

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Алпатовой А.А.
«Исследование процессов пылеобразования при дуговом нагреве металла
и свойств пыли с целью её утилизации»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.16.07 «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов»

Диссертационная работа посвящена актуальной проблеме – исследованию процессов испарения металла (пылеобразования) под воздействием дуг и поиску путей вторичного использования пыли сталеплавильного производства.

В работе проведено исследование испарения железа под воздействием плазменной дуги в лабораторных условиях, результаты которого позволяют оценивать количество образующейся пыли в промышленных печах постоянного тока. Также исследовано испарение компонентов оцинкованного стального проката, при воздействии на него плазменной дуги и показано, что основная доля цинка и свинца удаляется из металла в период плавления.

Выполнено разносторонне исследование пыли электросталеплавильного производства: химический и фазовые составы, дисперсность и морфология частиц, магнитные свойства. Установлено, что частицы пыли размером менее 1 мкм образуются в зоне воздействия электрических дуг, предположительно, в результате испарения жидкого металла.

В целях поиска возможных путей вторичного использования проведено экспериментальное исследование воздействия плазменной дуги на пыль сталеплавильного производства в лабораторных условиях. Показана практическая возможность извлечения цинка и свинца из пыли без дополнительного введения восстановителя. При помощи термодинамического анализа теоретически обоснованы предельные температуры как совместного, так и селективного извлечения цветных металлов (цинка и свинца) из пыли сталеплавильного производства. По результатам выполненных исследований разработаны рекомендации по технической реализации селективного извлечения из сталеплавильной пыли железа, цинка и свинца, что подтверждает практическую составляющую данной диссертационной работы.

В качестве замечаний к автореферату можно отметить следующее:

1) из текста автореферата не ясно, какую часть термодинамического моделирования выполняли при помощи программы «Terra», а какую при помощи термодинамических расчётов по таблице 7 (стр. 18)?

2) как следует из таблицы 6 (стр.13) пыль, образовавшаяся в вакууматоре, в отличие от пыли ДСП, содержит около 15% Mg и 34% Mn. Данный результат никак не прокомментирован.

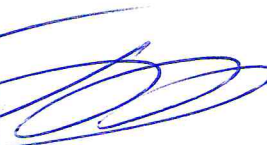
Указанные замечания не снижают общей ценности диссертационного исследования. Работа имеет научную и практическую значимость, соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор - Алпатова А.А. - заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.07 «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов».

Главный научный сотрудник АО «Металлургический
завод «Электросталь»
профессор, доктор технических наук



Падерин С.Н.

Подпись Падерина С.Н. подтверждаю
директор по общим вопросам



А.Ю. Барашенков

Учёному секретарю диссертационного
совета Д 212.132.02 на базе ФГАОУВО
«Национальный исследовательский
технологический университет «МИСиС»

доценту, канд. техн. наук **А.В. Калтыгину**

119049, г. Москва, Ленинский пр., д. 4

misistlp@mail.ru

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Алпатовой Анны Андреевны**
**«Исследование процессов пылеобразования при дуговом нагреве
металла и свойств пыли с целью её утилизации»**, представленной на
соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности
05.16.07 «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов»

Актуальность исследований процессов образования и переработки техногенных и вторичных ресурсов обусловлена текущей экономической и экологической ситуацией в мире и, в частности, в России. Металлургическая отрасль вносит существенный вклад в образование вторичных ресурсов, которые до настоящего времени на большинстве предприятий представляют собой неликвидные отходы производства. Разработка научных основ и практических решений по реализации безотходных либо малоотходных технологий металлургического передела востребованы и представляют несомненный интерес у предприятий, реально исполняющих экологические программы и оптимизирующие свои затраты через повышение энергоэффективности и снижение ресурсоёмкости производства.

В настоящее время отсутствует научно-теоретическая база, описывающая процессы пылеобразования в ходе электротермического производства стали и ферросплавов. Планирование производства и разработка проектов предельно допустимых выбросов основываются на эмпирических значениях, зачастую полученных с малой точностью и не всегда отвечающих требованиям адекватности и воспроизводимости данных для новых видов производств и технологий. Именно поэтому, предпринятая Алпатовой Анной попытка теоретически описать и обосновать основные параметры процесса пылеобразования электродуговой плавки (температура процесса, количество и гранулометрический состав пыли) является значимым и верным направлением в понимании сути явлений пылеобразования.

Прикладной характер изучения техногенных и вторичных ресурсов должен являться приоритетным фактором в выборе научно-исследовательских направлений деятельности, т.к. именно он обеспечивает интерес к науке со стороны производства и придаёт стимул развитию научно-производственной кооперации. В рассматриваемой работе наибольшая практическая значимость заключается в выборе подхода к эффективной переработке пыли. Плазменно-дуговая обработка пыли с одной стороны позволяет селективно выделить и сконцентрировать ценные компоненты (цинк, свинец), с другой стороны получить железистый концентрат, который можно вернуть в производство.

Замечания.

1. В автореферате диссертационной работы не отражены данные о стабильности параметров качества изученных материалов. Изменение качественно-количественного состава пыли для разных условий плавки и типа используемых материалов в завалке и подвалке представляет большой практический интерес и может существенно повлиять на результаты работы.
2. В представленной работе отсутствует экологическая оценка предложенных рекомендаций и технологических решений по извлечению цинка и свинца.
3. В автореферате отсутствуют объяснения полученных результатов по увеличению термостабильности композиционного материала в результате добавления пыли.

Указанные выше замечания не снижают ценности выполненных исследований. В целом диссертационная работа Апатовой А.А. представляет собой актуальное исследование научно-практической задачи, имеющей важное значение для эффективного функционирования металлургической отрасли. Диссертант Апатова А.А. показала в автореферате хорошее владение материалом, выполнила актуальную работу, получила достоверные и новые научные результаты, имеющие практическую значимость. Все это позволяет считать, что представленная диссертационная работа соответствует требованиям ВАК, а сама Апатова А.А. заслуживает присвоения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.07 «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов».

