

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего
образования

**"Сибирский государственный
индустриальный университет"**
(СибГИУ)


Кирова ул., зд. 42, г. Новокузнецк,
Центральный район,
Кемеровская область – Кузбасс, 654007
Тел.: (3843) 77-79-79. Факс (3843) 46-57-92
E-mail: rector@sibsiu.ru
<http://www.sibsiu.ru>

№ _____
на № _____ от _____

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной и
инновационной деятельности
профессор
Коновалов





19.09.2026 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Митрофанова Артема Викторовича «Повышение энергоэффективности процесса непрерывной горячей прокатки на основе моделирования многократной деформации», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.4. Обработка металлов давлением.

Диссертационная работа посвящена актуальному вопросу - исследованию возможности снижения энергозатрат процесса непрерывной горячей прокатки за счет создания комплекса уточненных моделей для оптимизации режимов обжатий. Оптимизация параметров технологического процесса на действующих станах с использованием математических моделей без дополнительных капитальных затрат, в настоящее время наименее затратный вариант повышения эффективности производственного процесса.

Содержание работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов и списка литературы, включающего 81 наименование, четырех приложений. Работа изложена на 118 страницах машинописного текста, содержит 26 рисунков и 39 таблиц.

Во введении обоснована актуальность тематики диссертационного исследования; четко сформулированы его цель и задачи, а также раскрыты научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе выполнен критический разбор подходов к энергосиловым расчетам и методам снижения энергопотребления в непрерывной горячей прокатке; результаты предварительных промышленных испытаний на действующем НШСГП 2000 подтверждают возможность уменьшения энергозатрат посредством целенаправленного перераспределения обжатий по клетям.

Во второй главе методами математического и физического моделирования показано, что существенная разница между мощностью прокатки и мощностью, необходимой для привода рабочего валка в 4х-валковой системе, связана с затратами на вращение холостого опорного валка.

В третьей главе проведена оценка существующих резервов экономии энергопотребления для двигателей главных приводов чистой группы клетей ШПСГП 2000 и обоснована целесообразность перераспределения обжатий для снижения затрат энергии при производстве горячекатаной полосы.

В четвертой главе изложен алгоритм оптимизации режимов прокатки для минимизации затрат энергии на ведение процесса горячей прокатки. С использованием разработанного алгоритма, показано, что при производстве некоторых групп сортамента для достижения максимального эффекта

снижения потребляемой мощности выгодно увеличение частных обжатий не только в 1-й, а также во 2-й, 3-й и предпоследних клетях непрерывной группы ШПСГП.

Пятая глава посвящена практическому применению разработанного алгоритма. На примере действующего ШПСГП 2000 изложены результаты усовершенствования технологии горячей прокатки, полученные с использованием результатов работы.

Представленная диссертация является квалификационным научно-исследовательским трудом, посвященным актуальной проблематике. Полученные соискателем новые научные результаты обладают значимой ценностью как в теоретическом аспекте, так и с точки зрения практической применимости.

Автореферат адекватно и полно отражает ключевое содержание диссертационного исследования.

Диссертация отличается внутренней логической согласованностью и корректным техническим исполнением. Многочисленные иллюстративные материалы — рисунки и таблицы с расчетными данными, опирающиеся на значительный теоретический и экспериментальный массив — наглядно подтверждают основные результаты и выводы.

Представленные результаты свидетельствуют о высокой профессиональной компетентности и научной зрелости автора.

Научную новизну работы составляют полученные алгоритмы, которые одновременно уточняют энергосиловую расчет 4х-валковой системы и позволяют оптимизировать технологический процесс горячей прокатки без потери качества готового продукта:

1. Определены дополнительные затраты энергии в 4х-валковой системе и, для снижения погрешности расчета мощности главного привода, уточнена формула для коэффициента плеча трения качения.

2. Физически обосновано и экспериментально подтверждено, что максимальная эффективность горячей прокатки в чистовой группе клетей ШПСГП 2000 достигается при перераспределении обжатий в область максимального разупрочнения за счет процессов возврата и рекристаллизации.

3. Разработан и апробирован алгоритм компьютерной оптимизации режимов прокатки, который позволяет снизить энергозатраты на действующем ШПСГП 2000 до 10 %.

Все представленные результаты обладают оригинальностью и полностью соответствуют критериям новизны, установленным для диссертационных исследований.

