗов, аспирантов, инженеров, технологов, специалистов, занимающихся проблемами ферросплавного производства и смежных отраслей металлургии, добывающих отраслей, машиностроения.

Доклады сборника печатаются в соответствии с авторскими оригиналами.

Редакционная коллегия: академик, доктор технических наук Л.И. Леонтьев,
доктор технических наук В.И. Жучков

Рецензент: академик, доктор технических наук Л.А. Смирнов

ISBN 978-5-907080-21-8

© ИМЕТ УрОРАН, 2018
© Авторы, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Пленарные доклады	11
1. В. И. Жучков ¹ , Л. И. Леонтьев ² , В. Я. Дашевский ³ . Состояние и развитие металлургии ферросплавов в России. (1 – ИМЕТ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, E-mail: ntm2000@mail.ru; 2 – Советник Президиума РАН, г. Москва, E-mail: leo@presidium.ras.ru; 3 – ИМЕТ им. А. А. Байкова РАН, Москва, E-mail: vdashev@imet.ac.ru)	12
2. О. А. Романова, Д. В. Сиротин. Технологические и институциональные тренды развития металлургии. (Институт экономики УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: econ@uran.ru; sirotind.umk@mail.ru)	21
3. Г. А. Машковцев. МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФЕРРОСПЛАВНОГО ПРОИЗВОДСТВА РОССИИ (ФГБУ «ВИМС», Москва, Россия. E-mail: vims@df.ru)	30
4. Г. Б. Мелентьев. Перспективы обеспечения собственным редкометалльным сырьем и развития производств ферро-ниобия в России (Объединенный институт высоких температур РАН, г. Москва, Россия, E-mail: melent_gb@mail.ru)	36
5. В. А. Чантурия ¹ , О. Е. Горлова ² , И. В. Шадрунова ¹ , В. А. Жилина ² . Ресурсосбережение и развитие экологически ориентированных технологий при утилизации техногенного сырья в черной металлургии. (1 – ИПКОН РАН, г. Москва, Россия. E-mail: shadrupova@mail.ru; 2 – ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, Челябинская область, Россия. E-mail: gorlova_o_e@mail.ru)	46
6. С. О. Байсанов, А. С. Байсанов, Е. Ж. Шабанов, Е. К. Мухамбеткалиев. Разработка технологии выплавки комплексных ферросплавов с применением высокозольных углей. (Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, Караганда, Республика Казахстан, E-mail: hmi2009@mail.ru)	51
7. В. Я. Дашевский ¹ , В. И. Жучков ² , Л. И. Леонтьев ³ . Марганец Российской Федерации. (1 – ФГБУН Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН, Москва, Россия. E-mail: vdashev@imet.ac.ru; 2 – ФГБУН Институт металлургии УрО РАН, Екатеринбург, Россия. E-mail: ntm2000@mail.ru; 3 – Президиум РАН, Москва, Россия. E-mail: leo@presidium.ras.ru)	56
8. О. В. Заякин, В. И. Жучков. Перспективные направления использования бедного сырья в ферросплавном производстве. (ИМЕТ УрО РАН, г. Екатеринбург, Свердловская обл., Россия. E-mail: zferro@mail.ru)	66
Секция 1. Физико-химические основы процессов получения и использования ферросплавов	71
1. А. В. Сенин, И. Ю. Пашкеев, Г. Г. Михайлов. «Газофазно-твердофазный» механизм карботермического восстановления рудных материалов. (1 – Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия. E-mail: avs_120260@mail.ru; pashkeevii@susu.ru; mikhailovgg@susu.ru)	72
2. А. А. Акбердин, А. С. Ким, Р. Б. Султангазиев. Использование метода математического планирования эксперимента при термодинамическом и физическом моделировании технологических процессов. (Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, Республика Казахстан, E-mail: sulrus83@mail.ru)	76
3. В. Е. Роцин, А. В. Роцин. Особенности восстановления металлов при предварительной металлизации хромовых руд. (Южно-Уральский государственный университет (НИУ), г. Челябинск, E-mail: roshchinve@susu.ru)	81
4. И. Д. Рожихина ¹ , О. И. Нохрина ¹ , И. Е. Ходосов ¹ , А. В. Свицов ² , К. С. Ёлкин ³ , Д. К. Ёлкин ³ . Изучение физико-химических свойств шлаков рафинирования металлургического кремния. (1 – ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк, Россия. E-mail: kafamsf@sibsiy.ru; 2 – Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: avs2004@mail.ru; 3 – ООО «ОК РУСАЛ Инженерно-технологический центр», г. Красноярск, Россия. E-mail: Konstantin.Elkin@rusal.com, E-mail: Dmitriy.Elkin@rusal.com)	85