Главный технолог АО «Челябинский электрометаллургический комбинат»
кандидат технических наук **Ракитин Дмитрий Игоревич**

раб. тел.: 8-351-772-66-09

drakitin@chemk.ru

г. Челябинск, 4 октября 2016 г.



Рецензия

на автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук А.А. Алпатовой «Исследование процессов пылеобразования при дуговом нагреве металла и свойств пыли с целью её утилизации».

Диссертация состоит из пяти глав и выводов. В первой главе приведен литературный обзор по образованию пыли в дуговых печах. Во второй главе приведены результаты экспериментального исследования испарения металла из образцов железа и железа, содержащего цинк. Третья глава посвящена изучению свойств пыли дуговых печей промышленного производства. В четвертой главе выполнен термодинамический анализ извлечения цинка и свинца из дуговой пыли промышленного производства при различном содержании в системе углерода. В пятой главе приведены результаты экспериментального исследования извлечения цинка и свинца из промышленных образцов пыли, выполненные на лабораторной плазменно-дуговой установке. Показана возможность селективного выделения из пыли ДСП железа, цинка и свинца.

По автореферату диссертации имеется замечание, относящееся к плотности тока в анодном пятне (вторая глава). Трудно согласиться с утверждением автора, что диаметр электрода – катода определяет диаметр анодного пятна, т.е. плотность тока в пятне (стр. 9-10). Величина плотности тока в анодном пятне, как показали исследования различных авторов (см., например, статью Рыкалина Н.Н., Николаева А.В., Горонкова О.А. Расчет плотности тока в анодном пятне. Теплофизика высоких температур, 1971 г., том 9, №5, стр. 981 – 985), определяется физическими свойствами материала анода и прианодной плазмы. Процессы на катоде (при короткой дуге) могут только влиять на физические процессы, происходящие на аноде.

Характеризуя диссертацию в целом, можно констатировать следующее. Диссертация А.А. Алпатовой посвящена важной народнохозяйственной задаче, направленной на решение экологической и сырьевой проблем металлургического производства, в частности, утилизации пыли, образующейся при электродуговом способе обработки металла, динамично развивающимся в настоящее время как по масштабу производства, так и по способам использования дугового нагрева. Исследованы физико-химические свойства промышленной пыли различных типов дуговых печей. Выработаны рекомендации по способам утилизации пыли. Работа выполнена на высоком научном уровне с использованием современных программных и инструментальных средств.

Представленная работа удовлетворяет требованиям ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.07, а её автор А.А. Алпатова заслуживает присвоения ей ученой степени кандидата технических наук.

Заслуженный деятель науки РФ, д.т.н., профессор А.В. Николаев

Подпись: 
А.В. Николаев
Подпись: 
А.А. Алпатова



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Алпатовой Анны Андреевны: “Исследование процессов пылеобразования при дуговом нагреве металла и свойств пыли с целью её утилизации”, представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.07 – Metallurgy of technogenic and secondary resources.

Работа А.А. Алпатовой посвящена исследованию процессов испарения под воздействием дуг в сталеплавильных электропечах с целью определения условий минимального пылеобразования, а также изучению состава, свойств электросталеплавильной пыли и поиску путей её утилизации и использования.

Тематика работы весьма актуальна в связи с тем, что создание моделей процессов пылеобразования в электродуговой печи будут способствовать разработке новых ресурсосберегающих технологий рециклинга образующейся пыли.

В работе диссертантом решен ряд новых научно–практических задач:

- Проведен анализ литературных данных по процессам пылеобразования в дуговой сталеплавильной печи и выполнено экспериментальное исследование испарения компонентов расплава под воздействием дуг;

- Исследовано извлечение цинка и свинца из пыли с использованием плазменного нагрева в лабораторных условиях.

Научную новизну работы составляют полученная зависимость количества пыли, образующейся в зоне воздействия дуг для промышленных печей, от допустимой плотности тока, теоретически обоснованы температурные интервалы совместного и раздельного извлечения цинка и свинца из пыли электросталеплавильного производства.

Практическая значимость работы обусловлена разработанной технологической схемой получения порошков оксидов свинца и цинка (зарегистрировано ноу-хау) и показанной возможностью улучшения свойств композитов на основе полиакрилонитрила при добавлении 5-10% пыли ДСП.

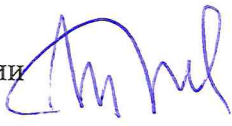
Использование данных, изложенных в работе, даёт дополнительные возможности вовлечения в рециклинг пылей электросталеплавильного производства.

В главе 1 весьма рассмотрены литературные данные по образованию пыли в электродуговых печах, её составе, свойствах и существующих технологиях утилизации. Глава 2 посвящена экспериментальному исследованию процессов испарения компонентов из чистого железа и оцинкованной стали под воздействием дуг на лабораторной плазменно-дуговой установке. Получена экспериментальная формула расчёта количества образующейся пыли, которая согласуется с литературными данными. В главе 3 было выполнено изучение элементного и фазового состава, а также микроструктуры пылей

электросталеплавильного производства. В главе 4 выполнен термодинамический расчёт, показывающий возможность селективного извлечения цинка и свинца в зависимости от температуры и содержания углерода, на основании которого определены условия селективного извлечения цинка и свинца. Глава 5 содержит результаты экспериментального исследования извлечения цинка и свинца из пыли электросталеплавильного производства.

В главе 3 был исследован состав пылей электросталеплавильного производства различных российских предприятий, однако содержание в них галогенов не было определено. Содержащиеся в этих пылях хлор и фтор могут вносить искажения в результаты термодинамического расчёта, представленные в главе 4. В главе 4 реферата показана возможность селективного извлечения свинца и цинка, но в главе 5 это не подтверждено экспериментально.