Публикации и апробации:

Материалы диссертационной работы опубликованы в 10 печатных работах, в том числе в 3 статьях в изданиях, рекомендованных ВАК Российской Федерации, а также апробированы на всероссийских научных конференциях. Получено 3 патента РФ и 1 международный патент.

Достоверность полученных результатов

Результаты работы являются достоверными и обоснованными. Это подтверждается тем, что по результатам апробации разработанных режимов горячей прокатки с применением предложенного алгоритма, фактическое снижение энергопотребления при прокатке опытных партий практически совпадает с прогнозными оценками модели.

Достоверность научных результатов обеспечивается корректным использованием математического аппарата, включая метод конечных

элементов (МКЭ) и статистические методы, а также их согласованностью с данными производственной практики.

Практическая значимость результатов представленной диссертационной работы:

1. Полученные результаты нашли практическое применение на металлургическом предприятии полного цикла, таком как ПАО «Северсталь», и могут быть применимы на НЛМК, ММК и других предприятиях, производящих горячекатаные стальные полосы.

2. Материалы исследования интегрированы в учебный процесс и в научно-исследовательскую деятельность студентов по направлению «Металлургия» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Череповецкий государственный университет».

Одновременно следует отметить по работе следующие замечания:

1) Неясно, можно ли использовать разработанный алгоритм для оптимизации режимов горячей прокатки на реверсивных (листовых) станах.

2) Не указано, каким образом можно применить полученные данные и алгоритмы при разработке новых видов продукции.

3) В тексте диссертации допущены опечатки и неточности.

4) Очень низкие (0,0123; 0,0194...) коэффициенты детерминации (R^2) между трендовыми зависимостями и опытными данными приведенными на рисунках 4.2 – 4.5.

5) Не понятно, как проводили лабораторные исследования прокатки в 4^x валках на 2^x валковом стане стр. 34 рис. 2.4.

6) Отсутствуют данные о величине экономического эффекта от внедрения результатов диссертации в условиях стана 2000 ПАО «Северсталь» (с мая 2019 года стр. 97, 99).

Отмеченные замечания не затрагивают ключевых результатов и выводов и не умаляют высокой оценки представленной диссертационной работы. Материалы, изложенные в диссертации, а также доклад и ответы на вопросы на научном семинаре свидетельствуют о высокой научной квалификации А. В. Митрофанова.

Заключение

Диссертационная работа А.В. Митрофанова на тему «Повышение энергоэффективности процесса непрерывной горячей прокатки на основе моделирования многократной деформации» является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, направленные на снижение энергозатрат процесса непрерывной горячей прокатки, внедрение которых вносит существенный вклад в развитие страны. Исследования, представленные в работе, соответствуют паспорту специальности 2.6.4. Обработка металлов давлением в части направления исследований – п. 1 «Исследование и расчёт деформационных, скоростных, силовых, температурных и других параметров разнообразных процессов обработки металлов, сплавов и композитов давлением»; п. 4. «Оптимизация способов, процессов и технологий обработки металлов давлением для производства металлопродукции с целью повышения характеристик качества продукции».

В целом диссертационная работа соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (с изменениями и дополнениями), а ее автор, Митрофанов Артем Викторович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.4. Обработка металлов давлением.

Диссертационная работа Митрофанова А.В. обсуждена и отзыв на нее утвержден на заседании кафедры Кафедра обработки металлов давлением и материаловедения ЕВРАЗ ЗСМК (протокол от 26 марта 2026 г. № 8-25).

Доктор технических наук, профессор
(научная специальность 05.16.05 – Обработка металлов давлением)

Фастыковский Андрей Ростиславович

Ученый секретарь,
кандидат технических наук, доцент
(научная специальность 05.16.05 – Обработка металлов давлением)

Фёдоров Александр Андреевич

Полное наименование организации в соответствии с уставом	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет»
Сокращенное наименование организации в соответствии с уставом	ФГБОУ ВО «СибГИУ»
Ведомственная принадлежность	Министерство науки и высшего образования РФ
Почтовый индекс, адрес организации	654007, Кемеровская область - Кузбасс, г. Новокузнецк, Центральный р-н, ул. Кирова, зд. 42.
Веб-сайт	https://www.sibsiu.ru
Телефон	+7(3843)77-79-79
Адрес электронной почты	rector@sibsiu.ru
Врио ректора	к.т.н., доцент Приходько Ольга Георгиевна

Верно:

Начальник отдела
кадров ФГБОУ ВО, СибГИУ

Миронов
03.10.26.