

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Бижанова Айтбера Махачевича
«Обоснование выбора технологии производства и исследование
металлургических свойств брикетов с целью повышения эффективности их
использования в экстрактивных процессах черной металлургии», представленной
на соискание ученой степени кандидата технических наук

Диссертационная работа Бижанова А.М. посвящена изучению металлургических свойств брикетов, получаемых по новой для металлургии технологии жесткой вакуумной экструзии и оценки возможности и эффективности применения таких брикетов, получаемых из природного и техногенного сырья, в доменных и ферросплавных печах и в реакторах прямого получения железа. В отличие от валкового брикетирования и брикетирования путем вибропрессования, предлагаемая технология не имеет отходов и возвратного цикла, не требует тепловой обработки получаемых брикетов и является более производительной. Все это квалифицирует работу как весьма актуальную.

Научная новизна работы заключается в установлении зависимости механической прочности брикетов экструзии (брэкс) от специфических особенностей процесса жесткой вакуумной экструзии, в выявлении экстремального во времени характера набора прочности брэкс на цементной связке, в определении оптимального содержания углерода в брэксах, а также в объяснении механизма сохранения прочности и целостности брэкс в температурно-восстановительных условиях шахты доменных печей и реакторов прямого получения железа, а также в руднотермических ферросплавных печах. Особый научный интерес представляют результаты оценки горячей прочности брэкс в сопоставлении с горячей прочностью агломератов с основностью 1,2-1,6, согласно которым горячая прочность брэкс из железорудного концентрата и коксовой мелочи намного превосходит горячую прочность агломератов. Научную новизну результатов работы подтверждает и ряд патентов на состав брэкс и технологию их получения. Полученные в работе результаты и выводы достаточно полно освещены в опубликованных работах.

Достоверность полученных в работе результатов обеспечена применением комплекса современных инструментальных методов математического моделирования.

Практическая значимость диссертационной работы Бижанова подтверждается результатами полномасштабных опытно-промышленных экспериментов и промышленным внедрением технологии жесткой вакуумной экструзии в ряде стран, включая Россию.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. В автореферате не приводятся данные о размягчаемости брэксов в сравнении с агломератом и окатышами.
2. Сравнение результатов работы малой доменной печи на 80% и 100% брэксов с ее работой на железной руде сделано в работе без приведения к сопоставимым условиям.

Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

Диссертационная работа Бижанова А.М. является законченной научно-квалификационной работой, которая соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842. Автор работы, Бижанов Айтбер Махачевич, заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Начальник управления
Технического аудита, к.т.н.
ПАО «Косогорский
металлургический завод»,
г. Тула, п. Косая Гора,
Орловское шоссе, 4.
тел. 8-985-773-53-27



Губанов В.И.

Учёному секретарю диссертационного совета Д 212.132.02

А.В. Колтыгину

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

119049, г. Москва, Ленинский проспект, д. 4, Учёный Совет

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бижанова Айтбера Махачевича

«ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И ИССЛЕДОВАНИЕ
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БРИКЕТОВ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЭКСТРАКТИВНЫХ ПРОЦЕССАХ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ»,
представленной на соискание учёной степени *кандидата технических наук*
по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

Актуальная диссертационная работа А.М. Бижанова посвящена изучению технологии жесткой вакуумной экструзии для промышленного брикетирования мелкодисперсных природных и техногенных материалов черной металлургии, определению пределов использования брикетов жёсткой вакуумной экструзии (брэксов) в качестве компонентов шихты доменных и руднотермических печей, и реакторов прямого получения железа, а также уточнению механизма восстановления брэксов.

В основу диссертации положен обширный авторский фактический материал, полученный с использованием современных методик и аппаратуры, а главные выводы и данные исследований опубликованы в научно-технических журналах и сборниках трудов конференций. Представленные в автореферате результаты отражают научную новизну проведённых исследований и имеют важное прикладное значение.

К незначительным упущениям в части представления данных, следует отнести отсутствие в автореферате шкалы масштаба на рис. 5, а также формального пояснения к таблице 1 (вес. %, что, однако, указано в тексте предыдущего абзаца). Тем не менее, данные упущения не умаляют профессионализма и значимости проведенных исследований.

Автореферат, суммирующий целостную и квалифицированную научную работу, оформлен в соответствии с действующими требованиями, а его автор, Бижанов А.М., несомненно заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Горностаев

Станислав Станиславович

Stanislav S. Gornostayev, PhD

Senior Research Scientist, Docent

15.11.2016



Process Metallurgy Research Unit

University of Oulu

P.O.BOX 4300, Oulu

FIN-90014, FINLAND

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Бижанова Айтбера Махачевича
«Обоснование выбора технологии производства и исследование
металлургических свойств брикетов с целью повышения эффективности их
использования в экстрактивных процессах черной металлургии», представленной
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.16.02 - «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

Современное развитие металлургического производства, и в частности сектора рудоподготовки обуславливает необходимость разработки современных энерго- и ресурсосберегающих технологий. В работе представлена новая ресурсосберегающая и экологичная технология окускования мелкодисперсных железосодержащих материалов – жесткая экструзия. Данная технология имеет весьма широкий спектр возможного использования. Автором работы было предложено наименование нового продукта «брэкс» - брикет экструзии.

В работе на основе исследований процесса жесткой экструзии было установлено, что на плотность брэксов влияет технология подготовки исходной шихты, так использование режима гомогенизации позволяет получить более плотный и прочный брэкс.

