

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет автоматизації виробництва та цифрових технологій
Кафедра металургії, матеріалознавства та
організації виробництва

АВТОРЕФЕРАТ
кваліфікаційної роботи

на здобуття освітнього ступеня магістра

за підсумками виконання
освітньо-професійної програми
«Сучасні технології прокатного виробництва»
за спеціальністю 136 - Металургія

**на тему «Удосконалення технологічних режимів обтиснення штаб
для автомобільної промисловості на стані тандем 1680 ПрАТ
"Запоріжсталь"»**

Здобувач

С.Г. Лось

Запоріжжя, 2024

Кваліфікаційною магістерською роботою є рукопис.

Робота виконана у Технічному університеті «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» на кафедрі металургії, машинобудування та організації виробництва.

Керівник:



Доброносів Ю.К., канд. техн. наук,
доцент, доцент кафедри ММОВ

Захист відбудеться 25 січня 2024 р. о 9:00 год. на засіданні
екзаменаційної комісії (https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_NjVIMDkyZDgtYjExNi00NzgzLWEzMzktNGZIZTRkNmQxOWI1%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%221f6a60da-12a6-4028-9d77-a98fa5c6b40f%22%2c%22Oid%22%3a%2201efadc2-6354-43fb-8f92-8e8c2485636b%22%7d).

Електронна версія автореферату розміщена в Інституційному репозитарії ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» 22 січня 2024 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Актуальність теми роботи. Холоднокатані смуги і листи з вуглецевих сталей товщиною 0,4 – 1,1 мм займають важливе місце на світовому ринку прокатної продукції. Вони широко використовуються для штампування різних складових і виробів в автомобільній промисловості. Виробництво такої продукції найбільш ефективно на чотирьох- та п'ятиклітьових неперервних станах холодної прокатки (НСХП). В результаті військової агресії в Україні лишився тільки один стан цього типу – чотирьохклітьовий стан ТАНДЕМ 1680 ПрАТ «Запоріжсталь». Це один із найстаріших НСХП і наразі не відповідає сучасним умовам виробництва практично за всіма показниками. Оскільки можливості реконструкції механічного обладнання стану майже вичерпані, підвищення ефективності його роботи можливе за рахунок вдосконалення технологічних режимів прокатки та оснащення стану система автоматизації з використанням сучасної мікропроцесорної бази. Таке спрямування даної кваліфікаційної роботи обумовлює її актуальність.

Постановка проблеми. Технологічні режими прокатки тонких холоднокатаних смуг в багатьох випадках не забезпечують рівномірного завантаження робочих клітей, що призводить до неефективного використання їхнього потенціалу, перевантажень і до порушень ходу процесу прокатки.

Мета дослідження. Удосконалити технологію процесу холодної прокатки смуг товщиною 0,5 – 1,0 мм за рахунок раціональних розподілів обтиснень по клітях неперервного стану.

Задачі дослідження:

- проаналізувати рівномірність навантаження робочих клітей прокатного стану для існуючих режимів обтиснень тонкої смуги з вуглецевих сталей
- розробити технологічні режими обтиснень, які забезпечують рівномірне завантаження перших трьох клітей стану та допустимий прогин валків (поперечну різнотовщинність) у четвертій кліті;
- виконати перевірку потужностей прокатки по приводах клітей та продуктивності за новими режимами обтиснень по сортаментах стану;
- проаналізувати відповідність роботи стану сучасним вимогам та запропонувати заходи, спрямовані на вдосконалення технології прокатки та обладнання стану;
- оцінити економічну ефективність розроблених заходів.

Об'єкт дослідження – неперервний стан холодної прокатки ТАНДЕМ 1680 МК «Запоріжсталь».

Предмет дослідження – технологія холодної прокатки смуг з вуглецевих сталей товщиною 0,5 – 1,0 мм.

