

## ОТЗЫВ

официального оппонента, д-ра техн. наук, профессора Шаталова Романа Львовича на диссертационную работу Дёма 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 избранной темы диссертации**

Усовершенствование технологии и оборудования крупных технологических комплексов, к которым относятся широкополосные станы горячей прокатки полос типа 2000, должно быть направлено не только на повышение качества проката, но и на снижение энергопотребления при его производстве и стойкость деформирующего инструмента.

В связи с эти диссертационная работа Дёма Р.Р., направленная на развитие методологии комплексного совершенствования технологии и оборудования для смазывания и охлаждения валков листовых станов горячей прокатки, несомненно, является актуальной. Полученные в работе результаты позволяют повысить эффективность производства путем ресурсо- и энергосбережения за счет снижения энергосиловых и фрикционных параметров процесса прокатки.

### **Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Обоснованность и достоверность основных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы подтверждена комплексом исследований, экспериментов и внедрений на действующем листопрокатном оборудовании – листовых станах горячей прокатки. При получении результатов были использованы современные методы научного исследования: компьютерное моделирование технологических процессов, физические и промышленные эксперименты, обработка данных результатов измерений и расчетов проводилась по общепринятым методикам, в том числе и с применением статистической обработки данных.

Сформулированные в работе научные положения отвечают современным представлениям о процессах описывающих функционирование системы «опорный валок – рабочий валок – полоса» при производстве листового горячекатаного проката, в том числе и с применением технологии подачи технологической смазки. Полученные новые научные результаты, направленные на снижение энергосиловых и фрикционных параметров процесса прокатки, а также повышение эксплуатационной стойкости рабочих

валков при производстве, согласуются с известными работами по рассматриваемой проблеме.

### **Значимость результатов исследований для науки и практики**

Научная значимость диссертационной работы Дёма Р.Р. заключается в следующем:

- разработке комплекса математических и физических 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;
- установленной теоретической зависимости толщины смазочного слоя и расхода смазочного материала на контакте «опорный валок – рабочий валок» от основных технологических параметров процесса прокатки, отличающейся учетом изменения параметров шероховатости опорных и рабочих валков;
- получении новых зависимостей, описывающих 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;
- разработке математической модели процесса изнашивания рабочих валков в процессе прокатки с наличием смазочного материала и без него, учитывающей изменяющиеся режимы смазывания и охлаждения (экспериментально-аналитическим путем определены показатели интенсивности изнашивания рабочих валков при отсутствии смазочного материала и при его наличии);
- разработке и обосновании новой методологии настройки и управления системой охлаждения рабочих валков и полосы, отличающейся от известных 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;
- новой классификации прокатываемых монтажных партий, отличающейся введением коэффициента  $k_L$ , который учитывает отношение среднего веса прокатываемых монтажных партий к его суммарной длине (применение предложенной классификации позволяет корректировать используемые режимы охлаждения валков и полосы);

Значимыми практическими результатами работы являются:

- новые устройства и способы, направленные на снижение энергосиловых и фрикционных параметров процесса прокатки, а также повышение эксплуатационной стойкости рабочих валков при производстве ЛГП (новизна технических решений подтверждена патентами

РФ на изобретения (№ 2457913, №2666396), патентами РФ на полезные модели (№ 110663, №152330), а также свидетельствами о регистрации государственных программ для ЭВМ (6 шт.), описывающими процессы функционирования системы «опорный валок – рабочий валок – полоса»).

– комплекс методик и алгоритмов, применение которых позволяет выдавать 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;
- разработанное и внедренное программное обеспечение (ПО), позволяющее на этапе формирования монтажных партий тонких полос (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.

### **Структура, объем и содержание диссертации**

Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов по главам, общих выводов (заключения), библиографического списка, включающего 280 источников и 18 приложений. В приложениях приведены акты внедрения, испытаний и использования результатов работы на различных переделах в условиях ПАО "Магнитогорский металлургический комбинат". Текст диссертации составляет 382 страницы машинописного текста. Диссертация содержит 105 иллюстраций, 54 таблицы.

В первой главе проведён анализ современного состояния и рассмотрены основные направления развития технологии производства листового горячекатаного проката и оборудования непрерывных широкополосных станов горячей прокатки. Показано, что одним из современных направлений в технологии производства ЛГП, направленным на снижение энергозатрат и повышение эксплуатационной стойкости рабочих валков, является применение систем дозированной подачи жидких смазочного материала, а также совершенствование технологии и оборудования для охлаждения в рассматриваемой системе «рабочий-валок-полоса».

Вторая глава посвящена исследованиям функционирования системы «опорный валок – рабочий валок – полоса», направленным на снижение уровня потребляемых

ресурсов при производстве ЛГП за счет применения технологии подачи жидких смазочных в валковые узлы четырехвалковых клетей.

В третьей главе приведены результаты лабораторно-промышленных исследований влияния режимов подачи жидких смазочных на контакт «опорный валок–рабочий валок–полоса» и предложены методы оценки их эффективности.