5. O. Yücel ¹ , M. Büyükdacı ² , A. Turan ² . Recent ferroalloy studies at istanbul technical university. (1 – Metallurgical and Materials Engineering Department, Faculty of Chemical and Metallurgical Engineering, Istanbul Technical University, 34469, Maslak, Istanbul, Turkey; 2 – Chemical and Process Engineering Department, Faculty of Engineering, Yalova University, 77200, Yalova, Turkey)	90
6. А. С. Вусихис, Л. И. Леонтьев, Е. Н. Селиванов. Термодинамическое моделирование процесса восстановления никеля и железа из оксидного расплава единичными порциями газа. (Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук, 620016, Екатеринбург, Амундсена, 101, E-mail: vas58@mail.ru)	93
7. Л. Н. Шибанова. Критерий термодинамической устойчивости металлов в системах МЕ-О, МЕ-S. (Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, E-mail: ShibanovaIn@mail.ru)	97
8. И. Н. Танутров, М. Н. Свиридова. Кинетика обмена германием между силикатным и металлическими расплавами. (Институт металлургии Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: intan38@live.ru)	102
9. Р. В. Кулумбегов, Л. М. Делицын, Г. Б. Мелентьев. Извлечение гуминовых кислот из бурых углей в проточном реакторе. (Объединенный институт высоких температур РАН, Москва, Россия, E-mail: melent_gb@mail.ru)	104
10. К. Б. Алейникова, Е. Н. Зинченко, А. А. Змейкин. Атомная структура аморфных сплавов состава Fe _{72,5} Cu ₁ Nb ₂ Mo _{0,5} Si ₁₄ B ₉ , полученных при разных технологических условиях. (Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия. E-mail: xenale@mail.ru)	111
11. Ш. Аскарлов, Б. Шарипов, Ш. Салиева, Д. Шукурова. Ферромагнитные пары Mn ⁺ – Mn ⁺ в кремнии. (Ташкентский государственный технический университет, Ташкент, E-mail: bashirulla@mail.ru)	115
12. А. Г. Воронцов, А. В. Гусев. Оценка степени заполнения поверхности ферросплава его компонентами методом ТПД. (ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», г. Челябинск, Россия. E-mail: vorontsovag@susu.ru; gusevav@susu.ru)	118
13. А. М. Акуров ¹ , М. Ж. Тольмбеков ¹ , Е. К. Самуратов ¹ , Б. С. Келаманов ¹ , Е. У. Жумагалиев ³ . Исследование физических свойств шлаков системы CaO-SiO ₂ -Al ₂ O ₃ -MgO-Cr ₂ O ₃ . (1 – Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова, г. Актобе, Казахстан, E-mail: akiov.at@mail.ru; 2 – Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, г. Караганды, Казахстан, E-mail: hmi-ferro@mail.ru; 3 – Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Астана, Казахстан, E-mail: erlan_zhumagalie@mail.ru)	121
14. Б. С. Келаманов ¹ , Е. У. Жумагалиев ² , А. М. Абдрашит ¹ , М. К. Алдияр ¹ . Термодинамически-диаграммный анализ системы Ti-Fe-Zr-Si. (1 – Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова, г. Актобе, Казахстан, E-mail: Kelamanov-b@mail.ru; 2 – Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Астана, Казахстан, E-mail: erlan_zhumagalie@mail.ru)	126

15. А.А. Пономаренко, С.Н. Агафонов, А.С. Русских, Л.Б. Ведмидь, С.В. Жидовинова, Е.М. Жилина, С.А. Красиков. Фазообразование при совместном алюминотермическом восстановлении оксидов циркония и тантала. (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: naglec301188@mail.ru)	130
16. А.В. Ларионов, К.В. Пикулин, Д.О. Новиков, В.М. Чумарев, Л.А. Смирнов. Фазовый состав доэвтектических сплавов Mo-Si-V. (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Свердловская область, Россия, a.v.larionov@ya.ru)	134
17. Д.В. Таранов ¹ , А.В. Ларионов ¹ , М.В. Трубачев ² , С.А. Вохменцев ² . Структура и фазовый состав лигатуры V-Al-N-C. (1 – ФГБУН Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Свердловская область, Россия. E-mail: pmlab@mail.ru; 2 – ОАО «Уралредмет», г. Верхняя Пышма, Свердловская область, Россия. E-mail: uralredmet@uralredmet.ru)	140
Секция 2. Минерально-сырьевая база ферросплавов, добыча и обогащение руд	147