Результати та обґрунтування їх новизни / інноваційності. Для холоднокатаних смуг товщиною 0,5 - 0,65 мм розроблені технологічні режими обтиснень, які забезпечують у порівнянні з існуючими рівномірне навантаження силою прокатки перших трьох клітей неперервного чотирьохклітьового стану холодної прокатки ТАНДЕМ 1680. Різниця сили прокатки по клітях не перевищує 3 – 5%. Вибір обтиснень в четвертій кліті забезпечує одержання потребуємої точності прокату за критерієм поперечної різнотовщинності внаслідок прогину валків. Відносні обтиснення в четвертій кліті не перевищують 15%. За новими режимами обтиснень досягнуто зниження сумарної потужності прокатки одного рулону в середньому на 0,2 МВт. Даний ефект має місце при оптимізації режимів саме для тонких смуг, у яких відносні обтиснення в першій кліті менші або незначно відрізняються від обтиснень у другій кліті. В той же час вирівнювання сил прокатки по клітях для більших товщин (понад 0,8 мм), для режимів яких характерне суттєве перевищення відносного обтиснення у першій кліті у порівнянні з іншими, навпаки призводить до зростання сумарної потужності прокатки, що потребує вирішення питання про доцільність таких заходів. Нові режими обтиснень забезпечують задану продуктивність по досліджених сортаментах.

Запропоновано заходи з вдосконалення роботи стану ТАНДЕМ 1680, які відповідають сучасним фінансовим можливостям підприємства. Зокрема оснащення стану вдосконаленою автоматизованою системою автоматичного обтиснення смуги у складі систем автоматичного регулювання товщини та натяжінь смуги дозволить знизити на 6 м довжину потовщених некондиційних кінців смуги і на 0,18% збільшити коефіцієнт придатного.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел, 5 додатків. Загальний обсяг роботи становить 83 сторінки, робота містить 18 рисунків, 12 таблиць. Список використаних джерел складається з 14 джерел.

ОСНОВНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

За результатами аналізу літературних джерел встановлено сучасні тенденції розвитку технологій і обладнання станів холодної прокатки смуг. Холодна прокатка відрізняється деформаційним зміцненням металу, яке призводить до зростання сили прокатки по мірі його деформування і яке необхідно враховувати при розподілі режимів обтиснень по клітях прокатного стану. Невиконання цієї вимоги призводить до нерівномірного навантаження клітей і, як наслідок, до нерівномірного зношування вузлів та механізмів та порушення стабільності процесу прокатки.

Єдиний для виробництва автолиста в Україні НСХП ТАНДЕМ 1680 є застарілим, не відповідає сучасним вимогам і потребує вдосконалення технологій і обладнання. Обладнання цеху холодної прокатки містить неперервний травильний агрегат, неперервний та реверсивні стани прокатки смуг, ділянку термообробки прокату в ковпакових печах, дресирувальні стани та агрегати поперечного та поздовжнього різання, що дозволяє одержувати холоднокатані смуги та листи товщиною від 0,5 мм і шириною 1000 – 1500 мм без покриття. Технологічна послідовність операцій на стані тандем 1680 є типовою для станів цього типу, тому підвищити ефективність його роботи можна за рахунок вдосконалення режимів обтиснень.

При розробці раціональних режимів прокатки на стані виходили з наступного: розподіл режимів обтиснень по перших трьох клітках повинен забезпечувати їхнє рівномірне завантаження силою прокатки, а обтиснення в останній клітці повинне бути таким, щоб деформація валків під дією сили прокатки забезпечувала заданий рівень поперечної різнотовщинності прокату. Виходячи з вимог забезпечення точності прокату встановлено допустиму силу прокатки в останній клітці для смуг різної ширини за критерієм прогину валків, яка підлягає контролю при виборі величини обтиснення. Для усіх клітей було виконано розрахунки енергосилових параметрів існуючих режимів прокатки для трьох сортamentів з різним характером розподілів відносних обтиснень по клітках : 2→0,5 x1000 мм, 2,3→0,65 x1250 мм та 3→1,0x1500 мм зі сталі 08ю. Для даного матеріалу було зроблено математичний опис кривої деформаційного зміцнення $\sigma_T = f(\epsilon)$ у вигляді поліному третього ступеня, необхідний для подальших обчислень. Для перших двох сортamentів характерна невелика різниця відносних обтиснень між першою та другою клітками, типова для товщин до 0,75 мм, для третього має місце більш значна різниця вказаних обтиснень з максимальними значеннями у першій клітці, характерна для більш товстих сортamentів.

