



**МИСИС**  
УНИВЕРСИТЕТ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСИС»  
(НИТУ МИСИС)»**

Ленинский проспект, 4, стр.1, Москва, 119049  
Тел. (495)955-00-32; Факс: (499)236-21-05

http://www.misis.ru

E-mail: kancela@misis.ru

ОКПО 02066500 ОГРН 1027739439749

ИНН/КПП 7706019535/ 770601001

№

На №

Отзыв ведущей организации

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке и инновациям,  
д.т.н., профессор



М.Р. Филонов

24.04.2026 г.

## ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Кондратьева Никиты Андреевича на тему  
«Разработка научно-технологических основ изготовления листового проката  
толщиной

5-15 мм из высокопрочной хладостойкой стали с пределом текучести не менее  
460 МПа для морской техники», представленную на соискание учёной степени  
кандидата технических наук по специальности 2.6.1. «Металловедение и  
термическая обработка металлов и сплавов»

### Актуальность темы исследования

Актуальность диссертационной работы обусловлена возрастающей  
потребностью отечественного судостроения, краностроения, энергетического и  
строительного комплексов в высокопрочном листовом прокате малых толщин,  
а также задачами импортозамещения зарубежных поставок (в том числе сталей  
марок S600MC, S700MC, S700E (S690QL) шведской компании SSAB) и  
создания производства судосталей для работы при низких температурах на  
российских предприятиях. Автор указывает на отсутствие в России  
промышленного производства листового проката толщиной 5–7,5 мм из  
судостроительных сталей уровня прочности более 460 МПа на непрерывных  
широкополосных станах горячей прокатки и на ограничения существующих  
технологий, реализуемых на реверсивных станах.

НИЦ «Курчатовский институт» «НИИММ-Плмхметей»	
Вх. № 1110/01-8815710	№
«30» 04 2026 г.	подп.
Осн. 4 л.	
Прил. — л.	

## Структура и содержание работы

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы из 186 источников и приложений; основное содержание изложено на 226 страницах машинописного текста, включая 104 рисунка и 42 таблицы. Диссертация и автореферат выстроены логично, изложены грамотным научным языком. Текст автореферата излагает основные результаты диссертационного исследования. В диссертации есть ссылки на работы, выполненные в соавторстве.

Во введении рассмотрены основные проблемы, возникающие при производстве листового проката толщиной 5-15 мм, обоснована актуальность темы, сформулированы цели и задачи исследования.

В первой главе диссертации представлен литературный обзор, в котором на основании опубликованных данных проведен анализ российских и зарубежных производителей листового проката толщиной от 5 до 15 мм уровня прочности 460 МПа и выше. Рассмотрено современное оборудование для производства листового проката небольших толщин, а также методы борьбы с дефектами формы рулонного проката. Выполнен анализ российского и зарубежного опыта производства сталей класса прочности от 460 до 690 МПа на основании литературных данных и патентных исследований. Проведен анализ влияния технологических параметров на структуру и свойства листового проката. Результаты выполненного анализа послужили основанием для постановки цели работы и задач исследования.

Во второй главе диссертации приведены методики проведения структурных исследований, изучения фазовых превращений, динамической рекристаллизации, а также механических испытаний лабораторных образцов листового проката. Объектами исследования являлись низкоуглеродистые низколегированная и легированная судостроительные стали марок 07Г2НФБ и 09ХН2МД(Ф)Б

В третьей главе диссертации разработаны требования к листовому прокату толщиной 5-15 мм разного уровня прочности. Изучены фазовые

превращения и формирование структуры при изменении ключевых технологических параметров (при имитационном моделировании однократной горячей пластической деформации на dilatометре с возможностью сжатия).

**В четвертой главе диссертации** изложены результаты имитационного моделирования на пластометре «Gleeble-3800» всего цикла производства листового проката толщиной от 5 до 15 мм, соответствующего термомеханической обработке на непрерывном стане горячей прокатки с ускоренным охлаждением и последующим замедленным охлаждением, характерным для остывания рулона.

**В пятой главе диссертации** представлены результаты изготовления опытных образцов листового проката толщиной 5-15 мм на лабораторных станах «Дуо-600» и «Кварто-800» по режимам имитационного моделирования, а также в промышленных условиях для листового проката толщиной 8-15 мм по технологии закалки с отпуском, результаты определения механических свойств, технологичности и оценки характеристик работоспособности (серийные кривые, в том числе после механического старения, склонности к коррозионному растрескиванию). Представлены рекомендации для адаптации технологических режимов к промышленному производству листового проката на непрерывных станах.

### **Научная новизна**

На основе полученных в работе результатов можно выделить следующие положения научной новизны:

1. Установлена возможность получения листового проката толщиной 5 мм уровня прочности 460 – 690 МПа из стали 07Г2НФБ и обосновано применение стали 09ХН2МДБ для обеспечения прочности 500 – 690 МПа при увеличении толщины до 7 мм и выше.

2. Выявлено влияния высокоскоростной горячей деформации (до 10 с<sup>-1</sup>) на кинетику фазовых превращений и морфологию бейнитных структур в сталях 07Г2НФБ и 09ХН2МД(Ф)Б, включая сравнительный анализ роли микролегирования ванадием и ниобием.

