

До спеціалізованої вченої ради Д.12.105.01  
Донбаської державної машинобудівної  
академії, м. Краматорськ

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію

Лобойко Дар'ї Ігорівни

«Удосконалення технології неперервного прокатування на основі  
використання критерію поздовжньої стійкості штаби»

подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за  
спеціальністю 05.03.05 – процеси та машини обробки тиском

### Оцінка структури, змісту і завершеності дисертації

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку використаних джерел зі 145 найменувань та трьох додатків. Матеріали дисертації викладені на 187 сторінках тексту, містять 60 рисунків та 30 таблиць.

Структура роботи відповідає вимогам, що пред'являють до кандидатських дисертацій, та не викликає заперечень. Тема роботи відповідає обраній спеціальності. Розділи роботи мають логічний зв'язок та спрямовані на рішення актуальної задачі, яка буда сформульована. Наведені розділи містять достатньо матеріалу для оцінки сутності виконаних автором досліджень. Викладені наукові положення та результати роботи не суперечать сучасним науковим уявленням. Дисертація виконана в Дніпровському державному технічному університеті (м. Кам'янське) Міністерства освіти і науки України та є завершеною науковою працею.

У *вступі* наведено загальну характеристику роботи, обґрунтовано актуальність її теми, визначено мету, задачі, об'єкт, предмет та методи дослідження, сформульовані наукова новизна та практична цінність отриманих результатів, окреслені особистий вклад та апробація результатів дисертації.

*Перший розділ* присвячено проблемі невідповідності деяких експериментальних даних теоретичним положенням про стійкість процесу прокатки. Показано, що втрата рівноваги розкату в валках може відбуватися навіть при наявності випередження. Проаналізовано експериментальні дані з натягінням, які показали, що захоплювальна здатність валків при сталому процесі прокатки в значній мірі залежить від режиму натягіння штаби.

У *другому розділі* значна увага приділяється аналізу сил, що виникають в зоні деформації при прокатці. Стверджується, що рівновага металу в валках має бути забезпечена з урахуванням дії поздовжніх сил. Багато уваги приділено порівняльному аналізу зміни результуючої поздовжніх сил і випередження. Наведена методика оцінки стійкості процесу прокатки.

На основі порівняння теоретично розрахованого моменту формозміни металу з моментом, що виникає від дії середньої результуючої поздовжніх сил було показано, що середня результуюча являє собою внутрішню силу, яку необхідно подолати активним силам, щоб забезпечити формозміну металу в поздовжньому напрямку. Запропоновано нову методику визначення моменту формозміни металу, яка базується на розрахунку середньої результуючої поздовжніх сил в зоні деформації.

У *третьому розділі* автор запропонував нову двохзвенну модель напружень тертя. З урахуванням цієї моделі було теоретично визначено середню результуючу поздовжніх сил в зоні деформації при прокатці. Виконано теоретичне дослідження впливу величини натягіння на поздовжню стійкість процесу прокатки. Показано, що ступінь впливу заднього натягіння на поздовжню стійкість процесу вище, ніж переднього.

Виконано експериментальні дослідження граничних умов прокатування штаби з натягінням на лабораторному стані. Показано, що величина натягіння впливає не тільки на енергосилові характеристики процесу прокатування, а й на його поздовжню стійкість. За результатами, які були отримані у ході експериментів з прокатки алюмінієвих зразків, встановлені залежності середньої результуючої внутрішніх сил від дії заднього натягіння.

У *четвертому розділі* розглянуто вплив натягіння штаби на сумарний момент при безперервній прокатці. При цьому застосовували чисельне рішення рівняння рівноваги з урахуванням натягіння розката при різних (трьох) моделях тертя на контактні штаби з валком. Розроблено методику розрахунку раціональних з точки зору енергозбереження режимів натягіння, що базується на визначенні середньої результуючої поздовжніх сил в зоні деформації. Наведена методика розрахунку енергосилових параметрів при холодній прокатці, теоретичні епюри контактних напружень. Показано елементи технології виробництва жерсті та штаб на станах 1400, 1680 та 1700, удосконалено режими натягіння на безперервному стані 1700, з урахуванням поздовжньої стійкості процесу прокатки.

Після кожного розділу зроблено висновки та наприкінці рукопису наведено загальні висновки по роботі. У додатках є акти про впровадження результатів дисертації.