1. Л. П. Тигунов, В. С. Пикалова, Л. З. Быховский. Состояние и перспективы освоения минерально-сырьевой базы металлов для производства ферросплавов. (ФГБУ «ВИМС», Москва, Россия. E-mail: vims@df.ru)	148
2. Б.И. Зельберг ¹ , К.С. Ёлкин ² , А.В. Свицов ³ . Анализ эффективности использования кварцитов Восточной Сибири (1 – Восточно-Сибирский научный центр МАНЭБ, г. Иркутск, Россия. E-mail: vsn@gmail.com; 2 – ООО «ОК РУСАЛ Инженерно-технологический центр», г. Красноярск, Россия. E-mail: Konstantin.Elkin@rusal.com; 3 – Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, E-mail: avs2004@mail.ru)	154
3. Г.И. Архипов. Минерально-сырьевые ресурсы для производства ферросплавов на Дальнем Востоке. (Институт горного дела ДВО РАН, г. Хабаровск, Россия. E-mail: arhipov@igd.khv.ru)	157
4. Иванова М. В., Астахова Ю. М., Броницкая Е. С., Ануфриева С. И., ¹ Ермолов В. М. ² . Минералогические факторы, влияющие на выбор оптимальных методов переработки комплексных железных руд Серовского месторождения. (1 – ФГБУ «ВИМС» г. Москва, Россия; 2 – ЦНИИЧермет им. И. П. Бардина, г. Москва, Россия. E-mail: chernet@chernet.net)	161
5. Б.Н. Нурмаганбетова ¹ , Ж.О. Нурмаганбетов ² , А.В. Жданов ³ , В.Ф. Мысик ³ . Разработка технологии агломерации мелочи хромовых руд на основе металлургической оценки сырья. (1 – ЕИТИ им. академика К.И. Сампаева, г. Экибастуз, Республика Казахстан; 2 – Кокшетауский университет А. Мырзахметова, г. Кокшетау, Республика Казахстан; 3 – Институт материаловедения и металлургии Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: avzhd@mail.ru)	163
6. И.С. Берсенов ¹ , Е.С. Берсенов ¹ , В.В. Брагин ¹ , А.Ю. Колясников ¹ , А.Ю. Петрышев ¹ , А.Ю. Поколенко ¹ , А.И. Панченко ² , С.П. Пигарев ² . Влияние основности и содержания оксида магния на качество окатышей из железистых кварцитов. (1 – ООО «НПВП ТОРЭКС», г. Екатеринбург, Россия. E-mail: i.bersenev@torex-nppv.ru; 2 – ПАО «Михайловский ГОК», г. Железногорск, Курская область, Россия)	168
7. А. Е. Шотанов, А. А. Мырзагалиев, С. А. Алимбаев. Термическая прочность рудо-угольных брикетов. (ТОО «НИИЦ ERG», г. Актобе, Казахстан, E-mail: shotanov.ae@mail.ru)	172
8. А.В. Тимохин, В.Д. Кантемиров, Ю.В. Лаптев, Р.С. Титов, А.М. Яковлев. Петрофизическое изучение металлов АТ. № 20 в оценках качества и обогатимости железистых руд на месторождениях нагорного типа (спектральные сигналы на примере измерений электропроводности). (ИГД УрО РАН, г. Екатеринбург, Свердловская область, Россия. E-mail: timohin.igduran.geo@mail.ru; ukr07@mail.ru)	176
9. Б.Д. Халезов, А. Г. Крашенинин. Переработка ванадийсодержащего конвертерного шлака с получением пентоксида ванадия повышенной чистоты. (ИМЕТ УрО РАН, г. Екатеринбург, Свердловская обл., Россия. E-mail: agkrash@mail.ru)	181
Секция 3. Производство ферросплавов в Российской Федерации и за рубежом	183
1. А. А. Журавлев. Особенности развития ферросплавной промышленности. (УрФУ, Екатеринбург, Россия. E-mail: mzhs@urfu.ru)	184
2. А. Л. Петелин ¹ , Л. А. Полулях ¹ , Д. Б. Макеев ¹ , В. Я. Дашевский ² , А. А. Александров ² . Дефосфорация марганцевых руд и концентратов газообразным монооксидом углерода. (1 – ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Москва, Россия, alexsander-petelin@yandex.ru; 2 – ФГБУН «Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН», Москва, Россия, vdashev@imet.ac.ru)	190
3. С. И. Ануфриева ¹ , Е. Г. Лихникевич ¹ , В. М. Ермолов ² , Л. П. Тигунов ¹ . Получение силикомарганца из труднообогатимых силикатных руд электротермическим способом. (1 – ФГБУ «ВИМС», г. Москва, Россия. E-mail: anufrieva.05@mail.ru; 2 – ФГУП «ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина», г. Москва, Россия. E-mail: chernet@chernet.net)	194
4. В. А. Бигеев, С. К. Сабатауллин, А. С. Харченко, Н. В. Панишев, М. В. Потапова, У. Д. Лунев. Перспективы использования марганцевых руд Южного Урала. (ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова», г. Магнитогорск, Челябинская область, Россия. E-mail: v.bigeev11@yandex.ru)	196
