

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук, главного технолога
ООО «Западно-Сибирский электрометаллургический завод»,
Кашлева Ивана Мироновича
на диссертационную работу Аникина Александра Ефимовича
«Разработка научных и технологических основ применения буроугольного
полукокса в процессах металлизации и карбидизации техногенного
металлургического сырья», представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 05.16.02 –
Металлургия черных, цветных и редких металлов

Тема диссертационной работы относится к важному направлению современной металлургии и электротермии – разработке научных и технологических основ применения буроугольного полукокса в процессах металлизации и карбидизации техногенного металлургического сырья. В условиях перехода к новым углеродистым материалам в металлургии, электротермии и рециклинговых технологиях диссертантом выбрана тема исследований, имеющая большое практическое значение и соответствующая разделу «Рациональное природопользование» Перечня приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации от 2011 г.

Диссертация Аникина А.Е. по области исследований, решаемым задачам, содержанию и основным результатам соответствует паспорту специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов, в первую очередь таким его разделам, как «Термодинамика и кинетика металлургических процессов», «Подготовка сырьевых материалов к металлургическим процессам и металлургические свойства сырья», «Твердофазные процессы в получении черных, цветных и редких металлов».

Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения и двух приложений. Изложена на 159 страницах, содержит 29 рисунков, 33 таблицы и список литературы из 169 наименований. Текстовые и графические материалы оформлены технически правильно в соответствии с действующими правилами и нормами.

Первая глава представляет собой обзор литературы, где автором достаточно полно и содержательно проведен анализ современного состояния производства и применения в технологических процессах различного назначения твердых углеродистых материалов. При этом основное внимание уделено таким вопросам, как свойства различных углеродистых восстановителей, способы их производства и области применения, их классификация. Автором определены цель, задачи и направления исследования.

Во второй главе исследованы физико-химические характеристики используемого углеродистого и оксидсодержащего техногенного сырья, определены зольность, содержание серы, фосфора, реакционная способность, удельное электросопротивление углеродистых восстановителей, содержание серы и фосфора, плотность и гранулометрический состав оксиджелезосодержащего сырья, содержание кремнезема, свободных кремния и углерода, форма и размер частиц, а также удельная поверхность микрокремнезема. На основе полученных результатов диссертантом обоснована эффективность использования буроугольного полукокса в процессах металлизации прокатной окалины и карбидизации микрокремнезема для получения микропорошков карбида кремния.

Третья глава посвящена экспериментальным исследованиям и определению оптимальных параметров брикетирования композиций окалины, шлам - углеродистые восстановители с добавлением водорастворимого связующего, изучению характеристик получаемых безобжиговых брикетов. Также проведено термодинамическое моделирование процесса металлизации исследуемого сырья, приведены результаты экспериментальных исследований и определения оптимальных режимов металлизации шихт составов оксидсодержащие компоненты (окалина, шлам) - (буро- и каменноугольный полукокс, коксовые мелочь и пыль), исследования физико-химических характеристик получаемых продуктов. В практическом плане важны результаты технологического опробования исследуемого процесса в условиях предприятия ООО «Полимет», а также техническое предложение по промышленному ис-

пользованию результатов исследования, включающее технологию производства металлизированных брикетов в условиях минизавода ОАО «Амурметалл».

Четвертая глава охватывает такие вопросы, как экспериментальные исследования и определение оптимальных параметров брикетирования микрокремнезем - полукокс, коксовые мелочь, пыль с добавлением мелассы, изучение характеристик получаемых безобжиговых брикетов. В данной главе проведено термодинамическое моделирование процесса карбидизации исследуемого сырья, приведены результаты экспериментальных исследований и определения оптимальных режимов карбидизации шихт составов оксидсодержащий компонент (кремнезем) – углеродистые восстановители, исследованы физико-химические характеристики получаемых продуктов. Представлены результаты технологического опробования исследуемого процесса в условиях предприятия ООО «Полимет». Крайне важным представляется техническое предложение по промышленному использованию результатов исследования, включающее технологию производства безразмольного микропорошка карбида кремния в условиях предприятия ЗАО «Кремний».

