

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор - проректор по научной
работе и стратегическому развитию

МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н., доцент

Б.И. Коробец

Коробец Б.И.

« 22 » 03

2021 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации

на диссертацию Дёмы Романа Рафаэлевича

«РАЗВИТИЕ МЕТОДОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СМАЗЫВАНИЯ И ОХЛАЖДЕНИЯ ВАЛКОВ ЛИСТОВЫХ СТАНОВ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ»,

представленную на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 05.02.09-Технологии и машины обработки давлением

Актуальность работы. Диссертация Дёмы Р.Р. посвящена решению актуальной проблемы повышения эксплуатационной стойкости рабочих валков листовых станов горячей прокатки путем совершенствования технологии и оборудования для смазывания и охлаждения валков при производстве горячекатаной полосы.

Одной из важнейших задач современного прокатного производства в ближайшие годы является его модернизация на основе новейших научных и технологических достижений. Темпы развития машиностроения и других отраслей промышленности формируют всё возрастающие потребности в высококачественных конструкционных материалах и в первую очередь это относится к листовому прокату.

Одновременно с существенным повышением требований к качеству



горячекатаного листа и увеличением объема производства возникает проблема бесперебойной работы прокатного оборудования, обусловленная, в первую очередь, снижением времени на смену валков из-за их износа.

Основными факторами, влияющими на увеличение срока службы валков, являются щадящие условия трения на контактных поверхностях и температурные условия, которые, в свою очередь, благоприятно влияют на показатели энергосиловых параметров прокатки и качество проката. Таким образом, исследования, направленные на разработку научно-обоснованных технологических и технических решений по увеличению долговечности работы прокатного оборудования, снижению энергозатрат при производстве и повышению качества проката безусловно следует считать актуальными.

В связи с изложенным, можно сделать вывод о том, что диссертационная работа Дёма Р.Р. относится к приоритетным направлениям в области исследований технологий и машинпрокатного производства, является актуальной для отечественной и зарубежной металлургической промышленности.

Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Полученные автором новые научные знания направлены на развитие методологии комплексного совершенствования технологии и оборудования для смазывания и охлаждения валков листовых станов горячей прокатки.

Наиболее значимые результаты работы, обладающие научной новизной, заключаются в следующем:

1. Впервые разработан комплекс физических и математических моделей взаимодействия опорного и рабочего валков, на основании которых установлены и представлены методологические подходы, описывающие взаимосвязь элементов системы «опорный валок – рабочий валок – полоса», отличительной особенностью которых является наличие или отсутствие смазочного материала и его количество на их контакте.

2. Получена новая теоретическая зависимость толщины смазочного слоя и расхода смазочного материала на контакте «опорный валок – рабочий валок» от основных технологических параметров процесса прокатки, отличающаяся учетом изменения параметров шероховатости опорных и рабочих валков.

3. На основе комплекса экспериментальных исследований впервые получены зависимости, описывающие влияние режимов подачи смазочного материала и его объемно-расходных параметров на изменение энергосиловых и фрикционных параметров процесса прокатки, а также на эксплуатационные показатели рабочих валков.

4. Для системы «опорный валок – рабочий валок – полоса» разработана математическая модель процесса изнашивания рабочих валков в процессе прокатки с наличием смазочного материала и без него, учитывающая изменяющиеся режимы смазывания и охлаждения; экспериментально-аналитическим путем определены показатели интенсивности изнашивания рабочих валков при отсутствии смазочного материала и при его наличии.

5. Создана, научно и технически обоснована методология настройки и управления системой охлаждения рабочих валков и полосы, отличающаяся применением последовательно реализованных и взаимосвязанных комплексных математических моделей, описывающих изменение теплового состояния валков и полосы, что позволяет определять расход и давление охладителя, расположение коллекторов и форсунок для достижения максимального теплосъема с охлаждаемых поверхностей.

6. Впервые предложена научно обоснованная классификация прокатываемых монтажных партий, отличающаяся введением коэффициента kL , который учитывает отношение среднего веса прокатываемых монтажных партий к его суммарной длине; применение предложенной классификации позволяет корректировать используемые режимы охлаждения валков и полосы.

Полученные результаты теоретических, экспериментальных и технологических исследований развивают теорию и практику эксплуатации рабочих валков и производства горячекатаной полосы на листовых станах горячей прокатки.

Значимость полученных результатов для науки и практики.

