

## ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук, Ремизовой Ольги Александровны на диссертацию Кирос Кабасканго Валерия Эстевания на тему «Автоматизированный контроль теплового режима газовых отражательных печей при огневом рафинировании никеля», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (металлургия).

### **1. Актуальность темы диссертации**

В качестве основных агрегатов для производства никеля и его сплавов в России и за рубежом используются отражательные печи (ОП) с газовыми горелками среднего давления. Несмотря на то, что при сжигании природного газа в газовых горелках достигаются устойчивые значения высоких температур для выплавки никеля, возникают проблемы при регулировании теплового состояния печи, что не позволяет регулировать состав газов в атмосфере печи в заданном температурном интервале. В процессе огневого рафинирования наблюдаются высокие неконтролируемые потери металла, вызванные экзотермическими реакциями побочных продуктов и флюсовой композиции.

Регулирование температуры печи осуществляется при помощи управления давлением газопламенной горелки за счет изменения длины факела через контроллер ПЛК, а само значение температуры фиксируется только косвенно по температуре отходящих газов или периодическими ручными измерениями температуры металла при помощи термопар. Это недостаточно для решения задач по устойчивости энергообеспечения и автоматизации технологического процесса огневого рафинирования. При неконтролируемом перегреве расплава существует риск локального разрушения и расплавления футеровки печи, и попадания примесей и неметаллических включений в металл, что неизбежно приводит к ухудшению технико-экономических показателей плавки (ТЭП).

Актуальным является создание алгоритма контроля и управления тепловым балансом печи и, в частности, атмосферы печи при регулировании состава природного газа и его давления в зависимости от изменения его теплотворной способности, с учетом физико-химических процессов плавки и взаимодействия про-

ОТЗЫВ

вх. № 9-219 от 30.05.22  
АУ УС

дуктов горения, с получением зависимостей влияния состава и количества тепла природного газа от газовых горелок печи ОП на выход продуктов плавки и ее эффективность.

## **2. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их новизна**

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается исследованиями, применением современных методов статистического анализа, сходством теоретических и экспериментальных результатов, тестированием системы управления на промышленных архивных данных о протекании технологического процесса плавки никеля в отражательной печи. В диссертации сформулированы следующие научные положение:

- Заданный режим нагрева расплава в отражательной печи при снижении количества потерь тепла на 10-12% во время рафинирования никеля обеспечивается регулированием давления в горелках газовых печей с учетом состава природного газа и его теплотворной способности;
- снижение безвозвратных потерь металла во время огневого рафинирования на 4-5% достигается с помощью разработанного алгоритма контроля и управления тепловым режимом отражательной печи с учетом заданных параметров содержания метана в природном газе.

## **3. Научные результаты, их ценность**

- Получены зависимости влияния химического состава природного газа на качество никеля при плавке в отражательных печах, которые указывают на повышение температуры плавки на 70-100оС при увеличении содержания метана на 20-30% в природном газе горелок;
- разработана и обоснована рациональная блок-схема управления горелкой, и алгоритм контроля сжигания топлива для каждой горелки, при которой снижается расход газа на 10-15%;
- научно обоснованы дополнительные функции контроля параметров АСУ ТП для управления подачей природного газа через горелки среднего давления при различных технологических условиях и режимах работы печи.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 12-ти печатных работах, в том числе в 2-х статьях в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, и, в 4-х статьях в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получены 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

#### **4. Теоретическая и практическая значимость работы**

Реализованы в промышленных условиях программные продукты для контроля технологических параметров отражательных печей и управления процессом плавки никеля (свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2020665700 и №2021615658), могут быть использовании на типовых отражательных печах АО «Новгородский металлургический завод» и АО «Codelco» в Эквадоре, а также получен акт о внедрении результатов диссертационного исследования от 28.01.2022, подтверждающий внедрение результатов в учебный процесс федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет».

#### **5. Замечания и вопросы по работе**

1. Из пояснительной записки не ясно как предлагаемое решение усовершенствование подачи соотношение расходов природного газа повлияет на инерционность процесса и качественные показатели объекта управления.
2. Для эффективного управления потребует ли данная система дополнительной установки технических средств измерения как основных, так и резервных с целью предотвращения нештатных ситуаций.?
3. С.83, что автор понимает под следующей терминологией «Пропорционального, интегрального и производного контроллеров», «Расчета для получения вещественных чисел - цифровых данных двойника»
4. В схемах автоматизации используется устаревший ГОСТ, кроме того, в работе установлены датчики температуры как с унифицированным, так и с неунифицированным сигналом, чем обусловлена данная установка?

## **6. Заключение по диссертации**

Диссертация «Автоматизированный контроль теплового режима газовых отражательных печей при огневом рафинировании никеля», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (металлургия) полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор – **Кирос Кабасканго Валерия Эстевания** – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (металлургия).

Официальный оппонент,  
кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры автоматизации процессов  
химической промышленности федерального  
государственного бюджетного образовательного  
учреждение высшего образования «Санкт-  
Петербургский государственный технологический  
институт (технический университет)»

Ремизова Ольга Александровна

17.05.2022,

Подпись Ремизовой Ольги Александровны заверяю: *Награждена ОК*

Брехова Т.Ю.

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)»

Адрес: 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, 24-26/49

Контактный телефон: +7 921-993-39-41

Адрес электронной почты: remizova-oa@technolog.edu.ru

Веб-сайт: <https://technolog.edu.ru>