Представленная в автореферате диссертационная работа соответствует специальности 05.16.02 «Металлургия чёрных, цветных и редких металлов»

Обобщение теоретических предположений и экспериментальных результатов позволило автору выявить несколько пунктов научной новизны, заключающейся в следующем:

- получены зависимости физико-механических свойств брэксов от технологических условий жесткой экструзии;
- впервые установлен экстремальный характер изменения прочности брэксов на цементно-бентонитовом связующем в процессе их упрочняющего вылеживания;
- определены пределы оптимального содержания углерода в самовосстанавливающихся брэксах из природного и техногенного сырья, предназначенных для применения в шихте доменных печей;
- впервые показано, что горячая прочность брэксов из магнетитового железорудного концентрата и коксовой мелочи (стандарт ISO 4696 показатель RDI+6,3) значительно превышает горячую прочность офлюсованных агломератов с основностью (B4) 1,2 - 1,6.
- предложено объяснение механизма сохранения прочности брэксов в процессе их нагрева в восстановительной атмосфере в условиях доменной печи, руднотермической печи и шахтной печи прямого восстановления железа (процесс Midrex).

Практическая ценность научных идей заключается в том, что автором были разработаны и предложены рекомендации по оптимизации состава шихтовых материалов и связующих компонентов при изготовлении брэксов, которые опробованы и приняты к использованию на металлургических предприятиях с получением соответствующих подтверждающих документов.

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

Вместе с тем, в автореферате не совсем точно сформулировано заявление о появлении принципиально новых физико-механических свойствах брэксов, по сравнению

с валковыми и вибропрессовальными брикетами. Кроме того хотелось бы уточнить объем малых доменных печей, которые могут работать с использованием в шихте 100% брэксов.

В заключение следует отметить, что новые научные результаты, полученные автором, имеют существенное значение для науки и практики. Выводы и рекомендации достаточно обоснованы. Считаю, что представленная диссертационная работа по своей актуальности, научной новизне, 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 Бижанов Айтбер Махачевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 - Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Никитченко Т.В. - главный специалист
отдела планирования и технической экспертизы
проектов модернизации производства
Департамента горнорудного производства
ООО УК "МЕТАЛЛОИНВЕСТ",
к.т.н. по специальности 05.16.02
Metallургия чёрных, цветных и редких металлов

18.11.2016

Лозовская И. И.

Начальник управления
кадровой административной
ООО УК "Металлоинвест"



ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы **Бижанова Айтбера Махачевича** «Обоснование выбора технологии производства и исследование металлургических свойств брикетов с целью повышения эффективности их использования в экстрактивных процессах черной металлургии», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов

Диссертационная работа посвящена разработке технологии брикетирования на основе жесткой вакуумной экструзии, пригодной для окускования дисперсных железорудных материалов и техногенного металлургического сырья (брэксов), изучению механизма восстановления брэксов. Предлагаемый способ брикетирования мелкодисперсных железорудных материалов и металлургические свойства брикетов ранее не были изучены. Представленная работа является своевременной и направлена на решение актуальной задачи в металлургической промышленности, способствующей широкому распространению нового способа окускования железорудных материалов.

В работе изучены физико-механические свойства брэксов в зависимости от специфических условий жесткой вакуумной экструзии, установлен экстремальный характер изменения прочности брэксов на цементно-бентонитовом связующем в процессе их упрочняющего вылеживания.

На основе проведенных исследований и полученных результатов автором диссертационной работы А.М. Бижановым разработана методика расчета содержания углеродсодержащего компонента шихты брэксов, обеспечивающая оптимальное содержание углерода в них в зависимости от химического состава шихты. В работе сделан важный вывод о том, что брикетирование по способу жесткой вакуумной экструзии является конкурентоспособной технологией окускования, способной служить частичной или полной заменой агломерации.

В автореферате диссертации не приведены показатели экономической эффективности, рентабельности производства, себестоимости получения брэксов, хотя автором проведены опытно-промышленные эксперименты при 100 % использовании брэксов в шихте в малой доменной печи;

Основные результаты работы достаточно полный изложены в 21 статьях и докладах. Особо следует отметить, что диссертантом получено 9 патентов на изобретение Российской Федерации.

В целом диссертационная работа представляет собой завершенный научный труд, в котором на основании теоретических и экспериментальных исследований разработана методика определения оптимального содержания углерода в брэксах в зависимости от химического состава всех компонентов шихты и способ их получения. Работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по техническим наукам.

Диссертационная работа выполнена на достаточно высоком научном уровне, решает важную практическую задачу металлургии, а ее автор А.М. Бижанов заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов.

Главный научный сотрудник
группы Советника РАН, д.т.н.,
профессор

Жучков Владимир Иванович

Старший научный сотрудник
группы Советника РАН, к.т.н.

Салина Валентина Алексеевна

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук
620016, Екатеринбург, ул. Амундсена, 101
тел. 232-91-21
E-mail: valentina_salina@mail.ru

Подписи Жучкова В.И. и Салиной В.А. заверяю:

Ученый секретарь ИМЕТ УрО РАН, к.х.н.
21.11.2016 г.



Пономарев В.И.



Публичное акционерное общество
НОВОЛИПЕЦКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ

ПАО «НЛМК», пл. Metallургов 2, г. Липецк, 398040

тел.: +7 (4742) 44 42 22 | факс: +7 (4742) 44 11 11

e-mail: info@nlmk.com | www.nlmk.com

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бижанова А.М. «Обоснование выбора технологии производства и исследование металлургических свойств брикетов с целью повышения эффективности их использования в экстрактивных процессах черной металлургии», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук

Важной проблемой современной черной металлургии является рециклинг мелкодисперсных техногенных железосодержащих и углеродосодержащих материалов, таких как окалина, шламы, пыли и др. В настоящее время на металлургических комбинатах полного цикла, каким является и «Новолипецкий металлургический комбинат», основным процессом, в ходе которого такие материалы перерабатываются, является агломерационный процесс. При этом использование некоторых техногенных материалов в агломерационной шихте не всегда положительно сказывается на качестве агломерата и выбросах агломерационного производства в окружающую среду.