Научная значимость работы. Наиболее значимыми научными достижениями автора являются:

1. Разработанный комплекс методик и алгоритмов, применение которых позволяет формулировать практические рекомендации для:

– определения режимов и объема подачи смазочного материала с учетом геометрических и прочностных характеристик прокатываемых полос;

– определения рационального местоположения коллекторов и объема подаваемого охладителя на поверхность рабочих валков;

– определения рационального местоположения коллекторов и объема подаваемого охладителя на поверхность прокатываемой полосы перед входом ее в очаг деформации.

2. Разработанное программное обеспечение (ПО), позволяющее на этапе формирования монтажных партий (за 2...4 часа до начала процесса прокатки) в зависимости от технологических режимов прокатки рассчитывать и выдавать рекомендации по объему подаваемого смазочного материала и охладителя, в том числе в автоматическом режиме в АСУТП.

Практическая ценность работы заключается:

- в разработанных режимах подачи смазочного материала на поверхность опорных валков для четырехвалковых клетей, учитывающих геометрические и прочностные характеристики прокатываемых полос. Практическое применение предложенных режимов позволило добиться снижения энергосиловых (токовые нагрузки главных приводов) параметров на 7...10%, а также фрикционных параметров процесса (расчетное значение

момента трения) на 8...13%, что позволило увеличить эксплуатационную стойкость рабочих валков в 1,10...1,15 раза, что составляет 9...11 эксплуатационных часов (9...11%);

- в совершенствовании технологического оборудования системы охлаждения рабочих валков для непрерывной четырехвалковой черновой и чистовой групп клетей за счет применения нового алгоритма для определения рационального местоположения коллекторов и разработки рекомендаций по объему подаваемого охладителя (для черновой группы клетей произведены разработка и внедрение нового оборудования (коллектора охлаждения), что позволило достигнуть снижения средней температуры рабочих валков на 10...11⁰С, что составляет 13...16%; для чистовой группы клетей произведена настройка системы охлаждения, определены рациональные параметры местоположения коллекторов и количество подаваемого охладителя, что позволило добиться снижения средней температуры валков на 6...10 ⁰С, что составляет 7...11%; для чистовой группы клетей произведена настройка системы охлаждения поверхности полосы перед входом в очаг деформации; определены рациональные параметры геометрического местоположения коллекторов и количество подаваемого охладителя. Внедрение результатов позволило достигнуть дополнительного снижения температуры рабочих валков непрерывной чистовой группы клетей на 3...5 ⁰С, что составляет 4...6%.

Фактический эффект от внедренных технических и технологических решений по настройке системы охлаждения рабочих валков выражается в дополнительном увеличении их срока службы на 8...12% (8...12 эксплуатационных часов);

- в предложенных новых технических решениях (патент РФ №110663) с целью исключения попадания охладителя в очаг деформации, а также снижения общего уровня запыленности. Внедрение новой системы обеспыливания позволило снизить абразивный износ опорных валков с

$8,3 \cdot 10^{-5}$ кг/т до $0,81 \cdot 10^{-5}$ кг/т и рабочих валков с $4,0 \cdot 10^{-5}$ кг/т до $3,9 \cdot 10^{-5}$ кг/т соответственно.

Практическая ценность данной диссертационной работы подтверждена внедрением комплекса технических и технологических решений по повышению стойкости рабочих валков на НШСГП 2000 ПАО «ММК» в черновой непрерывной группе клетей с экономическим эффектом 3,2 млн. рублей, а суммарный экономический эффект от внедренных решений составляет более 80 млн. рублей.

Достоверность научных результатов и выводов.

Работа представляет комплексное исследование, основанное на использовании современных методов в области машин и технологий обработки давлением. Научные исследования базируются на фундаментальных законах сохранения массы, энергии, уравнениях теплопроводности, уравнениях математической физики, теории ОМД, методах корреляционного и регрессионного анализа данных и др.

Рекомендации по использованию результатов и выводов.

Результаты диссертационного исследования, полученные соискателем, разработанные им и запатентованные новые технические и технологические решения могут быть использованы на листопрокатных станах горячей прокатки ПАО «ММК», ПАО «Северсталь», Группы НЛМК, ОАО НКМК, АО «Уральская сталь» и др.

Кроме того, разработанные автором теоретические подходы и материалы экспериментальных исследований могут быть использованы в учебном процессе металлургических вузов.

