

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет автоматизації виробництва та цифрових технологій
Кафедра цифрових технологій та проектно-аналітичних рішень

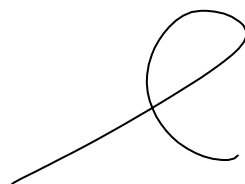
АВТОРЕФЕРАТ кваліфікаційної роботи

на здобуття освітнього ступеня магістра

за підсумками виконання
освітньо-професійної програми
«Комп'ютерні науки та цифровий інтелект»
за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»

**на тему «ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА АЛГОРИТМІЧНОГО ТА
ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ФАБРИКАЦІЇ ПОРІЗУ СЛЯБІВ
З МЕТОЮ ЗНИЖЕННЯ РОЗХІДНОГО КОЕФІЦІЄНТУ МЕТАЛУ ПРИ
ВИРОБНИЦТВІ ТОВСТОЛИСТОВОГО ПРОКАТУ»**

Здобувач



Фещенко Іван
Олександрович

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
2024

Кваліфікаційною магістерською роботою є рукопис.

Робота виконана у Технічному університеті «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» на кафедрі цифрових технологій та проектноаналітичних рішень

Керівник: Шматко



Олександр Віталійович,
доцент, к.т.н.

Захист відбудеться 22 січня 2024 р. о 09:00 год на засіданні екзаменаційної комісії.

https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_Yjk3NDk2YTMtNzFiMS00MmU5LWI4ZjctNzYyMTYyZDA0MzA0%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. У сьогоднішніх умовах складної політичної та економічної ситуації, попиту на товстий гарячекатаний лист виникла необхідність виготовлення товстолистого прокату, через втрату виробничих потужностей на інших активах, на обладнанні ПАТ «Запоріжсталь», а саме прокатному стані «БТЛС-1680» цеху гарячої прокатки тонкого листа (ЦГП). Даний прокатний стан є тонколистовим та призначається для виготовлення саме тонколистого металу, що надає унікальності даній ситуації, адже подібних випадків у вітчизняній та світовій практиці не зафіксовано.

У період з травня 2023 року по кінець листопада 2023 року було виготовлено близько 1930 тон металу, що склало близько 4% від загального об'єму металу, виготовленого у ЦГП за досліджуваний період (440 540т).

Конструктивні особливості прокатного стану «БТЛС-1680», а саме довжина його розкатного поля (45 метрів), не дозволяє розміщувати на ньому розкат металу для порізки під мірні листи для замовлення. Довжина листів при прокаті та видовженні є занадто довгою, адже прокат здійснюється на товщини 10мм, 12мм, 14мм, 16мм, 18мм, 20мм та 25мм. Отже, доводиться різати заготовку ще до її розкату на «Ножицях-2000» обжимного цеху для отримання декількох розкатів металу. Для замовлень товщиною 10-12мм ділення розкату відбувається повторно, вже на прокатному стані, адже при таких товщинах довжина є занадто великою.

На даний момент ділення заготовки (слябу) або ж його фабрикація, відбувається за принципом «50:50». Тобто, немає чітко розробленої фабрикації для слябів при прокаті товстолистої сталі. В рамках ПАТ «Запоріжсталь» діє мартенівське виробництво, яке виготовляє зливки, з яких, відповідно, при обтисканні та відрізання дефектів, прибирають зайвий метал. Отже, довжина кожного слябу є індивідуальною, зважаючи на те, що кожен сляб має різну кількість дефектів, які дуже важко регулювати в умовах мартенівського виробництва.

Постановка проблеми. Отже, при відсутності чіткої фабрикації, діленні слябів «50:50» довжина розкату металу кожен раз відрізняється. У результаті розкат металу потрібно ділити на листи згідно замовлення, наприклад, на 6 метрів, 12 метрів, 3,5 метрів, тощо. Але довжина розкату при цьому має бути обмежена довжиною розкатного поля і буде визначена тим як раніше поділили заготовку, тобто сляб. За відсутності чіткої фабрикації та обмежень розкатного поля, при діленні розкату на мірні листи залишається значна кількість обрізі та немірних листів. Обрізь довжиною до 2,5 метрів йде на брухт. Немірні листи від 2,5 метрів до 5 метрів можуть бути реалізовані замовнику, за умови що він погодиться їх купити, але за зниженою на

15% ціною. Станом на жовтень 2023 року розхідний коефіцієнт металу (РКМ) при виробництві товстолистого прокату у ЦГП становив 1078кг/т.