В качестве основных составляющих научной новизны диссертационной работы можно выделить следующие:

- обоснован по результатам определения физико-химических характеристик выбор сырьевых материалов: углеродистых (буроугольный полукокс, коксовые мелочь и пыль) и оксидсодержащих (прокатная окалина, шлам, микрокремнезем);
- установлены оптимальные параметры брикетирования (соотношение исходных компонентов, содержание связующего, давление прессования) композиций оксидсодержащее техногенное сырье - буроугольный полукокс с использованием водорастворимого связующего и изучены характеристики получаемых безобжиговых брикетов;
- разработаны научные основы металлизации оксиджелезосодержащего сырья, включающие термодинамическое моделирование взаимодействий в системе $Fe - O - C - H$, температурно-временные условия, аналитические зави-

симости степени металлизации от вида и реакционной способности восстановителя, температуры, продолжительности, состава газовой фазы. Установлена возможность достижения при применении буроугольного полукокса степени металлизации 97,5 %;

- разработаны научные основы карбидизации микрокремнезема, включающие термодинамическое моделирование взаимодействий в системах $\text{Si} - \text{O} - \text{C}$ и $\text{Si} - \text{O} - \text{C} - \text{H}$, зависимости структуры и выхода карбида кремния от вида микрокремнезема и восстановителя, температуры и продолжительности. Установлена возможность достижения при применении буроугольного полукокса выхода карбида 97,0 %;

- определены химический, фазовый, гранулометрический составы и морфология частиц продуктов металлизации и карбидизации, условия эффективного химического обогащения карбида кремния.

Таким образом, диссертационная работа Аникина А.Е. содержит решения многих поставленных временем задач в области металлургии и электротермии карбида кремния, что является важной заслугой диссертанта.

Не менее важной составляющей является практическая значимость диссертации, которая заключается в следующем:

- определены технологические условия брикетирования шихтовых материалов безобжиговым способом;

- подтверждены технологические преимущества применения буроугольного полукокса в исследуемых процессах металлизации и карбидизации по сравнению с традиционными углеродистыми материалами, используемыми в составе шихт, подлежащих окускованию;

- на основании интерпретации результатов теоретических и экспериментальных исследований определены технологические режимы получения металлизированных брикетов и микропорошка карбида кремния из шихт прокатная окалина - полукокс и микрокремнезем – полукокс;

- на основании исследований физико-химических свойств металлизированных брикетов (степени металлизации, содержания пустой породы, серы, фосфора,

углерода и др.) установлено их соответствие требованиям к сырьевым материалам для производства стали;

– на основании исследований физико-химических свойств карбида кремния (химического и фазового состава, уровня дисперсности) установлена возможность его применения для производства футеровочных материалов алюминиевых электролизеров и абразивного инструмента.

Достаточно убедительной представляется также реализация результатов диссертационного исследования:

– в условиях ООО «Полимет» из брикетированных шихт прокатная окалина - буроугольный полукокс и микрокремнезем производства кремния - буроугольный полукокс получены партии (по 0,5 т) металлизированных брикетов и безразмольного микропорошка карбида кремния с использованием комплекса оборудования на основе камерной электропечи сопротивления СНО-3.6.2,5/15 с дисилицидмолибденовыми нагревателями мощностью 17,5 кВт, определены технико-экономические показатели получения безразмольного микропорошка карбида кремния;

– подтверждена в условиях ООО «Полимет» технологическая и экономическая эффективность замены безразмольным микропорошком карбида кремния его абразивного особо тонкого микропорошка и частично алмазного порошка в составе карбидоалмазного наполнителя абразивного инструмента на основе полиэфирной смолы. Экономическая эффективность от замены составляет 68 тыс. руб./кг абразивного наполнителя;