Ранее известные технологии холодного брикетирования (валковый пресс, вибропресс) не могли составить конкуренцию агломерационному процессу ни по качеству выпускаемой продукции, ни по производительности агрегатов. Новая технология холодного брикетирования, основанная на жесткой вакуумной экструзии, которой посвящена диссертационная работа, на сегодняшний день является актуальной для повышения эффективности подготовки железорудных материалов к доменной плавке и другим металлургическим процессам.

Бижановым А.М. по литературным данным выполнен сравнительный анализ основных промышленных технологий брикетирования. С применением большого количества современных методов исследования автором изучены металлургические свойства брэксов, в лабораторных условиях смоделирован процесс их восстановления в шахтных печах, а также разработана методика и определено оптимальное содержание углерода для условий доменной печи в самовосстанавливающихся брэксах из разных шихтовых компонентов. В работе описан механизм упрочнения брэксов и особенности жесткой вакуумной экструзии при окусковании сырья для черной металлургии. С использованием современной математической модели доменного процесса для условий реальной доменной печи выполнен расчет показателей доменной плавки при замене в шихте 50 % агломерата брэксами.

Результаты представленные в работе существенно дополняют и корректируют представления о современных способах окусования. Автореферат диссертации Бижанова А.М. написан грамотным научным языком, в полной мере отражает практическую значимость и научную новизну работы. Тем не менее, в целом при положительной оценке работы, по автореферату диссертации имеются следующие замечания:

1. Для сравнения с агломератом было бы целесообразно привести данные о химическом составе изученных брэксов, особенно содержании Feобщ и основности, а также фактические данные по восстановимости и горячей прочности.
2. В автореферате приводится высказывание, что в отличие от процессов производства агломерата и окатышей производство брэксов является безотходным, что спорно, так как нельзя исключить неорганизованные пылевывбросы при выгрузке, складировании и перегрузках в шихтовом отделении и пр. Но отсутствие газообразных выбросов безусловно является огромным преимуществом и делает производство брэксов перспективной технологией для снижения экологической нагрузки на окружающую среду.
3. Автор утверждает, что технология жесткой вакуумной экструзии является конкурентоспособной, но в автореферате не приводится оценка экономической эффективности по частичной или полной замене аглофабрики производством брэксов.

В целом диссертационная работа Бижанова А.М. отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.16.02 «Металлургия черных, цветных и редких металлов», а ее автор, Бижанов Айтбер Махачевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Главный специалист Технического центра

по исследованию железорудного сырья

ПАО «НЛМК», К.Т.Н.



Н.Р. Мансурова

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации А.М. Бижанова «Обоснование выбора технологии производства и исследование металлургических свойств брикетов с целью повышения эффективности их использования в экстрактивных процессах черной металлургии», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук

Диссертация Бижанова А.М. посвящена одному из актуальных направлений развития металлургии – разработка энергосберегающих способов подготовки сырья для доменной плавки, обеспечивающих высокую эффективность работы доменной печи. Основной целью, представленной работы, являлась оценка возможности применения технологии жесткой вакуумной экструзии для промышленного брикетирования мелкодисперсных отходов и природных материалов.

В ходе проведенной работы автором выполнен сравнительный анализ основных промышленных технологий брикетирования. Проведено исследование особенностей брикетирования с использованием метода жесткой экструзии, по результатам которого показано, что применение данного метода позволяет получить новый продукт (БРЭКС), отличающийся принципиально новыми свойствами, по сравнению с традиционными методами брикетирования (брикетирование с использованием валков и вибропрессованием), что обуславливает преимущества данного способа брикетирования с позиции получения качественного продукта.

Автором проведено значительное исследование свойств брикетов, их микроструктуры, а также проведен подбор компонентного состава шихты, обеспечивающего получение брикетов с заданными свойствами. Отмечено, что максимальная прочность достигается через 48 часов после упрочняющего слеживания. Также автором разработана методика, позволяющая рассчитать содержание углеродсодержащего компонента в зависимости от химического состава остальных компонентов шихты.

Приведены практические результаты работы доменной печи малого объема с использованием брикетов, полученных методом вакуумной экструзии, а также результаты математического моделирования применения данных брикетов в доменной печи большого объема. Показано, что их использование будет способствовать снижению расхода топлива в доменной плавке.

На основании результатов опытно-промышленных испытаний применения брэксов в качестве компонента шихты руднотермической печи и реактора прямого получения железа (Midrex) показана возможность применения их с высоким расходом при выплавке марганцевых сплавов и получения высокой степени металлизации при нагреве в восстановительной атмосфере.

По автореферату диссертации имеются следующие вопросы и замечания:

1. На странице 14 автореферата указывается, что горячая прочность брэксов из магнетитового железорудного концентрата и коксовой мелочи значительно превышает горячую прочность агломерата с основностью 1,2-1,6, однако численных значений горячей прочности брэксов и агломерата не приводятся. Целесообразно было бы привести данные о свойствах брэксов, агломерата и окатышей в сопоставительной таблице.
2. На странице 21 автореферата автор показывает результаты применения брэксов в руднотермической печи при выплавке марганцевых сплавов. Непонятна причина, по которой, при оценке результатов использования, изменение отдельных показателей относительно базовой технологии производится при разной доле брэксов в шихте (например, расход электроэнергии и кокса при 40%, а степень извлечения марганца при 30% брэксов в рудной части шихты).

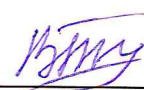
В целом диссертационная работа А.М. Бижанова отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.16.02 «Металлургия черных, цветных и редких металлов», а ее автор, Бижанов Айтбер Махаевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

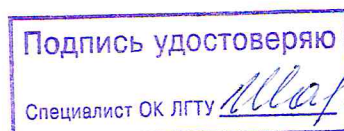
Зав. кафедрой
металлургических технологий
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный
технический университет»,
доцент, к.т.н.




