

О Т З Ы В

**официального оппонента, доктора технических наук, профессора
Першина Ивана Митрофановича на диссертацию Чан Дык Хиеу на тему: «Цифровые
автоматизированные системы для литья и прокатки алюминиевых сплавов»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и
производствами**

1. Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа Чан Дык Хиеу посвящена созданию цифровых автоматизированных систем управления совмещенным процессом литья и прокатки алюминиевых сплавов. Актуальность исследования определяется необходимостью повышения стабильности технологического процесса, обеспечения высокой точности температурного режима и контроля химического состава сплава, что напрямую влияет на качество микроструктуры и механические свойства листовой заготовки. С учетом высокой скорости кристаллизации, инерционности теплообмена и ограниченного времени управляющих воздействий внедрение цифровой платформы с дополнительными точками контроля и прогнозирующими алгоритмами является своевременной и практически значимой задачей

2. Научная новизна диссертации

Научная новизна работы заключается в интеграции цифровой математической модели контроля температурного режима и химического состава, что позволяет прогнозировать оптимальные управляющие воздействия, учитывать инерционность теплового объекта и задержку сигналов. Впервые определены критические зоны температурных градиентов и их влияние на равномерность затвердевания, предложена структура цифровой платформы с модулями мониторинга, оптимизации и управления, обеспечивающая переход от локального контроля отдельных параметров к комплексной системе управления технологическим процессом.

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

Степень обоснованности и достоверности научных положений диссертационной работы подтверждается логичной постановкой цели и задач исследования, последовательным анализом существующих технологий бесслитковой прокатки алюминиевых сплавов и применением современных методов теоретического анализа, математического моделирования и численного эксперимента.

Обоснованность выводов обеспечивается тем, что они непосредственно следуют из результатов разработанной математической модели температурного режима, учитывающей нестационарную теплопроводность, скрытую теплоту кристаллизации, изменение теплофизических свойств сплава, а также контактный и конвективный теплообмен в системе «расплав – валки-кристаллизаторы».

Достоверность полученных результатов подтверждается сопоставлением расчетных данных с экспериментальными измерениями, выполненными с применением термопар, а также промышленной апробацией разработанных алгоритмов и программных модулей. Полученные расхождения находятся в допустимых пределах, что подтверждает корректность предложенной модели.

Сформулированные рекомендации по применению результатов работы являются обоснованными, поскольку опираются на расчетные и экспериментальные данные, учитывают реальные условия работы агрегатов бесслитковой прокатки и могут быть использованы для инженерного анализа, выбора технологических режимов и настройки действующих АСУ ТП.

4. Научные результаты, их ценность

Научные результаты диссертационного исследования представлены на 134 страницах машинописного текста. Диссертация состоит из оглавления, введения, 4 глав с выводами по каждой из них, заключения, списка литературы, 3-х приложений, содержит 27 рисунков и 9 таблиц. Список литературы включает 121 наименование.

По теме диссертации опубликовано 8 печатных работ, в том числе в 3 статьях – 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), в 2 статьях – в издании, входящем в международную базу данных и систему цитирования. Получены 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Диссертационное исследование Чан Дык Хиеу содержит комплекс теоретических, экспериментальных и прикладных результатов, направленных на повышение эффективности совмещенного процесса литья и прокатки алюминиевых сплавов. Основные научные результаты включают:

- 1) проведен детальный анализ существующих технологий и АСУ ТП при производстве листовой заготовки. Выявлены ограничения традиционных схем – отсутствие интегрированного

контроля температурного режима и химического состава, низкая адаптивность при динамических изменениях процесса;

2) разработана цифровая математическая модель нестационарного теплопереноса в системе «расплав – валки-кристаллизаторы», учитывающая фазовые переходы, скрытую теплоту кристаллизации и вариацию теплофизических свойств сплава. Модель выявила критические зоны температурных градиентов, влияющие на равномерность кристаллизации и качество поверхности заготовки;

3) создан алгоритм прогнозного управления температурным режимом и соответствующее программное обеспечение (свидетельства о государственной регистрации №2025689974 и №2025613075), обеспечивающее автоматическую корректировку технологических параметров и интеграцию с АСУ ТП;

