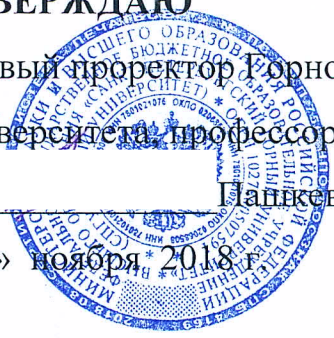


УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Горного
университета, профессор

Напкевич Н.В.

«22» ноября 2018 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации – ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет» на диссертацию Короля Юрия Александровича **«Использование фурм в защитной оболочке для увеличения кампании конвертора»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 - «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

1. Актуальность темы диссертации, её структура и краткое содержание.

Основные недостатки конвертерного передела цветной металлургии связаны с периодичностью процесса, сложностью его автоматизации, проблемами утилизации сернистых газов и непродолжительным сроком межремонтных кампаний, составляющим, в среднем, 60 суток для медных и медно-никелевых штейнов и 10 суток для никелевых штейнов. Последнее определяет высокие эксплуатационные расходы конвертеров горизонтального типа особенно в никелевом пирометаллургическом производстве. Таким образом, тема диссертационной работы Ю.А. Короля «Использование фурм в защитной оболочке для увеличения кампании конвертора» однозначно указывает на ее актуальность. При этом автор обоснованно предлагает решение поставленной задачи за счет создания дополнительной газовой оболочки, в качестве которой используется азот и метан.

Диссертация имеет общепринятую структуру научной работы, соответствующую стандартам на проведение научных исследований и представление их

результатов, и отличается последовательностью изложения материала от момента постановки цели исследования, до определения метода её достижения и разработки научно обоснованных технологических решений. Диссертация изложена на 119 стр. машинописного текста, содержит введение, 4 главы, заключение и список цитируемой литературы из 128 наименований. В диссертации приводится 28 рисунков, 15 таблиц и 63 формулы, поясняющие методику расчёта фурм в защитной оболочке и её математическую модель, химизм технологических процессов, термодинамические и гидродинамические расчёты.

Введение по своему содержанию и назначению в значительной части совпадает с общей характеристикой диссертации, приведённой в автореферате. При этом обосновывается актуальность исследования, формулируются цели, задачи и основные положения, выносимые на защиту, а также даётся характеристика научной новизны полученных результатов и их практической значимости.

Первая глава по основному содержанию является обзором конвертирования никелевых штейнов и обеднения конвертерных шлаков с обоснованием технологических границ модернизации конвертерного передела, что позволило автору сосредоточиться на проработке технических вопросов связанных с увеличением срока службы горизонтальных конвертеров, применяемых в производстве никеля из окисленных никелевых руд.

Вторая глава раскрывает фундаментальные подходы, связанные с гидродинамикой погруженной подачи дутья в докритическом диапазоне давлений, включая разработку методики расчета воздушной струи с защитной оболочкой и её применения для конкретных условий технологического процесса. С целью удобства практического применения этой методики при конструировании фурм с защитной оболочкой (ФЗО) и, далее, при автоматизации конвертерного процесса она представлена в среде решателя MS Excel. Приведен пример расчета конструкции ФЗО.

В третьей главе сформулированы требования к конструктивным особенностям фурм с защитной оболочкой (фурменного прибора) и представлены результаты разработки оригинальной конструкции ФЗО применительно к горизонтальным конверторам цветной металлургии.

В четвёртой главе приведены материалы экспериментального исследования, выполненного в промышленном масштабе, показателей работы горизонтальных конверторов, оборудованных фурмами в защитной оболочке. Это позволило показать изменение основных технологических показателей конвертирования в зависимости от длительности эксплуатации нового фурменного прибора. Представлены графические зависимости распределения металлов по фазам, отвечающие технологическим требованиям. При этом показано, что внедрение ФЗО приводит к увеличению срока службы горизонтального конвертера в среднем на 50%.

Заключение традиционно содержит основные выводы по работе и представляет собой обобщение ранее сделанных выводов при завершении конкретного этапа работ, результаты которого изложены в соответствующем разделе диссертации.

2. Научная новизна диссертации

Среди результатов, полученных в ходе выполненного исследования, следует обратить внимание на следующие положения, обладающие признаками научной новизны:

- разработка оригинальной методики расчета фурм в защитной оболочке с использованием индивидуальных газов и газовых смесей при конвертировании штейнов цветных металлов;

- сформулированы принципы конструкционного оформления фурм в защитной оболочке применительно к горизонтальным конверторам различного объёма и единичной мощности;

- обоснован механизм влияния газовой защитной оболочки на смещение высокотемпературного фокуса дутья вглубь расплава для различного состава защитной оболочки и стадии технологического процесса конвертирования;

- определены показатели работы промышленных горизонтальных конверторов, включая продолжительность рабочей кампании, при использовании фурм в защитной оболочке.

3. Научные результаты.

По материалам теоретических и экспериментальных исследований автором получены следующие научные результаты:

3.1. Разработана компьютерная модель для расчета фурм с защитной оболочкой на основе базовых уравнений гидродинамики и термодинамики газов.

3.2. Приведено термодинамическое обоснование распределения цветных металлов между шлаковой и штейновой фазой и предложен механизм обеднения шлаков в условиях работы фурм с защитной оболочкой.