На основі виконаних розрахунків проведено аналіз розподілів енергосилових параметрів для існуючих режимів прокатки. Розрахунки проводили за відомою методикою О.І.Целікова для холодної прокатки, реалізованою в програмному продукті Excel. Встановлено, що в усіх випадках для перших робочих клітей має місце нерівномірне навантаження силою прокатки, що свідчить про необхідність оптимізації обтиснень за цим критерієм. У четвертій клітці відносні обтиснення лежать у діапазоні 11 -15 %, сила прокатки при цьому не перевищує ту, що забезпечує задану деформацію валків, тому в подальшому режим обтиснень в четвертій клітці не змінювали у порівнянні з існуючими. Також з погляду забезпечення заданої продуктивності швидкості прокатки в останній клітці стану не змінювали.

Надалі було проведено оптимізацію розподілів обтиснень за критерієм рівномірного навантаження клітей силою прокатки.

Реалізовано оптимізацію для сортаментів 0,5 мм та 0,65 мм з перерозподілом обтиснень по клітях, з максимальними у першій кліті. Сили прокатки у перших трьох клітях різняться на 3-5%. За рахунок раціональних розподілів обтиснень зменшилась сумарна потужність прокатки, зменшення склало 0,37 МВт на рулон для сортаменту 0,5 мм і 0,03 МВт на рулон для сортаменту 0,65 мм. В той же час спроба створення режимів обтиснень з рівномірним завантаженням клітей для третього сортаменту призводить до суттєвого зростання сумарної потужності прокатки до 0,5 МВт на рулоні, що є неприпустимим для енергоємності процесу. В цьому випадку перерозподіл обтиснень був спрямований на запобігання перевищення максимально припустимих значень силою та потужністю прокатки. Тобто саме такі підходи до оптимізації режимів обтиснень можна рекомендувати для різних груп товщин прокату.

Виконані розрахунки продуктивності за дослідженими режимами показали, що вона забезпечується.

Окрім впровадження раціональних режимів обтиснень було розглянуто інші можливості підвищення ефективності роботи стану ТАНДЕМ 1680. Можливості корінної реконструкції стану обмежені браком коштів. Встановлення гідравлічних натискних механізмів між натискними гвинтами та подушками валків обмежується розмірами вікна станини і неможливе без зменшення висоти подушок опорних валків та пониження рівня лінії прокатки, тобто без суттєвих змін у конструкції більшості вузлів. Заміна гідравлічних механізмів врівноваження, розміщених у подушках валків, на гідроблоки у станині між подушками опорних валків може бути реальним рішенням, яке поліпшить умови експлуатації обладнання, зокрема, перевалку валків. Відносно дешевим і ефективним рішенням може стати оснащення стану автоматизованою системою керування натискними механізмами та натяжіннями на базі сучасної мікропроцесорної техніки фірми Siemens та існуючих товщиномірів. Окрім зниження поздовжньої різнотовщинності це дозволить знизити довжину некондиційних потовщених кінців смуги з 33 м до 27 м і підвищити вихід придатного для діапазону товщин 0,5 – 1,1 мм на 0,18%.

Надано економічну оцінку запропонованим рішенням. Економічний ефект від впровадження оптимізованих режимів обтиснень за рахунок зниження сумарної потужності двигунів очікується на рівні 12 млн. грн. для товщин нижче 0,7 мм. Економічний ефект від впровадження автоматичної системи керування процесом прокатки очікується у розмірі 9,3 млн. грн.

Аналіз техніки безпеки та охорони праці на стані ТАНДЕМ 1680 показав її задовільний стан та відповідність показників вимогам нормативних документів.

ВИСНОВКИ

1. Вдосконалення технології прокатки тонких смуг на неперервному стані холодної прокатки ТАНДЕМ 1680 можливе шляхом впровадження раціональних розподілів обтиснень по клітках стану.
2. Величина обтиснення в останній клітці повинна забезпечувати точність готового прокату за рахунок мінімізації прогину валків. Існуючі режими прокатки відповідають цій вимозі.
3. Оптимізовано режими обтиснень у перших трьох клітках за критерієм рівномірного завантаження силою прокатки. Різниця сил прокатки між клітками за розробленими режимами не перевищує 3-5%. Зниження сумарної потужності при прокатці смуг товщиною 0,5 мм склало 0,37 МВт на рулоні, смуг товщиною 0,65 мм – 0,03 МВт на рулоні.
4. Впровадження автоматизованої системи керування натискними механізмами та натяжіннями на базі сучасної мікропроцесорної техніки дозволить окрім загального підвищення точності прокатки зменшити довжину некондиційних потовщених кінців смуги з 33 м до 27 м, що для діапазону товщин 0,5 – 1,1 мм складає у середньому 46 кг придатного на рулон.
5. Очікуваний економічний ефект від впровадження розроблених у роботі заходів складе 21,3 млн. грн. у цінах 2022 р.

ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Добронос Ю.К., Лось С.Г. Удосконалення технології прокатки холоднокатаних смуг на стані тандем 1680 // International scientific conference "MININGMETALTECH 2023 – The mining and metals sector: integration of business, technology and education" :conference proceedings (November 29–30, 2023. Riga, the Republic of Latvia). Riga, Latvia : "Baltija Publishing", 2023. Vol. 1. –P. 29-31 <http://baltijapublishing.lv/omp/index.php/bp/catalog/book/384>

АНОТАЦІЯ

Лось Сергій Геннадійович. «Удосконалення технологічних режимів обтиснення штаб для автомобільної промисловості на стані тандем 1680 ПрАТ "Запоріжсталь"»

Холоднокатані смуги і листи товщиною 0,4 – 1,1 мм займають важливе місце на світовому ринку прокату. Тому питання удосконалення технологій холодної тонколистової прокатки є актуальними. Єдиний в Україні неперервний стан холодної прокатки ТАНДЕМ 1680 є

застарілим і практично вичерпав резерви модернізації. Вдосконалення технології прокатки тонких смуг на стані можливе за впровадженням раціональних розподілів обтиснень по клітях. Величина обтиснення в останній кліті повинна забезпечувати точність готового прокату. Існуючі режими прокатки відповідають цій вимозі. Тому було оптимізовано за критерієм рівномірного завантаження силою прокатки режими обтиснень у перших трьох клітях. Різниця сил прокатки у клітях за новими режимами не перевищує 3-5%. Зниження сумарної потужності при прокатці смуг товщиною 0,5 ... 0,65 мм у середньому становить 0,15 МВт на рулоні. Розглянуто можливість на основі системи автоматизації зменшити довжину некондиційних потовщених кінців смуги з 33 м до 27 м. Для діапазону товщин 0,5 – 1,1 мм це складе у середньому 46 кг придатного на рулон. Очікуваний економічний ефект від впровадження розроблених у роботі заходів складе 21,3 млн. грн. у цінах 2022 р. Розглянуто питання техніки безпеки та охорони праці.

Ключові слова: ХОЛОДНОКАТАНА СМУГА, НЕПЕРЕРВНИЙ СТАН, РЕЖИМИ ОБТИСНЕНЬ, ЕНЕРГОСИЛОВІ ПАРАМЕТРИ, ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОКАТКИ

ABSTRACT

Sergey G. LOS Improvement of the technological modes of rolling the strips for the automotive industry on the tandem mill 1680 Zaporizhstal PJSC

Cold-rolled strips and sheets with a thickness of 0.4 – 1.1 mm occupy an important place in the global rolled steel market. Therefore, the issues of improving cold sheet rolling technologies are relevant. The only continuous cold rolling mill in Ukraine, TANDEM 1680, is outdated and has practically exhausted its modernization reserves. Improving the technology of rolling thin strips in a mill is possible using rational distributions of reductions among the stands. The amount of compression in the last stand should ensure the accuracy of the finished rolled product. Existing rolling modes meet this requirement. Therefore, the compression modes in the first three stands were optimized according to the criterion of uniform loading by rolling force. The difference in rolling forces in the stands under the new modes does not exceed 3-5%. The reduction in total power when rolling strips with a thickness of 0.5...0.65 mm averages 0.15 MW per roll. The possibility of using an automation system to reduce the length of substandard thickened ends of the strip from 33 to 27 m was considered. For the thickness range of 0.5 - 1.1 mm, this will amount to an average of

46 kg suitable per roll. The expected economic effect from the implementation of the measures developed in the work will be 21,3 million UAH in 2022 prices. Issues of occupational safety and health was considered.

Key words: COLD ROLLED STRIP, CONTINUOUS ROLLING MILL, PRESSING MODES, ENERGY PARAMETERS, IMPROVEMENT OF ROLLING TECHNOLOGY