

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 217.035.02 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЧЕРНОЙ
МЕТАЛЛУРГИИ ИМ. И.П. БАРДИНА» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК ШАКУРОВА
АМИРА ГАЛИЕВИЧА

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 23 декабря 2014 г. № 6

О присуждении Шакурову Амиру Галиевичу учёной степени кандидата
технических наук.

Диссертация «Разработка инновационной технологии переработки жидких
сталеплавильных шлаков на основе исследования процессов ускоренного
затвердевания» по специальности **05.16.02** – «Металлургия чёрных, цветных и
редких металлов», принята к защите 20.10.2014, протокол № 5 диссертационным
советом Д 217.035.02 на базе Федерального государственного унитарного
предприятия «Центральный научно-исследовательский институт черной
металлургии им. И.П. Бардина», 105005, г. Москва, ул. Радио 23/9 стр.2. в
соответствии с приказом № 737-486 от 11.04.2008 г. и частичном изменении
№ 194/нк от 22.04.2013 г.

Соискатель Шакуров Амир Галиевич, 1987 года рождения, в 2010 году
окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Национальный исследовательский
технологический университет «МИСиС» по специальности «Металлургия черных
металлов».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов №7/2014 выдано 30.05.2014 г. ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина».

Работает в Центре непрерывной разливки стали ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина» в должности старшего научного сотрудника.

Диссертация выполнена в Центре непрерывной разливки стали Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина», Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, г. Москва.

Научный руководитель Паршин Валерий Михайлович, доктор технических наук, работает директором Центра непрерывной разливки стали в Федеральном государственном унитарном предприятии «Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина».

Официальные оппоненты:

1. Чижикова Валентина Максимовна, доктор технических наук, главный эколог ОАО «НЛМК»

2. Аксельрод Лев Моисеевич, кандидат технических наук, технический директор ООО «Группа «Магнезит».

Дали положительные отзывы о диссертации.

1. Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва имеет исследовательские лаборатории, экспериментальные комплексы соответствующие профилю диссертации.

В своем положительном заключении, подписанным заведующим кафедрой Экстракции и рециклинга черных металлов, к.т.н. Подгородецким Г.С. и утвержденным проректором по науке и инновациям Филоновым М.Р. отметила, что с учетом актуальности темы диссертации, объема и полноты выполненных исследований, отражения полученных результатов в публикациях, следует считать диссертацию Шакурова Амира Галиевича законченной научно-

квалифицированной работой, содержащей обоснованные технические и технологические решения процесса переработки жидких сталеплавильных шлаков, внедрение которых позволит улучшить экологические и технико-экономические показатели процесса производства стали.

Соискатель имеет 4 опубликованные работы (2,1 печ. лист.), в том числе по теме диссертации 13 печатных (2,1 печ. лист.), опубликованных в рецензируемых ВАК научных изданиях – 4 (1,3 печ. лист.).

Научные публикации посвящены: Разработке технологии и нового оборудования для переработки жидких сталеплавильных шлаков в товарную продукцию. Исследованию процессов ускоренного затвердевания жидкого шлака в металлической шаровой насадке, физическому моделированию высокотемпературных процессов. Исследованию процессов предварительного восстановления оксидов железа из жидких шлаков для разработки комплексной технологии переработки жидких сталеплавильных шлаков.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Школьник Я.Ш., Шакуров А.Г., Мандель М.З. Новая технология и оборудование для переработки шлаковых расплавов//Москва. Metallurg. 2011. №10. С. 58-60.
2. Шакуров А.Г. Школьник Я.Ш., Паршин В.М. и др. Охлаждение и кристаллизация расплава в межшаровом пространстве//Москва. Сталь. 2012. №5. С. 19-22.
3. Шакуров А.Г., Журавлев В.В., Паршин В.М. и др. Комплексная переработка жидких сталеплавильных шлаков с восстановлением железа и получением качественной товарной продукции //Москва. Сталь. 2014. №5. С. 75-812.

На диссертацию и автореферат поступило 8 отзывов.

Все отзывы положительные, в них отмечена актуальность, научная новизна и практическая значимость результатов диссертационного исследования Шакурова Амира Галиевича

Вместе с тем в некоторых отзывах имеются замечания:

1. ОАО «Уральский институт металлов» (г. Екатеринбург)

- При сравнении вариантов установок (стр.17 пп.1-3) необходимо ссылаться на их авторов (как в пп. 2 и 3), а не на место внедрения (п. 1). Технология и установка барабанного типа разработана в Российской Федерации, Уральском институте металлов, лицензионные материалы были проданы в КНР, где и были реализованы.