В целом диссертационная работа Алпатовой Анны Андреевны: “Исследование процессов пылеобразования при дуговом нагреве металла и свойств пыли с целью её утилизации” представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным п. 9 «Положение о присуждении ученых степеней», а её автор Алпатова Анна Андреевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.07 – Metallurgy техногенных и вторичных ресурсов.

Заведующий лабораторией № 3 физикохимии  В.Г.Дюбанов
и технологии переработки железорудного
сырья к.т.н.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ им. А.А. Байкова
Российской академии наук (ИМЕТ РАН) 119334, ГСП-1, Москва,
Ленинский пр., 49, Тел. (499) 135-20-60, 135-86-11; факс: 135-86-80,

E-mail: imet@imet.ac.ru <http://www.imet.ac.ru>

Подпись В.Г. Дюбанова удостоверяю:

Учёный секретарь ИМЕТ РАН, к.т.н.



 О.Н. Фомина

Отзыв

на автореферат диссертационной работы Алпатовой Анны Андреевны на тему «Исследование процессов пылеобразования при дуговом нагреве металла и свойств пыли с целью её утилизации», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.07 - «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов»

В процессе пирометаллургической переработки сырья цветных и черных металлов образуется значительное количество пыли (возгонов), в которых кроме основного компонента присутствует значительное количество металлов, присутствующих в исходном сырье.

Изучение вопросов образования пыли в процессах плавки, свойств этой пыли и возможностей её переработки и утилизации представляет несомненный интерес с точки зрения снижения воздействия на окружающую среду и увеличения ресурсной базы отрасли и является актуальной задачей. Целью рецензируемой работы являлось исследование процессов испарения под воздействием дуг в электропечах для определения условий пылеобразования, установление состава и свойств пыли для поиска путей её утилизации и использования.

Автором сформулированы основные задачи исследований, научная новизна и практическая значимость работы.

На основании анализа литературных данных подтверждена актуальность исследований по изучению механизма пылеобразования, состава и свойств пыли электросталеплавильного производства, которое позволит обосновать процессы пироселекции для разделения железа, цинка и свинца.

Принятые в диссертации методы исследований, аппаратура и применяемый для интерпретации результатов математический аппарат не вызывает вопросов и возражений.

На основании лабораторных исследований автором сделан вывод, о влиянии условий плавки на структуру пыли, ее химический и дисперсный составы. Установлено, что пыль обогащена цинком (-20 %), причем при пониженных значениях силы тока он вместе с железом (-40 %) входит, в основном, в состав пористых агрегатов, а при увеличении силы тока - вместе с углеродом (63 %) в состав игольчатых образований. Установлено, что при дуговом нагреве оцинкованной стали частицы разного размера и состава образуются с временным разрывом в разных температурных зонах, поэтому их можно улавливать селективно.

Третья глава посвящена изучению свойств пыли электросталеплавильного производства. Исследование морфологии пыли позволило автору предположить, что пыль формируется при образовании в газовой среде мелких взвешенных частиц, когда мельчайшие капли при коалесценции образуют шарообразную капельку. Когда сталкивающиеся капли состоят из очень вязких жидкостей, и процесс слияния в одну

шарообразную каплю замедляется, происходит только их слипание. Образуется большое количество частиц неправильной формы

В четвертой главе представлено термодинамическое обоснование возможности селективной возгонки цинка и свинца в зависимости от температуры и содержания углерода в пыли. Установлено, что температурные зоны перехода цинка и свинца в пар при низких содержаниях углерода существенно различаются. При содержаниях углерода $<3\%$ первым в пар извлекается оксид свинца, а оксид цинка при $C < 3\%$ разлагается при более высоких температурах.

Термодинамический анализ показал принципиальную возможность селективного извлечения свинца и цинка из пыли сталеплавильного производства.

В пятой главе приведены методика и результаты экспериментального изучения процессов извлечения цинка и свинца из пыли электросталеплавильного производства с использованием плазменного нагрева на лабораторной плазменно-дуговой установке. Эксперименты проводили на образцах электросталеплавильной пыли ПАО «СЕВЕРСТАЛЬ» и Филиала АО «ОМК-СТАЛЬ». Обработка сталеплавильной пыли плазменной дугой позволяет получить конденсат в виде свинцового и цинкового порошков или их оксидов для дальнейшего использования.

Автором обоснованы предельные температуры как совместного, так и селективного извлечения цинка и свинца из пыли электросталеплавильного производства. Экспериментально подтверждена возможность извлечения цветных металлов из пыли ДСП под воздействием плазменной дуги без дополнительного введения восстановителя. При этом степень извлечения цинка достигает 99% , а свинца 97% . Показано, что при низком содержании углерода (менее $3\text{ масс. }\%$) первым извлекается свинец, затем цинк, а при увеличении содержания углерода цинк и свинец извлекаются одновременно.

На основании результатов исследований автором разработаны рекомендации по пироселекции железа, цинка и свинца из пыли ДСП.

Представленная работа отличается научной новизной и практической значимостью и вносит вклад в развитие теории и технологии пироселекции.

Полученные автором результаты следует признать достоверными.

Следует отметить широкую апробацию результатов исследований - материалы изложены в двух монографиях и 13 публикациях.

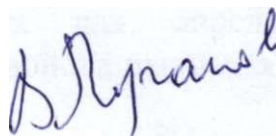
Некоторые замечания и пожелания.

1. Неудачно изложена научная новизна. Автором получено много новых научных результатов, но в научной новизне изложены разделы выполненной работы, без указания причинно-следственной связи и без сопоставления с имеющимися точками зрения.
2. На рис. 13 (стр. 19) на оси температур не отмечены температуры, что затрудняет анализ представленных результатов.
3. Неудачное выражение на стр. 19 - «Как следует из рисунка 13». Наверное, следует не из рисунка, а из результатов.