За 57 днів досліджуваного періоду у вересні-листопаді 2023 року на 85% плавок було утворено 83 немірних листи. Отже, актуальності набуває проблема зменшення кількості обрізі, тобто розхідного коефіцієнту металу (РКМ) при виробництві товстолистого прокату. Зменшення РКМ та кількості немірних листів є економічно ефективним заходом для підприємства, адже дозволяє перевести певну кількість металу до товарної категорії з категорії обрізі або продати його на 15% дорожче.

Враховуючи значну кількість варіантів замовлень (за товщиною та шириною), а також індивідуальну довжину кожного слябу, наявні методи не дозволяють вирішити дану задачу, адже неможливо підібрати фабрикацію під кожен окремо взятий сляб, маючи наявні інструменти вимірювання у вигляді аналогових лінійок таким чином, щоб при цьому розуміти яка довжина розкату при цьому потрібна, щоб отримати мінімальну обрізь при його діленні на мірні листи і зробити це за обмежений час, тобто майже миттєво, адже виробництво є безперервним і метал має властивість втрачати температуру нагріву, що робить неможливим затримки для проведення розрахунків на кілька хвилин.

Мета дослідження: зниження розхідного коефіцієнту металу при виробництві товстолистого прокату на прокатному стані «БТЛС-1680» за допомогою алгоритмічного програмного забезпечення для фабрикації порізу слябів на «Ножицях-2000» обтискної ділянки цеху гарячого прокату ПАТ «Запоріжсталь» в залежності від геометричних параметрів слябу, параметрів замовлення та технологічних особливостей прокату металу на «БТЛС-1680».

Задачі дослідження:

- вивчення циклу виробництва товстолистого прокату, зокрема процесів обробки і прокату металу; методів та технік фабрикації порізу слябів, що використовуються на підприємстві ПАТ «Запоріжсталь»;
- вивчення вимог та стандартів якості виробництва прокату на ПАТ «Запоріжсталь»;
- проведення аналізу інструментів, які на даний час використовуються для управління процесом фабрикації порізу слябів, оцінка їх ефективності, можливостей та обмеження;
- дослідження сучасних методів і засобів виявлення та аналізу дефектів програмного забезпечення комп'ютерних систем;
- розробка методу аналізу впливу дефектів програмного забезпечення на якість та надійність програмного забезпечення для комп'ютерних систем;

- розробка математичного алгоритму для аналізу ефективності фабрикації слябів;
- розробка архітектури алгоритмічного програмного забезпечення та аналіз впливу дефектів програмного забезпечення на якість та надійність програмного забезпечення для комп'ютерних систем;
- аналіз фінансових аспектів впровадження нових технологій та розробок в процес фабрикації слябів на ПАТ «Запоріжсталь».
- здійснення тестування розробленого програмного забезпечення.

Об'єкт дослідження – теоретичні та практичні аспекти процесу виготовлення металу на обтискному стані « 1150» та прокатному стані «БТЛС-1680».

Предмет дослідження – методи та інструменти розробки програмного забезпечення для фабрикації товстолистого металу товщиною 10-25мм та шириною 1210мм, 1250мм та 1270мм на прокатному стані «БТЛС-1680».

Результати та обґрунтування їх новизни / інноваційності. Вперше для тонколистового прокатного стану «БТЛС-1680» розроблено програмне забезпечення для фабрикації порізу слябів для виробництва товстолистого прокату з урахуванням технології виробництва, геометричних параметрів заготовки (слябу) та геометричних параметрів замовлення, які можуть значно коливатись.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел, 5 додатків. Загальний обсяг роботи становить 128 сторінок, робота містить 27 рисунків, 18 таблиць. Список використаних джерел складається з 20 джерел.

ОСНОВНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Проаналізовано роль індустрії 4.0 у сучасному виробництві. Виділено атрибути, які пов'язані з індустрією 4.0:

- узгодження між процесами, пристроями, та зацікавленими сторонами;
- мінімізація та/або усунення відходів; гнучкість ланцюга поставок;
- розширення можливостей і аналітичних рішень, спрямованих на забезпечення безперервного виробничого потоку.

Досліджено питання застосування новітніх технологій у виробництві та промисловості, у тому числі, у металургії, на тлі зростання конкуренції та пошуку резервів підвищення продуктивності та ефективності обладнання за умов безперервного виробництва, зростання цін на енергоресурси потребує пошуку інноваційних шляхів підвищення ефективності, у тому числі, застосування систем штучного інтелекту, здатних ефективно та оперативно вирішувати завдання прогнозування та надання консультативної інформації для людини.