### **Актуальність теми дисертації**

Тонкі холоднокатані штаби є одним з найбільш ефективних видів металопродукції. Конкурентоспроможність тонколистового прокату в значній мірі залежить від його якості. Розширення сортаменту та його зміна в бік зниження товщини готової штаби, обумовлює нові актуальні задачі та викликає необхідність вирішення нових проблем. Однією з таких проблем є зниження витрат енергії при прокатці зі збереження поздовжньої стійкості процесу, ведення процесу прокатки без пробуксовок. Саме цю проблему вирішувала авторка в дисертації. Невірною оцінкою поздовжньої стабільності

розкату в валках при прокатці з натягненням, може призвести до порушення стабільності процесу та виникненню дефектів прокату. Тому обрання раціонального режиму натягнень на стані холодної прокатки для мінімізації витрат енергії, без врахування умов стабільності процесу, є неефективним. У зв'язку з цим робота, що направлена на вирішення вищезначених проблем, є актуальною.

Дослідження виконано у рамках тематики держбюджетних науково-дослідних робіт (№ держ. реєстрації 0114U005538, 0116U 005926) на кафедрі «Обробка металів тиском» Дніпровського державного технічного університету. Авторка була виконавцем цих робіт.

### **Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій**

Наведені в роботі передумови та допущення, теоретичні положення, висновки та рекомендації з розрахунку параметрів поздовжньої стійкості штаби при тонколистовій прокатці достатньо обґрунтовані та не суперечать сучасним науковим уявленням про пластичну деформацію.

Основні результати роботи отримані на основі теоретичних досліджень контактних напружень та внутрішніх горизонтальних сил в зоні деформації при прокатці, а також балансу сил при прокатці з натягненням. Найбільш значимим, на нашу думку, можна вважати розроблений метод оцінки поздовжньої стійкості штаби в зоні деформації при прокатці з натягненням.

Чисельне рішення диференційного рівняння рівноваги сил, виконано з використанням нової моделі тертя, а допущення, які прийняті при його рішення, відповідають сучасним положенням теорії прокатки.

Має науковий інтерес дослідження залежності середньої результуючої внутрішніх поздовжніх сил, від величини натягнення при безперервній прокатці тонких штаб. Показано, що збільшення натягнення призводить до зменшення поздовжньої стійкості заготовки в зоні деформації.

Автором, з використання критерія раціональності, розроблені режими деформації для прокатки тонких холоднокатаних штаб на безперервних станах.

Достовірність основних результатів підтверджена результатами експериментальних досліджень та порівнянням окремих результатів з відомими дослідженнями інших авторів.

### **Наукова новизна результатів дисертації**

Новими для науки є наступні положення та результати дисертації:

- Вперше в якості критерію оцінки поздовжньої стабільності розкату в зоні деформації та граничних умов прокатки запропоновано використання середньої результуючої внутрішніх поздовжніх сил, встановлено закономірності впливу параметрів прокатки на поздовжню стійкість процесу,

що дає можливість обрати раціональні режими натягіння при прокатці на безперервних станах холодної прокатки листа.

- Вперше встановлено вплив натягіння на межу його поздовжньої стабільності та на середнє значення внутрішньої поздовжньої сили в зоні деформації, підтверджено, що зі збільшенням натягіння поздовжня стабільність розкату в зоні деформації зменшується.

- Отримала подальший розвиток модель напружень тертя при прокатці, яка відрізняється від існуючих тим, що комплексно враховує положення нейтрального перерізу та кінематичні умови в пластичній зоні.

- Вперше встановлено, що зі збільшенням натягіння штаби в міжкільцевому проміжку, особливо заднього, зменшується сумарний момент прокатки, але при цьому погіршується стійкість процесу, оскільки зменшується середня результуюча внутрішніх поздовжніх сил по абсолютній величині, це дає можливість визначити межі зміни натягіння і забезпечити поздовжню стабільність розкату в валках та зменшення сумарного моменту прокатки і зниження енерговитрат.

### **Практична цінність результатів дисертації**

Практичне значення результатів, які були отримані в дисертації, полягає в методиці призначення раціональних режимів натягіння на безперервних станах на основі оцінки поздовжньої стабільності штаби в зоні деформації. Це дозволяє проектувати режими натягіння для зменшення аварійності на станах, а також удосконалити існуючі режими з точки зору зниження витрат енергії.

Створена лабораторна установка, яка призначена для дослідження впливу величини і співвідношення заднього і переднього натягіння на поздовжню стабільність процесу прокатки металу.

Запропоновано новий спосіб прокатування листів та штаб в гарячому або холодному стані, що може бути використаний на безперервних або реверсивних станах (патент України № 89747).

Удосконалені режими натягіння на безперервних станах холодної прокатки штаб. За даними режимами процес прокатки здійснюється без втрати стійкості та з меншими витратами енергії.