Отмеченные замечания не снижают в целом благоприятного впечатления от работы. Диссертационная работа отличается внутренним единством и направлена на решение поставленной диссертантом задачи - обоснованию и разработке методов пироселекции цинка, свинца и железа оптимизации работы доменной печи.

В целом считаю, что рецензируемая работа на тему: «ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЫЛЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ДУГОВОМ НАГРЕВЕ МЕТАЛЛА И СВОЙСТВ ПЫЛИ С ЦЕЛЬЮ ЕЁ УТИЛИЗАЦИИ» соответствует требованиям к работам, представляемым на соискание учёной степени кандидата технических наук, и её автор Алпатовая Анна Андреевна заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.07 - «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов» за теоретическое обоснование и разработку принципов прогнозирования влияния условий плавки на состав и свойства получающихся цинк- и свинецсодержащих возгонов.

Луганов В.А.



доктор технических наук (05.16.02 -
Металлургия цветных и черных металлов, ТН N
007533), профессор, профессор Казахского
национального исследовательского университета
имени К.И. Сатпаева,

почтовый адрес: Шагабутдинова 80, кв. 3,
Алматы 050012, Республика Казахстан,

Телефон сл.: 8(727)257-7090,

Телефон сот.: 8(777)297-5825

e-mail: v_luganov@hotmail.com

24 октября 2016 г.

Подпись проф. Луганова зр. Ш. я.ю



Бармагалбетов Б.З.
проректор по корпоративным
развитиям

ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ
АЛПАТОВОЙ АННЫ АНДРЕЕВНЫ

«Исследование процессов пылеобразования при дуговом нагреве металла
и свойств пыли с целью ее утилизации»
на соискание ученой степени Кандидат технических наук
по специальности 05.16.07 «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов»

Диссертационная работа А. А. Алпатовой посвящена актуальной и практически значимой задаче исследования процессов испарения металлов под воздействием электрической дуги, а также исследования состава и свойств образующейся при этом пыли с целью ее утилизации и использования ее компонентов. Тема диссертации представляет интерес не только для специалистов в области сталеварения. Новые сведения о закономерностях процессов пылеобразования в электросталеплавильном производстве важны для разработки способов извлечения химических элементов из пыли другой природы.

Диссертант получила ряд новых научных результатов. Получены значения технологических параметров (температуры) совместного селективного извлечения цветных металлов из пыли без дополнительного введения восстановителей. В работе построена модель, позволяющая определить количество образующейся пыли в печах разной вместимости.

Полнота и достоверность данных, полученных в ходе проведения научных экспериментов, не вызывает сомнений.

К недостаткам автореферата следует отнести весьма лаконичное изложение материала об увеличении термической стабильности композиционного материала на основе полиакрилонитрила с добавлением пыли. Кроме того, не указана конкурентоспособность извлечения цветных металлов из пыли с традиционными способами их получения. Упомянутые недостатки не умаляют достоинства реферата, дающего полное представление о выполненной работе и полученных результатах.

Оценивая работу по автореферату в целом, считаю, что она удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК при Минобрнауки РФ, а ее автор, Алпатова А. А., заслуживает присуждения ей ученой степени Кандидат технических наук по специальности 05.16.07 «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов».

Ведущий научный сотрудник ОАО «Композит», к. т. н.


С. Н. Богданов

Подпись ведущего научного сотрудника С. Н. Богданова удостоверяю.

Начальник отдела кадров ОАО «Композит»




И. Н. Калистая

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Алпатовой Анны Андреевны «Исследование процессов пылеобразования при дуговом нагреве металла и свойств пыли с целью её утилизации», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.07 «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов».

Диссертация А.А. Алпатовой посвящена исследованиям пылеобразования при дуговых процессах в металлургии. Направление исследование актуально в связи со сложившейся тяжёлой экологической ситуацией вблизи крупных металлургических производств.

Наиболее важным научным результатом работы, по нашему мнению, является предложенная зависимость для оценки количества пыли, образующейся в зоне воздействия дуг в промышленных печах, как функция от плотности тока.

Достоверность результатов, имеющих важное научное и прикладное значение, обеспечена корректной постановкой задач, использованием аттестованного исследовательского оборудования и современных методик исследований.

Результаты работы достаточно широко обсуждались и опубликованы в сборниках и журналах. Отдельного внимания заслуживает факт освещения результатов работы на Международном конгрессе по теории и практике производства стали в Дрездене, а также наличие двух монографий по теме работы.

По автореферату имеются следующие замечания и вопросы:

- 1) Стр. 3, строчка 18 «Под воздействием» - пропущена буква «м»;
- 2) Возможно, пропущено слово «элементов» в 8 строчке снизу на 10 странице;
- 3) Стр. 10, таблица 4. Сталь 20 имеет совсем другой химический состав. Какая марка стали на самом деле использовалась в третьей серии экспериментов?
- 4) Как построены диаграммы (графики) на рис. 8? Если вся пыль взята за 100%, то сумма всех столбцов (площадь под графиком, интеграл) должен быть равен 100%. По диаграммам (рисункам) это не так.
- 5) На графике на рис. 13 (стр. 19) нет шкалы температуры;
- 6) Что означают звёздочки у элементов: C, S, SiO₂? Нигде нет пояснения. Кроме того, SiO₂ – не элемент, а соединение;
- 7) Не проводились ли исследования по интенсивности пылеобразования при протекании плазменных процессов в металлургическом производстве в условиях, когда металл является катодом, а электрод плазмотрона – анодом, то есть при работе на обратной полярности? Если да, то какие здесь есть отличительные особенности процесса пылеобразования?