А.Н. Роговский

Доцент, к.т.н.,
кафедра металлургических технологий
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный
технический университет»


В.Н. Титов




28.11.2016

О Т З Ы В

на автореферат диссертационной работы Бижанова А. М.

«Обоснование выбора технологии производства и исследование металлургических свойств брикетов с целью повышения эффективности их использования в экстрактивных процессах черной металлургии»

Современный научно технический прогресс неразрывно связан с созданием эффективных энергосберегающих технологий, обеспечивающих комплексное использование сырья, материалов и снижение вредного воздействия на окружающую природную среду. Брикетирование мелкозернистых и тонкодисперсных материалов со связующими веществами наиболее универсальный способ вовлечения в переработку ценных топливных, рудных и минеральных сырьевых компонентов, а также ряда техногенных отходов, которые по своему агрегатному физическому состоянию непригодны для непосредственного использования в технологических процессах и аппаратах. Целью структурообразования мелких материалов является не только получение определенного размера кусков, но и создание в искусственных структурах комплекса заданных физико-химических свойств. В связи с этим существует закономерная причинно-следственная связь технологических параметров процессов структурообразования с качественными характеристиками подготовленных материалов, обеспечивающих сокращение продолжительности плавки чугуна, стали, ферросплавов и цветных металлов, повышение их качества и снижение удельных затрат на их производство путем введения в шихту для брикетирования различных легирующих, углеродных и флюсующих добавок, а также ускорителей металлургических процессов. Поэтому исследования в данном направлении считаются приоритетным во всем мире.

В этом аспекте диссертационная работа Бижанова А. М., посвященная обоснованию выбора технологии производства и исследованию металлургических свойств брикетов с целью повышения эффективности их использования в экстрактивных процессах черной металлургии, несомненно, актуальна и заслуживает внимания.

В работе диссертантом четко проанализированы основные преимущества и недостатки используемых в промышленных масштабах, технологий брикетирования с точки зрения их влияния на металлургические свойства брикетов. Изучен и проанализирован опыт применения в металлургии экструзионного окускования. Объектами диссертационного исследования являлись лабораторные и промышленные брэксы на основе природных и техногенных сырьевых материалов доменного, ферросплавного производств и техногенных материалов мини-заводов с технологической схемой: металлизация покупных окисленных окатышей – получение ГБЖ, выплавка электростали–непрерывная разливка – производство сортового проката. Предложены

составы брэксов и связующих материалов для брикетирования природных и техногенных материалов доменного, ферросплавного производства и процессов прямого получения железа и предложена методика определения оптимального содержания углерода в брэксах.

Достоверность полученных результатов подтверждается использованием комплекса современных средств и методик проведения исследований, проверкой полученных результатов с использованием различных методов, успешной промышленной проверкой результатов теоретических и экспериментальных исследований. В частности кампания опытно-промышленных плавов с использованием брэксов в шихте промышленной руднотермической печи завершилась успешно, продемонстрировав высокую эффективность использования брикетов экструзии в процессе выплавки марганцевых сплавов. Замещение существенной части марганцевой руды в шихте брэксами на основе рудной мелочи и пыли аспирации привело к улучшению технико-экономических показателей процесса в целом.

Рекомендации использованы при строительстве ряда промышленных линий жесткой вакуумной экструзии в России, СНГ и за рубежом.

Вышеизложенные свидетельства о том, что в целом выполнена большая и трудоемкая работа на вполне современном уровне, результаты которой могут быть полезными для разработки дальнейших мероприятий по снижению энергетических и материальных затрат при производстве чугуна, стали и ферросплавов. Работа полностью отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и ее автор Бижанов А. М. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Директор ЮЛПП Института металлургии и материаловедения
им. Фердинанда Тавадзе,
акад. АН Грузии, д.т.н., проф.



Г.Ф. Тавадзе

Зав. лаб. пирометаллургии, д.т.н.



Д.В. Мосия



ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

БИЖАНОВА АЙТБЕРА МАХАЧЕВИЧА

Обоснование выбора технологии производства и исследование металлургических свойств брикетов с целью повышения эффективности их использования в экстрактивных процессах черной металлургии

Актуальность работы не вызывает сомнений, так как задача снижения объема мелкодисперсных материалов с высоким содержанием железа является важной для повышения эффективности производства чугуна, стали и ферросплавов. Выбранное направление – использование технологии, основанной на жесткой вакуумной экструзии для эффективного окускования, считаем весьма перспективным.

Для решения поставленной задачи автором исследованы процессы и изучены возможности применения технологии жесткой вакуумной экструзии для промышленного брикетирования мелкодисперсных природных и техногенных материалов. Показана возможность достижения высоких значений содержания брэксов в качестве компонентов шихты доменных, руднотермических печей и реакторов прямого получения железа, а также уточнен механизм восстановления брэксов с учетом их состава и типа применяемого связующего.

Автором разработана методика расчета содержания углеродсодержащего компонента шихты брэксов, позволяющая обеспечивать оптимальное содержание углерода в брэксах в зависимости от химического состава всех компонентов шихты.

Разработанные технические решения обеспечивают возможность и эффективность доменной плавки на 100% брэксов в шихте, как показал 3-летний опыт работы малой доменной печи, а также возможность достижения высоких степеней металлизации брэксов на магнизальном связующем в реакторе прямого получения железа в процессе Midrex.

Результаты работы рекомендованы к использованию при строительстве ряда промышленных линий жесткой вакуумной экструзии в России (ОАО «Челябинский электрометаллургический завод»), СНГ (АО «Транснациональная компания «Казхром», г.Актобе) и за рубежом (предприятие компании Assmang (ЮАР) в Малайзии).

Научные положения, выводы, рекомендации получены на основании обработки значительного количества экспериментальных данных, теоретически обоснованы. Достоверность полученных результатов подтверждается использованием комплекса современных средств и методик проведения исследований, проверкой полученных с использованием различных методов, успешной промышленной проверкой результатов. Личный вклад автора состоит в

проведении исследований и участии в испытаниях, написании работы, включая формирование выводов и рекомендаций.