Досліджено теоретичні аспекти виробництва слябів на стані «Слябінг-1150» та гарячекатаних смуг на стані гарячої прокатки «НТЛС- 1680», а саме виробництва передільних, товарних слябів та слябів для товстолистого прокату зі зливків вуглецевих, низьколегованих та високовуглецевих марок сталі, а також прокату металу з даних слябів.

В рамках проведення дослідження з'ясовано що сортамент, який виготовляється на даному прокатному стані та охоплює товстолистовий прокат є досить широким. А саме, листи товщиною, 10мм, 12мм, 14мм, 16мм, 18мм, 20мм, 25мм. При цьому може бути три різних варіанти ширини 1250мм, 1230мм, 1270мм. А довжина листів замовлення може бути 3,5м, 6м, 12м. Таким чином може бути як мінімум 78 варіантів листів за геометричними параметрами замовлення. Крім того, необхідно враховувати геометричні параметри слябу, які коливаються в залежності від кількості дефектів. Загалом, довжина слябу може коливатись від 8,5 метрів до 10-11 метрів.

Здійснено обґрунтування вибору методів теоретичних та експериментальних досліджень в рамках розробки алгоритмічного програмного забезпечення для фабрикації слябів для виготовлення товстолистого прокату. Аналіз проблеми за допомогою методології «5 чому?» показав, що причиною може бути відсутність чіткої фабрикації слябів при їх розділенні в рамках технологічного процесу на «Ножицях-2000». Проведено факторний аналіз за допомогою методу ментальної карти, виділивши чинники, які впливають на утворення обрізи та немірних листів та ранжувати їх за ступенем впливу. Застосуємо також метод мозкового штурму. В рамках мозкового штурму було проаналізовано статистику довжини слябів.

Проаналізовано розрахунок розхідного коефіцієнту металу (РКМ) в рамках прокатного стану «БТЛС-1680»

Здійснено опис та розробку математичної моделі алгоритмічного програмного забезпечення для фабрикації слябів для виготовлення товстолистого прокату;

Здійснено опис перебігу та результати розрахунків алгоритмічного програмного забезпечення з фабрикації слябів для виробництва товстолистої сталі на даних фактичного виробництва.

Розроблено логічна модель алгоритмічного програмного забезпечення для фабрикації слябів для виготовлення товстолистого прокату. Розроблена фізична модель алгоритмічного програмного забезпечення. Розглянуті види забезпечення функціонування алгоритмічного програмного забезпечення для фабрикації слябів.

Описані елементи інтерфейсу:

1.) параметри слябу: - довжина, мм; - ширина, мм; - товщина, мм.

2.) параметри замовлення: - довжина, мм; - ширина, мм; - товщина, мм

3.) додаткові технологічні параметри:

- товщина смуги на кінцевих ножицях (товщина смуги може відрізнятись в залежності від товщини листа замовлення, тобто для листів товщиною від 10 до 12 мм вона буде дещо іншою, ніж для листів товщиною 14-25мм, таким чином ми маємо включити цей параметр для регулювання розрахунків); - інші технологічні параметри (за необхідності).

4.) блок рекомендації з фабрикації:

- рекомендована довжина фабрикації слябу, тобто довжина першого слябу, на який він буде поділений та, відповідно, довжина другого слябу;

- розрахункова довжина смуги металу, яка буде виготовлена з цих слябів;

- розрахункова кількість мірних листів з кожної зі смуг металу;

- остача, яка залишиться після ділення смуг металу на мірні листи.

Надано рекомендації щодо застосування алгоритмічного програмного забезпечення з фабрикації слябів для виробництва товстолистової сталі;

Проведено розрахунок потенційного економічного ефекту від впровадження алгоритмічного програмного забезпечення з фабрикації слябів для виробництва товстолистової сталі.

У результаті проведеного дослідження та застосування алгоритмічного програмного забезпечення для проведення фабрикації слябів, які були порізані за існуючою методикою, підтверджено що програмне забезпечення надає ефективні рекомендації щодо фабрикації слябів, що виражається у переведенні близько 6 тон металу до статусу товарного зі статусу обрізи або немірних листів у жовтні 2023 року. Краща фабрикація досягається за рахунок розрахунку видовження смуги розкату металу з урахуванням наявності технологічної обрізи та геометричних параметрів як заготовки, так і замовлення.

