

Отзыв

на автореферат диссертации Закамалдина Андрея Андреевича
**«Оптимальное управление процессом измельчения в шаровой
мельнице с применением прогнозирующей модели»**, представленной на
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и
производствами»

Диссертационная работа Закамалдина Андрея Андреевича посвящена развитию систем автоматического управления процессом измельчения в шаровых мельницах. В работе рассматривается решение известной актуальной проблемы оптимального управления заполнением мельницы материалом методами системного моделирования, управления с прогнозирующей моделью и наблюдателями возмущений, а также методики программирования ПЛК на языках МЭК 61131-3. Результат успешного решения подобных научно-практических задач обычно представлен библиотекой ПЛК включающий: математическую модель объекта управления, функциональные блоки и алгоритмы на языке блок-схем. Такие библиотеки реализуемы на типовых промышленных ПЛК, удовлетворяющих предъявленным в работе системным требованиям, что существенно расширяет область применения. Таким образом, *решение проблемы*, рассматриваемой в диссертации, *имеет актуальность* и может быть применено на горно-обогатительных фабриках в системах АСУТП с целью повысить эффективность производства.

Во второй главе предложен метод построения системной модели процесса измельчения с применением нейросетевой модели вибрации мельницы совместно с вероятностной моделью гранулометрического состава и методики вычисления объемного заполнения мельницы материалом, включающей, на мой взгляд, справедливые упрощения. Тесты моделей проведены методами имитационного моделирования, результаты которых сравниваются с данными, снятыми с реального промышленного объекта-прототипа. Совместное использование различных методов при построении модели мельницы для получения качественных знаний о технологическом процессе, количественного анализа динамических характеристик объекта *имеет признаки научной новизны*.

В третьей главе рассмотрен синтез новой системы автоматического регулирования плотности и уровня в зумпфе слива мельницы, где в

качестве альтернативы каскадному ПИД-регулированию применен подход многопараметрического и адаптивного управления с прогнозирующей моделью (МРС). Получены переходные процессы по каналам управления и возмущения для пяти стратегий управления, выбранных с учетом существующих мировых практик. Выполнен анализ, на основании которого стратегии с многопараметрическим МРС показали лучшее качество регулирования. Чтобы решить проблему управления в режиме функциональной неустойчивости мельницы предложено оригинальное решение – введение в САУ виртуального анализатора веса материала внутри мельницы, который оперативно оценивает степень перегруза мельницы и своевременно корректирует ограничения для основного МРС контура стабилизации вибрации мельницы. Показано, что использование новой САУ обеспечивает устойчивую работу и повышение эффективности. В этой главе также присутствуют оригинальные технические решения, обладающие новизной в задачах реализации предложенного регулятора с прогнозирующей моделью на ПЛК.

Достоверность полученных результатов подтверждена результатами экспериментальных исследований на экспериментальном стенде, компьютерным моделированием и тестированием системы управления на данных, снятых с промышленного объекта.

Замечания к автореферату:

1. Встречаются оформительские неточности. На рисунке 5 автореферата кривой с названием «NARX2» нет, хотя в подрисуночной подписи обозначение имеется.

2. Не приведены более обстоятельные обоснования допущения о том, что концентрации всех размерных фракций равномерно распределены по объему материала в мельнице (стр. 9).

3. Нейросети уже использовались в других работах по моделированию измельчения и управлению мельницей, не указано что нового в данной работе и чем отличается от других.

Приведенные замечания не влияют на общую положительную оценку работы. Представленная диссертационная работа Закамалдина Андрея Андреевича «Оптимальное управление процессом измельчения в шаровой мельнице с применением прогнозирующей модели», является завершённой научно-квалификационной работой и по своей актуальности, научной новизне, объёму выполненных исследований и практической значимости полученных результатов соответствует п. 9 «Положения о

порядке присуждения ученых степеней». Автор Закамалдин Андрей Андреевич заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».

Директор по обогащению углей
ООО «Горный институт по проектированию предприятий угольной промышленности»,
кандидат технических наук

15.11.2022. Г.П. Сазыкин

Геннадий Петрович Сазыкин

подпись, дата

Контактные данные:

ООО «Горный институт по проектированию предприятий угольной промышленности»

Почтовый адрес: 630015, г. Новосибирск, ул. Трикотажная, д.41А, офис 1

Тел.: 8(383)363-39-10

E-mail: mail@giprougol.ru

Подпись Г.П. Сазыкина заверяю

Заместитель директора по кадрам ООО «Горный институт по проектированию предприятий угольной промышленности»,

Наталья Николаевна Боброва



Боброва