

## ОТЗЫВ

научного руководителя 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

Чан Дык Хиеу в 2023 году окончил федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Михайловская военная артиллерийская академия» с присуждением квалификации инженер (специалист) по специальности 13.05.02 Специальные электромеханические системы.

В 2023 году поступил в очную аспирантуру на кафедру автоматизации технологических процессов и производств по специальности 2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

За период обучения в аспирантуре Чан Дык Хиеу своевременно сдал кандидатские экзамены на оценку «отлично» и проявил себя квалифицированным специалистом, способным самостоятельно планировать и проводить экспериментальные исследования. Принимал активное участие в Международных и всероссийских научно-практических конференциях: Международная научная конференция «Фундаментальные и прикладные исследования в науке и образовании» (г. Санкт-Петербург, 07 июня 2024 г.); VI Международная научная конференция «Теория и методика фундаментальных и прикладных научных исследований» (г. Санкт-Петербург, 15 ноября 2024 г.); Международного семинара, посвященного 300-летию Российской академии наук и 145-летию со дня рождения профессора Горного института Веймарна Петра Петровича «Нанозифика и наноматериалы» (г. Санкт-Петербург, 20-21 ноября 2024 г.); XX Всероссийская конференция-конкурс студентов и аспирантов «Актуальные проблемы недропользования» (г. Санкт-Петербург, 01-07 декабря 2024 г.); Конкурс научных работ обучающихся «Моя специальность» (г. Санкт-Петербург, 15-17 октября 2025.).

В диссертации Чан Дык Хиеу решается задача повышения эффективности и устойчивости совмещенного процесса литья и бесслитковой прокатки высоколегированных алюминиевых сплавов за счет внедрения цифровых методов автоматизированного контроля и управления ключевыми технологическими параметрами – прежде всего температурным режимом в системе «расплав – валки-кристаллизаторы», а также согласованного контроля химического состава сплавов в ходе производства.

В период обучения в аспирантуре соискателем выполнен необходимый комплекс теоретических и экспериментальных исследований, позволивший обосновать математическую модель нестационарного теплопереноса с учетом фазовых превращений и скрытой теплоты кристаллизации, определить критические зоны температурных градиентов и разработать алгоритм прогнозирующего (предиктивного) управления, обеспечивающий автоматическую корректировку режимов (скорости вращения валков, интенсивности охлаждения и др.) в пределах допустимых отклонений. Предложенные программно-алгоритмические решения реализованы в виде программных модулей и апробированы в промышленных условиях на линии бесслитковой прокатки алюминиевых сплавов предприятия, что подтвердило их практическую значимость для снижения доли

брака, повышения стабильности качества прокатной заготовки и улучшения технико-экономических показателей производства.

Основные научные результаты, выносимыми на защиту:

1. Управление температурным режимом процесса бесслитковой прокатки алюминиевых сплавов по цифровой математической модели обеспечивает автоматическую корректировку технологических параметров с минимальным запаздыванием в пределах допустимых отклонений 3-5% во время получения листовой заготовки процесса.

2. Контроль и корректировка химического состава сплавов системы Al-Fe-Si-Mn на всех стадиях производства с учетом отклонения температурного режима и параметров литья и прокатки формирует равномерную мелкозернистую структуру и повышает механические свойства листовой заготовки на 10–12%.

Основное содержание диссертации полностью соответствует защищаемым положениям. Все этапы исследований выполнены в соответствии с утвержденным планом.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 8 печатных работах, 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 изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus; получено 2 свидетельства государственной регистрации на программы для ЭВМ.

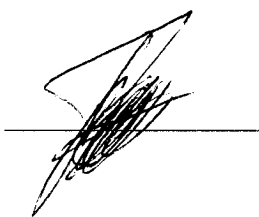
Диссертация Чан Дык Хиеу посвящена актуальной задаче повышения эффективности и качества производства листовых заготовок из высоколегированных алюминиевых сплавов при совмещенном процессе литья и бесслитковой прокатки. Актуальность обусловлена тем, что переход к бесслитковой прокатке позволяет существенно снизить материальные и энергетические потери по сравнению с классическими технологиями из слитка, однако требует принципиально более стабильного и точного автоматизированного управления, прежде всего температурным режимом в зоне «расплав – валки-кристаллизаторы», а также согласованного контроля химического состава расплава на всех стадиях процесса.

В диссертационной работе научно обоснованы нестационарные режимы теплопереноса с учетом скрытой теплоты кристаллизации заготовки с получением нелинейных зависимостей теплопроводности и теплоемкости от температуры на основе цифровой математической модели теплового состояния системы «расплав – валки-кристаллизаторы». Для достоверности цифровой платформы АСУ ТП определены критические зоны значений температурных градиентов в области контакта «расплав – валки-кристаллизаторы», оказывающие наибольшее влияние на равномерность затвердевания и качество поверхности листовой заготовки. Доказано, что цифровая модель контроля температурного режима процесса бесслитковой прокатки базируется на данных нестационарном теплопереносе в зоне кристаллизации и обеспечивает формирование оптимальных управляющих воздействий в заданном горизонте прогнозирования с учетом запаздывания сигнала отклонения. Контроль химического состава при согласовании с температурным режимом литья и прокатки высоколегированных алюминиевых сплавов при управляющем воздействии на систему управления обеспечивает равномерную мелкозернистую структуру листовой заготовки и улучшение механических свойств листовых заготовок.

Достоверность результатов подтверждается применением методов математического моделирования и численного эксперимента, а также экспериментальной проверкой в производственных условиях. Разработанные программно-алгоритмические решения реализованы в виде программных модулей (получены свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ) и внедрены/апробированы на линии бесслитковой прокатки алюминиевых сплавов металлургического предприятия, что подтверждает практическую значимость работы для снижения доли брака, повышения стабильности качества и общей производственной эффективности. Результаты исследования опубликованы в научных работах, включая статьи в изданиях из перечня ВАК и в базе Scopus.

Диссертация «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, соответствует требованиям ВАК Минобрнауки России и раздела 2 «Положения о присуждения учебных степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, утвержденного приказом ректора Горного университета 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.

Научный руководитель, д.т.н., профессор,  
заведующий кафедрой металлургии  
федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»

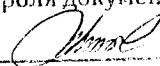


Бажин Владимир Юрьевич

199106, г. Санкт-Петербург,  
Васильевский остров, 21 линия, д.2  
Телефон: +7 812 32884 76  
e-mail: bazhin\_vyu@pers.spmi.ru



Подпись \_\_\_\_\_  
завещаю:  
Начальник управления делопроизводства  
и контроля документооборота



Е.Р. Яковлева

15.06.2026