

УТВЕРЖДАЮ
Ректор ФГБОУ ВО
«Иркутский национальный исследовательский
технический университет»
доктор технических наук, доцент
М.В. Корняков
«25 мая 2022 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет» 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. Регулирование температуры печи осуществляется при помощи управления давлением газопламенной горелки за счет изменения длины факела через программируемый логический контроллер, 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

ОТЗЫВ
ВХ. № 9- 240 от 06.06.22
АУ УС

неметаллических включений в металл, что неизбежно приводит к ухудшению технико-экономических показателей плавки (ТЭП).

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

2. Научная новизна диссертации

Научная новизна, полученная в ходе выполнения диссертационного исследования и сформулированная автором диссертации, в целом, не вызывает возражений.

К числу основных результатов, полученных лично соискателем и обладающих научной новизной, относится выявление зависимостей влияния химического состава природного газа на качество никеля при плавке в отражательных печах, которые указывают на повышение температуры плавки на 70-100°С при увеличении содержания метана на 20-30% в природном газе горелок. Также автором разработана и обоснована рациональная блок-схема управления горелкой; предложен алгоритм контроля сжигания топлива для каждой горелки, при котором снижается расход газа на 10-15%; научно обоснованы дополнительные функции контроля параметров автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) для управления подачей природного газа через горелки среднего давления при различных технологических условиях и режимах работы печи.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность результатов и корректность сформулированных выводов в работе в достаточной степени обоснованы. Выдвигаемые автором научные

положения и предлагаемые решения детально проработаны и подтверждаются результатами исследований.

Основные научные результаты диссертации отражены в двух положениях, выносимых на защиту.

1. Заданный режим нагрева расплава в отражательной печи при снижении 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. Первое научное положение раскрывается в третьей главе диссертации.

2. 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. Второе научное положение раскрывается в четвертой главе диссертации.

4. Научные результаты, их ценность

- 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;
- разработана и обоснована рациональная блок-схема управления горелкой, предложен алгоритм контроля сжигания топлива для каждой горелки, при котором снижается расход газа на 10-15%;
- получены зависимости влияния химического состава природного газа на качество никеля при плавке в отражательных печах, которые указывают на повышение температуры плавки на 70-100°C при увеличении содержания метана на 20-30% в природном газе горелок.

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.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

- Разработан и обоснован алгоритм управления тепловым режимом отражательной печи при огневом рафинировании, который может быть использован на предприятиях никелевой промышленности в плавильных цехах с учетом качества используемого природного газа;
- реализованы в промышленных условиях программные продукты для контроля технологических параметров отражательных печей и управления процессом плавки никеля (свидетельства об официальной регистрации программы для ЭВМ №2020665700 и №2021615658), которые апробированы в условиях действующего производства на типовых отражательных печах АО «Новгородский металлургический завод» и АО «Codelco» в Эквадоре.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Получен акт о внедрении результатов диссертационного исследования от 28.01.2022, подтверждающий внедрение результатов в учебный процесс по направлению подготовки 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет».

Работа соответствует приоритетным направлениям развития Республики Эквадор и может быть внедрена в «Национальный план развития горнодобывающей отрасли на 2020-2030 годы». План организован по 6 направлениям: «Экономическое развитие», «Экологическая и социальная устойчивость», «Исследования и разработки», «Управление и администрация», «Регулирование, контроль и борьба с незаконной добычей полезных ископаемых» и «Положения о контроле». Утвержден Национальной ассамблейей Республики Эквадор, Закон о горной промышленности, статьи 9, 26, 30, 31, 53, 142 и 144.

Работа может быть внедрена в условиях действующего производства на типовых отражательных печах АО «Новгородский металлургический завод» и АО «Codelco» в Эквадоре.

7. Замечания и вопросы по работе

1. В разделе 2.2 излишне подробно даются пояснения некоторым программным продуктам и определения для известных методик моделирования и инструментария.
2. На стр.54,рис.2.15, не понятно представление единицы измерения потребляемой мощности газовой горелки-час/см².Требуется пояснение, каким образом единица мощности горелки, измеряемая в Квт., трансформировалась в час?
3. Необходимо пояснить с точки зрения снижения углеродного следа, как влияет концентрация метана в природном газе, на выделения СО и СО₂ во время плавки?
4. На рис.2.16 приведены результаты выхода металла (%) в зависимости от мощности горелки (прогнозируемые и фактические). Эта зависимость имеет явно выраженный экстремальный характер. Но этот факт никак не комментируется автором, кроме не однозначного утверждения, что КПД печи повышается, при увеличении мощности горелки? Хотелось бы получить ответ на заданный вопрос при защите.
5. Ссылка на рисунок 3.8 некорректна, должен быть 3.7.
6. Рисунки профилей потока (рисунок 3.8) недостаточно отражают влияние концентрации метана. Какой вывод можно сделать?
7. Рисунок 4.1 – это схема автоматизации. Она выполняется по ГОСТ 21.408-2013 и ГОСТ 21.208-2013. Ряд обозначений на ней не соответствуют представленным стандартам.
8. В тексте иногда встречается такое понятие как Big Data. Что имеется ввиду под этим понятием? Если это массив накопленных данных по процессу, то какие параметры в него входят? Где реализуется этот массива данных? На стр.81 и 84 даётся упоминание о связи АСУ ТП и BigData. Хотелось бы

понять, как осуществляется связь нижнего уровня автоматизации ПЛК и информацией от BigData?

9. На стр. 71 п.2 по наименованию «Системы общего цифрового автоматического контроля печи (системный блок цифровой трансформации с блоком BigData)» не ясны функции, реализуемые подсистемой.? Что означает «цифровая трансформация с блоком BigData»?. Ссылка на [73] не корректна.
10. Unity XL Pro – это среда разработки программного обеспечения ПЛК. Каким образом она связана с BigData и цифровым двойником? BigData – массив данных, который физически не разместиться в памяти ПЛК. И центральный процессор, работающий в реальном времени, не предусматривает работу с большими объемами данных? Хотелось бы получить пояснение по данному вопросу.
11. На стр.81, в пункте «Структура и функционирование программного обеспечения», к ПО отнесены аппаратные модули, входящие в соответствующую конфигурацию ПЛК. Но ведь ПО это нечто иное (среда программирования, визуализация, управление данными, драйверы и интерфейсы и т.д.).

8. Заключение по диссертации

Вместе с тем высказанные замечания и имеющиеся вопросы по работе не меняют общей положительной оценки представленного исследования. 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).

Отзыв на диссертацию и автореферат диссертации **Кирос Кабасканго**
Валерия Эстевания обсуждался и был утвержден на заседании кафедры
автоматизации и управления ФГБОУ ВО «Иркутский национальный
исследовательский технический университет». Присутствовало на заседании 14
чел., результаты голосования: «за» – 14, «против» – нет, «воздержались» – нет;
протокол заседания № 17 от «24» мая 2022 года.

Председатель заседания,
заведующий кафедрой автоматизации и управления
ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский
технический университет»,
доктор технических наук, профессор

 Ёлшин Виктор Владимирович

Отзыв подготовил
заведующий кафедрой автоматизации и управления
ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский
технический университет»,

доктор технических наук, профессор

 Ёлшин Виктор Владимирович

Секретарь заседания

Кандидат технических наук, доцент



Лазарева Ольга Викторовна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Иркутский национальный исследовательский технический
университет»

Почтовый адрес: 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

Официальный сайт:<http://www.istu.edu>

E-mail:info@istu.edu

Тел.: 8 (3952) 405-100, 405-009, 405-243

