

Отзыв на автореферат
диссертации Румянцева Бориса Алексеевича
«Исследование процессов взаимодействия хромо-никелевых расплавов с окислительной плазмой с целью разработки технологических приемов производства низкоуглеродистых коррозионностойких сталей в печах постоянного тока», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallurgy of black, colored and rare metals

В настоящее время в России достаточно остро стоит вопрос повышения качества сталей, в частности, производство коррозионностойких сталей на мини заводах, на предприятиях спецэлектрометаллургии и в литейных цехах. Это требует совершенствование производства с использованием современных технологий, связанных со снижением потерь основного легирующего компонента – хрома в агрегатах сравнительно малой емкости 5-25 т. Одним из перспективных путей для выплавки низкоуглеродистых коррозионных марок стали является использование дуговых печей постоянного тока, так как в них реализуются элементы плазменной металлургии. Исходя из этого, можно сказать, что данная работа является актуальной.

Автором работы получены новые экспериментальные данные по взаимодействию хромистых расплавов с аргон-кислородной плазмой с различным содержанием кислорода в зоне контакта плазменного факела с расплавом, по интенсивности испарения металла в зоне плазменного пятна с оценкой среднemasсовой температуры поверхности расплава, разработана физико-химическая модель, которая описывает взаимодействие высокохромистых расплавов на основе железа с окислительной плазмой.

Результаты диссертационной работы опубликованы в 2 статьях рекомендованных ВАК, докладывались и обсуждались на научно-технических конференциях разного уровня.

К достоинствам работы можно отнести следующее:

- работы по плазменной металлургии довольно редки, поэтому вызывают повышенный теоретический и практический интерес;
- проведение большого объема экспериментальных исследований на лабораторной плазменной печи и на полупромышленной дуговой печи постоянного тока емкостью 60 кг, используемой для переплава легированных отходов;
- применение современных приборов и высокоточных методов измерения.

По работе имеются замечания:

1. Из автореферата осталось непонятным как разработанные рекомендации можно адаптировать к условиям реальной плавки в ДППТ. В частности, как были получены режимы окислительного рафинирования высокохромистых расплавов в ДППТ-5 АО «Металлургический завод Электросталь» (14 вывод, стр. 24).

2. Полученные в работе коэффициенты массопереноса и кинетические параметры относятся к процессам, протекающим в области пятна дуги или плазменной струи с размерами порядка 1 см. Непонятно, как при этом в математической модели учитывалась кинетика обезуглероживания и десульфурации *всей ванны* ДППТ, какую роль играет перемешивание ванны, и как влияют ее размеры, в частности, диаметр и глубина (имеющие порядок 100 см)?

3. Необходимо отметить несколько небрежное оформление автореферата (разные шрифты в формулах, слитные подрисовочные надписи, оформление литературы не по ГОСТ и др.)

Указанные замечания не снижают общей ценности диссертационной работы.

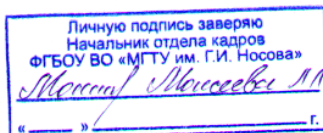
Заключение

В целом, диссертационная работа представляет законченное научное исследование, имеет достаточный уровень научной новизны и практической ценности. Считаем, что диссертационная работа Румянцева Бориса Алексеевича соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов.

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова»
проф., д-р техн. наук, проф. кафедры
вычислительной техники и программирования
Ячиков Игорь Михайлович,

канд. техн. наук, ст. преп. кафедры
технологий металлургии и литейного производства
Портнова Ирина Васильевна

Россия, 455000, г. Магнитогорск,
пр. Ленина, д. 38
e-mail: otvetsek@magtu.ru
тел. 8(3519) 29-85-63



ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Румянцева Борис Алексеевича
«Исследование процессов взаимодействия хромо-никелевых расплавов с окислительной плазмой с целью разработки технологических приемов производства низкоуглеродистых коррозионностойких сталей в печах постоянного тока», представленной
на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности - 05.16.02 Metallurgia чёрных, цветных и редких металлов

