

ОТЗЫВ

официального оппонента

Остроуха Андрея Владимировича

на диссертационную работу Хасанова Джасурджона Рустамджоновича
«Эффективное управление мельницей цементного производства в
противоречивых условиях», представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и
управление технологическими процессами и производствами
(промышленность)

1. Актуальность темы исследования

Цементная промышленность является одной из базовых отраслей экономики РФ. Компании, которые занимаются производством цемента, уделяют большое внимание снижению себестоимости производства. Однако производство цемента является весьма энергоёмким процессом, требующим больших удельных затрат электрической энергии в размере 95-110 кВт•ч на тонну произведенного цемента. При этом процесс дробления и измельчения цементного сырья и готового цемента составляет 60 –70% от общей потребляемой электрической энергии. Из них, на стадию измельчения клинкера и других добавок приходится примерно от 40 до 50% общего потребления электроэнергии.

В связи с высокой потребностью в энергии и низкой энергоэффективностью шаровых мельниц в цементной промышленности постоянно ищут новые способы снижения потребления энергии за счет улучшения конструкции мельницы и конфигурации контура управления. Большую роль в повышении энергетической эффективности шаровых мельниц играет автоматизация управления режимными параметрами процесса помола.

Автоматизация управления режимными параметрами процесса помола носит многоуровневый характер. Первый уровень автоматизации составляют контроллеры, на основе которых в режиме реального времени осуществляется контроль и стабилизация текущих значений режимных параметров процесса помола в соответствии с заданными техническими условиями. На верхнем уровне осуществляется технологический контроль эффективности процесса помола и коррекция уставок режимных параметров по критерию минимизации энергоёмкости процесса и обеспечения требуемых качественных показателей.

В настоящее время первый уровень автоматизации достаточно исследован и имеется обширная литература по данному вопросу. Однако автоматизация верхнего уровня, на котором осуществляется оперативное

принятие решений, как правило, ограничивается функциями визуализации и контроля значений режимных параметров. Использование автоматизированных систем поддержки принятия решений в настоящее время разработано недостаточно. Соответственно, рецензируемая работа, направленная на автоматизацию поддержки принятия решений при управлении режимами шаровой мельницы с целью повышении ее эффективности, является актуальной.

2. Структура и содержание диссертации

Диссертация Хасанова Джасурджона Рустамджоновича состоит из введения, четырёх глав, заключения (основных выводов и результатов) и двух приложений. Общий объем диссертации 116 страниц, из них 97 страниц текста, включая 48 рисунка. Библиография включает 135 наименований.

Введение содержит краткую характеристику работы в целом. Дается обоснование актуальности работы и достоверности результатов, содержит сведения об объекте и предмете исследования, методах исследования, формулируется научная новизна, теоретическая и практическая значимость. Также приводится цель и задачи работы, представлена информация по апробации, публикациям и внедрению результатов работы, выделены основные положения, выносимые на защиту.

Первая глава содержит обзор предметной области исследования и проводится анализ публикаций соответствующих результатов научных исследований как в области мировой, так и российской цементной промышленности. Дается обзор современным технологиям, используемым в процессе помола, рассматриваются ключевые факторы управления, связанные с энергоэффективностью производства и качеством цемента. Проведенный обзор литературных источников является достаточно полным. На основе обзора делается вывод об актуальности разработки автоматизированных систем поддержки принятия решений. На основе проведенного анализа формулируется цель и задачи исследования.

Вторая глава содержит авторскую методику применения искусственных нейронных сетей для управления контуром измельчения клинкера в шаровых мельницах замкнутого цикла. В отличие от известных работ в данной области здесь рассматриваются многокритериальные задачи при неопределенности и противоречивости исходных данных.

Рассматривается оригинальная методика регуляризации постановки задачи идентификации характеристик шаровой мельницы с использованием нейронных сетей.

Третья глава содержит описание предлагаемой системы поддержки принятия решений по управлению технологическим процессом измельчения шихты. Представлены уровни АСУ ТП, способ сбора информации о текущих параметрах режимов и методы обработки данных. Приведено описание экранной формы оператора. Экранная форма оператора строится на оригинальном подходе к визуализации текущих значений режимных параметров и технических условий на области их допустимых значений в виде систем взвешенных неравенств. Выбор решений для эффективного управления режимами работы мельницы основывается на выделении максимально совместной взвешенной подсистемы неравенств (текущих технических требований) в диалоговом режиме.

Четвертая глава содержит описание проведенных экспериментальных исследований системы управления замкнутым контуром измельчения. Приведены экспериментальные результаты применения разработанного метода для конкретных производств. С этой целью в качестве источников информации использовались данные эксплуатации и экспериментов с мельницами следующих заводов: ООО «Дюккерхофф Коркино Цемент» и ООО «Цементный завод имени Б. Самадова» г. Исфара.

Заключение содержит основные выводы и результаты по диссертационной работе.

3. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе, их достоверность и обоснованность полученных результатов основаны на корректной обработке исходных экспериментальных данных, численных расчетов и визуализации результатов с использованием пакета прикладных программ MATLAB Neural Fitting (nftool), соответствием результатов расчетов с результатами экспериментальных исследований.