5. Д. А. Есенгалиев ¹ , С. О. Байсанов ² , А. З. Исагулов ¹ , А. С. Байсанов ² , О. В. Заякин ³ . Лабораторные опыты по выплавке рафинированного ферромарганца с применением брикетированной моношихты. (1 – Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, Карагандинская область, Казахстан, E-mail: kargtu@kstu.kz; 2 – Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, г. Караганда, Карагандинская область, Казахстан, E-mail: hmi2009@mail.ru; 3 – Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Свердловская область, Россия. E-mail: zferro@mail.ru)	199
6. И. В. Чепрасов ¹ , В. М. Ермолов ² , А. В. Руднев ³ . Получение феррохрома из низкокачественных руд отечественных хромовых объектов. (1 – ФГБУ «ВИМС», г. Москва, Россия. E-mail: cheprasov@vims-geo.ru; 2 – ФГУП «ЦНИИЧермет им. И. П. Бардина», г. Москва, Россия. E-mail: ferrosplav@chernet.net; 3 – Федеральное агентство по недропользованию, г. Москва, Россия. E-mail: arudnev@rosnedra.gov.ru)	202
7. Dr. Rajib Kumar Mohapatra, Dhiren Kumar Nath. Productivity Improvement of Ferrochrome production by Optimizing Furnace Parameters. (Balasore Alloys Limited, Balasore, India, E-mail: rajib.mohapatra@balasorealloys.com; dhiren.nath@balasorealloys.com)	206
8. С. А. Бишенов, А. В. Павлов. Особенности выплавки углеродистого феррохрома в электропечах переменного и постоянного тока. (НИТУ «МИСиС», г. Москва, Россия. E-mail: saken362@mail.ru)	209
9. А.К. Жунусов ¹ , С.О. Байсанов ² , Л.Б. Толымбекова ¹ , А.К. Жунусова ¹ , Н.К. Кулумбаев ¹ . Опытные испытания выплавки высокоуглеродистого феррохрома в индукционных печах. (1 – Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, г. Павлодар, Казахстан, E-mail: zhunusov_ab@mail.ru; 2 – Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, г. Караганда, Казахстан)	211
10. А.М. Байсанова ¹ , К.В. Григорович ² , Е.Ж. Шабанов ³ , А.С. Байсанов ³ , А.К. Жунусов ⁴ . Исследование микроструктуры шлаков рафинированного феррохрома, получаемого с применением нового восстановителя – алюмосиликохрома.	

(1 – Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, Республика Казахстан; baivanova.aidana@mail.ru; 2 – Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва, Российская Федерация; 3 – Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, г. Караганда, РК, ye.shabanov@gmail.com; 4 – Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, г. Павлодар, РК, zhunusov_ab@mail.ru)	213
11. А. П. Шкирмонтов. Выплавка различных марок ферросилиция с увеличением мощности печей. (ИД «Панорама», г. Москва, Россия. E-mail: arps-panor@yandex.ru)	217
12. Е.А. Бут, Р.М. Мустафин, А.В. Павлов. Производство ферросплавов и переработка отходов в непрерывном кислородном реакторе. (НИТУ «МИСиС», г. Москва, Россия. E-mail: katerina.booth@gmail.com)	222
13. К.С. Елкин ¹ , А.И. Непомнящих ² , И.А. Елисеев ² . Технологии повышения качества ферросилиция. (1 – ООО «ОК РУСАЛ Инженерно-технологический центр», г. Красноярск, Россия. E-mail: Konstantin.Elkin@rusal.com; 2 – Институт геохимии, Сибирское отделение РАН, г. Иркутск, Россия. E-mail: ainer@igc.irk.ru; elia@igc.irk.ru)	224
14. И.А. Елисеев ¹ , А.И. Непомнящих ¹ , К.С. Елкин ² . Технологии рафинирования кремния применительно для получения ферросилиция повышенной чистоты. (1 – Институт геохимии СО РАН, г. Иркутск, Россия. E-mail: elia@igc.irk.ru; 2 – ООО «ОК РУСАЛ Инженерно-технологический центр», г. Красноярск, Россия. E-mail: Konstantin.Elkin@rusal.com)	229
15. А.А. Акбердин, М.М. Карбаев. Металлотермическое производство борсодержащего силикобария. (Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, Республика Казахстан, E-mail: meirzhan_92.kz@mail.ru)	233
16. А.В. Сычев, В.И. Жучков, В.А. Салина, И.Н. Кель. Изучение процесса восстановления бора силикотермическим способом. (ИМЕТ УрО РАН, г. Екатеринбург, Свердловская область, Россия. E-mail: ntm2000@mail.ru)	237
17. А.М. Лаптева. Мировой рынок ферровольфрама и его сырьевое обеспечение. (ФГБУ «ВИМС», г. Москва, Россия. E-mail: lapteva@vims-geo.ru)	240
