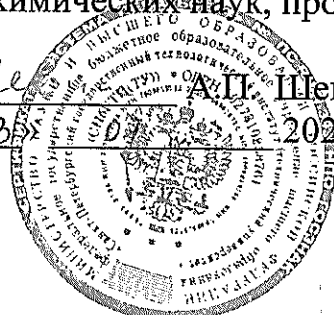


«Утверждаю»
Врио ректора
федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Санкт-Петербургский технологический
институт (технический университет)»
доктор химических наук, профессор

И.П. Шевчик
« 13 » 09 2020 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации – федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский технологический институт (технический университет)» на диссертацию Мартынова Сергея Александровича на тему: «Повышение эффективности автоматизированного контроля и управления производством металлургического кремния в руднотермических печах», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (металлургия)

1 Актуальность темы исследования

Повышение эффективности работы руднотермических печей при получении металлургического кремния в процессе карботермического восстановления кварцита является нерешенной до настоящего времени в полном объеме проблемой и остается одной из актуальных задач в металлургической отрасли.

Одним из подходов для решения этой проблемы является контроль отклонения электродов и влажности восстановителя. Современное развитие

№26-9
от 07.09.2020

цифровых средств сбора и обработки информации открывает новые возможности для расширения использования современных методов контроля состояния электродов и влажности древесного угля.

Поэтому тема исследования Мартынова С.А. весьма актуальна, поскольку затрагивает область создания системы адаптивного управления без дополнительных управляющих воздействий на контур управления.

Выбранная соискателем прикладная задача разработки системы контроля отклонения электродов от своего осевого положения посредством установки лазерных измерителей и системы адаптивной настройки регулятора системы дозирования при вводе дополнительных параметров контроля, особенно актуальна в силу архаичности используемых в настоящее время в отечественной промышленности средств для решения подобных задач.

Актуальность темы диссертационной работы подтверждается и тем, что предложенные Мартыновым С.А. система контроля положения электрода и система адаптивной настройки регулятора при вводе дополнительных параметров контроля могут быть распространены и на другие руднотермические печи.

2 Соответствие диссертационной работы выбранной научной специальности

Содержание диссертационной работы С.А. Мартынова соответствует пунктам 2, 6 и 10 научной специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (металлургия).

Конкретно п.2. «Автоматизация контроля и испытаний» соответствует содержание главы 3 диссертационной работы, п.6. «Научные основы, модели и методы идентификации производственных процессов, комплексов и интегрированных систем управления» соответствует содержание главы 4 диссертационной работы, а п.10. «Методы синтеза специального

математического обеспечения, пакетов прикладных программ и типовых модулей, функциональных и обеспечивающих подсистему АСУТП, АСУП, АСТПП и др.» соответствует содержание глав 3 и 4 диссертационной работы соискателя.

3 Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Представленная к защите диссертация Мартынова С.А. изложена на 115 страницах печатного текста, состоит из введения, 4 глав и заключения. Включает в себя достаточный литературный обзор, подробное описание теоретического и экспериментального исследования вопроса. Применение математического аппарата, реализованного в современном программном комплексе Matlab, и апробированных научных методов исследований, обеспечивает обоснованность полученных результатов.

Используемая соискателем математическая модель руднотермической печи корректна, что подтверждается проверкой ее на архивных данных металлургического завода. Для моделирования теплового состояния руднотермической печи использовался общеизвестный метод конечных разностей. Таким образом, вынесенные на защиту положения обоснованы в тексте диссертационной работы. Сделанные соискателем выводы согласуются с этими положениями.

Диссертация написана технически грамотным языком, автореферат достаточно полно отражает проведенные исследования и полученные результаты. Наличие опубликованных работ по теме исследования (10 печатных работ, в том числе 2 статьи в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени, 3 статьи в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus, получены 1 патент и 1 свидетельство об официальной регистрации программ

для ЭВМ), а также апробация на международных конференциях не оставляют сомнений в достоверности полученных результатов и выводов.