- Приводимое в автореферате значение площадей, занимаемых отвалами сталеплавильных шлаков, несколько завышено.

Отзыв подписали: научный руководитель института, первый заместитель генерального директора ОАО «Уральский институт металлов», д.т.н., академик РАН Смирнов Л.А. и исполнительный директор НИЦ «Переработка и использование техногенных отходов», к.т.н. Сорокин Ю.В.

2. ОАО «Восточный институт огнеупоров» (г. Екатеринбург)

Автором в автореферате недостаточно охарактеризованы минеральный состав и микроструктура шлаковой продукции, позволяющие применять ее не только в качестве вторичного флюсующего компонента в металлургии и стройматериала, но и в ряде других отраслей промышленности и сельского хозяйства

Отзыв подписал главный научный сотрудник ОАО «Восточный институт огнеупоров» доктор геолого-минералогических наук Перепелицын В.А.

3. ООО «Холдинг Транскомпонент» (г. Москва)

- не представлены способы максимального извлечения железа из шлакового расплава.

- не раскрыты вопросы максимальной продолжительности слива жидкого шлака в установку с номинальной интенсивностью.

- в оформлении рисунков и таблиц имеются некоторые отклонения от требований стандарта.

Отзыв подписал руководитель производственного департамента ООО «Холдинг Транспортные компоненты», к.т.н. Шестаков А.В.

4. ОАО «Уралгипромез» (г. Екатеринбург)

Одним из пунктов научной новизны является установление оптимального соотношения масс шлакового расплава с металлической шаровой насадкой, на

основе исследования процессов гидродинамического течения, теплообмена и кинетики затвердевания жидких сталеплавильных шлаков. Однако, в автореферате не достаточно подробно представлены расчеты, которые позволили получить значение массового соотношения «шлаковый расплав – металлические шары» в интервале 0,12-0,17. Возможно, данные исследования достаточно полно отражены в диссертационной работе.

Отзыв подписали: главный инженер ОАО «Уралгипромез», к.т.н. Смирнов Б.Н. и главный конструктор Мандель М.З.

5. ФГАОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова» (г. Магнитогорск)

- встречается несогласованность величин рассматриваемого параметра. Так из рисунка 1б следует, что температура солидус вторичного шлака при 100% количества твердой фазы соответствует примерно 1750 К или 1477 °С, а ниже рисунка приводятся значения этой температуры 1350-1400 °С (с.9 автореферата)

- не аргументирована величина принимаемого массового соотношения между шлаковым расплавом и металлическими шарами (с.15 автореферата)

- имеется несоответствие количества печатных работ: на с. 6 автореферата – 13 работ, а на с.25 – 10 работ

- в оформлении таблиц и некоторых рисунков имеются отклонения от требований стандарта.

Отзыв подписал профессор кафедры металлургия черных металлов института металлургия, машиностроения и металлообработки МГТУ, д.т.н. Столяров А.М.

6. ОАО «Объединенные машиностроительные заводы» (г. Москва)

- не раскрыт вопрос прогрева шарового балласта перед первой заливкой, что дает ухудшение параметров шлакового щебня на первых порциях;

- не приведены данные по сроку службы шаров в данном процессе.

Отзыв подписали: Технический директор «ОМЗ», д.т.н. Уточкин Ю.И. и заместитель технического директора руководитель департамента «ОМЗ» д.т.н. Салтанов А.В.

7. ФГАОУ ВПО «МГТУ им. Н.Э. Баумана» (г. Москва)

- при анализе сравнительных характеристик различных агрегатов с шаровой насадкой (Таблица 5) указано, что для установки с качающимся кристаллизатором применяется пневматический привод. Однако анализ приводимых в автореферате данных о конструкции и характеристиках агрегата данного типа показывает, что пневматический привод не сможет обеспечить работу данной машины. Кроме того, непонятна методика расчета некоторых технологических параметров, в частности объема парогазовой смеси/ образующейся при работе.

Отзыв подписал руководитель НУК МТ, заведующий кафедрой «Оборудование и технологии прокатки» МГТУ им. Н.Э.Баумана, д.т.н., профессор Колесников А.Г.