3. Обосновано ограничение потенциала динамической рекристаллизации для измельчения аустенита в реальных условиях непрерывной прокатки листов малой толщины: показано, что однократная деформация 26 – 34 % обеспечивает протекание ДР при скоростях до  $5 \text{ с}^{-1}$  и температурах 1150 – 1200 °С, однако достижение таких степеней деформации на начальных проходах при непрерывной прокатке практически невозможно.

4. Установлены закономерности влияния параметров ускоренного и последующего замедленного охлаждения рулонного проката на соотношение ферритной, бейнитной и мартенситной составляющих и на твёрдость листового проката различных толщин, что позволяет изготавливать листовый прокат разных уровней прочности.

5. Сформулированы принципы назначения технологических параметров горячей деформации и ускоренного охлаждения, позволяющие целенаправленно регулировать соотношение реечного и гранулярного бейнита, размеры структурных элементов и обеспечивать заданные уровни прочности и хладостойкости.

### **Практическая значимость и реализация результатов работы**

Практическая значимость диссертационной работы Кондратьева Н.А. определяется разработкой научно обоснованных технологий изготовления листового проката толщиной 5 - 15 мм из высокопрочных хладостойких сталей с гарантированным пределом текучести 460 – 690 МПа на непрерывных и реверсивных станах горячей прокатки.

Изготовлена опытная партия листового проката толщиной 5, 7, 9 и 15 мм из стали 09ХН2МДБ на лабораторных станах «Дуо-600» и «Кварто-800» на основе разработанных режимов имитационного моделирования, возможность получения листового проката толщиной 8 мм уровня прочности 690 МПа и толщиной 15 мм – 620 МПа по разработанной технологии термоулучшения также подтверждена в промышленных условиях - на реверсивном стане «5000».

Методические указания по имитационному моделированию технологического процесса изготовления листового проката на непрерывном

стане горячей прокатки внедрены в учебный процесс Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (акт внедрения).

**Результаты работы представляют интерес** для проектно-конструкторских бюро в области судостроения и кораблестроения, металлургических предприятий и отраслевых НИИ.

### **Обоснованность и достоверность научных положений и выводов**

Основные научные положения и выводы работы, сделанные автором, представляются обоснованными. Обоснованность выводов основана на большом объеме экспериментального материала, полученного с применением современного диагностического оборудования, комплексными структурными исследованиями, проверкой технических решений в лабораторных и промышленных условиях, внедрением результатов работы в СПбПУ.

Достоверность выводов обеспечивается также воспроизводимостью и согласованностью полученных результатов и их соответствием известными научными представлениями.

Автореферат полностью соответствует основным положениям диссертации. Основные результаты опубликованы в открытой печати в 9 научных работах, из них 3 - в изданиях, рекомендованных перечнем ВАК РФ.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. При формулировке принципов назначения технологических параметров для обеспечения заданных уровней прочности и хладостойкости было бы целесообразно более полно рассмотреть вопросы свариваемости разработанных сталей в условиях судостроительного производства с учётом значений углеродного эквивалента, который для исследованных сталей выше общепринятых значений для свариваемых сталей.

2. Вопросы обеспечения равномерности механических свойств, включая ударную вязкость, по длине и ширине рулонного проката (в головных, средних и хвостовых участках полосы) рассмотрены недостаточно полно.

Данный аспект имеет принципиальное практическое значение при приёмке продукции по ГОСТ и требованиям «Правил ...» РМРС.

3. Желательно было выполнить количественное сопоставление разработанных технологических режимов и полученных структурно-механических характеристик с показателями зарубежных аналогов (S600MC, S700MC, S690QL и др.) по всему комплексу нормируемых свойств, что позволило бы более наглядно продемонстрировать конкурентоспособность предложенных решений.

4. В диссертации описаны структурные составляющие (реечный и гранулярный бейнит, МА-фаза, остаточный аустенит) и их количественные доли, однако вклад отдельных механизмов упрочнения (зернограницного, твёрдорастворного, дисперсионного) в формирование итоговых прочностных характеристик мог бы быть проанализирован более детально.

Высказанные замечания носят дискуссионный характер и не преуменьшают научной и практической ценности диссертационной работы.

### **Заключение**

Диссертационная работа Кондратьева Никиты Андреевича «Разработка научно-технологических основ изготовления листового проката толщиной 5–15 мм из высокопрочной хладостойкой стали с пределом текучести не менее 460 МПа для морской техники» является самостоятельным завершённым научно-квалификационным исследованием, в котором решена актуальная научно-техническая задача разработки технологических режимов термомодеформационной обработки, обеспечивающих получение высокопрочного хладостойкого листового проката малых толщин, востребованного в судостроении и смежных отраслях промышленности.

Полученные результаты обладают научной новизной, имеют существенную практическую значимость и вносят заметный вклад в развитие металловедения и технологии производства высокопрочных хладостойких сталей для морской техники. По своему содержанию, научному уровню и значимости проведённых исследований диссертация соответствует

требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 2.6.1. «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов», а её автор заслуживает присуждения учёной степени **кандидата технических наук**.

Диссертация обсуждена на заседании кафедры металловедения и физики прочности 23 апреля 2026 г., протокол № 9.

Заведующий кафедрой  
металловедения и физики прочности,  
д.т.н., профессор



Сергей Анатольевич Никулин

Одобрено  
30.04.2026