Перечисленные замечания не снижают общее впечатление и положительную оценку работы. Диссертационная работа А. А. Алпатовой «Исследование процессов пылеобразования при дуговом нагреве металла и свойств пыли с целью её утилизации» в целом представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует всем критериям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013 г., её содержание соответствует паспорту специальности 05.16.07 «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов», а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.07 «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов».

Отзыв составили:

Заведующий отделом № 4.2 – Плазменных процессов ОИВТ РАН, д.т.н.

Тюфтяев Александр Семенович

125412, г. Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр. 2, тел.: 8 (495) 485-82-18

e-mail: astpl@mail.ru

Научный сотрудник лаб. № 4.2.1 – Плазменных технологий, к.т.н.

Юсупов Дамир Ильдусович

125412, г. Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр. 2, тел.: 8 (495) 485-12-55

e-mail: spt_yusupov@mail.ru

Ученый секретарь ОИВТ РАН, д.ф.-м.н.

Амиров Р.Х.

125412, г. Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр. 2, тел.: 8 (495) 485-90-09

e-mail: amirovravil@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Объединенный институт высоких температур (ОИВТ РАН)

125412, г. Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр.2, тел.: 8 (495) 485-82-44

e-mail: webadmin@ihed.ras.ru



ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Алпатовой Анны Андреевны
«Исследование процессов пылеобразования при дуговом нагреве металла и
свойств пыли с целью её утилизации», представленной на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности 05.16.07
«Металлургия техногенных и вторичных ресурсов».

Поиск и разработка способов переработки пыли, образующейся при производстве стали в электропечах, - одна из важнейших задач, которая находится на стыке цветной и чёрной металлургии и требует для решения нового научного подхода, поэтому актуальность работы Алпатовой А.А. «Исследование процессов пылеобразования при дуговом нагреве металла и свойств пыли с целью её утилизации» не вызывает сомнений.

В результате выполненного соискателем анализа литературных данных показаны не только разнородность свойств пыли, но и потенциал извлечения из неё свинца и цинка.

Необходимо особо выделить выстроенную соискателем логику эксперимента, позволившую доказать возможность извлечения цветных металлов из пыли без дополнительного введения восстановителя.

Несомненным достоинством работы является, не только исследование свойств пыли, уловленной из систем газоочистки ДСП, но и оценка её образования под действием электрической дуги в зоне анодного пятна. Доказано, что условия плавки существенно влияют на структуру пыли, ее химический и дисперсный составы, а полученные в ходе лабораторных исследований образцы пыли должны стать основой для дальнейшего поиска сфер их применения. Всё это характеризует исследование, проведенное соискателем, как всесторонний и востребованный научный труд.

Достоверность научных результатов подтверждена применением современных аттестованных измерительных приборов и методик, а также использованием программной системы для моделирования фазового и

химического равновесия «Terra». Основные материалы доложены на конференциях, по результатам работы опубликовано свыше 10 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

В качестве замечания можно отменить, что в тексте автореферата:

- не указано поведение таких вредных веществ как диоксины и фураны при утилизации пыли предлагаемым способом;
- не показано, в чём заключаются технологические рекомендации селективного выделения железа цинка и свинца из пыли ДСП.

Указанные замечания не снижают значимости работы и положительной оценки диссертационного исследования.

Диссертационная работа полностью отвечает требованиям, предъявляемым к диссертации на соискание степени кандидата технических наук, а её автор, Алпатова Анна Андреевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.07 «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов».

Менеджер по исследованию сырья

коксоаглодоменное производство

ПАО «Северсталь»

кандидат технических наук

Т. В. Деткова

Почтовый адрес: 162608, г. Череповец Вологодской обл., ул. Мира, 30

Телефон: (8202)56-50-72; +79212527296

E-mail: tvdetkova@seversral.com

Подпись Детковой Т.В. удостоверяю



ВЕД. СПЕЦИАЛИСТ
Н. А. СЕРОВА

24.10.16

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Алпатовой А.А. «Исследование процессов пылеобразования при дуговом нагреве металла и свойств пыли с целью ее утилизации», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.07 ...

Металлургия техногенных и вторичных ресурсов

Работа А.А. Алпатовой посвящена актуальной в настоящее время теме снижения образования отходов производства и разработке технологии их утилизации.

В России ежегодно образуется свыше 5 млрд.т отходов. Отходы образуются в результате деятельности всех секторов экономики, однако наибольшие объемы отходов образуются в отраслях, осуществляющих добычу и первичную обработку природных ресурсов. При этом ресурсоемкость единицы ВВП в России в 2-4 раза выше, чем в индустриально развитых странах. Общее количество накопленных отходов в России оценивается в 90 млрд.т. Высокий выход и накопление отходов промышленности темпами, значительно превосходящими рост объемов производства в стране, относятся к числу важнейших экономических проблем.

Автором выполнены исследования процессов пылеобразования в дуговых электросталеплавильных печах, изучены химический и дисперсный состав пыли, образующейся в зоне воздействия дуг, и на основе полученных результатов сформулирована гипотеза о механизме процесса образования пыли и разработаны рекомендации, позволяющие выявить области применения и возможные пути использования пыли. Изучено поведение цинка и свинца при выплавке стали в ДСП. Получено уравнение, позволяющее оценить количество пыли, образующейся в зоне воздействия дуг, в условиях промышленных печей.

К достоинствам работы следует отнести большое количество и разнообразие современных методов исследований, в том числе атомно-эмиссионный спектральный анализ, абсорбционную спектроскопию, метод мессбауэровской спектроскопии и др. Это позволило получить новые научные знания о составе и свойствах пыли, выявить особенности ее микроструктуры, в частности обнаружено существенное различие в структуре цинкосодержащей пыли в зависимости от силы тока: от ультрадисперсных железосодержащих частиц до игольчатых углеродных образований, что могло быть отражено в научной новизне работы.