Разом з технічним управлінням проведено розробку програми робіт щодо проведення дослідної фабрикації слябів на «Ножицях-2000» для виготовлення гарячекатаних листів зі сталі марок СТЗПС (ЗПССВ), S235JR.

Для запровадження програмного забезпечення необхідно розуміти наскільки його рекомендації відповідають стану обладнання, тому з метою можливого введення коригуючих коефіцієнтів планується проведення дослідної фабрикації. Мета роботи: зниження РКМ при виготовленні гарячекатаного товстолистового прокату розмірами 10,0x1250x6000мм, 14,0x1250x6000мм, 16,0x1250x6000мм, зі сталі марок СтЗпс(Зпссв), S235 JR із необхідними технічними характеристиками.

Переведення 6 тон потенційно отриманого додатково металу у грошовий еквівалент показує що можна було б отримати у жовтні

додатково близько 77 тисяч гривень прибутку. Розрахунок здійснено з урахуванням показника поточного РКМ та показників ваги плавки, на яких можна було б потенційно перевести метал до товарного, а також з урахуванням цін на брухт на момент проведення розрахунків. Безумовно, показник РКМ є достатньо складним та на нього впливає дуже багато чинників, починаючи від стану обладнання, закінчуючи людським чинником. В рамках розрахунку економічного ефекту та проведення дослідження визначено ряд чинників, які так чи інакше здійснюють вплив на показник РКМ при прокаті металу на прокатному стані «БТЛС-1680». Серед цих показників присутні і геометричні параметри слябу.

ВИСНОВКИ

У сьогоднішніх умовах складної політичної та економічної ситуації, попиту на товстий гарячекатаний лист виникла необхідність виготовлення товстолистого прокату, через втрату виробничих потужностей на інших активах, на обладнанні ПАТ «Запоріжсталь», а саме прокатному стані «БТЛС-1680» цеху гарячої прокатки тонкого листа (ЦГП). Даний прокатний стан є тонколистовим та призначається для виготовлення саме тонколистого металу, що надає унікальності даній ситуації, адже подібних випадків у вітчизняній та світовій практиці не зафіксовано.

У період з травня 2023 року по кінець листопада 2023 року було виготовлено близько 1930 тон металу, що склало близько 4% від загального об'єму металу, виготовленого у ЦГП за досліджуваний період (440 540т).

Конструктивні особливості прокатного стану «БТЛС-1680», а саме довжина його розкатного поля (45 метрів), не дозволяє розміщувати на ньому розкат металу для порізки під мірні листи для замовлення. Довжина листів при прокаті та видовженні є занадто довгою, адже прокат здійснюється на товщини 10мм, 12мм, 14мм, 16мм, 18мм, 20мм та 25мм. Отже, доводиться різати заготовку ще до її розкату на «Ножицях-2000» обжимного цеху для отримання декількох розкатів металу. Для замовлень товщиною 10-12мм ділення розкату відбувається повторно, вже на прокатному стані, адже при таких товщинах довжина є занадто великою.

На даний момент ділення заготовки (слябу) або ж його фабрикація, відбувається за принципом «50:50». Тобто, немає чітко розробленої фабрикації для слябів при прокаті товстолистої сталі. В рамках ПАТ «Запоріжсталь» діє мартенівське виробництво, яке виготовляє зливки, з яких, відповідно, при обтисканні та відрізанні дефектів, прибирають зайвий метал. Отже, довжина кожного слябу є індивідуальною, зважаючи на те, що кожен сляб має різну кількість дефектів, які дуже важко регулювати в умовах мартенівського виробництва.

Отже, при відсутності чіткої фабрикації, діленні слябів «50:50» довжина розкату металу кожен раз відрізняється. У результаті розкат металу потрібно ділити на листи згідно замовлення, наприклад, на 6 метрів, 12 метрів, 3,5 метрів, тощо. Але довжина розкату при цьому має

бути обмежена довжиною розкатного поля і буде визначена тим як раніше поділили заготовку, тобто сляб. За відсутності чіткої фабрикації та обмежень розкатного поля, при діленні розкату на мірні листи залишається значна кількість обрізі та немірних листів. Обрізь довжиною до 2,5 метрів йде на брухт. Немірні листи від 2,5 метрів до 5 метрів можуть бути реалізовані замовнику, за умови що він погодиться їх купити, але за зниженою на 15% ціною. Станом на жовтень 2023 року розхідний коефіцієнт металу (РКМ) при виробництві товстолистого прокату у ЦГП становив 1078кг/т.

