

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Мартынова Сергея Александровича

на тему: «Повышение эффективности автоматизированного контроля и управления производства металлургического кремния в руднотермических печах», на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (металлургия)

Актуальность темы исследования.

На сегодняшний день единственным промышленным способом получения металлургического кремния является карботермическое восстановление кварцита в руднотермических печах. В России он производится на единственном предприятии – ЗАО «Кремний», в конце 2019 был остановлен завод ООО «Русал Кремний Урал». Причина прекращения работы предприятия явилась нестабильная цена на мировом рынке, вследствие монополизации рынка компаниями из Китая. Тем не менее спрос на металлургический кремний за последние десять лет стабильно рос, примерно на 8-10 % в год, поскольку он является исходным сырьём для химической, металлургической промышленности, кремний используется для производства электроники и солнечных панелей. Повышение эффективности управления производства металлургического кремния

Одним из восстановителей в шихте является древесный уголь, который привозят автотранспортом с влажностью примерно 3-7%. Но поскольку древесный уголь очень гигроскопичен и со временем начинает насыщаться влагой из окружающей среды, влажность может достигать до 15% и выше. Это приводит к дисбалансу углерода в РТП, поскольку загрузка материалов идёт через весовой дозатор, который не учитывает влажность материала. Данная ситуация может привести к снижению выхода кремния, повышения удельного расхода электроэнергии, вплоть до заваривания печи.

Достаточно часто аварийный останов печи связан с обрывом электрода, которые возникают во время перепуска. Существует необходимость контроля отклонения электрода от своего осевого положения.

Изучение вопросов контроля состояния электродов и баланса углерода в реакционной зоне печи для эффективного управления руднотермической печью является актуальной задачей на данный момент.

Научная новизна диссертационной работы.

Главной заслугой автора является разработанный и обоснованный алгоритм управления положением электрода. Этот алгоритм подразумевает расширение функционала существующей АСУТП, добавление на мнемосхему индикатора наличия отклонения электрода от своего осевого положения.

Помимо этого, автором разработан алгоритм адаптивной настройки существующих регуляторов без применения дополнительных управляющих воздействий, который позволяет обеспечить стабильную работу руднотермической печи с изменяющимися технологическими параметрами, такими, например, как влажность и зольность углей.

В диссертационной работе приведен метод математического моделирования распределения температурных полей в гарнисаже и футеровке.

Результаты исследований автора являются новыми для металлургической промышленности.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Результаты диссертационной работы получены на основе анализа и обобщения многочисленных зарубежных и отечественных исследований, которые проводились научно-исследовательскими организациями, промышленными предприятиями, а также на основе промышленного опыта эксплуатации руднотермических печей на металлургических заводах.

Корректность постановки задач исследований, непротиворечивость полученных в работе результатов фундаментальным законам, ранее полученным результатам других авторов и условиям эксплуатации руднотермических печей говорят о достоверности результатов работы.

Практическая значимость диссертационной работы

Рецензируемая работа имеет выраженную практическую направленность.

Наиболее важные достижения работы Мартынова С.А. заключаются в следующем:

- на основе практических данных современных отечественных агрегатов разработан адаптивный алгоритм управления, который позволяет эффективно управлять руднотермической печью при изменяющихся технологических параметрах, таких как влажность и зольность восстановителя, длина электрода, качество кварцосодержащего сырья и т.д. (патент РФ №2612340);
- адаптивный способ настройки регуляторов позволяет снизить удельный расход электроэнергии на 3–5% и повысить производительность руднотермической печи на 5–10%, снизить расход угара электрода;
- реализован программный продукт алгоритма управления положением электродов, позволяющий снизить вероятность их поломки вовремя опуска (свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2017611642), огробоженные в условиях действующего производства.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций в диссертационной работе Мартынова С.А. подтверждается объемом экспериментальных исследований, применением современных методов статистического анализа, сходимостью теоретических и экспериментальных результатов, тестированием системы управления на лабораторных и промышленных архивных данных о протекании технологического процесса плавки получения металлургического кремния.