По тексту автореферата можно сделать следующие замечания. В автореферате недостаточно четко отражена связь полученных результатов теоретических и

экспериментальных исследований с разработанными практически рекомендациями. Непонятна суть рекомендаций по изучению состава и свойств металлургической пыли на основе ее элементного и дисперсного составов, а также ее морфологии. Недостаточно четко сформулирована практическая значимость полученных результатов проведенных теоретических и экспериментальных исследований.

В целом диссертационная работа Алнатовой А.А. соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой кандидата технических наук по специальности 05.16.07 – «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов», а ее автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук.

Профессор кафедры теплоэнергетики

и экологии ФГБОУ ВО

«Сибирский государственный

индустриальный университет».

доктор технических наук

Е.П. Волынкина

Подпись Е.П. Волынкиной удостоверяю

Начальник отдела кадров

ФГБОУ ВО «СибГИУ»



Т.А. Дренина

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Алпатовой Анны Андреевны
«Исследование процессов пылеобразования при дуговом нагреве металла и свойств пыли с целью
ее утилизации», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности - 05.16.02 Metallurgy чёрных, цветных и редких металлов

Исследование процесса пылеобразования в дуговых печах и оценка свойств пыли с целью утилизации является достаточно актуальным, так как сегодня существует проблема в отечественной металлургии связанная с утилизацией большого количество отходов образующихся в процессе выплавки стали в дуговых сталеплавильных печах.

На основе проведенных исследований автор предложил технологическую схему получения порошка оксидов свинца и цинка для дальнейшего использования в различных сферах применения, показал возможность изготовления пленочных и волокнистых композиционных материалов на основе полиакрилонитрила (ПАН) при добавлении мелкодисперсной фракции пыли ДСП (5-10%) для увеличения термостабильности, предложил использование пыли электросталеплавильного производства для повышения магнитных свойств композитов.

На основе обобщения проведенных исследований автор теоретически обосновал предельные температуры как совместного, так и селективного извлечения цинка и свинца из пыли электросталеплавильного производства. Показал возможность извлечения цветных металлов из пыли без дополнительного введения восстановителя. Установил, что дисперсный состав пыли электросталеплавильного производства описывается кривыми распределения, имеющими четко выраженные максимумы, которые объясняются определяющим воздействием дуги на процесс пылеобразования на начальном этапе расплавления лома и интенсивной продувки ванны кислородом и активного обезуглероживания расплава на следующих этапах.

Практическая ценность научных идей предлагаемых автором состоит в разработке рекомендаций по изучению состава и свойств металлургической пыли на основе её элементного, вещественного и дисперсного состава, а также её морфологических характеристик. Использование данных рекомендаций на практике позволяет выявить области применения и возможные пути использования пыли.

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

Вместе с тем, из автореферата не совсем понятно какие рекомендации дает автор по условиям минимизации процесса пылеобразования, хотя в цели работы заявлено «исследование процессов испарения под воздействием дуг в электропечах для определения условий минимального пылеобразования».

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 Алпатова Анна Андреевна заслуживает присуждения ей 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, к.т.н.

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



Кожухов А.А.



Отзыв

на автореферат диссертации Алпатовой Анны Андреевны на тему:
«ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЫЛЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ДУГОВОМ
НАГРЕВЕ МЕТАЛЛА И СВОЙСТВ ПЫЛИ С ЦЕЛЬЮ ЕЁ УТИЛИЗАЦИИ»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности – 05.16.07 «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов»

Актуальными для металлургической промышленности, характеризующейся значительными затратами на производство и большим потреблением природного сырья, являются вопросы ресурсосбережения и экологии. Извлечение полезных составляющих пылей и шламов, таких как железо, цинк, свинец и получение техногенного сырья вызывает необходимость в создании соответствующих баз данных по составу и свойствам утилизируемых веществ и методиках, позволяющих обосновать выбор той или иной технологии переработки. Представленная работа посвящена исследованию процессов пылеобразования в дуговой печи и определению состава, структуры и свойств уловленной пыли для поиска путей её утилизации и повторного использования, что, несомненно, является актуальной задачей для отечественной и мировой электрометаллургии.

Особое внимание при использовании вторичных ресурсов уделяется извлечению из металлургической пыли ценных компонентов, таких как цинк и свинец, в высокотехнологичном процессе переработки пыли в плазменно-дуговой печи, отличающейся высокой производительностью и нейтрализацией опасных с точки зрения экологии диоксинов, фуранов и других веществ. В рассматриваемой работе было использовано термодинамическое моделирование процессов извлечения железа, цинка и свинца из пыли, а также исследование раздельного извлечения цинка и свинца из пыли с использованием плазменного нагрева в лабораторных условиях.

Диссертантом проведены на основе комплексного подхода теоретические исследования и лабораторные испытания, подтверждающие эффективность предложенной технологической схемы получения порошка оксидов свинца и цинка, при этом автором применялись адекватные методы исследования и обработки экспериментальных данных. Показана возможность изготовления плёночных и волокнистых материалов на основе полиакрилонитрила с добавлением мелкодисперсной фракции пыли из ДСП.

Научная новизна работы заключается в том, что: теоретически обоснованы предельные температуры совместного и селективного извлечения цинка и свинца из сталеплавильной пыли; показана возможность селективного извлечения цветных металлов из пыли без дополнительного введения восстановителя. Кроме того предложена зависимость количества образующейся в печи пыли от допустимой плотности тока, а также дисперсного

состава пыли от электрических параметров дуги, интенсивности продувки ванны кислородом и процесса обезуглероживания для различных периодов плавки.

Однако к работе имеются некоторые замечания:

- В автореферате не рассмотрен механизм пылевыведения из расплава при дуговом нагреве.