3.3. Разработаны оригинальные конструкции фурм с защитной оболочкой для горизонтальных конверторов цветной металлургии и выполнена их адаптация к условиям действующего производства.

3.4. В ходе промышленных испытаний конверторов с фурмами в защитной оболочке установлены следующие зависимости:

- изменение толщины футеровки фурменного пояса от продолжительности их эксплуатации;
- изменение содержания цветных металлов в шлаке в период набора массы;
- динамика обогащения массы кобальтом и никелем во время набора;
- содержание кобальта и никеля в шлаке после обеднения с использованием метана;
- динамика изменения содержания железа в массе конверторов обеднения;
- влияние работы фурм в защитной оболочке на эффективность процесса конвертирования и продолжительность рабочей кампании горизонтальных конверторов.

4. Практическая значимость работы заключается в возможности промышленного использования её результатов, а также для дальнейшего совершенствования конструкций фурм в защитной оболочке и на этой основе повышения эффективности технологического процесса конвертирования штейнов и обеднения шлаков при использовании дутья с низкими энергетическими параметрами. Выполненные методические наработки, конструкторские и технологические подходы могут быть использованы при

разработке технических заданий на проведение НИР, опытно-технологических и опытно-конструкторских работ. Научные и практические результаты могут быть использованы в учебном процессе с их включением в лекционные курсы и лабораторные практикумы при подготовке бакалавров, магистров и аспирантов в профильной области обучения и специализации.

5. Достоверность и апробация результатов.

Достоверность результатов обеспечена обоснованным использованием базовых положений физической химии в приложении к расплавленным штейновым и шлаковым системам, уравнений гидродинамики и термодинамики газов, а также базовых положений современной теории и практики конвертирования штейнов цветных металлов. В работе применяется обоснованное сочетание теоретических, расчётных и экспериментальных методов исследования, включая использование отраслевых подходов и проведение экспериментальных исследований в опытно-промышленном и промышленном масштабе. Работа в целом выполнена на современном уровне понимания задач, относящихся к процессу конвертирования штейнов цветной металлургии и используемых для этого подходов, что позволяет обоснованно наметить их дальнейшее развитие в направлении повышения производительности оборудования и автоматизации производственных процессов. Материалы работы обсуждались на заседаниях ряда научно-технических советов и докладывались на профильных конференциях.

6. Общая оценка диссертации, вопросы и замечания.

Оформление диссертации производит благоприятное впечатление, а графические и табличные материалы достаточно полно отражают полученные автором результаты. Текст изложения диссертации – научный, технически грамотный, лаконичный. Все главы работы логически связаны между собой, содержат выводы, по которым можно судить о завершенности раздела и решении задач на конкретном этапе исследования. Приведенные в работе рисунки и графики выполнены качественно и полноценно дополняют текстовую информацию. Иллюстрации дают наглядное представление о распределении

газовых потоков, нарушениях футеровки, технологической карте процесса конвертирования, конструктивных решениях и т.д. Автореферат отвечает основному содержанию работы, а поставленные в диссертации задачи решены в полном объеме.

По содержанию диссертации и автореферата имеются следующие вопросы и замечания:

1. Уравнение 36 (стр. 55) не учитывает потери напора на местные сопротивления.

2. Уравнение 40 (стр. 56) не закрыто, то же в автореферате.

3. Просьба прокомментировать метод перемешивания, который иллюстрируется рисунком 4 (ссылка на стр. 85, последний абзац).

4. Зависимости, приведённые на рис. 19-27, а также комментарии к ним, не содержат информацию о статистической обработке данных.

5. Как предусматривается решить проблему утилизации сернистого ангидрида при разубоживании отходящих технологических газов защитными средами?

6. Известно, что при сверхкритической скорости истечения дутья зарастание фурм не происходит. Возможно ли применение защитного газа высокого давления для устранения необходимости прочистки фурм?

7. Необходимо пояснить причину отсутствия зарегистрированных в установленном порядке патентов или иных документов на технические решения и разработки, приведённые в диссертации.

Высказанные замечания носят частный или дискуссионный характер и не оказывают заметного негативного влияния на качество представленных результатов и не снижают общей научно-технологической значимости представленной работы.

7. Заключение.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований Короля Ю.А. содержатся в 6 печатных работах, в том числе 5 работ опубликованы в журналах из перечня изданий, рекомендованных ВАК, а 4 публикации в журнале, входящем в базу цитирования Scopus.

Диссертация Короля Ю.А. является законченной научно-

квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на современном научном уровне, содержит результаты, обладающие научной новизной и практической значимостью для повышения эффективности конвертирования штейнов цветной металлургии за счёт увеличения длительности рабочей кампании, научно-исследовательской сферы и подготовки специалистов по направлению «Металлургия». Это позволяет считать, что диссертация Короля Ю.А. соответствует п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утверждённому постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г., №842, а ее автор – Юрий Александрович Король достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры металлургии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет». Присутствовало на заседании 11 чел., результаты голосования: «за» – 11, «против» – нет, «воздержались» – нет, протокол заседания № 8 от «22» ноября 2018 г.

Председатель заседания –
заведующий кафедрой металлургии,
доктор технических наук

Бричкин Вячеслав Николаевич

Секретарь заседания –
инженер кафедры металлургии

Брылевская Елена Анатольевна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет».

Почтовый адрес: 199106, г. Санкт-Петербург, 21 линия дом 2.

Тел. (812) 328-84- 59, e-mail: kafmet@spmi.ru.