8. ООО «Тулучермет-сталь» (г. Тула)

- из автореферата не совсем понятно, проводились ли исследования по применению указанной технологии шлакопереработки для конвертера, а именно, вязких конвертерных шлаков после применения т.н. процесса «ошлаковки», в результате которого образуется низко подвижные шлаки.

Отзыв подписал главный специалист отдела по технологии ООО «Тулачермет-сталь», к.т.н. Жигарев М.А.

Высказанные замечания не снижают научной значимости представленной диссертационной работы. Автореферат отражает содержание выносимых на защиту разработок, приведенный в нем список публикаций соответствует перечню рецензируемых научных изданий и журналов ВАК.

Работа отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор заслуживает присуждения искомой степени.

Выбор оппонентов и ведущей организации обосновывается:

Чижикова Валентина Максимовна - главный эколог ОАО «НЛМК» является признанным специалистом в области экологии и ресурсосбережения. Имеет более 7 монографий и учебно-справочной литературы, более 150 публикаций, 80 патентов и авторских свидетельств. Одной из основных тем научных работ

Чижиковой В.М., является изучение вопросов термической стабилизации шлаков. Значительное количество публикаций непосредственно связано с тематикой диссертационной работы.

Совместных работ и публикаций с соискателем нет.

Аксельрод Лев Моисеевич - технический директор ООО «Группа Магнезит» является признанным специалистом по огнеупорам, оксидным и шлаковым системам. Имеет более 100 публикаций и патентов, в т.ч. по смежной тематике. Большая часть опубликованных работ посвящена изучению вопросов взаимодействия оксидных систем на основе $\text{CaO-SiO}_2\text{-FeO-MgO}$.

Совместных работ и публикаций с соискателем нет.

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», обладает современными лабораториями и испытательной базой, инновационным оборудованием и технологиями. В Институте экотехнологий и инжиниринга НИТУ «МИСиС» ведутся исследования в области разработки технологий переработки жидких технологических шлаков. В связи с этим специалистами Института экотехнологий и инжиниринга НИТУ «МИСиС» накоплен большой опыт изучения механизмов взаимодействия металлических и шлаковых расплавов в металлургических агрегатах, построения многокомпонентных фазовых диаграмм, исследования структуры и свойств сталей различного назначения.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– **представлены** инженерные и физические модели процессов, происходящих при затвердевании жидких сталеплавильных шлаков в металлической шаровой насадке на базе которых **определены** основные параметры технологического процесса ускоренного затвердевания шлака и конструкции оборудования.

– **доказано,** что условия, реализуемые при ускоренном затвердевании жидких сталеплавильных шлаков в металлической шаровой насадке с

добавлением воды, обеспечивают термическую стабилизацию структуры двух кальциевого силиката (C_2S) с преимущественной кристаллизацией в β - C_2S фазе.

– **разработана** инновационная технология переработки жидких сталеплавильных шлаков на основе исследования процессов ускоренного затвердевания в товарную продукцию с необходимыми свойствами и оборудование для реализации в металлургической промышленности.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– **получено** аналитическое и численное решение задачи теплообмена шлакового расплава с металлическими шарами при граничных условиях циклического режима теплосмен, позволившие определить оптимальные режимы работы промышленного оборудования.

– **установлен** механизм гидродинамического течения вязкого шлакового расплава в зернистом слое (металлической шаровой насадки) в режиме нестационарных температур.

Новизна результатов:

- **показано**, что температура в центре шлаковой гранулы радиусом от 6 до 15 мм при абсолютном контакте с металлическими шарами устанавливается ниже температуры солидус ($1200^\circ C$), и шлак затвердевает за промежуток времени $8 \leq t_{cr} \leq 45$ с. Подтверждено, что полученные временные и скоростные границы затвердевания обеспечивают термическую стабилизацию структуры двух кальциевого силиката (C_2S) с преимущественной кристаллизацией в β - C_2S фазе без перехода в γ - C_2S фазу, предотвращая силикатный распад сталеплавильных шлаков.

- **установлено** оптимальное соотношение масс шлакового расплава с металлической шаровой насадкой, равное $\frac{M_{sl}}{M_{sp}} = 0,12 \div 0,17$ при расходе охлаждающей воды $0-0,65$ м³/т шлака для обеспечения энергоэффективности и высокой производительности от 3 до 30 т/мин.