18. К.Ю. Пашкеев, И.Ю. Пашкеев, Г.Г. Михайлов. Аллюминотермическая выплавка ферровольфрама с вакуумированием в жидком состоянии. (ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», г. Челябинск, Россия)	244
19. И.М. Шатохин ¹ , М.Х. Зиятдинов ² , Л.А. Смирнов ³ , И.Р. Манашев ¹ . Научные основы и технология производства азотированных ферросплавов на базе металлургического свс-процесса. (1 – ООО «НТПФ «ЭТАЛОН», г. Магнитогорск, Челябинская обл., Россия. E-mail: mail@ntpf-etalon.ru; 2 – Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Томская область, Россия. E-mail: ziatdinov@mail.ru; 3 – ИМЕТ УрО РАН, ОАО «УИМ», E-mail: uim@ural.ru)	248
20. А.С. Вусихис, Л.И. Леонтьев, В.П. Ченцов, Е.Н. Селиванов. Формирование металлической фазы при барботажном восстановлении никеля и железа из оксидного расплава. (Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: vas58@mail.ru)	259
21. В.М. Скачков, Л.А. Пасечник, С.П. Яценко. Синтез лигатуры Al-Y для легирования ферросплавов. (ИХТТ УрО РАН, г. Екатеринбург, Свердловская область, Россия. E-mail: vms@weburg.me)	263
22. Z. Li ¹ , S. Chu ¹ , X. Tao ² , T. Li ² , J. Zhang ^{1,3} , X. Bao ⁴ . Compensation of submerged arc furnace by capacitors connected in shunt on low voltage side. (1 – School of Metallurgical and Ecological Engineering, University of Science and Technology, Beijing, China; 2 – Wuxibeike Automation Technology Co. Ltd, Jiangsu, China; 3 – School of Metallurgical Engineering, Anhui University of Technology, Anhui, China; 4 – KU Leuven, ESAT-TELEMIC, Heverlee, Belgium)	267
23. А.П. Шкирмонтов. Тепловой кпд ферросплавной электропечи. (ИД «Панорама», г. Москва, Россия. E-mail: arps-panor@yandex.ru)	273
24. А.Е. Волков ¹ , Б.Р. Гельчицкий ² , С.А. Ильиных ² , В.А. Крашанинин ² , О.А. Королев ² , Р.А. Окулов ² , К.И. Сарсадских ² , С.А. Чусов ² . Инновационная технология извлечения металлов из техногенного сырья методом центробежного конвертирования с применением плазматрона. (1 – ООО «БетаРУТ», г. Москва, территория инновационного центра «Сколково», Россия. E-mail: vlina@list.ru; 2 – ИМЕТ УрО РАН, г. Екатеринбург, E-mail: brg47@list.ru)	277
Секция 4. Применение ферросплавов	281
1. А.А. Бабенко ¹ , В.И. Жучков ¹ , Л.А. Смирнов ¹ , А.А. Акбердин ² , А.Г. Уполовникова ¹ . Микролегирование стали бором – перспективное направление сокращения расхода марганцевых ферросплавов. (1 – ИМЕТ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: babenko251@gmail.com; 2 – ДПП ХМИИ им. Ж. Абишева, г. Караганда, Казахстан, E-mail: hmi2009@mail.ru)	282
2. П.А. Зажикаев, М.В. Савельев, Е.В. Шеховцов, К.Н. Шведов, Н.В. Теляшов. Использование ванадия при производстве низколегированных марок стали в АО «ЕВРАЗ НТМК». (АО «ЕВРАЗ НТМК», Нижний Тагил, Россия. E-mail: ntmk@evraz.com)	286
3. С.Г. Мельник ¹ , А.И. Троян ² , В.И. Курнас ¹ , Б.Ф. Белов ² , Д.А. Петриченко ¹ , Я.П. Карликова ² . Особенности раскисления конвертерных сталей ферроалюминием ФА 30. (1 – Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, г. Киев, Украина, E-mail: melnik.sg@gmail.com; 2 – Институт проблем материаловедения НАН Украины, г. Киев, Украина, E-mail: don1945@ukr.net; 3 – ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, Украина, E-mail: yanakri@gmail.com)	289
4. И.В. Рябчиков ¹ , И.В. Бакин ¹ , Г.Г. Мизин ² , В.А. Голубцов ¹ . Модифицирование и микролегирование стали комплексными сплавами с химически активными элементами – эффективный метод повышения качества металлопродукции. (1 – ООО «НППТ Технология», г. Челябинск, Россия. E-mail: prr@prp.ru; 2 – г. Москва)	293
5. С.Ю. Мельчаков ¹ , В.Г. Смирнова ¹ , В.П. Ермакова ¹ , В.В. Катаев ¹ , Л.А. Маршук ¹ , И.В. Некрасов ¹ , О.Ю. Шещуков ^{1,2} . Способ изменения структуры литых Fe-Al сплавов путем ввода титансодержащих модификаторов. (1 – Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: s.yu. melchakov@gmail.com; 2 – Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия)	297