По работе имеются следующие замечания:

1. В первой главе диссертации недостаточно полно представлен сравнительный анализ известных математических моделей, описывающих

процесс изнашивания твердых тел, в том числе рабочих валков четырехвалковых клетей «кварто».

2. В литературном обзоре автором не приведены граничные условия, при которых возможно применение формулы (1.22) для определения толщины смазочного слоя на контакте «рабочий валок – опорный валок».

3. В работе определены величины линейного износа рабочих валков, при этом не приведены промежуточные результаты измерений величины износа валков, а представлен только конечный результат.

4. В работе автор не полностью раскрывает вид контактного взаимодействия в системе «рабочий валок – опорный валок». Учитывались ли автором зоны скольжения и качения при определении коэффициента трения ($f_{тр}$) на контакте «рабочий валок – опорный валок» без применения смазки и с наличием смазки?

5. Не ясно, каким образом автор работы учитывал тепловой профиль рабочих валков при разработке рекомендаций по выбору технологии охлаждения рабочих валков листовых станов горячей прокатки.

6. В диссертации и автореферате автор использует термин «эксплуатационная стойкость рабочих валков». Более корректно было бы использовать термин «ресурс рабочих валков» или «жизненный цикл рабочих валков».

7. В тексте автореферата приведены результаты лабораторного эксперимента на машине трения СМЦ-2, согласно которым износ нижнего ролика на порядок больше верхнего ролика, однако объяснения данного результата не приведено.

Отмеченные недостатки не снижают качества исследования и не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации.

Заключение. Диссертационная работа Дёмы Романа Рафаэлевича, на соискание ученой степени доктора технических наук представляет собой законченное исследование, в котором получены новые знания, имеющие

важное значение для развития современного представления о механизме взаимодействия валкового инструмента и деформируемого металла в условиях горячей прокатки с использованием смазочных и охлаждающих веществ и внедрение которых вносит значительный вклад в развитие металлургической промышленности.

Автореферат диссертации полностью соответствует содержанию диссертации, в нем изложены все необходимые элементы работы. Требования к форме и объема автореферата выполнены.

Текст диссертации, полностью идентичен тексту диссертации, размещённому в сети «Интернет».

Автор диссертационной работы корректно ссылается на авторов и первоисточники заимствования материалов и отдельных результатов, использованных в диссертации.

Основные результаты диссертации полностью изложены в 39 публикациях, в числе которых 19 работ опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, 7 статей в журналах, индексируемых в международных базах Scopus и Web of Science, 1 монография, 2 патента РФ на изобретения, 2 патента РФ на полезные модели, 6 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ. Полнота и достоверность опубликованного материала не вызывает сомнений.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем Дёмой Р.Р. работах, в которых изложены основные результаты диссертации.

На основе вышеизложенного считаем, что представленная диссертационная работа по актуальности, достоверности результатов, научной новизне и практической значимости удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук (п.9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Правительством РФ (постановление №842 от 24.09.2013 г.), а её автор Дёма Роман Рафаэлевич, заслуживает

присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.09 – Технологии и машины обработки давлением.

Диссертация обсуждена и отзыв на нее утвержден на заседании Научно-учебного комплекса «Машиностроительные технологии» с присутствием представителей кафедр «Оборудование и технологии прокатки», «Материаловедение», «Технологии обработки материалов» МГТУ им. Н.Э. Баумана (протокол №2 от 19 марта 2021 года).

Сведение об авторах отзыва и ведущей организации

Руководитель Научно-учебного комплекса

«Машиностроительные технологии»,

заведующий кафедрой «Оборудование и технологии

прокатки» МГТУ им. Н.Э. Баумана,

Лауреат государственной премии РФ

в области науки и техники,

доктор технических наук, профессор

(специальность 05.03.05 – Технологии и машины обработки давлением)

Колесников

Александр Григорьевич

Заведующий кафедрой

«Технологии обработки материалов»

МГТУ им. Н.Э. Баумана

доктор технических наук, доцент

(специальность 05.02.09 – Технологии и машины обработки давлением)

Лавриненко

Владислав Юрьевич

ЗАМ. НАЧАЛЬНИКА УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВ

МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА

А.Г. МАТВЕЕВ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э.Баумана (национальный исследовательский университет)

105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д.5, стр.1

Тел +7(499) 263 63 91

E-mail: bauman@bmstu.ru