Содержание диссертации опубликовано в 14 рекомендованных ВАК изданиях и представлено на научных конференциях и совещаниях.

По работе имеются замечания.

1. Стр. 11 таблица 1. Желательно привести химический состав марганцеворудного концентрата.

2. Насколько эффективным будет применяемый способ при использовании состава брэксов для других концентратов?

3. На стр. 9 не указаны элементы, используемые в разработке «для математического моделирования процессов изготовления..... и испытаний брэксов на прочность».

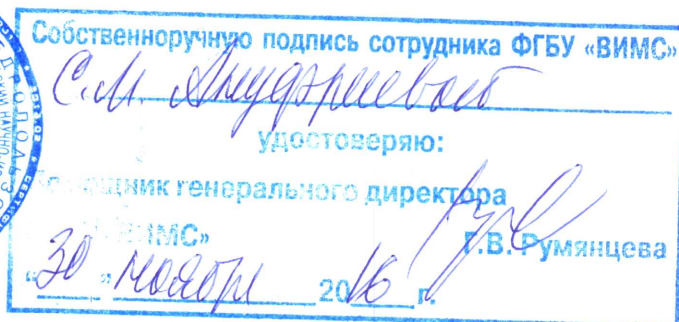
Сделанные замечания не затрагивают научных положений и выводов работы.

Диссертационная работа, судя по автореферату, соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении учёных степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.13 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор Бижанов Айтбер Махачевич в полной мере заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Зав. технологического отдела, к.х.н.

Ануфриева Светлана Ивановна

Федеральное государственное бюджетное
учреждение «Всероссийский
научно-исследовательский институт
минерального сырья им. Н.М. Федоровского»
(ФГБУ «ВИМС»)
119017, Старомонетный пер. 21
Тел.: 8(495)951-74-09
Эл. почта: anufrieva.05@mail.ru



О Т З Ы В

на автореферат диссертационной работы

Бижанова Айтабера Махачевича

“ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БРИКЕТОВ С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЭКСТРАКТИВНЫХ ПРОЦЕССАХ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ”,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

Работа диссертанта служит решению важной научно-технической проблемы – повышению эффективности черной металлургии за счет реализации технологии производства нового типа сырья – брикетов жесткой экструзии (БРЭКС). Для ее решения автор провел экспериментальные исследования процесса брикетирования и анализ последующей пирометаллургической обработки (доменная и руднотермическая плавки, получение DRI в шахтной печи Midrex).

Развитие современной металлургии сопровождается постоянным повышением стоимости топливных ресурсов при ужесточении экологических норм, что обуславливает удорожание окускованного сырья, полученного методами агломерации и окомкования. На этом фоне все более привлекательными выглядят процессы безобжигового окускования, широкое распространение которых сдерживается специфическими требованиями к сырью и низкой производительностью технологических линий. При устранении этих сдерживающих факторов возможно окускование природного и техногенного рудного сырья с существенно меньшими затратами и последствиями для экологии. Поэтому работа А.М.Бижанова, направленная на развитие теории и технологии производства и использования брикетов, является актуальной. Научная новизна изысканий автора в решении этой проблемы связана с получением новых эмпирических данных о структуре, металлургических свойствах, фазовом и минералогическом составах брикетов экструзии (БРЭКС), а также объяснении механизма их поведения при восстановлении и плавке.

Практическая значимость работы заключается в разработке технологических решений и режимов получения БРЭКСов из рудного сырья с добавками топлива, а также их реализации на промышленных объектах РФ и за рубежом. Достоверность полученного нового знания определяется использованием современных средств измерений и стандартных методов исследования, а также тем, что полученные в лабораторных условиях закономерности характеризуются хорошей воспроизводимостью.

Автор при решении выбранной им научно-технической задачи проявил себя подготовленным специалистом, способным охватить весь промышленный цикл производства и провести научно-исследовательскую работу, включая постановку задачи, выбор ее методологии, участие в проведении экспериментальных работ, разработку практических рекомендаций, их экономическое обоснование и реализацию. Поэтому представленная работа является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложено решение задачи, обеспечивающей повышение эффективности металлургического производства.

Согласно полученным данным, БРЭКСы обладают существенными преимуществами перед агломератом и окатышами за счет низких затрат топлива и более высоких металлургических свойств. На основании этого закономерно возник вопрос: насколько может измениться экономичность производства чугуна при полной замене БРЭКСами агломерата, как предлагается в диссертации (стр.106, п.п.11). Возможна ли, по мнению автора, полная замена традиционных видов окускованного сырья (агломерат, окатыши) на брикеты экструзии в доменных печах большого объема?

Отмеченное не снижает общей положительной оценки диссертации, которое является законченным исследованием заявленной специальности. Работа обладает четкой структурой, материал подается автором в логической последовательности, продиктованной поставленной целью и раскрывающими ее задачами. Основные положения исследований обсуждены на конференциях различного уровня, новые научные результаты доведены до специалистов в 21 публикациях, включая статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ, и в изданиях, индексируемых международными базами цитирования. Новизна технических решений защищена патентами РФ.

Таким образом, диссертационная работа полностью отвечает требованиям, предъявляемым «Положением о порядке присуждения ученых степеней» к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор, Бижанов Айтабер Махачевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Руководитель группы агломерационного оборудования, технологии агломерации,
ООО «Научно-производственное внедренческое предприятие «ТОРЭКС»

Кандидат технических наук

Берсенов Иван Сергеевич

620041, г.Екатеринбург, ул.Основинская, д.8, оф.57.

Е-mail: i.bersenev@torex-npvp.ru

Рабочий телефон: (343) 263-06-50

25 ноября 2016г.