6. В.И. Жучков ¹ , О.В. Зайкин ¹ , Е.Ю. Лозовая ² . Кинетика плавления комплексных никельсодержащих ферросплавов в стали. (1 – ИМЕТ УрО РАН, г. Екатеринбург, Свердловская обл., Россия. E-mail: zferro@mail.ru; 2 – ФГАОУ ВО УрФУ, г. Екатеринбург, Свердловская обл., Россия. E-mail: elizaveta_lozova@mail.ru)	304
7. Л.А. Смирнов ¹ , О.В. Зайкин ¹ , В.И. Жучков ¹ , А.С. Орыщенко ² , Г.Ю. Калинин ² . Свойства и применение азотированного феррохрома. (1 – ИМЕТ УрО РАН, г. Екатеринбург, Свердловская обл., Россия. E-mail: zferro@mail.ru; 2 – НИЦ «Курчатовский институт» – ЦНИИ КМ «Прометей», г. Санкт-Петербург, Россия. E-mail: mail@crism.ru)	308
8. А.В. Ларионов ¹ , И.А. Белтюков ¹ , В.М. Чумарев ¹ , А.Н. Ватолин ² . Изучение процесса растворения в титане лигатуры Al-Mo-Ti. (1 – ФГБУН Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Свердловская обл., Россия. E-mail:	

<i>a.v.larionov@ua.ru; 2 — ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Свердловская обл., Россия).</i>	312
9. <i>А. А. Алексеев¹, Д. А. Пономаренко². Неметаллические включения, образующиеся при обработке порошковой проволокой ск40 и ск25рзм15 сталей с ультразвуковой серой. (1 — ООО «МетЛаб», г. Челябинск, E-mail: alex@steelmaker.ru, 2 — ООО «ИБМТ», г. Москва, E-mail: IBMT@yandex.ru).</i>	317
10. <i>А. Р. Михно, Н. А. Козырев, Р. Е. Крюков, А. А. Усольцев. Использование белого ковшевого электросталеплавильного шлака и шлака производства силикомарганца при изготовлении сварочных флюсов. (ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк, Россия. E-mail: kozurev_na@mtsp.sibsiu.ru).</i>	322
11. <i>Р. Е. Крюков, А. Р. Михно, Н. А. Козырев, Усольцев А. А. Использование барий-стронциевого модификатора и шлака производства силикомарганца при изготовлении сварочных флюсов. (ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк, E-mail: kozurev_na@mtsp.sibsiu.ru).</i>	326
12. <i>О. А. Романова, Д. В. Сиротин. Ферросплавное производство в условиях развития индустрии 4.0. (Институт экономики УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: econ@uran.ru; sirotind.umk@mail.ru).</i>	330
Секция 5. Техногенное сырье и технологии его использования.	335
1. <i>В. И. Жучков¹, Л. И. Леонтьев², О. В. Заякин¹. Техногенные отходы ферросплавного производства. (1 — ИМЕТ УрО РАН, г. Екатеринбург, Свердловская обл., Россия. E-mail: zferro@mail.ru; 2 — Президиум РАН, г. Москва, Россия. E-mail: leo@presidium.ras.ru).</i>	336
2. <i>В. Н. Макарова. Экономическая эффективность утилизации шлаков ферросплавного производства. (ФБОУ ВО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса», г. Владивосток, Россия. E-mail: boyikova@mail.ru).</i>	340
3. <i>Б. Л. Демин¹, Ю. В. Сорокин¹, Л. А. Смирнов^{1,2}, Е. Н. Щербаков¹. Стабилизация расплающихся ферросплавных и сталеплавильных шлаков. (1 — ОАО «Уральский институт металлов», г. Екатеринбург, Россия, E-mail: y.sorokin@uim.ural.ru; 2 — ФГБУН «Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, Россия).</i>	342
4. <i>Б. Л. Демин¹, Ю. В. Сорокин¹, Л. А. Смирнов^{1,2}, Е. Н. Щербаков¹. Существующие способы переработки и направления использования ферросплавных шлаков. (1 — ОАО «Уральский институт металлов» г. Екатеринбург, Россия. E-mail: y.sorokin@uim.ural.ru; 2 — Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, Россия).</i>	346
5. <i>Н. В. Кузьмин. Ресурсосберегающая технология получения флюсов для электрошлакового переплава из техногенных отходов производства низкоуглеродистого феррохрома ПАО «Ключевский завод ферросплавов». (ПАО «Ключевский завод ферросплавов», п. Дзуреченск, Россия).</i>	350
6. <i>В. А. Перепелицын¹, В. М. Рытвин², А. В. Яговец¹, А. А. Пономаренко³, В. Н. Мерзляков⁴, С. В. Эйхельберг², В. Н. Арзамасцев¹, А. Ю. Колобов¹. Ферросплавные алюминотермические шлаки — полифункциональное техногенное сырье. (1 — ОАО «Первоуральский динасовый завод», г. Первоуральск, Свердловская область, Россия. E-mail: jagovtsev@dinur.ru; 2 — ООО «Ключевская обогатительная фабрика», г. Дзуреченск, Свердловская область, Россия. E-mail: s.ehelberg@miduralgroup.com; 3 — ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия. E-mail: a.a.ponomarenko@urfu.ru; 4 — ООО «Циркон», г. Магнитогорск, Челябинская область, Россия. E-mail: merzlyakov.vp@gmail.com; 5 — НПО «ВостИО-Урал», г. Екатеринбург, Россия. E-mail: vostoio2017@mail.ru).</i>	359