За 57 днів досліджуваного періоду у вересні-листопаді 2023 року на 85% плавок було утворено 83 немірних листи. Отже, актуальності набуває проблема зменшення кількості обрізі, тобто розхідного коефіцієнту металу (РКМ) при виробництві товстолистого прокату. Зменшення РКМ та кількості немірних листів є економічно ефективним заходом для підприємства, адже дозволяє перевести певну кількість металу до товарної категорії з категорії обрізі або продати його на 15% дорожче.

Враховуючи значну кількість варіантів замовлень (за товщиною та шириною), а також індивідуальну довжину кожного слябу, наявні методи не дозволяють вирішити дану задачу, адже неможливо підібрати фабрикацію під кожен окремо взятий сляб, маючи наявні інструменти вимірювання у вигляді аналогових лінійок таким чином, щоб при цьому розуміти яка довжина розкату при цьому потрібна, щоб отримати мінімальну обрізь при його діленні на мірні листи і зробити це за обмежений час, тобто майже миттєво, адже виробництво є безперервним і метал має властивість втрачати температуру нагріву, що робить неможливим затримки для проведення розрахунків на кілька хвилин.

У результаті проведеного дослідження можемо зробити висновок що, враховуючи значну кількість варіантів замовлень (за товщиною та шириною), а також індивідуальну довжину кожного слябу, наявні методи не дозволяють вирішити дану задачу, адже неможливо підібрати фабрикацію під кожен окремо взятий сляб, маючи наявні інструменти вимірювання у вигляді аналогових лінійок таким чином, щоб при цьому розуміти яка довжина розкату при цьому потрібна, щоб отримати мінімальну обрізь при його діленні на мірні листи і зробити це за обмежений час, тобто майже миттєво, адже виробництво є безперервним і метал має властивість втрачати температуру нагріву, що робить неможливим затримки для проведення розрахунків на кілька хвилин. Можемо відзначити що актуальним є питання застосування програмних алгоритмів для вирішення даної задачі.

Проаналізувавши технологічні особливості виробництва прокату на обладнанні цеху гарячого прокату ПАТ «Запоріжсталь», застосували отримані дані для створення формул, які стали основою для алгоритмічного програмного забезпечення.

В рамках проведеного дослідження зібрано інформацію, яка дозволила розробити фізичну модель алгоритмічного програмного забезпечення, яка показує рекомендації з фабрикації слябу, довжину смуги з кожного окремого слябу при прокаті, мінус технологічна обрізь; кількість мірних листів з кожної смуги; розмір остачі при діленні цих смуг на мірні листи відповідно до обраної довжини замовлення.

Алгоритмічне програмне забезпечення було застосовано для аналізу фактичних даних системи «Сталь-прокат» при виготовленні товстолистового прокату та наявності немірних листів у жовтні 2023 року та показало свою ефективність, що виражається у економічному ефекті близько 1 млн. грн. на рік при заданому рівні виробництва.

Дане програмне забезпечення може використовуватись для фабрикації слябів різних типів та марок сталі. У майбутньому в рамках розвитку даного проекту можлива інтеграція даного програмного забезпечення з іншими програмами, а також розширення цього досвіду на інші активи.

ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Фещенко І.О. «Особливості алгоритму розрахунку програмної системи для фабрикації слябів», с. 65-67. - Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернетконференції «Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку»: Зб. наук. Праць. Переяслав, 2023. Вип. 89. 107с. Шматко О.В., Фещенко І.О.,
2. «Застосування програмної системи для фабрикації слябів у прокатному виробництві», с. 138-141. Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та С 91 електропривод: матеріали VII Всеукраїнської науковопрактичної конференції, 20–22 квітня 2023 р. / За заг. ред. О. Ф. Тарасова. – Краматорськ : ДДМА, 2023. – 282 с.

АНОТАЦІЯ

Фещенко І.О. Дослідження та розробка алгоритмічного та програмного забезпечення для фабрикації порізу слябів з метою зниження розхідного коефіцієнту металу при виробництві товстолистового прокату. Кваліфікаційна робота на здобуття ступеню вищої освіти – магістр за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки, освітньо-професійна програма «Комп'ютерні науки та цифровий інтелект». – ТОВ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Кривий Ріг, 2024.

Актуальність теми роботи. У сьогоднішніх умовах складної політичної та економічної ситуації, попиту на товстий гарячекатаний лист виникла необхідність виготовлення товстолистого прокату, через втрату виробничих потужностей на інших активах, на обладнанні ПАТ «Запоріжсталь», а саме прокатному стані «БТЛС-1680» цеху гарячої прокатки тонкого листа (ЦГП). Даний прокатний стан є тонколистовим та призначається для виготовлення саме тонколистого металу, що надає унікальності даній ситуації, адже подібних випадків у вітчизняній та світовій практиці не зафіксовано.

