

О Т З Ы В

официального оппонента, кандидата технических наук, доцента Ремизовой Ольги Александровны на диссертацию Чан Дык Хиеу на тему: «Цифровые автоматизированные системы для литья и прокатки алюминиевых сплавов», представленную на соискание ученой степени кандидата экономических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

1. Актуальность темы диссертации

Актуальность диссертационной работы Чан Дык Хиеу определяется необходимостью повышения управляемости совмещенного процесса литья и прокатки алюминиевых сплавов, в котором качество заготовки формируется при одновременном протекании теплопереноса, кристаллизации и деформации металла. В таких условиях даже незначительные отклонения температуры расплава, режима охлаждения, скорости литья или химического состава могут приводить к нарушению стабильности процесса и ухудшению структуры прокатной заготовки.

С научно-технической точки зрения особую значимость имеет то, что рассматриваемый объект управления характеризуется нелинейностью, запаздыванием сигналов и изменением теплофизических свойств сплава в зоне фазового перехода. Поэтому традиционные подходы к регулированию, основанные на статических зависимостях и локальном контроле отдельных параметров, не позволяют в полной мере обеспечить требуемую точность и воспроизводимость технологического режима.

В связи с этим разработка цифровой автоматизированной системы, включающей математическую модель температурного режима, дополнительные средства контроля и алгоритмы прогнозирующего управления, является обоснованной и практически востребованной. Выбранная тема соответствует современным задачам цифровизации металлургического производства и профилю специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

2. Научная новизна диссертации

Научная новизна работы заключается в разработке и интеграции цифровых методов контроля и управления процессом совмещённого литья и прокатки алюминиевых сплавов с учётом динамических тепловых процессов и химического состава расплава. Впервые в работе реализованы следующие достижения:

1. разработаны нестационарные режимы теплопереноса с учётом скрытой теплоты кристаллизации, температурной зависимости теплофизических свойств и фазовых переходов;
2. определены критические зоны температурных градиентов в контакте «расплав–валки-кристаллизаторы», влияющие на равномерность затвердевания и качество поверхности, и разработал методы оперативного контроля с минимальной задержкой;

ОТЗЫВ

ВХ. № 9. 439 от 03.09.26
АУ УС

3. реализована цифровая платформа АСУ ТП с модулями мониторинга, оптимизации и управления, обеспечивающая интеграцию данных о температуре и составе сплава и переход от локального к прогнозирующему управлению технологическим процессом;

4. согласован контроль химического состава алюминиевых сплавов системы Al–Fe–Si–Mn с температурным режимом процесса, что обеспечивает формирование мелкозернистой структуры и улучшение механических свойств заготовки.

Данные достижения создают научно-техническую основу для модернизации АСУ ТП при бесслитковой прокатке и расширяют существующие подходы к автоматизации и цифровому управлению металлургическими технологическими процессами.

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

Научные положения и рекомендации диссертации обоснованы комплексом теоретических, вычислительных и экспериментальных исследований. Автор применял математическое моделирование нестационарного теплопереноса, учитывал фазовые превращения и изменение теплофизических свойств алюминиевых сплавов, а также влияние химического состава на структуру и механические свойства заготовки.

Достоверность выводов подтверждается сопоставлением расчётных данных с результатами промышленного эксперимента, измерениями термопар в ключевых точках зоны контакта расплава и валков, а также апробацией разработанных алгоритмов и программных модулей в условиях реального производства. Используемые методы – системный анализ, численные эксперименты и контроль технологических параметров – полностью соответствуют современным требованиям инженерного анализа и позволяют считать предложенные решения применимыми для настройки цифровой системы управления и обеспечения стабильного качества прокатной заготовки.

Таким образом, выводы и рекомендации диссертации логически последовательны, методически обоснованы и подтверждены практическими данными, что обеспечивает их высокую научную и инженерную ценность.

4. Научные результаты, их ценность

Ценность полученных научных результатов заключается в разработке и экспериментальном обосновании цифровой автоматизированной системы управления совмещенным процессом литья и прокатки алюминиевых сплавов, обеспечивающей оптимальный температурный режим и контроль химического состава сплава. Автором доказано, что применение предложенной модели и алгоритмов прогнозного управления позволяет не только стабилизировать температурные поля и обеспечить равномерность кристаллизации, но и повысить механические свойства готовой прокатной заготовки, снизив вероятность дефектов и брака. Практическая эффективность разработанных решений подтверждена экспериментальными измерениями температуры, апробацией программного обеспечения в

реальных производственных условиях на промышленных агрегатах и интеграцией в существующие АСУ ТП.