В настоящее время производство коррозионностойких сталей непрерывно увеличивается, что требует активного развития действующих и разработки новых конкурентоспособных ресурсосберегающих технологий производства таких марок сталей. В связи с этим, исследование процессов взаимодействия хромосодержащих расплавов с окислительной плазмой и разработка на этой основе технологии рафинирования коррозионностойкой стали в дуговых печах постоянного тока является достаточно актуальной задачей, как в отечественной, так и мировой металлургии. Поэтому актуальность представленной диссертационной работы не вызывает сомнений.

На основе проведенных исследований автор получил новые экспериментальные данные по взаимодействию хромистых расплавов с аргон-кислородной плазмой с различным содержанием кислорода в зоне контакта плазменного факела с расплавом, а также получил новые данные по интенсивности испарения металла в зоне плазменного пятна и провел оценку среднemasсовой температуры поверхности расплава. Кроме того, автором разработана физико-химическая модель, описывающая взаимодействие высокохромистых расплавов на основе железа с окислительной плазмой, которая учитывает взаимодействие расплава с атомарным и молекулярным кислородом плазмообразующего газа, достоверность которой подтверждена результатами лабораторных и полупромышленных экспериментов.

На основе обобщения проведенных исследований автор экспериментально и теоретически показал возможность достижения концентраций углерода в расплаве Fe – 18Cr - 10Ni менее 0,05 масс% при этом температура металла составляет 1650-1700⁰С, а угар хрома – 1,5 масс%, определил оптимальные режимы продувки расплава аргон-кислородной смесью. Показаны возможные пределы достижения низких содержаний углерода в процессе плазменного рафинирования высокохромистых расплавов при угаре хрома не выше 1,5%. В условиях опытно-промышленной дуговой печи постоянного тока ДППТ-06 разработал и опробовал вариант ресурсосберегающей технологии, которая включает окислительное рафинирование высокохромистых расплавов с вводом аргон-кислородной смеси через полый графитовый электрод со стальной коаксиальной вставкой и позволяет снизить угар хрома с 3 до 1,5 масс%, в среднем на плавку, уменьшить перегрев металла с 2000 до 1700⁰С в конце окислительного периода, уменьшить эрозию футеровки печи.

Практическая ценность научных идей, предлагаемых автором состоит в установлении оптимальных режимом селективного окислительного рафинирования высокохромистых расплавов в зоне плазменного пятна и определении оптимальных режимов дутья и расхода газовой смеси, соотношения аргон-кислород на различных этапах обезуглероживания при сохранении производительности агрегата на прежнем уровне.

Ознакомление с авторефератом указывает на несомненную научную и практическую значимость работы.

Вместе с тем, имеется ряд небольших недостатков:

1. В практической значимости автор говорит о разработке конструкции полого электрода, однако из автореферата не ясно, в чем новизна конструкции.
2. В автореферате не отражено, какое было соотношение диаметра электрода к диаметру отверстия.
3. В автореферате не отражено насколько произошло снижение угара электродов при использовании для подачи газа нержавеющей трубки.

В целом несмотря на отраженные недостатки считаю, что представленная работа представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему и отвечает требованиям Положения ВАК о порядке присуждения научным и научно-педагогическим работникам ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Румянцев

Борис Алексеевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности - 05.16.02 Metallurgy чёрных, цветных и редких металлов.

Заведующий кафедрой
металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой
доцент, д.т.н.



Кожухов А.А.