4 Научная новизна защищаемых положений и практическая значимость полученных результатов

Соискателем определена зависимость изменения расстояния от лазерного измерителя до электрода в зависимости от степени отклонения электрода от своего осевого положения. Также определено максимальное отклонение электрода, при котором начинается процесс трещинообразования и механическое разрушение электрода, что позволило оценить вероятность поломки электрода от степени его изгиба.

Предложенный соискателем способ позволяет снизить вероятность поломки электрода, его растрескивания и аварийных остановок технологического процесса посредством введения дополнительных параметров в систему управления.

Соискателем проведено математическое моделирование распределения тепловых полей в зависимости от отклонения от регламентного значения восстановителя, разработан метод адаптивной настройки регулятора, который не требует дополнительных управляющих воздействий на контур управления объект - регулятор, путём вычисления оптимальных настроек регулятора.

Метод, предложенный соискателем, позволяет корректировать настройки регулятора системы дозирования, тем самым компенсируя увеличение влажности шихтовых материалов, что и тем повышает эффективность управления технологическим процессом.

В целом, предложенные соискателем способы позволяют контролировать положение электрода и учитывать изменяющиеся технологические параметры, что стабилизирует электрический режим плавки, тем самым снижая затраты удельного потребления электроэнергии.

Практическая значимость работы соискателя заключается в разработанном методе контроля степени изгиба электрода, который позволяет своевременно сигнализировать оператору о наличии изгиба электрода, что значительно снижает вероятность аварийной остановки вследствие поломки электрода при дополнении к существующим SCADA-системам РТП на предприятии ЗАО «Кремний».

С практической точки зрения способ адаптивной настройки регулятора, учитывающей изменение влажности древесного угля, позволяет уменьшить расход электроэнергии на 3-5% и повысить производительность на 5-10% за счёт стабилизации электрического режима при одновременном контроле электрических и технологических параметров.

Не менее практически значимыми являются и реализованные программные продукты для контроля технологических параметров РТП и управления процессом получения металлургического кремния (патент на изобретение №2612340 и свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2018614175), апробированные в условиях действующего производства.

5 Замечания по диссертации

1) Соискатель излишне много внимания уделяет описанию технологического оборудования (п.1.2).

2) В диссертации рассматривается метод контроля отклонения электрода от своего осевого положения, однако не ясно, может ли он использоваться для других печей металлургической промышленности.

3) При математическом моделировании теплового состояния РТП не учтены тепловые эффекты химических реакций, а именно горение каменного и древесного углей.

4) В названии п. 4.2.2. «Разработка адаптивного регулятора» допущена неточность, следовало написать «Разработка адаптивной системы настройки

регулятора». В этом же разделе не уточнено какие именно возмущения воздействуют на модель объекта управления.

Заключение

Приведенные замечания носят частный характер, не снижают научной и прикладной значимости диссертации Мартынова С.А., которая является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной на современном научно-техническом уровне. Работа имеет теоретическое и практическое значение.

Диссертация полностью соответствует п.2 «Положения о присуждении ученых степеней федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Государственного университета от 26.06.2019 № 839адм, а ее автор **Мартынов Сергей Александрович** заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (металлургия).

Отзыв ведущей организации по диссертационной работе Мартынова Сергея Александровича заслушан и утвержден на заседании кафедры «Автоматизация процессов химической промышленности» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский технологический институт (технический университет)» (протокол № 5 от 10.07.2020 г.).

Заведующий кафедрой «Автоматизация процессов химической промышленности», д-р техн. наук, проф.
Русинов Леон Абрамович

Профессор кафедры «Автоматизация процессов химической промышленности» д-р техн. наук, проф.
Харазов Виктор Григорьевич

Подпись *Русинов Леон Абрамович*;
Харазов Виктор Григорьевич
Начальник отдела кадров *Серебряков В.*



Сведения о ведущей организации:

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

Почтовый адрес: 190013, Россия, Санкт-Петербург, Московский проспект, дом 26

Телефон: +7 (812) 316-46-56

Адрес официального сайта: <http://technolog.edu.ru>

Адрес электронной почты: nich@technolog.edu.ru