Результаты диссертационной работы отражены в 8 печатных работах, включая 3 статьи в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), 2 статьи в издании, входящем в международную базу данных и систему цитирования, а также подтверждены 2 свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ, что подтверждает новизну и прикладную значимость предложенных технических решений.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Теоретическая значимость:

Работа уточняет представления о нестационарных тепловых процессах при бесслитковой прокатке алюминиевых сплавов, устанавливает взаимосвязь температурного поля, свойств сплава и режимов охлаждения. Математическая модель учитывает фазовые превращения, скрытую теплоту кристаллизации и инерционность теплового объекта, что расширяет теоретические основы прогнозного управления сложными технологическими процессами металлургического производства.

Практическая значимость:

Предложенные алгоритмы и программный модуль позволяют:

1. управлять температурным режимом и химическим составом сплава в реальном времени;
2. выбирать оптимальные места установки датчиков и корректировать режимы литья и прокатки;
3. повысить стабильность структуры, механические свойства и качество листовой заготовки;
4. интегрировать цифровую модель в существующие АСУ ТП для автоматического контроля и поддержки оператора.

Апробация разработанных решений на промышленных предприятиях во Вьетнаме и России подтверждает их эффективность. Материалы диссертации могут использоваться для подготовки специалистов в области автоматизации металлургических процессов и цифрового моделирования технологических систем.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты диссертации целесообразно применять на предприятиях алюминиевой промышленности, использующих совмещённый процесс литья и прокатки, а также при модернизации действующих АСУ ТП. Внедрение цифровых моделей и алгоритмов прогнозирующего управления позволит повысить точность контроля температурного режима, своевременно корректировать химический состав сплава и стабилизировать микроструктуру

листовой заготовки.

Разработанные математические модели и программные модули могут быть использованы при проектировании новых агрегатов и реконструкции существующих линий, включая оптимизацию расположения датчиков, настройку режимов подачи расплава и охлаждения валков, а также интеграцию с SCADA-системами.

Научные положения работы могут быть внедрены исследовательскими организациями и образовательными учреждениями для моделирования тепловых процессов, разработки предиктивных систем управления и подготовки специалистов в области автоматизации металлургических процессов и цифрового моделирования. Практическая ориентация результатов делает их применимыми как для российских предприятий, так и для производственных площадок Вьетнама.

7. Замечания и вопросы по работе

В целом, диссертационная работа выполнена на высоком научно-техническом уровне, демонстрирует глубокое понимание темы и системный подход к исследованию. Тем не менее, с целью повышения полноты и практической применимости материала целесообразно отметить следующие моменты:

1. Автор указывает, что расхождение между расчетными и экспериментальными данными не превышает 5%. Однако в таблице 2.1 для ключевых точек (например, температура валков в точке кристаллизации) приведены диапазоны температур, а не конкретные значения. Какой статистический критерий использовался для оценки точности, и по скольким экспериментам проводилась верификация? Насколько эти результаты в промышленных условиях?;

2. В математической модели (Глава 2.2) вводятся эффективные теплоемкость и теплопроводность, зависящие от температуры и доли твердой фазы. Будут ли эти зависимости неизменными для сплавов разных марок, или предусмотрен механизм их адаптации в системе управления?;

3. в разделе 3 при описании структурно-функциональной схемы системы управления стоит указать ключевые контрольные показатели качества (точность, робастность, энергоэффективность) с конкретными диапазонами, что усилит инженерную применимость исследования.

4. В блок-схеме алгоритма (рисунок 4.3) присутствует блок «Экспресс-анализ состава». С какой периодичностью и с помощью какого оборудования он проводится? Каково время получения результата, и как оно соотносится с динамикой процесса (запаздыванием)?;

5. экономическая оценка внедрения системы могла бы быть представлена более наглядно в виде краткого описания основных затрат и преимуществ;

Несмотря на приведённые выше замечания, они носят уточняющий и рекомендательный характер и не снижают научной новизны, достоверности и практической значимости диссертационной работы. Все выводы и рекомендации автора остаются полностью

обоснованными, а выявленные моменты могут быть учтены для дальнейшего развития исследований и повышения практической применимости предложенных решений.

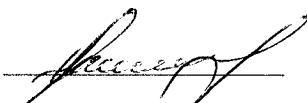
8. Заключение по диссертации

Диссертация Чан Дык Хиеу «Цифровые автоматизированные системы для литья и прокатки алюминиевых сплавов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета императрицы Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор, Чан Дык Хиеу, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Официальный оппонент

доцент кафедры автоматизации процессов химической промышленности, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)»

к.т.н., доцент



Ремизова Ольга Александровна

02.09.2026 г.

Подпись кандидата технических наук, доцента кафедры автоматизации процессов химической промышленности, федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)» Ремизовой Ольги Александровны заверяю



Личная печать оппонента заверена в
Шифре 918

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

Почтовый адрес: 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, 24-26/49 литера А.

Официальный сайт в сети Интернет: <https://spbti.ru/>

эл. почта: remizova-oa@yandex.ru телефон: +7 921-993-39-41