

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Гірничо-металургійний факультет
Кафедра металургії та організації виробництва

АВТОРЕФЕРАТ
кваліфікаційної роботи

на здобуття освітнього ступеня магістра

за підсумками виконання
освітньо-професійної програми
«Металургія сталі»
за спеціальністю 136 Металургія

**на тему «Дослідження впливу параметрів розливання сталі на МБЛЗ
на якість заготовки та продуктивність процесу»**

Здобувач



Сергій КУХНО

Запоріжжя 2025

Кваліфікаційною магістерською роботою є рукопис.
Робота виконана у Технічному університеті «МЕТІНВЕСТ
ПОЛІТЕХНІКА» на кафедрі металургії та організації виробництва.

Керівник: Синегін Євген Володимирович,
канд. техн. наук, доцент кафедри
металургії та організації
виробництва

Захист відбудеться 18 лютого 2025 р. о 11:00 год. на засіданні
екзаменаційної комісії на платформі MS Teams.

Посилання на засідання: https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_YjJkMzk0MDYtM2l3NC00Yzg4LWJmMTMtYmlzODVINGU0MjY0%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%221f6a60da-12a6-4028-9d77-a98fa5c6b40f%22%2c%22Oid%22%3a%22b7d753f3-b1bf-41eb-a80b-cab4005c5acb%22%7d

Електронна версія автореферату розміщена в Інституційному
репозитарії ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ
ПОЛІТЕХНІКА» 15 лютого 2025 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Актуальність теми роботи. Нові вимоги до якості сталевих заготовок та підвищення ефективності сталеплавильного виробництва викликають необхідність у сталому вдосконаленні металургійних технологій і пошуку прихованих резервів підвищення ефективності технологічних процесів. Контроль параметрів розливання сталі на машині безперервного лиття заготовок (МБЛЗ) є ключовим фактором, що впливає на формування дефектів, однорідність структури та механічні властивості металу. Визначення раціональних технологічних режимів розливання сприятиме зниженню браку, підвищенню продуктивності та забезпеченню стабільності розливання сталі на МБЛЗ, що є критично важливим для сучасної металургії.

Постановка проблеми. У сучасному сталеплавильному виробництві безперервне лиття заготовок є основною технологією розливання сталі, що забезпечує високу продуктивність та економічність процесу. Проте якість заготовок значною мірою залежить від параметрів розливання, зокрема температурно-швидкісного режиму, рівня металу у кристалізаторі та його коливаннях внаслідок виникнення нестандартних ситуацій, інтенсивності первинного та вторинного охолодження, а також багатьох інших контрольованих і неконтрольованих факторів. Недостатня керованість цими факторами може призводити до утворення поверхневих, внутрішніх дефектів та дефектів форми (профілю), зниження механічних властивостей та нестабільності процесу. Отже дослідження впливу технологічних параметрів на якість заготовки та продуктивність МБЛЗ є доцільним для оптимізації режимів розливання.

Мета дослідження. Визначити вплив параметрів розливання сталі на МБЛЗ на якість металу та відсорткування заготовки для можливості подальшої оптимізації технологічних режимів та підвищення ефективності виробництва.

Задачі дослідження:

- проаналізувати сучасні вітчизняні і світові практики розливання сталі на МБЛЗ та методи рафінування сталі в процесі розливання;
- визначити найбільш типові для умов поточного виробництва дефекти безперервнолитих заготовок та за довідковою літературою проаналізувати причини їх утворення;
- обґрунтувати методику статистичного аналізу для визначення впливу параметрів розливання сталі на МБЛЗ на відсоток відсорткування заготовки;

- проаналізувати методами математичної статистики вплив технологічних параметрів розливання сталі на МБЛЗ на відсоток відсортування заготовки;
- розробити рекомендації до режимів розливання сталі на МБЛЗ та хімічного складу металу перед розливанням, що дозволять зменшити часту відсортованої за визначеними дефектами продукції;
- оцінити вплив запропонованих рекомендацій на безпечність умов праці персоналу та навколишнє середовище;
- виконати оцінку планового економічного ефекту від впровадження запропонованих заходів у виробничий процес.

