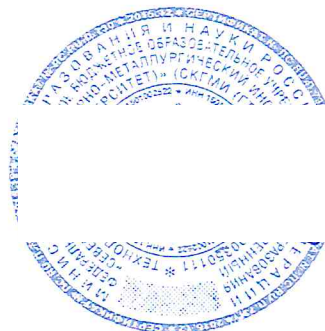


УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе  
и инновационной деятельности  
ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский  
горно-металлургического института  
(государственный технологический  
университет)», д.х.н., профессор



7  
\_\_\_\_\_ Рустэм Борисович Темираев

«22» сентября 2017 г.

### О Т З Ы В

ведущей организации на диссертационную работу Терентьева Владимира Михайловича «Исследование и разработка технологии обжига в печах кипящего слоя тонкодисперсных сульфидных цинковых концентратов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Диссертационная работа Терентьева Владимира Михайловича посвящена исследованию механизмов окисления сульфидных цинковых концентратов в процессе обжига в печах кипящего слоя и корректировке технологического процесса обжига в зависимости от химического состава и физических свойств концентратов.

**Актуальность темы.** Получение сульфидных цинковых концентратов из труднообогатимых руд приводит к изменению физических свойств концентрата и к увеличению содержания в концентратах примесей в виде железа, свинца, меди и кремнезема. Обжиг тонкодисперсных концентратов с повышенным содержанием примесей в печах кипящего слоя приводит к нарушениям технологического процесса и приводит к удорожанию конечной продукции. Изучение влияния химического состава и физических свойств

концентратов на процесс обжига позволит модернизировать печи кипящего слоя и усовершенствовать технологический процесс обжига, что позволит добиться стабильной и высокоэффективной работы печей кипящего слоя.

Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы 108 наименований. Материал изложен на 154 страницах машинописного текста, включая 41 рисунок и 11 таблиц.

**Во введении** выделена проблема обжигового передела на гидрометаллургических заводах по производству цинка, раскрыта актуальность и практическая значимость выбранной темы исследования, обозначены объект и основные задачи исследований.

**В первой главе** диссертант представляет литературный обзор в котором рассматривает химический состав и физические свойства сульфидных цинковых концентратов. Исходя из общих свойств цинковых концентратов, проведен краткий анализ металлургических агрегатов для перевода сульфида цинка в оксидную форму (обжиг). Приведены основные реакции окисления сульфидов металлов и характер их протекания в металлургических печах. Дано описание технологических приемов обжига сульфидных цинковых концентратов. На основании анализа литературных данных сформулированы цели и задачи диссертационной работы.

**Во второй главе** рассматриваются вопросы аэродинамики кипящего слоя в зависимости от физических свойств концентратов. Предложена формула расчета скоростей газовых потоков для создания кипящего слоя, достоверность, которой подтверждено экспериментальными исследованиями. Выявлено различие в поведении кипящего слоя от свойств составляющих его частиц.

**В третьей главе** представлены результаты исследования по влиянию примесей в цинковых концентратах, на прочность получаемых при обжиге агломерационных спеков. На основании разработанной методики по обжигу

концентратов с различным химическим составом выведена математическая зависимость прочности спека от содержания примесей в концентрате.

**В четвертой главе** определена кинетика протекания реакций окисления сульфидных цинковых концентратов как для моночастиц концентратов, так и для конгломерационных образований из моночастиц. Определена энергия активации реакции окисления сульфидных цинковых концентратов, изучены процессы диффузионного торможения реакции для моночастиц и конгломератов моночастиц.

**В пятой главе** описано практическое применение результатов исследования в технологическом процессе обжига цинковых концентратов. Приведены изменения в технологии подготовки шихты для печей кипящего слоя, показано воздействие на процесс обжига модернизации существующего оборудования печей кипящего слоя.

**В заключении** приведены общие результаты и выводы, полученные в работе и перспективы дальнейшей разработки темы исследования.

### **Научная новизна и теоретическая значимость результатов**

Представление сульфидных цинковых концентратов как бинарную систему, состоящую из тонкодисперсных частиц минералов и гранул, которые представляют собой конгломераты из частиц минералов. Предложена методика определения способности спекания концентратов при обжиге в зависимости от химического состава концентрата. Исследован процесс диффузионного торможения реакции окисления сульфидов. Предложена формула расчета скорости газовых потоков в кипящем слое частиц состоящих из продуктов обжига сульфидных цинковых концентратов.