У період з травня 2023 року по кінець листопада 2023 року було виготовлено близько 1930 тон металу, що склало близько 4% від загального об'єму металу, виготовленого у ЦГП за досліджуваний період (440 540т).

Конструктивні особливості прокатного стану «БТЛС-1680», а саме довжина його розкатного поля (45 метрів), не дозволяє розміщувати на ньому розкат металу для порізки під мірні листи

для замовлення. Довжина листів при прокаті та видовженні є занадто довгою, адже прокат здійснюється на товщини 10мм, 12мм, 14мм, 16мм, 18мм, 20мм та 25мм. Отже, доводиться різати заготовку ще до її розкату на «Ножицях-2000» обжимного цеху для отримання декількох розкатів металу. Для замовлень товщиною 10-12мм ділення розкату відбувається повторно, вже на прокатному стані, адже при таких товщинах довжина є занадто великою.

Мета дослідження: зниження розхідного коефіцієнту металу при виробництві товстолистого прокату на прокатному стані «БТЛС-1680» за допомогою алгоритмічного програмного забезпечення для фабрикації порізу слябів на «Ножицях-2000» обтискної ділянки цеху гарячого прокату ПАТ «Запоріжсталь» в залежності від геометричних параметрів слябу, параметрів замовлення та технологічних особливостей прокату металу на «БТЛС-1680».

У роботі вперше для тонколистого прокатного стану «БТЛС-1680» розроблено програмне забезпечення для фабрикації порізу слябів для виробництва товстолистого прокату з урахуванням технології виробництва, геометричних параметрів заготовки (слябу) та геометричних параметрів замовлення, які можуть значно коливатись.

Ключові слова: програмне забезпечення, функціональний аналіз, фабрикація, прокатний стан, сляб, алгоритм, обрізь.

ABSTRACT

Feshchenko I.O. Researching and developing algorithms and software for slab cutting to reduce steel consumption in the production of steel plates. Theses for a Master's degree in the specialty 122 Computer Science, Educational Programme "Computer Science and Digital Intelligence". – TECHNICAL UNIVERSITY "METINVEST POLYTECHNICS", LLC, Kryvyi Rih, 2024.

Researching and developing algorithms and software for slab cutting to reduce steel consumption in the production of steel plates" Relevance of the topic of the work. In today's difficult political and economic situation, the demand for thick hot-rolled sheet has become necessary for the production of thick-rolled sheet, due to the loss of production capacity on other assets, on the equipment of PJSC "Zaporizhstal", namely the rolling mill "BTLS-1680" of the hot-rolling shop of thin sheet (CGP). This rolling mill is thin-sheet and is intended for the production of thin-sheet metal, which makes this situation unique, because similar cases have not been recorded in domestic and international practice.

In the period from May 2023 to the end of November 2023, about 1,930 tons of metal were produced, which accounted for about 4% of the total volume of metal produced at the CSP during the period under review (440,540 tons).

The design features of the BTLS-1680 rolling mill, namely the length of its rolling field (45 meters), do not allow placing on it the rolling of metal for cutting to measurement sheets for ordering. The length of the sheets during rolling and stretching is too long, because rolling is carried out in thicknesses of 10mm, 12mm, 14mm, 16mm, 18mm, 20mm and 25mm. Therefore, it is necessary to cut the workpiece even before it is rolled out on the "Scissors-2000" of the crimping shop to obtain several rolls of metal. For orders with a thickness of 10-12 mm, the rolling division takes place again, already on the rolling mill, because with such thicknesses, the length is too long.

The purpose of the study: reduction of the consumption rate of metal in the production of thick rolled products on the rolling mill "BTLS1680" using algorithmic software for the fabrication of cutting slabs on "Scissors-2000" of the crimping section of the hot-rolled shop of PJSC "Zaporizhstal" depending on the geometric parameters of the slab, order parameters and technological features of rolling metal at "BTLS1680".

In the work, for the first time, for the thin-sheet rolling mill "BTLS1680" software was developed for the fabrication of slabs for the production of thick-sheet rolled products, taking into account the production technology, the geometric parameters of the workpiece (slab) and the geometric parameters of the order, which can vary significantly.

Key words: software, functional analysis, fabrication, rolling mill, slab, algorithm, trim.