Апробация работы.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований, изложенные в диссертационной работе Мартынова С.А., докладывались и обсуждались на I Международной научно-практической интердисциплинарной конференции «Фундаментальные и академические прикладные исследования» (Москва, 15 мая 2017 г.); I Международной научно-практической конференции «Творческие и инновационные подходы в образовании, науке и искусстве» (Санкт-Петербург, 13 ноября 2017 г.); Международной научно-технической конференции «Автоматизация» (Сочи, 9-16 сентября 2018 г.); XVI Международном междисциплинарном форуме молодых учёных «Наука, технологии и инновации: тенденции и направления развития» (Москва, 25 марта 2019 г.); Международной научно-практической конференции «International Conference on Advancing Knowledge from Multidisciplinary Perspectives in Science, Engineering & Technology» (Красноярск, 4-6 апреля 2019 год); Международной конференции «Conference on Applied Physics, Information Technologies and Engineering» (APITECH-2019) (Красноярск, 25-27 сентября 2019 г.).

Структура и объем работы.

Диссертация состоит из введения, 4 глав и заключения, изложенных на 115 страницах. Содержит 21 рисунка, 14 таблиц и список литературы из 129 наименований.

Материал диссертационной работы выстроен логично, цели и задачи исследования сформулированы четко. Диссертация Мартынова С.А. написана грамотным техническим языком, текстовая часть поясняется таблицами и графиками, стиль изложения соответствует современному уровню научных работ.

Вопросы и замечания по существу работы:

1. Поскольку система контроля положения электрода – одно из основных защищаемых положений, то следовало бы на рис. 2.1 более подробно изобразить структурную схему системы управления.
2. Показанная математическая модель тепловых процессов (3.10-3.11), записанная в цилиндрической форме, отражает процессы в гарнисаже и футеровке для установки с одним электродом. Входное воздействие на указанный объект – подаваемая на электрод электрическая мощность. Приведенная математическая модель описывает стационарный случай?
3. Насколько универсален программный продукт, возможно ли его без изменений внедрить на других предприятиях или необходимы доработки?
4. В тексте имеются опечатки и стилистические погрешности, например, в формуле 3.18 пропущена скобка, в списках сокращений и условных обозначений внесены не все сокращения.
5. В разделе экономическая эффективность от внедрения АСУ ТП с расширенными возможностями, непонятно, экономический эффект относится к одной печи или ко всему цеху в целом.

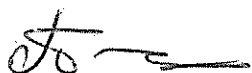
Заключение

Таким образом, диссертация Мартынова Сергея Александровича на тему: «Повышения эффективности автоматизированного контроля и управления производства металлургического кремния в руднотермических печах» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, содержащую достаточно обоснованные результаты исследований, позволяющие рассматривать их как основу для решения актуальной технической задачи. Диссертационная работа содержит необходимый объем новых результатов, имеющих научную новизну и практическую ценность, ее основное содержание полностью отражено в автореферате и опубликованных статьях.

Считаю, что диссертационная работа Мартынова С.А. полностью соответствует требованиям п.2 «Положения о присуждении ученых степеней федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» (утверждено приказом ректора Горного университета от 26.06.2019 №839адм), а ее автор – **Мартынов Сергей Александрович** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (металлургия).

Официальный оппонент,

доктор технических наук, профессор, заведующий
кафедрой систем управления и информационных технологий
институт сервиса, туризма и дизайна (филиал)
федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Северо-Кавказский федеральный университет»
(специальность 05.13.01 – системный анализ,
управление и обработка информации)



Першин Иван Митрофанович

28.08.2020

Я, Першин Иван Митрофанович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и последующую их обработку.



И.М. Першин

Подпись Першина Ивана Митрофановича, доктора технических наук, удостоверяю.

И.о директора института сервиса, туризма и дизайна (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет»



М.В. Мартыненко

М.В. Мартыненко

Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет».

Адрес: 357500 г. Пятигорск, пр. 40 лет Октября, 56

Телефон: 8 (8793) 33-77-69

E-mail: nauka-pf@yandex.ru