### **Практическая значимость работы**

Разработана программа расчета состава шихты обжиговых печей КС из смеси концентратов с различным химическим составом для нивелирования

влияния примесей ответственных за образование агломерационных спеков. Внедрено микрогранулирование шихты с использованием связующих веществ для снижения доли тонкодисперсных частиц концентратов в шихте. Внесены изменения в конструкцию печей кипящего слоя с целью рассредоточенной подачи шихты в печь кипящего слоя и регулирования гранулометрического состава огарка в печах КС.

**Достоверность и апробация результатов** обеспечивается представительностью и надежностью исходных данных, использованием современного технологического и аналитического оборудования, известных отраслевых методик проведения исследований, использованием достоверных и аттестованных методик выполнения измерений.

Диссертация хорошо оформлена, написана технически грамотным современным языком, обладает внутренним единством и соответствует поставленным целям и задачам.

Материалы диссертации были доложены на VII Международной металлургической конференции «Металлургия-ИНТЕХЭКО – 2014» и были опубликованы в 6 печатных работах, в том числе пять статей в журналах, рекомендованных перечнем ВАК.

**По диссертации имеются следующие вопросы и замечания:**

С целью определения адекватности математических моделей автором использован коэффициент детерминации  $R^2$ . В настоящее время  $R^2$  в качестве диагностической величины практически не используется, хотя до сих пор, все еще, официально не исключен из программных продуктов, учебников и учебных пособий (*Кристофер Доугерти. Введение в эконометрику. 3-изд. ИНФРА-М, 2010. С.154*). Вместе с тем, экспертная оценка качества математических моделей (приведенных в диссертации), с использованием общепризнанных статистических критериев (Фишера, Стьюдента и др.) позволяет

сделать вывод о том, что все модели являются адекватными экспериментальным данным при уровне значимости 0,05.

### **Заключение**

Высказанные замечания носят частный или дискуссионный характер и не оказывают заметного негативного влияния на основное содержание и результаты работы.

Диссертация Терентьева В.М. позволяет создать научно-технологический задел, необходимый для совершенствования технологии обжига сульфидных концентратов в цветной металлургии. Содержание диссертации обладает высокой степенью проработки, последовательностью и ясностью изложения научных результатов. Оформление работы соответствует Государственным стандартам, требованиям ВАК и действующим нормативным документам. Текст автореферата полностью соответствует основному содержанию диссертации и дает представление о структуре, научной новизне и практической значимости работы, а также обоснованности и достоверности защищаемых положений, апробации и публикациях. По теме диссертации опубликовано 5 статей в рецензируемых научных изданиях перечня ВАК, а общее количество печатных работ по теме исследования – 6.

С учетом изложенного, считаем, что диссертация Терентьева Владимира Михайловича «Исследование и разработка технологии обжига в печах кипящего слоя тонкодисперсных сульфидных цинковых концентратов», удовлетворяет требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Терентьев Владимир Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов.

Отзыв на диссертацию подготовлен доктором технических наук, профессором Алкацевым Михаилом Иосифовичем, профессором Северо-

Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета) заслушан и утвержден на заседании кафедры металлургии цветных металлов «20» сентября 2017 г протокол № 1

Доктор технических наук,  
профессор кафедры  
металлургии цветных металлов  
Адрес: РСО-А, г. Владикавказ  
ул. Николаева 44/4 к. 2  
Тел. +7 8672 407329

 Михаил Иосифович Алкацев


e-mail:

Заведующий кафедрой  
металлургии цветных металлов,  
кандидат технических наук  
Адрес: РСО-А, г. Владикавказ  
ул. Николаева 44/4 к. 7  
Тел. 7 8672 407327  
e-mail: avm340@mail.ru

 Владимир Михайлович Алкацев

Подписи Алкацева Михаила Иосифовича и Алкацева Владимира Михайловича заверяю:

Ученый секретарь Ученого совета  
ФГБОУ ВО «СКГМИ (ГТУ)»

 Порина Михайловна Базаева

ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт  
(государственный технологический университет)»

Адрес: 362021, Россия, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Николаева, 44

e-mail: info@skgmi-gtu.ru

Тел.: +7 (8672) 407-000

Факс: +7 (8672) 407-203