– разработано на основании результатов исследования техническое предложение для ОАО «Амурметалл», включающее комплекс оборудования на основе вращающейся барабанной печи и технологию производства металлизированных брикетов в объеме 3-5 тыс. т/год с использованием собственной прокатной окалины и полукокса, получаемого из бурых углей Свободного месторождения Амурской области;

– разработано на основании результатов исследования техническое предложение для ЗАО «Кремний», включающее комплекс оборудования на основе

карусельной электропечи и технологию производства безразмольного микропорошка карбида кремния в объеме 10 тыс. т/год с использованием собственного микрокремнезема и полукокса, получаемого из бурых углей Мугунского месторождения Иркутской области.

Внедрение разработок автора в производство и учебный процесс подтверждается соответствующими документами, копии которых представлены в приложении к диссертации.

Для решения поставленной задачи в работе Аникина А.Е. широко использованы различные методы исследования, позволяющие достаточно убедительно изучить термодинамические и кинетические условия, закономерности металлизации и карбидизации оксидсодержащего сырья. Автором выполнен большой объем трудоемких экспериментальных исследований. При решении поставленных научных и технологических задач в работе использован комплекс современных методик, которые позволили получить новые экспериментальные результаты, характеризующиеся достаточной воспроизводимостью, надежностью и точностью.

Следует подчеркнуть, что теоретическая часть работы выполнена на современном научном уровне, а полученные экспериментальные результаты и основные выводы не вызывают сомнений.

Положения диссертации, результаты теоретических и экспериментальных исследований в полном объеме опубликованы в 23 печатных работах, из них пять статей опубликовано в изданиях, рекомендованных ВАК для опубликования результатов кандидатских и докторских диссертаций; доложены и обсуждены на 10 конференциях всероссийского и международного уровня.

Автореферат полностью отражает структуру, содержание и основные результаты работы.

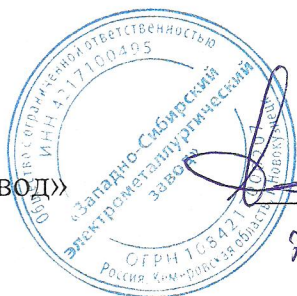
В то же время по работе имеются следующие вопросы и замечания:

1. Буроугольный полукокс имеет частицы какого размера? Нужно ли его измельчать перед брикетированием?

2. Из работы не ясно, ограничивается ли в металлизированных брикетах содержание свободного углерода.
3. В работе не разъяснено, почему значительно снизился удельный расход электроэнергии при карбидизации микрокремнезема по сравнению с получением абразивного карбида.
4. Каким образом можно в процессе карбидизации микрокремнезема управлять фазовым составом карбида кремния?

Несмотря на приведенные замечания, считаю, что диссертация Аникина А.Е. является завершенной научно-исследовательской работой, в результате которой на основании выполненных теоретических и экспериментальных исследований решена актуальная проблема, имеющая важное отраслевое значение, и созданы научные и технологические основы применения бурого угольного полукокса в процессах металлизации и карбидизации техногенного металлургического сырья. Основные результаты достаточно полно опубликованы в научной печати. Диссертация выполнена на высоком научном уровне, в полной мере соответствует требованиям к кандидатским диссертациям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор Аникин Александр Ефимович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Официальный оппонент
кандидат технических наук,
главный технолог
ООО «Западно-Сибирский
электрометаллургический завод»



И.М. Кашлев

7.10.2015г.

Кашлев Иван Миронович

Служебный адрес: 654000, г. Новокузнецк, проезд Производственный, д. 31Б,
ООО «Западно-Сибирский электрометаллургический завод»

Телефон: 8-906-931-20-95

E-mail: kashlev_im@sgmk.group.ru

Подпись Кашлева Ивана Мироновича удостоверяю:

Иван Миронович Кашлев



И. В. Кашлев