309530 Белгородская область, г. Старый Оскол
м-н. Макаренко, 42
тел. 8-4725-45-12-00 доб. 312
e-mail: koshuhov@yandex.ru



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Румянцева Бориса Алексеевича
на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.16.02 «Металлургия черных, цветных и редких
металлов» по теме «Исследование процессов взаимодействия
хромоникелевых расплавов с окислительной плазмой с целью
разработки технологических приемов производства
коррозионностойких сталей в печах постоянного тока»

В автореферате обоснована актуальность задач исследований теоретических и технологических особенностей процессов селективного окисления углерода из высокохромистых расплавов в дуговых печах постоянного тока с использованием аргон-кислородной низкотемпературной плазмы. Диссертант выполнил большой объем исследований процессов обезуглероживания и десульфурации легированных расплавов на основе железа на лабораторной установке взаимодействия капель металла с плазмой, а также серию экспериментов на полупромышленной 60 кг дуговой печи постоянного тока с полым электродом.

В автореферате сформулированы цель работы, научная новизна и практические результаты, описаны методы исследований и достаточно подробно по главам изложены полученные результаты.

Замечания.

1. На рис.6 использованы разные масштабы на осях координат:

$\Delta \ln [C] = 0,5$ соответствует 11,5 мм

$\Delta \ln V = 0,5$ соответствует 5,5 мм

Это не позволяет по наклону 45° отрезка прямой считать, что порядок реакции равен $n = 1$.

2. В табл. 2 показано, что при концентрациях углерода 0,02% - 0,01% порядок реакции равен $n = 3$, или

$$-\frac{d[C]}{d\tau} = K \frac{F}{V} [C]^3$$

при $[C] = 0,02\% : [0,02]^3 = 8 \cdot 10^{-6}$; при $[C] = 0,01\% : [0,01]^3 = 1 \cdot 10^{-6}$

Скорость окисления углерода при $n = 3$ и концентрациях 0,02-0,01% по сравнению со скоростью при $n = 1$ и концентрации $[C] = 0,1\%$ уменьшается на 4 и 5

порядков. Кроме того, при концентрациях углерода 0,02-0,01% поверхность капли покрывается оксидами хрома (так написано в автореферате). Тогда скорость окисления углерода должна уменьшаться еще значительней. Как удалось оценивать такую чрезвычайно низкую скорость окисления углерода на весьма коротком отрезке времени?

Было бы желательно рассчитать термодинамические пределы обезуглероживания расплавов Fe – 18% Cr- 10% Ni в условиях проведения экспериментов. Возможно, тогда отпало бы желание вводить $n = 3$ в кинетику обезуглероживания легированной стали.

Диссертационная работа в целом соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК, ее автор Румянцев Борис Алексеевич заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по названной специальности.

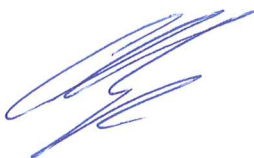
Авторы дают согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Помощник генерального директора
по научной работе, д.т.н., профессор



Падерин Сергей Никитович

Начальник центральной
исследовательской лаборатории



Муруев Станислав Владимирович

АО «Металлургический завод «Электросталь»

Подписи С.Н. Падерина и С.В. Муруева заверяю:



Директор по общим вопросам

РОМАНЕНКО В.И.

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»
Федеральное государственное унитарное предприятие
«Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов



«ПРОМЕТЕЙ»



имени И. В. Горынина
Государственный научный центр

05.06.2017 от 03-17-156/4867

на _____

НИТУ «МИСиС»

.....
119049, г. Москва, Ленинский
проспект, д.4., Ученый совет
Коня: misistlp@mail.ru

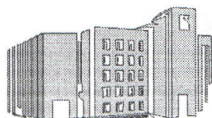
Направляем Вам отзыв на автореферат диссертации Румянцева Бориса Алексеевича на тему: «Исследование процессов взаимодействия хромо-никелевых расплавов с окислительной плазмой с целью разработки технологических приемов производства низкоуглеродистых коррозионностойких сталей в печах постоянного тока».

Приложение: Отзыв - на 2 л., 2 экз.