- В автореферате не показаны пути снижения пылеобразования при дуговом нагреве в ДСП, т.е. не даны рекомендации по улучшению энерго-технологических и экологических показателей производства.

- В работе даны рекомендации по извлечению ценных компонентов пыли, однако конкретные варианты внедрения в производство не приведены.

- В работе не дано экономическое обоснование эффективности утилизации цветных металлов при извлечении из металлургической пыли.

Несмотря на отмеченные недостатки, считаем, что представленная работа выполнена в достаточном объёме, на высоком научно-техническом уровне, имеет важное научное и практическое значение, а её автор Алпатова А.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.07 «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов».

Докт. техн. наук,

профессор кафедры металлургии

и металловедения СТИ НИТУ МИСиС

merker@inbox.ru

Канд. техн. наук,

доцент кафедры металлургии

и металловедения СТИ НИТУ МИСиС

ox_m73@mail.ru

Подпись Меркера Э.Э. и Малаховой О.И.

заверяю: начальник ОК СТИ НИТУ МИСиС

309512 Белгородская обл., г. Старый Оскол, м-н Макаренко, 42



Меркер Э.Э.



Отзыв на автореферат диссертации

Алпатовой Анны Андреевны на тему « Исследование процессов пылеобразования при дуговом нагреве металла и свойств пыли с целью ее утилизации», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.07 – «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов»

Актуальность изучения процессов пылеобразования в металлургических технологиях вообще и, в частности, в процессах дугового нагрева металла очевидна, особенно, если иметь в виду объем уловленной пыли, достигающий 650 тыс.т в год. Следует отметить заслугу автора работы, которая изучила не только сам процесс пылеобразования и свойства образующейся при этом пыли, но и привела пример возможного использования пыли дуговых сталеплавильных печей для извлечения цинка и свинца, а также для улучшения качественных характеристик композиционного материала.

Задачи, которые поставлены в диссертационной работе и которые успешно решены диссертантом под руководством научного руководителя – проф., д.т.н. Л.М. Симонян, охватывают исследования по переходу компонентов расплава в газовую фазу под воздействием дуг в электропечах, по определению их состава, структуры и свойств. Этот материал послужил основой для разработки рекомендаций по изучению состава и свойств металлургической пыли промышленных печей, необходимых для установления возможных путей использования пыли. Успешной частью работы следует считать установление условий для извлечения свинца и цинка из пыли электросталеплавильного производства и путей дальнейшего использования порошков этих компонентов в различных технологиях производства продукции.

Материал автореферата свидетельствует о том, что диссертант - Алпатова Анна Андреевна освоила методы научного исследования, используя для этого современное оборудование, что обеспечило получение надежной информации для разработки рекомендаций по утилизации пыли.

При изучении диссертационного исследования по автореферату возникли следующие замечания:

1. В реферате лишь указано о наличии свидетельства о регистрации на технологическую схему получения порошков оксидов Zn и Pb (стр.4). Однако, если бы еще была и раскрыта сущность технологии, то это обогатило бы прикладную часть выполненной работы.

2. Экспериментальная часть исследования выполнена в лабораторных условиях, что позволило автору работы получить ценные научные данные об условиях образования пыли. Между тем, в реферате отсутствуют сведения, указывающие на диапазон емкости дуговых электросталеплавильных печей постоянного и переменного тока, на который могут быть распространены полученные формулы.

Приведенные замечания не изменяют общей положительной оценки диссертационной работы, выполненной А.А. Алпатовой.

Результаты работы автора исследования достаточно полно представлены в публикациях и обсуждены на российских и международных конференциях. За период исследования опубликовано 13 печатных работ, 11 из которых относятся к перечню, рекомендуемому ВАК. Технологическая схема получения порошков оксидов свинца и цинка защищена Свидетельством о регистрации.

По своему содержанию с научной и практической точек зрения квалификационная работа соответствует требованиям, предъявляемым «Положением о присуждении учёных степеней», к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Ее автор – Алпатова Анна Андреевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.07 – «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов» за глубокое научное исследование процессов пылеобразования и разработку рекомендаций по созданию технологий переработки вторичных ресурсов, связанных с селективным выделением из пыли железа, свинца и цинка.

Заслуженный работник высшей школы РФ,
профессор, доктор технических наук,
зав. кафедрой «Теплофизика и информатика
в металлургии»

Николай
Александрович
Спирин

Заслуженный деятель науки и техники РФ,
профессор, доктор технических наук,
профессор той же кафедры

Юрий
Гаврилович
Ярошенко

Институт новых материалов и технологий
Уральский федеральный университет имени
Первого Президента России Б.Н. Ельцина
62002, г. Екатеринбург, ул. Мира 19
Тел. (343) 375-48-15, e-mail: n.a.spirin@urfu.ru

Подпись
заверяю



Начальник
общего отдела УДП
А.М. Хасанов

ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ

Алпатовой Анны Андреевны

«Исследование процессов пылеобразования при дуговом нагреве металла и свойств пыли с целью ее утилизации»

Плавильная пыль является одним из самых массовых и токсичных веществ, содержащихся в выбросах металлургических предприятий. Она оказывает негативное воздействие на организм человека и окружающую среду, так как высокодисперсна и содержит оксиды многих тяжелых металлов. Кроме того, при образовании пыли происходит существенный угар металла (до 10%), что снижает выход годного и ухудшает все экономические и экологические показатели производства. С закрытием мартеновских печей, электродуговые печи становятся одним из главных источников выбросов плавильной пыли, переработка которой затруднена, а хранение сопряжено с риском вторичного загрязнения окружающей среды токсичными веществами. В свете этого, представленная на отзыв работа является весьма актуальной и своевременной.