7. <i>В. Г. Цикарев¹, А. А. Филиппенков¹, Н. К. Мельников², М. О. Ледер². Оценка применения титансодержащих отходов при получении ферросплавов и модификаторов. (1 — ООО «Научно-производственное предприятие ФАН», г. Екатеринбург, Свердловская обл., Россия. E-mail: tsikarev@mail.ru; 2 — ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА», г. Верхняя Салда, Свердловская обл., Россия. E-mail: moleder@vsmo.ru).</i>	365
8. <i>М. В. Рьльникова, Д. Н. Радченко. Техногенные образования прошлых лет: потенциальные источники минерального сырья или отходы, требующие безопасной утилизации? (ИПКОН РАН, Москва, Россия. E-mail: mining_expert@mail.ru).</i>	366
9. <i>М. С. Досекинов, М. С. Алмагамбетов, С. А. Алимбаев. Изучение процесса выщелачивания соединений хрома из шлаков рафинированного феррохрома в водные растворы. (ТОО «НИИЦ ERG», г. Актобе, Казахстан, dossekenov.ms@mail.ru).</i>	368
10. <i>Шешуков О. Ю.¹, Матюхин В. И.¹, Ермекова А. Т.². Совершенствование системы очистки газов руднотермической ферросплавной печи. (1 — Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Россия. E-mail: matyhin53@mail.ru; 2 — Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева, Республика Казахстан, E-mail: 87764777726@mail.ru).</i>	374
11. <i>Г. И. Газалева, Е. Г. Дмитриева, А. И. Демин. Исследования карбамидного способа очистки отходящих газов агломерационных машин от диоксида серы. (ОАО «Уралмеханобр», г. Екатеринбург, E-mail: gazaleeva_gi@umbr.ru).</i>	378
12. <i>А. А. Тютрин, Н. В. Немчинова. Рециклинг пыли производства кремния и ферросилиция. (ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский университет», г. Иркутск, Россия. E-mail: an.tu@inbox.ru).</i>	382
13. <i>И. Н. Танутров, М. Н. Свиридова. Способ переработки доменного шлама. (Институт металлургии Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: intan38@live.ru).</i>	386
14. <i>А. М. Abdrashit¹, А. Kh. Nurungalyev¹, B. S. Kelamanov², G. S. Yerekeyeva². Investigation of the electrophysical properties of briquets from dispersion dust of the gas oil production of ferrosilicoaluminum. (1 — RGP «Karaganda State Industrial University», E-mail: asik_942017@mail.ru; 2 — ARSU named after K. Zhubanova, E-mail: kelamanov-b@mail.ru).</i>	388
15. <i>А. Г. Калиакпаров¹, А. А. Мухтар², К. С. Билялов¹, Е. К. Байдилов¹. О возможности утилизации шламов мокрых газоочисток ферросплавных печей. (1 — ТОО «Научно-исследовательский центр ERG», г. Аксу, Республика Казахстан; 2 — Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, г. Караганда, Республика Казахстан).</i>	391
16. <i>В. Н. Захаров, В. А. Малинников, О. Н. Малинникова, И. Н. Чурсин. Исследование спектральных характеристик поверхности хвостохранилищ по данным LANDSAT 8 и РЕСУРС-П на примере Сибайского месторождения. (ИПКОН РАН, г. Москва, Россия. E-mail: rkon-dir@ipkonran.ru).</i>	393
17. <i>С. П. Яценко, Л. А. Пасечник, В. М. Скачков. Технология полной утилизации шламов глиноземного производства. (Институт химии твердого тела УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: yatsenko@ihim.uran.ru).</i>	398
18. <i>С. А. Красиков¹, А. Л. Надольский², Е. М. Жилина¹, Т. В. Осинкина¹. Переработка шлаков производства ферротитана. (1 — ФГБУН Институт металлургии УрО РАН, Екатеринбург, Россия, E-mail: sankr@mail.ru; 2 — ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», Екатеринбург, Россия).</i>	402
19. <i>Л. И. Полянский¹, Н. А. Бабайлов², Ю. Н. Логинов³. Прессование отсева ферросиликомарганца в закрытой матрице. (1 — ЗАО «Спайдермаш», г. Екатеринбург, Россия. E-mail: info@spidermash.ru; 2 — ФГБУН Институт машиноведения</i>	

УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: n.a.babailov@urfu.ru; 3 — ФГАУ ВО Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: j.n.loginov@urfu.ru)	405
20. Ю. Н. Логинов ¹ , Н. А. Бабайлов ² , Л. И. Полянский ³ . Брикетировочный пресс с малым диаметров валков для переработки техногенного сырья. (1 — ФГАУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия. E-mail: j.n.loginov@urfu.ru; 2 — ФГБУН «Институт машиноведения УрО РАН», г. Екатеринбург, Россия. E-mail: n.a.babailov@urfu.ru; 3 — ЗАО «Спаидермаш», г. Екатеринбург, Россия. E-mail: info@spaidermash.ru).	409
21. С. В. Котунов, Д. Ю. Тупиков, В. О. Красногоров. Высокоиндуктивные магнитные сепараторы НПО «ЭРГА» для переработки техногенных отходов. (НПО «ЭРГА», г. Калуга, Россия. E-mail: Tupikov@erga.ru)	414
22. П. И. Грудинский ¹ , В. Г. Дюбанов ¹ , П. А. Козлов ² . Извлечение свинца и меди из отходов черной и цветной металлургии. (1 — Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН, г. Москва, E-mail: gri_lab3@imet.ac.ru, 2 — НЧОУ ВО «Технический университет УГМК», г. Верхняя Пышма, Свердловская обл., E-mail: p.kozlov@tu-ugmk.com)	419
23. И. Н. Танутров, М. Н. Свиридова. О переработке оптоволокна. (Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: marina-sviridova@list.ru)	424
Секция 6. Школа молодых ученых. Конференция молодых ученых. Научные основы и технологии производства и применения ферросплавов	427
1. И. Н. Кель. Применение бора в ферросплавной промышленности. (ИМЕТ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: dunnington@mail.ru)	428
2. О. В. Заякин, Д. С. Ренев. Изучение плотности сплавов системы Fe-Cr-Ni-Si. (ИМЕТ УрО РАН, г. Екатеринбург, Свердловская обл., Россия. E-mail: zferro@mail.ru)	431
3. Д. Н. Первухина, Ю. Н. Логинов. Уплотняемость гранулированного хрома при брикетировании. (ФГАУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия. E-mail: j.n.loginov@urfu.ru)	435
4. М. В. Половец ¹ , К. Б. Пыхтеева ² . Разработка мероприятий по использованию нефтекокса в доменной плавке. (1 — Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Свердловская обл., Россия. E-mail: querti25@gmail.com; 2 — Нижнетагильский технологический институт (филиал) Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Нижний Тагил, Свердловская обл., Россия. E-mail: ruykbb@mail.ru)	437
5. В. В. Пантелеев, О. С. Былинкин. Анализ влияния свойств шлака на характер выпуска продуктов плавки. (ФГОУ ВО «УрФУ им. Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Свердловская обл., Россия).	440
6. Д. Д. Хаматов ^{1,2} , М. П. Пузанов ^{1,3} , Ю. Н. Логинов ¹ . Исследование кинематики очага деформации при холодной прокатке кремнистой стали с различным натяжением. (1 — ФГАУ ВО «УрФУ им. первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Свердловская обл., Россия, E-mail: j.n.loginov@urfu.ru; 2 — АО «ЕЗ ОЦМ», г. Верхняя Пышма, Свердловская обл., Россия, E-mail: d.khamatov@ezost.ru; 3 — ООО «ВИЗ-Сталь», г. Екатеринбург, Свердловская обл., Россия, E-mail: ruzanovmp@yandex.ru)	445
7. Д. Д. Хаматов ^{1,2} , Ю. Н. Логинов ¹ . Проблемы производства и эксплуатации платиносодержащих сеток катализа. (1 — ФГАУ ВО «УрФУ им. первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Свердловская обл., Россия, E-mail: j.n.loginov@urfu.ru; 2 — АО «ЕЗ ОЦМ», г. Верхняя Пышма, Свердловская обл., Россия, E-mail: d.khamatov@ezost.ru)	447
8. Ф. Б. Жаутиков ¹ , А. З. Исагулов ¹ , А. А. Бабенко ² , В. И. Романов ¹ . Обоснование выбора состава ферросплава для обработки стали. (1 — Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, Республика Казахстан, E-mail: farhat_zhauitikov@mail.ru; 2 — ИМЕТ УрО РАН, г. Екатеринбург, Свердловская обл., Россия. E-mail: babenko251@gmail.com)	449
9. Н. И. Сеницин ¹ , О. А. Чикова ^{1,2} , В. В. Вьюхин ¹ . Вязкость и электросопротивление жидкой стали 110Г13Л. (1 — ФГАУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», Россия, г. Екатеринбург; 2 — ФГАУ ВО «Уральский государственный педагогический университет», Россия, г. Екатеринбург)	451