С уважением,

Ученый секретарь
НИЦ «Курчатовский институт»-
ЦНИИ КМ «Прометей»

Б.В. Фармаковский



НИЦ «Курчатовский институт» – ЦНИИ КМ «Прометей»
191015, Россия, Санкт-Петербург, улица Шпалерная, дом 49
Телефон (812) 274-37-96, Факс (812) 710-37-56, mail@crism.ru, www.crism-prometey.ru
ОКПО 07516250, ОГРН 1037843061376, ИНН 7815021340/ КПП 783450001

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»

Федеральное государственное унитарное предприятие

«Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов



«ПРОМЕТЕЙ»



имени И. В. Горынина
Государственный научный центр

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации РУМЯНЦЕВА БОРИСА АЛЕКСЕЕВИЧА
на тему: «ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ХРОМО-НИКЕЛЕВЫХ
РАСПЛАВОВ С ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ПЛАЗМОЙ С ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ПРОИЗВОДСТВА НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ
КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ В ПЕЧАХ ПОСТОЯННОГО ТОКА»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

Диссертационная работа Б.А. Румянцева посвящена актуальной проблеме совершенствования действующих и разработке новых конкурентоспособных ресурсосберегающих технологий производства коррозионностойких сталей в России.

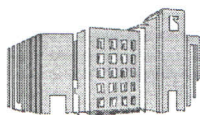
Работа направлена на исследование процессов взаимодействия хромо-содержащих расплавов с окислительной плазмой и разработке на этой основе промышленной технологии рафинирования коррозионностойкой стали в печах постоянного тока.

В диссертации автором впервые получены новые экспериментальные данные по взаимодействию хромистых расплавов с аргон кислородной плазмой с различным содержанием кислорода в зоне контакта плазменного факела с расплавом, данные по интенсивности испарения металла в зоне плазменного пятна и значения произведений растворимости $[C][O]$ в расплаве в зависимости от парциального давления кислорода в плазмообразующем газе. На основе исследований разработана физико-химическая модель, описывающая взаимодействие высокохромистых расплавов на основе железа с окислительной плазмой.

В условиях опытно-промышленной дуговой печи постоянного тока ДППТ-06 разработан и опробован вариант ресурсосберегающей технологии. С применением математического моделирования обоснованы режимы окислительного рафинирования высокохромистых расплавов в промышленной дуговой печи постоянного тока вместимостью 5 тонн на АО «Металлургический завод Электросталь». Применение разработанной технологии позволило снизить угар хрома с 3 % до 1,5% в среднем на плавку и уменьшить перегрев металла с 2000 до 1700 ° в конце окислительного периода.

В качестве замечания по работе следует отметить, отсутствие оценки экономической эффективности предложенной технологии производства коррозионностойких сталей и перспективы ее внедрения на различных металлургических предприятиях страны.

Также в тексте автореферата не приведена технология производства коррозионностойких сталей в промышленной дуговой печи постоянного тока на АО «Металлургический завод Электросталь»



НИЦ «Курчатовский институт» – ЦНИИ КМ «Прометей»
191015, Россия, Санкт-Петербург, улица Шпалерная, дом 49
Телефон (812) 274-37-96, Факс (812) 710-37-56, mail@crism.ru, www.crism-prometey.ru
ОКПО 07516250, ОГРН 1037843061376, ИНН 7815021340/ КПП 783450001

Указанные замечания не затрагивают основной сути работы и не снижают ее научно-практической ценности, а сама диссертация является законченным трудом, актуальным научным исследованием, отвечающим всем требованиям ВАК предъявляемым к кандидатским диссертациям. Основное содержание работы достаточно полно отражено в опубликованных статьях и обсуждено на конференциях и семинарах.