В диссертации рассмотрен комплекс проблем, связанных с электроплавильной пылью, включающих вопросы ее образования и утилизации, что является большим достоинством работы. Другим несомненным достоинством работы является большой объем выполненных экспериментальных исследований на горячей модели электроплавильного агрегата, а также использование современных методик и оборудования для проведения исследований свойств пыли. Научный интерес представляет доказанная автором зависимость мощности выбросов пыли из электроплавильного агрегата от силы тока, подаваемого на электрод. Заслуживает внимания теоретическое обоснование возможности извлечения свинца и цинка из пыли электроплавильного производства.

К замечаниям по работе, на наш взгляд, следует отнести:

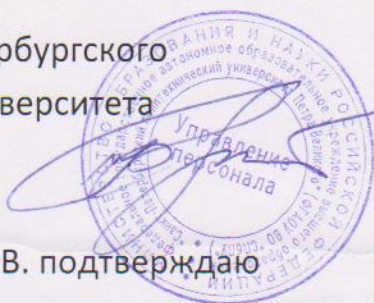
1. Отсутствие в работе оценки роли испарительного механизма в процессе образования плавильной пыли, что не позволило автору разработать практические рекомендации по снижению выбросов пыли от электродуговых печей.

2. Недостаточную обоснованность селективного улавливания пыли с различным количеством цинка и свинца, т. е. реального осуществления этого процесса на практике. Исходя из указанного автором состава пыли, образующейся при переплаве оцинкованного железа ($ZnO=32\%$), усложнять селективным сбором и без того сложный процесс улавливания электроплавильной пыли нецелесообразно, так как при таком высоком содержании цинка, собранная не селективно пыль может рассматриваться в качестве сырья для цветной металлургии.

Однако, не смотря на высказанные замечания, выполненная Анной Андреевной Алпатовой работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертационным работам, представляемым на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор – присвоения ему искомой степени.

Профессор Санкт-Петербургского
политехнического университета

д. т. н.



Буторина И. В.

19.11.16.

Подпись Буториной И. В. подтверждаю

Подпись	Буторина И. В.
УДОСТОВЕРЯЮ	
Ведущий специалист	
по кадрам	Иванова М. А.
19.11	2016 г.

О Т З Ы В

на автореферат диссертации **АЛПАТОВОЙ АННЫ АНДРЕЕВНЫ**
«ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЫЛЕОБРАЗОВАНИЯ
ПРИ ДУГОВОМ НАГРЕВЕ МЕТАЛЛА И СВОЙСТВ ПЫЛИ
С ЦЕЛЬЮ ЕЕ УТИЛИЗАЦИИ»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.07. – Металлургия техногенных и вторичных ресурсов

Проблема снижения интенсивности выноса пыли при производстве электростали и дальнейшей утилизации накопленных техногенных месторождений непосредственно связана с глубоким пониманием процессов испарения компонентов расплава в дуговой печи и всесторонним изучением состава и свойств уловленной пыли.

Поэтому исследование особенностей испарения компонентов в зоне воздействия дуг в электро- и плазменно-дуговых печах, а также морфологии и химического состава образующихся пылей является актуальной задачей как в научном, так и в прикладном аспекте. Тем более, что в настоящее время повысился интерес к разработке техногенных месторождений как с точки зрения ресурсосбережения, так и снижения негативного воздействия на окружающую среду.

В диссертационной работе Алпатовой А.А. экспериментально исследованы процессы испарения компонентов металлического расплава при воздействии дугового нагрева как на техническое железо, так и на оцинкованную сталь. Установлены зависимости удельной скорости испарения в зоне анодного пятна от силы тока, а также зависимости скорости испарения от продолжительности плавки. Также выполнен всесторонний анализ пыли, полученной в ходе экспериментов, а также образцов промышленной пыли двух металлургических комбинатов после плавки оцинкованной стали.

К достоинствам работы Алпатовой А.А. следует отнести теоретическое обоснование предельных температур селективного извлечения цинка и свинца из пыли электросталеплавильного производства, подтвержденное экспериментально. Это послужило основой для выработки рекомендаций по технической реализации селективного выделения железа, цинка и свинца из пыли ДСП. Также в работе показана возможность увеличения магнитных свойств и термостабильности пленочных и волокнистых композитов на основе полиакрилонитрила при добавлении мелкодисперсной пыли.

Вместе с тем, по тексту автореферата имеются замечания.

1. Не указаны границы применимости установленной зависимости удельной скорости испарения железа в зоне анодного пятна от силы тока ($w_{ан}=0,001I - 0,042$), поскольку при нулевом значении силы тока получаем отрицательное значение функции (см. рис. 3).

2. Приведенный на рисунке 13 график зависимости температуры начала восстановления, разложения и испарения оксидов цинка и свинца в рассматриваемой пыли в зависимости от содержания углерода мало информативен, поскольку на оси ординат не указаны численные значения температур.

Оценивая работу Алпатовой А.А., следует отметить, что она представляет законченное научное исследование, которое вносит вклад в создание технологии утилизации пыли ДСП путем плазменно-дугового нагрева, позволяющей без предварительного окускования железосодержащей пыли раздельно извлечь легколетучие цинк и свинец.

По объему, уровню выполнения, новизне, практической значимости диссертационная работа Алпатовой А.А. отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.07. – Metallургия техногенных и вторичных ресурсов.

Зав. кафедрой материаловедения
и физико-химии материалов
Южно-Уральского государственного
университета, проф., докт. техн. наук



Г.Г. Михайлов

Доцент кафедры материаловедения
и физико-химии материалов,
канд. техн. наук



Н.М. Танклевская

Почтовый адрес: 454085, г. Челябинск, пр. Ленина, 76, ЮУрГУ, кафедра МиФХМ.

Тел. 8(351)265-62-05. E-mail: tanklevskaianm@susu.ru

Подписи Михайлова Г.Г. и Танклевской Н.М. удостоверяю.

Начальник службы делопроизводства



Н.Е. Циулина