4) разработаны методы контроля и корректировки химического состава сплавов системы Al–Fe–Si–Mn, что обеспечивает формирование мелкозернистой структуры и повышение механических свойств заготовки. Программные решения апробированы в производственных условиях, подтверждая их практическую применимость.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Теоретическая значимость диссертации заключается в развитии понимания нестационарных тепловых процессов при бесслитковой прокатке алюминиевых сплавов и уточнении взаимосвязей между температурой зоны кристаллизации, свойствами сплава, режимами охлаждения и качеством заготовки. Математическая модель учитывает скрытую теплоту кристаллизации, изменения теплофизических свойств в двухфазной области, контактный и конвективный теплообмен, а также влияние запаздывания сигналов, что дополняет теоретические основы автоматизированного управления сложными технологическими объектами.

Практическая значимость исследования определяется возможностью применения разработанных алгоритмов и программного модуля для модернизации действующих АСУ ТП агрегатов бесслитковой прокатки. Решения могут использоваться при выборе точек установки датчиков, настройке режимов охлаждения, корректировке параметров литья, контроле химического состава и построении программной поддержки оператора. Апробация в производственных условиях подтверждает их применимость как в расчетной модели, так и в реальном технологическом процессе, а материалы диссертации могут быть использованы для

подготовки специалистов в области автоматизации металлургического производства и цифрового моделирования.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты диссертации целесообразно использовать на предприятиях алюминиевой промышленности, осуществляющих производство листовых заготовок, полосы и фольги методом совмещенного литья и прокатки. Наибольший практический эффект может быть получен при модернизации участков, где существующие системы управления не обеспечивают достаточной точности контроля температурного режима и раннего обнаружения отклонений.

Разработанные математические модели и алгоритмы могут быть рекомендованы для проектирования новых и реконструкции действующих агрегатов бесслитковой прокатки, разработки цифровых модулей прогнозирования, настройки технологических регламентов охлаждения и организации оперативного контроля химического состава алюминиевых сплавов.

Научные положения работы могут быть использованы исследовательскими организациями и высшими учебными заведениями при выполнении работ по цифровизации металлургических процессов, моделированию теплопереноса, созданию систем предиктивного управления и автоматизированного контроля качества полуфабрикатов. Практическая ориентация результатов делает их значимыми как для российских предприятий, так и для производственных площадок Вьетнама.

7. Замечания и вопросы по работе

Диссертационная работа в целом производит положительное впечатление, однако к ее содержанию можно высказать следующие краткие замечания и вопросы:

1. В работе желательно точнее обозначить границы применимости разработанной модели для алюминиевых сплавов других серий. Вопрос: какие параметры модели требуют первоочередной перенастройки при переходе от сплавов 8xxx к сплавам с иным интервалом кристаллизации?

2. Как система получает данные от датчиков в процессе работы? Что делает система, если данные от датчиков временно отсутствуют?

3. Как система реагирует на резкие изменения технологических параметров? Как обеспечивается точность модели при изменении условий технологического процесса?

Указанные замечания и вопросы имеют уточняющий характер, не снижают научной новизны, достоверности и практической значимости диссертационной работы и могут быть учтены автором в дальнейших исследованиях.

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-

профессор кафедры систем управления и информационных технологий
Пятигорского института (филиала) федерального государственного
автономного образовательного учреждения высшего образования «Северо -
Кавказский федеральный университет», доктор технических наук, профессор

Першин Иван Митрофанович

15.07.2026₂

Подпись Першина Ивана Митрофановича оппонента заверяю

Директор В.А. Фурсов



Пятигорский институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северо Кавказский федеральный университет»

Почтовый адрес: 357500, Ставропольский край, г. Пятигорск, ул. Ермолова, 46

Официальный сайт в сети Интернет: <https://pf.ncfu.ru/filial/fakultety/fitg/shkola-inzhenerii/ksuit/>

Телефон: +7 (918) 790-36-19. Электронная почта: ivmp@yandex.ru