На основании этого можно заключить, что Б.А.Румянцев заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Начальник лаборатории

НИЦ «Курчатовский институт»- ЦНИИ КМ «Прометей»,

доктор технических наук, доцент

В.В. Цуканов

Подпись В.В. Цуканова заверяю:

Ученый секретарь

НИЦ «Курчатовский институт»- ЦНИИ КМ «Прометей»,

кандидат технических наук, доцент

Б.В. Фармаковский



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Румянцева Бориса Алексеевича «Исследование процессов взаимодействия хромо-никелевых расплавов с окислительной плазмой с целью разработки технологических приемов производства низкоуглеродистых коррозионностойких сталей в печах постоянного тока», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02. «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

В связи с растущим потреблением коррозионностойких сталей в России актуальным становится совершенствование действующих и разработка новых ресурсосберегающих технологий их производства.

Исследования показывают, что традиционные способы выплавки низкоуглеродистых коррозионностойких сталей монопроцессом в дуговых печах имеют существенный недостаток – потерю основного легирующего элемента – хрома. В связи с этим исследование особенностей окисления углерода в высокохромистых расплавах в дуговых печах весьма актуально.

В работе Румянцева Бориса Алексеевича получен ряд результатов, характеризующихся научной новизной:

Для расплавов системы Fe-18Cr-10Ni установлено, что переход порядка реакции обезуглероживания от нулевого к первому происходит в интервале концентраций углерода 0,06 - 0,1 масс.% вне зависимости от содержания кислорода в плазмообразующем газе, при этом константа скорости обезуглероживания становится равной 0,04-0,05 с⁻¹, коэффициент массопереноса $\beta = (0,8-1,0) \cdot 10^{-2}$ см/с. Получены значения произведений растворимости [C][O] в расплаве в зависимости от парциального давления кислорода в плазмообразующем газе. Разработана физико-химическая модель, описывающая взаимодействие высокохромистых расплавов на основе железа с окислительной плазмой.

Практическая значимость диссертационной работы Румянцева Бориса Алексеевича состоит в том, что разработана и опробована ресурсосберегающая технология, включающая окислительное рафинирование высокохромистых расплавов с вводом аргон-кислородной смеси через полый графитовый электрод. Разработана конструкция полого электрода. Экспериментально показана возможность концентраций углерода в расплаве Fe-18Cr-10Ni менее 0,05 масс. %, при этом температура металла составляет 1650-1700 °С, а угар хрома - 1,5 масс.%. Определены оптимальные режимы продувки расплава аргон-кислородной смесью. Обоснованы режимы окислительного рафинирования высокохромистых расплавов в промышленной дуговой печи АО «Металлургический завод Электросталь».

По работе есть замечания:

- было бы полезно проверить установленные закономерности в условиях промышленной дуговой печи;

- было бы полезно привести параметры, подтверждающие адекватность разработанной автором модели, например, - коэффициент детерминации расчетных и экспериментальных данных;

- требует на наш взгляд пояснения тот факт, что степень десульфурации снижается с повышением содержания серы в сплаве.

Высказанные замечания не уменьшают значимости диссертационной работы, выполненной на хорошем научно-техническом уровне, поскольку не затрагивают основных ее положений.

В целом, диссертационная работа «Исследование процессов взаимодействия хромо-никелевых расплавов с окислительной плазмой с целью разработки технологических приемов производства низкоуглеродистых коррозионностойких сталей в печах постоянного тока» соответствует шифру специальности 05.16.02. «Металлургия черных, цветных и редких металлов» (пункты 4, 12) и критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» Постановления Правительства Российской Федерации № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Румянцев Борис Алексеевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Научный руководитель

Инженерно-технологического центра

АО «Выксунский металлургический завод», д.т.н.

Леонид Иосифович Эфрон

г. Москва, 115184, Озерковская наб., д. 28, стр. 2.

e-mail: Lefron@omk.ru

тел. 8(495) 231-77-65 (доб. 26-57)



19.05.2017г.

ОТЗЫВ

об автореферате диссертации Румянцева Б.А.