Ефективність від застосування методики визначення поздовжньої стійкості процесу прокатки, запропонованої у дисертації, підтверджено актом впровадження на ПАТ «Запоріжсталь». Науково-практичні розробки автора, використовуються на кафедрі ОМТ Дніпровського державного технічного університету при вивченні спеціальної дисципліни, а також при виконанні магістрами науково-дослідних робіт.

### **Повнота викладу наукових результатів у публікаціях автора**

Матеріали дисертаційної роботи опубліковані в 16 наукових друкованих працях та одному патенті України на корисну модель. З них 5 статей опубліковано в фахових виданнях України, 1 статтю в науковому журналі,

внесеному до баз даних Scopus, 5 робіт – в матеріалах міжнародних конференцій. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 1 монографію.

Статті містять всі необхідні структурні складові, такі як стан питання, мета роботи, основні результати та висновки по роботі. Особистий внесок автора визначено по кожній з праць, які опубліковано у співавторстві. Основні положення дисертації відображені в авторефераті, зміст якого в цілому відповідає матеріалу роботи.

### **Оцінка оформлення автореферату та дисертації**

В цілому дисертацію та автореферат написано грамотною технічною мовою. Ілюстрації, які наведено в роботі, докладно пояснюють основний текст дисертації. Оформлення дисертації та автореферату зауважень не викликає.

### **Зауваження до дисертації та автореферату**

1. У першому розділі недостатньо уваги приділено аналізу існуючих закордонних публікацій за темою дисертації. При цьому, в пункті 1.1 багато уваги автор приділяє граничній умові захоплення при усталеному процесі прокатки у вигляді співвідношення кута захоплення до коефіцієнта тертя. Але в подальших розділах роботи, це співвідношення не використовується.

2. Матеріал пункту 2.1, який висвітлює існуючі математичні моделі процесу прокатки тонких штаб, доцільно було привести у першому розділі. Також, розрахункові дані моменту формозміни при прокатці, які отримані в пункті 2.5, слід було порівняти з розрахунковими даними моментів, які отримані при використанні вищезначених математичних моделей.

3. В роботі, для рішення диференційного рівняння рівноваги сил в зоні деформації, запропоновано нову модель для розрахунку напружень тертя. Однак недостатньо обґрунтовано необхідність використання нової моделі тертя при прокатці тонких штаб. Не наведено аналіз недоліків існуючих моделей тертя.

4. У третьому розділі отримано залежність середньої результуючої поздовжніх сил від експериментальних величин випередження та натягіння при прокатці. Але в подальшому ця залежність не використовується при створенні методики розрахунку раціональних режимів натягіння.

5. Експериментальні дослідження процесу прокатки, виконані з використанням зразків зі сплаву алюмінію АМг6. В той же час, запропоновані в роботі раціональні режими натягіння, відповідають режимам, які застосовуються на діючих станах для прокатки сталевих штаб. Доцільно було провести експерименти з використанням сталевих зразків.

6. Для підтвердження раціональності режиму натягіння, автор використовує відносну умовну величину моменту прокатки, яка має дуже малі значення. В умовах реального виробництва, для аналізу процесу прокатки, зручніше використовувати істинні розмірні значення моменту.

7. У дисертації досліджено вплив абсолютної величини переднього і заднього натягіння на поздовжню стійкість та енергетичну ефективність процесу. Варто було дослідити також вплив співвідношення натягінь на параметри процесу прокатки тонких штаб.

8. В роботі, для підтвердження ефективності методики визначення режиму натягінь при прокатці на безперервних станах, використовується значення сумарного моменту. Доцільно енергетичну ефективність процесу оцінювати величиною сумарної потужності.

### Висновок

Зазначені зауваження не знижують наукової новизни та практичної цінності дисертації. Дисертаційна робота Лобойко Дар'ї Ігорівни «Удосконалення технології неперервного прокатування на основі використання критерію поздовжньої стійкості штаби», яка представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, є самостійною завершеною працею, виконана на високому науково-технічному рівні та відповідає сучасним уявленням в області обробки металів тиском. В ній поставлена та вирішена науково-технічна задача, яка полягає у зниженні енерговитрат та підвищенні стабільності холодної прокатки штаб з використанням методики оцінки поздовжньої стабільності процесу тонколистової прокатки з натягінням.

За своєю практичною цінністю, науковою значимістю та актуальністю, дисертація відповідає вимогам «Положення про порядок присудження вчених ступенів і присвоєння вчених звань» МОН України, що пред'являються до кандидатських дисертацій, а її авторка Лобойко Дар'я Ігорівна заслуговує присудження вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.03.05 – процеси та машини обробки тиском.

### Офіційний опонент

Доцент кафедри обробки металів тиском  
Національної металургійної академії України  
кандидат технічних наук, доцент

Д. В. Коноводов

