

## ОТЗЫВ

официального оппонента к.т.н. Дегтева С.С. на диссертационную работу Ягудина Игоря Владимировича «Исследование закономерностей контактного трения в очаге деформации при холодной прокатке стальных полос для повышения эффективности работы широкополосных станов», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 – «Обработка металлов давлением».

**Актуальность темы диссертации.** Для повышения качества холоднокатаных листов и энергоэффективности их производства необходимо с высокой точностью выполнять энергосиловые расчёты процессов прокатки, уменьшать их погрешности (расхождение не должно превышать 5-7%). Напряжения и коэффициенты трения в очагах деформации рабочих клеток, их величины, закономерности их изменения при холодной прокатке – одни из существенных факторов, влияющих на энергосиловые параметры стана. Большинство публикаций по этому вопросу относится ко 2-ой половине 20 века. Приводимые в них данные о коэффициентах трения устарели, т.к. получены на основе лабораторных моделей и при использовании технологических параметров, не соответствующих современным режимам холодной прокатки на действующих станах (при использовании этих данных средние погрешности расчетов 15,5%).

**Достоверность результатов и выводов.** Экспериментальные исследования проведены в условиях действующего производства, на пятиклетьевом стане холодной прокатки «1700» ЦПиО ППП ПАО «Северсталь». Достоверность новых научных результатов подтверждена применением современных методов регрессионного анализа и сравнением расчётных энергосиловых параметров с фактическими значениями, зафиксированными в базе данных АСУТП стана.

**Новизна полученных результатов.** Значения коэффициентов трения впервые получены непосредственно на действующем стане холодной прокатки, имеющем конструкцию и технологию, соответствующую современному уровню листопрокатного производства. В диссертации достоверно установлено, что коэффициент трения в очаге деформации зависит от предела текучести прокатываемой полосы и уменьшается с ростом предела текучести из-за наклёпа полосы по мере прохождения её по клетям непрерывного стана. Установлено наличие статистически значимой связи между коэффициентом трения и скоростью прокатки. С увеличением скорости прокатки коэффициент трения также увеличивается. Получены новые закономерности, уточняющие известные представления о факторах, влияющих на коэффициент трения. Регрессионные уравнения, связывающие коэффициент трения с основными технологическими факторами, имеют высокие оценки адекватности: коэффициент детерминации 0,91 и отношение дисперсии выходного параметра к остаточной дисперсии 841. Эти научные результаты позволили уточнить представления о контактном трении между рабочими валками и прокатываемой полосой и как следствие методику определения коэффициентов трения в очагах деформации.



**Практическая ценность.** Получена новая регрессионная зависимость коэффициента трения от технологических факторов обработки на стане (условного предела текучести прокатываемой полосы, скорости прокатки, частного обжатия в клетях, шероховатости бочки рабочих валков). Использование данной зависимости позволило сократить погрешности энергосиловых расчётов процессов холодной прокатки более, чем в 2 раза. Это дало возможность оптимизировать технологические режимы прокатки по критерию «минимум энергозатрат» и снизить расход электроэнергии на действующем стане ЦПиО ППП ПАО «Северсталь» на 1,55%.

#### **Замечания по диссертационной работе**

1. Все промышленные исследования проведены диссертантом на сортаменте полос из углеродистых сталей, предназначенных преимущественно для автомобилестроения. Возникает вопрос: насколько полученное регрессионное уравнение коэффициента трения применимо для энергосиловых расчётов процессов холодной прокатки полос других марок сталей, например, электротехнических?
2. В диссертации приведен подробный аналитический обзор отечественной литературы, касающейся вопросов контактного трения твердых тел в целом и трения в очаге деформации при холодной прокатке в частности, а ссылки на зарубежные публикации за последние 15-20 лет отсутствуют.
3. В работе приведены фактические значения усилий прокатки и мощностей двигателей, но не указаны погрешности измерения этих факторов.
4. Не проведен расчет экономического эффекта от снижения расхода электроэнергии на пятиклетьевом стане холодной прокатке «1700».

**Заключение по работе.** Диссертация Ягудина И.В. является законченной научно-исследовательской работой, результаты которой позволяют значительно снизить погрешности энергосилового расчёта станов холодной прокатки. Опубликованные научные статьи отражают основное содержание диссертации.

Сделанные замечания носят частный характер и не снижают общей положительной оценки диссертации.

На основе изложенного, считаю, что работа «Исследование закономерностей контактного трения в очаге деформации при холодной прокатке стальных полос для повышения эффективности работы широкополосных станов» соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а её автор Ягудин И.В. заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 «Обработка металлов давлением».

Официальный оппонент -

Главный специалист по динамной стали  
Дирекции по электротехническим  
сталям ПАО «НЛМК», кандидат технических наук



С.С. Дегтев

Адрес: 398000, г. Липецк, пл. Metallургов, 2

Контактный тел.: 8-910-353-56-83

e-mail: degtev\_ss@nlmk.com

*Подпись С.С. Дегтева заверяю*  
*Рук. направления (ст.м.т.) Гужков Р.Н.*