В четвертой главе приведены результаты математического моделирования процесса принудительного охлаждения для системы «рабочий валок – полоса» с учетом основных закономерностей формирования температурных условий процесса горячей прокатки.

В пятой главе приведены результаты внедрения новых технических и технологических решений, направленных на получение ЛГП с заданным уровнем свойств и одновременным снижением потребления ресурсов.

### **Замечания и вопросы по работе**

1. При моделировании с использованием программного комплекса «Deform-3D» процесса горячей прокатки стальных полос была принята идеальная пластическая модель, а не упруго - пластическая, что требует обоснования и подтверждения адекватности ее применимости, особенно при прокатке полос толщиной 1,0-1,5мм. Недостаточно исследованы и проанализированы изменения показателей прокатки по длине очага деформации и ширине полосы.

2. Моделирование и сопоставляемые эксперименты по влиянию смазочных материалов приведены применительно только к трем первым клетям чистовой группы стана, что сужает рамки результатов исследования и использования их на других широкополосных станах.

3. Предложенные в главе 3 модель и алгоритм прогнозирования износа валков научно обоснованы. Однако их работоспособность подтверждена исследованием только интегральным показателем объема выработки изношенных валков в чистовой группе (табл.3.13) стана 2000. Не рассмотрена неравномерность износа, в том числе несимметричного, по длине бочки валков, что ограничивает режимы управления точностью проката по ширине полосы. Кроме того, в модели износа валков не учитываются механические свойства проката и валков, что снижает точность прогнозирования изнашивания деформирующего инструмента.

4. Применение различных смазочных материалов валков при горячей прокатке может повлиять на тепловой баланс и точность модели теплового состояния валков и полосы. Интересно мнение диссертанта по влиянию ТСМ на настройку систем охлаждения валков и проката.

5. Автор рекомендует эксплуатацию рабочих валков в чистовой группе НШСГП 2000 ММК вести в температурном интервале 80-90<sup>0</sup>С, а в дальнейшем 80-85<sup>0</sup>С. Каково

мнение диссертанта по рациональным температурам валков на аналогичных станах в России и за рубежом?

6. Предлагаемая схема (рис.5.20 и рис.5.21) неравномерного распределения охладителя и форсунок по длине бочек верхнего рабочего валка для выходной и входной стороны позволила уменьшить снятие металла при перешлифовке валков. Однако, предлагаемое техническое решение требует более подробного научного обоснования.

7. Изменение распределения температуры по длине рабочего валка приводит к изменению его профиля (катающего диаметра), что может привести к искажению формы и профиля полосы на выходе из стана.

8. Насколько применима разработанная и использованная соискателем на НШСПП 2000 и 2500 ММК комплексная методология совершенствования технологии и оборудования для смазывания и охлаждения валков на станах листовой горячей прокатки других металлургических заводов и комбинатов?

### **Оценка диссертационной работы в целом**

Диссертация Дёма Р.Р. является завершённой научно-исследовательской работой, обладающей внутренним единством. Совокупность полученных в диссертации результатов представляет собой решение проблемы, имеющей существенное значение для металлургических предприятий, а именно снижение энергосиловых и фрикционных параметров процесса прокатки, а также повышение эксплуатационной стойкости рабочих валков за счёт развития методологии комплексного совершенствования технологии и оборудования для смазывания и охлаждения валков листовых станов горячей прокатки.

По материалам диссертации опубликовано 39 публикаций, в числе которых 19 работ опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, 7 статей – в журналах, индексируемых в международных наукометрических 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.

Автореферат диссертации и публикации полностью отражают содержание работы.

Указанные в отзыве замечания носят частный характер, не снижают научную и практическую значимость работы. Актуальность работы, научная новизна и достоверность полученных результатов не вызывают сомнений.

### **Заключение**

На основании вышеизложенного считаю, что диссертация Дёма Р.Р. «Развитие методологии комплексного совершенствования технологии и оборудования для смазывания и охлаждения валков листовых станов горячей прокатки» является законченной научно-квалификационной работой, в которой обоснованы технические и

технологические решения, внедрение которых вносит существенный вклад в развитие металлургической промышленности и экономики страны. Работа отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор, Дёма Роман Рафаэлевич, заслуживает присуждения ему учёной степени доктора технических наук по специальности 05.02.09 – Технологии и машины обработки давлением.

Доктор технических наук, (05.16.05 – Обработка металлов давлением), профессор, профессор кафедры «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет»

Шаталов Роман Львович

ПОДПИСЬ Шаталова Р.Л. заверяю

*Р.Л. Шаталов*  
12.05.2021г.  
СПЕЦИАЛИСТ ПО  
КАДРОВОМУ  
ДЕЛОПРОИЗВОДСТВУ  
ШИПЕЕВА Е. Д.



Контактные данные:

Адрес: 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38

Телефон: +7 (916)132-13-85

e-mail: [mmomd@mail.ru](mailto:mmomd@mail.ru)