4. Научная новизна

Автором предложен новый метод поддержки принятия решений по оперативному управлению мельницей цементного производства при

неопределенности исходных данных и противоречивых технических требований к процессу помола.

Предложена новая процедура регуляризации постановки задачи идентификации технологического процесса помола при неопределенности данных эксплуатации. Процедура регуляризации состоит в нормализации данных за счет выявления нерегулярных данных и удаления их из обучающей выборки. Кроме того, в алгоритме решения задачи идентификации с помощью нейронной сети с целью регуляризации постановки задачи предложена модификация алгоритма настройки сети с введением дополнительного условия минимизации отклонения текущего решения от принятого номинала.

Предложена новая процедура по оперативному управлению параметрами режимов шаровой мельницы на основе решения систем несовместных взвешенных неравенств (технических требований на параметры режимов).

5. Научная и практическая значимость

Научная значимость результатов диссертационного исследования состоит в том, что разработана интерактивная процедура поддержки принятия решений по многим показателям при противоречивых технических требованиях. Процедура основывается на определении максимально совместных систем взвешенных неравенств, представляющих текущие значения технических требований, предъявляемых к процессу помола.

Практическая ценность диссертационной работы заключается во внедрении результатов исследований на производствах ООО «Цементный завод имени Б. Самадова» г. Исфара и, кроме того, полученные в работе результаты рекомендовано в учебном процессе в лекционных занятиях по курсам «Методы и алгоритмы синтеза автоматических регуляторов», «Автоматизация технологических процессов и производств», «Технические средства автоматизации и управления», «Технология производства строительных материалов», «Средства автоматизации и управления» для бакалавров и магистров специальности 530101–Автоматизация технологических процессов и производств.

6. Оценка содержания диссертации, её завершенность

Содержание и структура диссертации находятся в логическом единстве и соответствуют поставленной цели исследования, критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного алгоритма исследования. Язык и стиль изложения диссертационной работы и автореферата диссертации Хасанова Д.Р. соответствуют требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Материал изложен логично,

грамотно и аргументированно. В тексте диссертации имеются необходимые ссылки на литературные источники.

Автореферат соответствует основным положениям диссертации и отражает её содержание.

7. Основные замечания по диссертационной работе

1. Построение эмпирических зависимостей в работе основано на выделении максимальное совместных подсистем данных при этом используются неравенства с назначенными границами разброса данных. В работе не приводится методика назначения границ данных.

2. Экранная форма принятия решений для оператора перегружены излишними данными, что снижет оперативность принятия решений.

3. Среди показателей не рассмотрен показатель влажности исходного материала, что существенно влияет на эффективность работы мельницы.

Следует отметить, что замечания, высказанные к работе, не носят принципиального характера и не влияют на общую положительную оценку работы и могут рассматриваться как направления дальнейших исследований.

8. Публикации, отражающие основное содержание работы

По теме диссертационной работы опубликованы 6 печатных работ, из них 3 входят в перечень ведущих рецензируемых журналов и изданий в соответствии с требованиями ВАК Минобрнауки РФ, в том числе 2 работ в рецензируемых зарубежных изданиях, индексируемых наукометрической базой Scopus и Web of Science.

9. Заключение

Диссертационная работа **Хасанова Джасурджона Рустамджоновича** является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной на современном научно-техническом уровне, в работе изложены новые научно обоснованные технические решения, связанные с разработкой новых и совершенствовании существующих методов и средств анализа обработки информации, включая математическое и алгоритмическое обеспечение.

Тема и содержание диссертационного исследования **Хасанова Джасурджона Рустамджоновича** «Эффективное управление мельницей цементного производства в противоречивых условиях» соответствует

паспорту специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность) по пункту 4 – «Теоретические основы и методы математического моделирования организационно-технологических систем и комплексов, функциональных задач и объектов управления и их алгоритмизация», п.15 – «Теоретические основы, методы и алгоритмы интеллектуализации решения прикладных задач при построении АСУ широкого назначения (АСУТП, АСУП, АСПП и др.)» По своей актуальности, научной новизне, объёму выполненных исследований и практической значимости полученных результатов, представленная работа соответствует критериям раздела 2 «Положения о порядке присуждения учёных степеней» (пункты 9, 10, 1, 14), утверждённого постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор **Хасанов Джасурджон Рустамджонович** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность).

Доктор технических наук по специальности
05.13.06 Автоматизация и управление технологическими процессами и
производствами (по отраслям), профессор, профессор кафедры
«Автоматизированные системы управления» ФГБОУ ВО
«Московский автомобильно-дорожный государственный
технический университет (МАДИ)»

А.В. Остроух

Я, Остроух Андрей Владимирович, согласен на автоматизированную обработку персональных данных, приведенных в этом документе

Подпись Остроуха Андрея Владимировича заверяю.
Ученый секретарь Ученого Совета МАДИ,
Кандидат технических наук, доцент



С.В. Зайцев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет» (МАДИ),

Адрес: 125319, Российская Федерация, г.

Москва, Ленинградский проспект, д. 64

Тел. +7 985 928 6908

e-mail: ostroukh@mail.ru