*Подпись Берсенова Ивана Сергеевича
заверено.
Исп. по кадрам ООО «НПВП ТОРЭКС»
Арип Ариева О.А.*

Отзыв

на автореферат диссертации Бижанова Айтбера Махачевича на тему:
«ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И ИССЛЕДОВАНИЕ
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БРИКЕТОВ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЭКСТРАКТИВНЫХ
ПРОЦЕССАХ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности – 05.16.02 «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

Особенно актуальными для металлургической промышленности России, характеризующейся значительными затратами на производство и большим потреблением природного сырья и топлива являются вопросы энергоресурсосбережения и экологии. Необходимым условием для рециклинга мелкодисперсных железосодержащих материалов, образующихся при производстве чугуна, стали и ферросплавов, является их окускование. Производство брикетов (брэков) по технологии жесткой вакуумной экструзии имеет экономические и экологические преимущества перед другими способами окускования (агломерация и производство окатышей).

Представленная работа посвящена исследованию физико-механических и металлургических свойств брикетов, полученных по технологии жесткой вакуумной экструзии, определению достижимых пределов их использования в доменных, руднотермических печах и реакторах прямого восстановления, а также уточнению механизма восстановления брэков. В диссертационной работе был использован комплекс современных средств и методик проведения исследований; результаты теоретических и экспериментальных исследований подтверждены промышленными испытаниями. По теме диссертации имеется значительное количество публикаций, в том числе в зарубежных изданиях, получено девять патентов РФ на составы брэков, способы их получения и применения.

Научная новизна работы заключается в том, что: получены зависимости физико-механических свойств брэков от условий процесса жесткой вакуумной экструзии; разработана методика и определено оптимальное содержание углерода в брэках, предназначенных для применения в шихте доменных печей; предложено объяснение механизма сохранения прочности и целостности брэков в процессе их восстановления в различных агрегатах традиционной и бездоменной металлургии.

Однако к работе имеются некоторые замечания:

- В автореферате (с. 9) не обосновано применение метода конечных разностей и соответствующего вычислительного пакета для математического моделирования испытаний брэков на прочность.

- В автореферате приводятся результаты испытаний на прочность и делаются соответствующие выводы для брэксов одного состава (с. 9), а последующие исследования структуры, металлургических свойств и опытно-промышленные испытания проводятся для брэксов другого состава (с. 11, 14, 20).

- Рисунки 4 (с.15) и 5 (16) затемнены (недостаточно хорошее качество иллюстраций), в подрисуночных надписях отсутствуют указания на отдельные элементы (зерна, включения, фазы).

- В работе не дано экономическое обоснование эффективности применения брэксов в доменной печи и шахтной печи металлизации, реализующей технологию Мидрекс. Кроме того, отсутствует оценка влияния применения брэксов на показатели энерго- и ресурсосбережения и экологию, что желательно для подтверждения актуальности работы.

Несмотря на отмеченные недостатки, считаем, что представленная работа выполнена в достаточном объёме, на высоком научно-техническом уровне, имеет научную и практическую значимость, а её автор Бижанов А.М. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Профессор кафедры металлургии
и металловедения им. С.П. Угаровой
Старооскольского технологического
института им. А.А. Угарова
(филиала) Федерального государственного
автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский
технологический университет «МИСиС»
доктор технических наук, профессор

Контакты:

309516, Белгородская обл.,
г. Старый Оскол, мкр. Макаренко, 42
Телефон: 89038856102

Меркер Эдуард Эдгарович



Доцент каф. ММ им. С.П. Угаровой

СТИ НИТУ МИСиС

Кандидат технических наук,

Малахова Оксана Ивановна

Контакты:

309516, Белгородская обл.,

г. Старый Оскол, мкр. Макаренко, 42

Телефон: 89045388404

E-mail: ox_m73@mail.ru

Подпись Меркера Э.Э. и Малаховой О.И.

заверяю: начальник ОК СТИ НИТУ МИСиС



Перминова О.Н.



Отзыв

на автореферат диссертационной работы Бижанова Айтбера Махачевича “Обоснование выбора технологии производства и исследование металлургических свойств брикетов с целью повышения эффективности их использования в экстрактивных процессах черной металлургии”, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов

Рассматриваемая работа посвящена вопросам изучения возможности применения технологии жесткой вакуумной экструзии для промышленного брикетирования мелкодисперсных природных и техногенных материалов черной металлургии и определения достижимых пределов использования брикетов экструзии (брэксов) в качестве компонентов шихты доменных, руднотермических печей и реакторов прямого получения железа, уточнения механизма восстановления брэксов с учетом их состава и типа применяемого связующего в условиях доменной печи, руднотермической печи и промышленного реактора прямого получения железа. Работа является безусловно актуальной, поскольку при производстве продукции черной металлургии образуется большое количество мелкодисперсных железосодержащих материалов. Научная новизна работы определена целью диссертационного исследования - изучением возможности применения технологии жесткой вакуумной экструзии для промышленного брикетирования мелкодисперсных природных и техногенных материалов черной металлургии.

Имеются следующие вопросы и замечания по содержанию работы.

1. Насколько адекватно определение восстановимости образцов брэксов с использованием стандартной методики (ГОСТ 28657-90 *Руды железные*) и определение горячей прочности *железорудных материалов* во вращающемся барабане после низкотемпературного восстановления по стандартам ISO 4696-1:1998 и ISO 4696-2:1998. Брэксы содержат значительное количество восстановителя – коксовой мелочи.

2. В автореферате нет информации об определении одной из важнейших металлургических характеристик железорудных материалов для доменной плавки – температур размягчения и плавления брэксов (кроме восстановимости и горячей прочности)? В то же время на с. 18 автореферата говорится о зоне когезии. Как могли бы соотноситься температурные интервалы размягчения и плавления брэксов и агломерата (окатышей).