- **определен** оптимальный режим теплообмена в диапазоне температур $700 - 1700^\circ C$ в шаровой насадке в процессе переработки жидких шлаков, заключающийся в чередовании коротких циклов нагрева и охлаждения шаров, и

предложен алгоритм для универсального расчета базовых элементов конструкции оборудования и параметров технологии.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- **разработаны** инновационная технология и оборудование для переработки жидких сталеплавильных шлаков в востребованную товарную продукцию (щебень) без длительного вылеживания шлаков в отвалах, сопровождаемого нежелательными экологическими последствиями.

- **разработано** технологическое задание на проектирование оборудования для условий работы под ДСП-160, **спроектирована и изготовлена** опытно-промышленная установка «Барабанный кристаллизатор» максимальной производительностью 5 т/мин для реализации в промышленных условиях;

- **проведено** опытно-промышленное опробование технологии переработки жидких сталеплавильных шлаков и установки «Барабанный кристаллизатор» секционного типа в условиях ЭСПЦ «ОМК-Сталь» г. Выкса на электропечных и ковшевых шлаках;

- **выполнен** рабочий проект промышленного участка для переработки жидких ковшовых шлаков «ОМК-Сталь» производительностью 25 тыс. т/год и **принят к промышленному внедрению** инвестиционным комитетом ЗАО «ОМК» в 2014 г. Ожидаемый экономический эффект от внедрения мероприятий на «ОМК-Сталь» составляет более 42,7 млн. руб./год;

- **предложено** технологическое решение по возврату в производство вторичных шлаков, прошедших термическую стабилизацию, что позволит сократить затраты на утилизацию шлаков, обеспечить экономию материальных ресурсов в виде скрапа и флюсующих добавок, существенно повысить экологическую безопасность производства за счет исключения пылеобразования и накапливания шлаков в отвалах.

Полученные в работе результаты перспективны для внедрения инновационной технологии переработки жидких сталеплавильных шлаков в товарную продукцию с необходимыми свойствами на действующих и проектируемых предприятиях металлургической отрасли.

Оценка достоверности результатов.

Достоверность и обоснованность полученных в работе результатов научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждена результатами приемочных (государственных) испытаний технологии и оборудования при температурах шлака 1600°С, проведенных в условиях ОАО «ОМК-Сталь» в 2012 г.

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации и обоснованные теоретическими решениями и экспериментальными данными, полученными в работе, согласуются с известными работами по исследованиям физико-химических свойств жидких сталеплавильных шлаков и влияния термической обработки на минеральную структуру, получаемого из шлака продукта.

Лабораторные исследования выполнены по действующим аттестованным методикам, обеспечивающим высокую точность результатов измерений, все измерительные приборы, задействованные в исследованиях, поверены. Большинство исследований физических свойств, химического и фазового состава шлаков проведены в аккредитованных в данных областях лабораториях.

Использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, в том числе статистические.

Личный вклад соискателя состоит в:

- участия соискателя в организации и проведении экспериментальных и практических работ;
- выполненных лично автором решениях и анализе математических задач, описывающих физические процессы, протекающие при работе установки;
- непосредственном участии соискателя в разработке технологии, элементов конструкции оборудования, алгоритма управления технологическим процессом и нормативно-технической документации;
- участия соискателя в анализе, обработке и интерпретации экспериментальных данных и внедрении полученных результатов;
- подготовке основных публикаций по выполненной работе, формулировке выводов и рекомендаций по практической реализации технологии.

Совет констатирует, что диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, в которой получены новые знания о процессах затвердевания жидких сталеплавильных шлаков.

Диссертация соответствует паспорту специальности 05.16.02 – «Металлургия чёрных, цветных и редких металлов» и п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденному правительством Российской Федерации.

На заседании 23 декабря 2014 г. диссертационный совет принял решение присудить Шакурову Амиру Галиевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 6 докторов наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия чёрных, цветных и редких металлов», участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени 19, против присуждения учёной степени 1, недействительных бюллетеней нет.

Председатель
Диссертационного совета
доктор технических наук, профессор

К.Л.КОСЫРЕВ

Ученый секретарь
Диссертационного совета
кандидат технических наук

Т.П. МОСКВИНА