«Исследование процессов взаимодействия хромо-никелевых расплавов с окислительной плазмой с целью разработки технологических приемов производства низкоуглеродистых коррозионностойких сталей в печах постоянного тока», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук

При производстве низкоуглеродистой коррозионностойкой стали основной проблемой является селективное окисление углерода при одновременном максимально возможном сохранении в расплаве содержания хрома. В «большой» металлургии эта проблема решается последовательным использованием двух агрегатов, максимально приспособленным для проведения конкретных процессов. В случае необходимости разовой выплавки такой стали в цехах, в которых отсутствуют специальные агрегаты для обезуглероживания хромистых расплавов, обезуглероживание возможно ценой потери некоторого количества хрома. Для таких случаев целесообразно принимать специальные меры интенсификации процесса обезуглероживания, в том числе и предлагаемым диссертантом методом введения кислорода в плазму дуги постоянного тока.

Диссертантом исследована кинетика обезуглероживания проб высокохромистого расплава в лабораторных условиях, разработана математическая модель взаимодействия расплава и плазмы дуги, выполнен термодинамический расчёт равновесного состава газовой фазы с расплавом, проведена серия полупромышленных экспериментов и обоснованы режимы окислительного рафинирования высокохромистых расплавов в промышленной дуговой печи постоянного тока. Практическим результатом работы является разработанный режим окислительной продувки расплава введением аргоно-кислородной смеси непосредственно в дугу через полый электрод.

Таким образом, в диссертации решены некоторые научные и технологические задачи, позволяющие получать необходимое содержание углерода в расплаве при относительно небольшом угаре хрома. Полученные результаты имеют научную новизну и практическую значимость.

По содержанию реферата имеются некоторые замечания:

1. В лабораторных условиях использовались, как пишет диссертант, «плазменная печь и плазматрон из стабилизированного иттрием вольфрама». В этой печи «...плавляли пробы металла массой 3-5 г в медном водоохлаждаемом кристаллизаторе».

Судя по схеме (рис.1), пробы металла плавляли на медной подложке обычной дугой, возбуждаемой между вольфрамовым катодом и медной подложкой, а проба металла находилась в анодном пятне дуги на подложке. Если это так, то печь не соответствует названию «плазменная», форма пробы металла на подложке (а не в кристаллизаторе) не является сферической (на расплав действуют давление дуги, гравитация, смачивание подложки), а отношение V/F в формуле 15 имело другое значение.

Кроме того, при таких условиях в капле расплава существует весьма большой температурный градиент, что влияет на массоперенос в металле и на кинетику процесса в целом. Поэтому кинетика процесса в условиях полупромышленного и промышленного агрегатов может существенно отличаться от условий лабораторной установки.

2. При проведении экспериментов в полупромышленной печи (глава 4) непонятна роль аргона, подаваемого вместе с кислородом в дугу через полый электрод. В АКР аргон способствует образованию газовых пузырей в объёме расплава. По использованной диссертантом методике подача газовой смеси производится на поверхность расплава, поэтому аргон в объём не поступает. По-видимому, для регулирования окислительного процесса достаточно было изменять только расход кислорода. Это же относится и к рекомендациям для промышленной печи.

Несмотря на это, считаю, что диссертантом предложен и исследован способ селективного окисления углерода в высокохромистых расплавах, позволяющий получать требуемое низкое содержание углерода при относительно небольших потерях хрома.

По моему мнению, представленная диссертационная работа по своей актуальности, научной новизне и практической ценности, объему и уровню исследований отвечает квалификационным требованиям, установленным в п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Румянцев Борис Алексеевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия чёрных, цветных и редких металлов.

Доктор технических наук, профессор

Рощин В.Е.

Россия, 454080, г. Челябинск, проспект им. Ленина, 76.

профессор кафедры пирометаллургических и литейных технологий ЮУрГУ.

Тел./факс: +7 (351) 267-91-61; E-mail: roshchinve@susu.ru