Судя по автореферату, результаты работы достаточно полно опубликованы в различных научных изданиях, в том числе рекомендованных ВАК, и доложены на международных и всероссийских научно-технических конференциях.

Выполненное исследование является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития технологий производства чугуна, соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор Бижанов Айтбер Махачевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов.

Главный научный сотрудник,
доктор технических наук, профессор



Дмитриев Андрей Николаевич

620016, г. Екатеринбург, ул. Амундсена, 101, 22.11.2016

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт металлургии
Уральского отделения Российской академии
наук

Тел.: +73432678908

E-mail: andrey.dmitriev@mail.ru

Собственноручную подпись Дмитриева А.Н.
подтверждаю:

ученый секретарь ФГБУН Института метал-
лургии Уральского отделения РАН, к.х.н.



В.И. Пономарев

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Бижанова Айтбер Махачевича
«Обоснование выбора технологии производства и исследование металлургических свойств брикетов с целью повышения эффективности их использования в экстрактивных процессах черной металлургии», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук

по специальности - 05.16.02 Металлургия чёрных, цветных и редких металлов

Сегодня одной из важнейших задач стоящих перед отечественной металлургией является решение вопросов связанных с рециклингом природных и техногенных материалов образующихся при производстве чугуна, стали и ферросплавов. Повторное использование образующихся отходов в металлургических процессах путем их окускования методом жесткой вакуумной экструзии является весьма актуальной задачей. В связи с этим, актуальность представленной работы не вызывает сомнений.

При выполнении диссертационной работы автор изучил: многолетний опыт работы малой доменной печи с применением в шихте до 100% брэксов; влияние особенностей технологии жесткой вакуумной экструзии на физико-механические свойства получаемых брэксов и разработал рекомендации по оптимизации их компонентного состава и формы; возможности применения технологии жесткой вакуумной экструзии для промышленного брикетирования мелкодисперсных природных и техногенных материалов черной металлургии; микроструктуру, фазовый состав и минералогическую структуру сырых и восстановленных брэксов, и в промышленных экспериментах определил возможность и достижимые и оптимальные пределы применения брэксов в качестве компонентов шихты в процессах экстрактивной металлургии черных металлов; эффективность и перспективу применения в доменном производстве железоуглеродсодержащих брэксов из природного сырья в качестве частичной или полной замены агломерату; поведение брэксов при нагреве с градиентом 500°C в час в восстановительной атмосфере, при использовании в шихте руднотермической печи, выплавляющей силикомарганец, в процессе металлизации в промышленном реакторе прямого получения железа (процесс Midrex).

На основе проведенных исследований автор впервые получил зависимости физико-механических свойств брэксов от специфических условий жесткой вакуумной экструзии, установил экстремальный характер изменения прочности брэксов на цементно-бентонитовом связующем в процессе их упрочняющего вылеживания, разработал методику и определил пределы оптимального содержания углерода в самовосстанавливающихся брэксах из природного и техногенного сырья, предназначенных для применения в шихте доменных печей, показал, что горячая прочность брэксов из магнетитового железорудного концентрата и коксовой мелочи (стандарт ISO 4696, показатель $RDI_{+6,3}$) значительно превышает прочность офлюсованных агломератов с основностью (B4) 1,2 1,4 и 1,6, предложил объяснение механизма сохранения прочности и целостности брэксов в процессе их восстановления в доменной печи, руднотермической печи и в реакторе прямого получения железа (процесс Midrex).

Практическая ценность научных идей, предлагаемых автором состоит в подтверждении возможности использования технологии жесткой вакуумной экструзии для эффективного окусковывания природных и техногенных материалов черной металлургии с получением брэксов с высокими металлургическими свойствами и регулируемым составом и размерами, разработке рекомендаций по подготовке шихтовых материалов для окусковывания методом жесткой вакуумной экструзии и по срокам набора прочности, учитывающие особенности

применяемых материалов и связующих, тип металлургических печей и реакторов, в предложении составов брэксов и связующих материалов для брикетирования природных и техногенных материалов доменного, ферросплавного производства и процессов получения прямого железа и предложении методики определения оптимального содержания углерода в брэксах.

Все это говорит о несомненной научной и практической значимости работы.

Вместе с тем, в автореферате говорится об использовании брэксов на промышленных реакторах работающих по технологии Midrex, однако было бы интересно где именно происходило их опробование. Также нет конкретных мероприятий по применению данного способа в промышленных условиях, а именно каковы будут экономические затраты, связанные с внедрением данного способа.

В целом на основании автореферата, можно сказать, 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 Бижанов Айтбер Махачевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности - 05.16.02 Металлургия чёрных, цветных и редких металлов.

Заведующий кафедрой
металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой
Старооскольского технологического института (филиала)
Национального исследовательского технологического
университета «МИСиС»
доцент, к.т.н.

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

Кожухов А.А.



ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Бижанова Айтбера Махачевича
«Обоснование выбора технологии производства и исследование
металлургических свойств брикетов с целью повышения эффективности их
использования в экстрактивных процессах чёрной металлургии»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.16.02 «Металлургия чёрных, цветных и редких металлов»**

Вопросы использования мелкодисперсных отходов в чёрной металлургии становятся всё более критичными в последние годы из-за ввода в эксплуатацию новых установок улавливания пыли. Кроме того, увеличение в агломерационной шихте доли таких отходов значительно снижают технико-экономические показатели процесса в целом, поэтому **актуальность** выбранной Бижановым А.М. темы научного исследования не вызывает сомнения.

Выполненный автором в **1 главе** сравнительный анализ основных промышленных технологий брикетирования данных показал недостаточную изученность и важность проработки технологических особенностей метода жёсткой вакуумной экструзии для получения брикетов, которые можно использовать в экстрактивных процессах чёрной металлургии.

Изложенные во **2 главе** методы проведения испытаний подтверждают высокий уровень исследований, грамотный подход в проведении комплексной оценки качества полученных брикетов.

Выполненные серии исследований (**3 и 4 главы**) показали не только преимущества брикетов, полученных с помощью технологии жёсткой экструзии, перед валковыми и др. брикетами, но и позволили автору описать механизм появления высоких качественных характеристик нового продукта. Результаты определения качественных характеристик полученных брикетов и анализ их минералогических составляющих, представленные в работе, доказывают обоснованность выводов и рекомендаций, вынесенных автором на защиту. Кроме того, приведённая автором оценка использования брэксов в доменной печи с помощью математического моделирования может быть использована на

металлургических предприятиях полного цикла для формирования и расчёта эффективности инициатив по применению данной технологии.

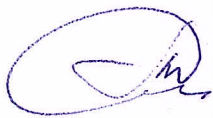
Результаты опытно-промышленных испытаний, приведённые в **5 главе**, доказывают практическую значимость и применимость новой технологии за пределами традиционной цепочки получения стали с использованием чугуна.

Изложенные автором зависимости физико-механических свойств брэксов от специфических условий жёсткой вакуумной экструзии закладывают основу развития данной технологии с учётом требований потребителей, что однозначно говорит о **научной новизне** представленной работы.

В качестве недостатка можно отметить, что не дано объяснение приведённым в автореферате результатам о повышении процента извлечения марганца из рудной части шихты при повышении расхода брэксов. Тем не менее, указанный недостаток, не снижает уровня выполненной работы.

Ознакомление с авторефератом диссертации Бижанова А.М. позволяет сделать вывод о том, что диссертационная работа по своей актуальности, научной новизне и прикладному значению соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а автор Бижанов Айтбер Махачевич заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 «Металлургия чёрных, цветных и редких металлов».

Менеджер по исследованию сырья
Коксоаглодоменное производство
Череповецкий металлургический комбинат
ПАО «Северсталь»,
кандидат технических наук
Тел. +7(8202) 56-50-72
e-mail: tvdetkova@severstal.com



Деткова Т.В.

Подпись Детковой Т.В. заверяю:



С. Е. Стефанова

Достичь большего вместе

ОТЗЫВ

на диссертацию Бижанова Айтбера Махачевича, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему:

«Обоснование выбора технологии производства и исследование металлургических свойств брикетов с целью повышения эффективности их использования в экстрактивных процессах черной металлургии»

по специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов

Диссертационная работа Бижанова Айтбера Махачевича посвящена актуальной теме – использования техногенного металлургического сырья.

В данной работе обоснован выбор технологии производства брикетов методом жёсткой вакуумной экструзии (брэкс).

Изучено влияния специфики нового способа окускования дисперсных железорудных материалов и техногенного металлургического сырья на физико-механические и металлургические свойства брэксов.

Проведен анализ поведения брэксов при использовании в шихте руднотермической печи, выплавляющей силикомарганец, при металлизации в промышленном реакторе прямого получения железа (процесс Midrex), многолетний опыт работы малой доменной печи с применением в шихте до 100% брэксов. Рассмотрены возможность и перспективы широкомасштабного применения брэксов в доменном производстве в качестве одного из основных компонентов шихты.

В результате проведенной работы получена зависимость физико-механических свойств брэксов от условий экструзии. Разработана методика и определены пределы оптимального содержания углерода в самовосстанавливающихся брэксах предназначенных для применения в шихте доменных печей.

Определено, что горячая прочность из брэксов значительно превышает

горячую прочность агломератов с основностью 1,2, 1,4, 1,6 ед.

Предложены составы брэксов и связующих материалов для брикетирования природных и техногенных материалов доменного, ферросплавного и производства и процессов получения прямого железа.

Лабораторные образцы брэксов изготавливались на компьютеризованном экструдерном комплексе, моделирующем работу линии жесткой вакуумной экструзии. Брэксы для промышленных испытаний производились на действующих промышленных линиях жёсткой вакуумной экструзии.

Жесткое экструзионное окускование практически лишено ограничений на форму сечения и размер брикетов. Применение данной технологии позволяет повысить физико-механические свойства окускованного продукта по сравнению с валковыми и вибропрессовальными брикетами.

Малые доменные печи могут эффективно работать на моношихте из 100 % брэксов, изготавливаемых из смеси металлургических отходов и железорудной мелочи с расходом кокса 490-500 кг/т чугуна при температуре дутья 1000⁰С и массовой доле железа в шихте 45,5 %.

Производство брэксов является экологически чистым по сравнению с производством агломерата и окатышей без газообразных и твердых отходов.

Технология брикетирования жёсткой вакуумной экструзии позволяет реализовать рециклинг дисперсных отходов образующихся при металлизации окатышей и выплавке стали, путем их брикетирования и последующей металлизации совместно с окатышами.

Для подготовки брикетируемой шихты к гомогенизации целесообразно применять ее предварительное продавливание через протирочную фильеру экструдера.

Опытно-промышленными экспериментами показана возможность большого расхода брэксов в рудной части руднотермических печей.

Отработана возможность и определена эффективность использования брэксов до 100 % в шихте доменной плавки.

Показана возможность достижения высоких степеней металлизации брикетов на магнезиальном связующем в реакторе прямого получения железа в процессе Midrex.

Работа представляет значительный теоретический и практический интерес для эффективной утилизации мелкодисперсных природных и техногенных материалов.

Диссертационная работа Бижанова Айтбера Махачевича, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Обоснование выбора технологии производства и исследование металлургических свойств брикетов с целью повышения эффективности их использования в экстрактивных процессах черной металлургии» является законченной научной работой и соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Служебный адрес: РФ, 462352

г. Новотроицк, ул. Заводская, 1

АО «Уральская Сталь»

Тел: (3537) 66-20-03, 66-27-60

Факс: (3537) 66-27-63

E-mail: technic@uralsteel.com

Технический директор



Зубов Сергей Петрович