Об'єкт дослідження – технологія безперервного розливання сталі.

Предмет дослідження – причини формування дефектів безперервнолитої заготовки та відсортування продукції.

Результати та обґрунтування їх новизни / інноваційності. За результатами дисперсійного аналізу були встановлені технологічні параметри розливання сталі на МБЛЗ, які мають вплив на відсортування безперервнолитої заготовки. Встановлено критичні межі цих параметрів, перевищення яких призводить до зростання ризику утворення дефектів. Запропоновані рекомендації щодо граничного вмісту сірки в металі перед розливанням, температури металу, коливань рівня металу в кристалізаторі в процесі розливання та витрати води на вторинне охолодження.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 91 сторінка, робота містить 18 рисунків, 6 таблиць. Список використаних джерел складається з 83 джерел.

ОСНОВНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

За результатами виконання досліджень в рамках випускної кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня магістр отримано наступне:

- за вітчизняними та закордонними джерелами проаналізовано сучасні практики розливання сталі на МБЛЗ та методи рафінування сталі в промковші МБЛЗ;
- за виробничими даними визначено найбільш типові для умов поточного виробництва дефекти сортових безперервнолитої заготовок та за довідковою літературою встановлено найбільш ймовірні причини їх утворення;
- обрано та обґрунтовано використання методики однофакторного дисперсійного аналізу для визначення впливу параметрів розливання сталі на МБЛЗ на відсоток відсортування заготовки;

- методом однофакторного дисперсійного аналізу проаналізовано вплив технологічних параметрів розливання сталі на МБЛЗ на відсоток відсортуння заготовки;
- запропоновані рекомендації до режимів розливання сталі на МБЛЗ та хімічного складу металу перед розливанням, що дозволять зменшити часту відсортунної за деякими, найбільш характерними для умов поточного виробництва дефектами продукції;
- виконано оцінку впливу запропонованих рекомендацій на безпечність умов праці персоналу та навколишнє середовище у відділенні МБЛЗ;
- виконано оцінку планового економічного ефекту від впровадження запропонованих заходів у виробничий процес.

ВИСНОВКИ

1. У першому розділі кваліфікаційної роботи виконано аналіз наукової літератури, який підтвердив актуальність удосконалення роботи промковша МБЛЗ як агрегату, що забезпечує остаточне рафінування сталі від домішок, зокрема неметалевих включень та водню. Одним із основних сучасних методів покращення процесів рафінування та формування структури сталі є застосування фільтраційних перегородок і порогів у розливних камерах промковша. Проте перспективною альтернативою, що може забезпечити вищу економічну ефективність та зменшити забруднення металу, є регулювання гідродинаміки металеві ванни шляхом подачі нейтрального газу у визначені точки робочого простору промковша за спеціально розробленим режимом.

2. На основі результатів проведеного однофакторного дисперсійного аналізу сформульовано наступні рекомендації для зниження рівня відсортуння заготовок сталі обраної марки:

- забезпечення вмісту сірки в сталі перед розливанням на рівні, що не перевищує встановленої граничної межі;
- зниження температури сталі перед розливанням до значення, що не перевищує встановленої граничної межі;
- мінімізація коливань рівня металу в кристалізаторі, не допускаючи їх перевищення встановленої граничної межі;
- підвищення коефіцієнта витрати води в першій і другій секціях ЗВО до встановленої граничної межі.

3. Очікуваний ефект від впровадження зазначених заходів передбачає зменшення частки забракованих заготовок за обраними для аналізу дефектами.

4. Запропоновані заходи не шкодять життю і здоров'ю персоналу та довкіллю.

5. Впровадження запропонованих заходів щодо вдосконалення технології безперервного лиття заготовок сприяє значному підвищенню виходу придатної продукції, що позитивно позначається на загальних економічних показниках підприємства.

6. Розрахунки свідчать, що зменшення кількості дефектів заготовок дозволяє збільшити продуктивність МБЛЗ. Це забезпечує додатковий економічний ефект, що підтверджує доцільність впровадження запропонованих змін.

7. Підвищення виходу придатної продукції сприяє не лише зниженню витрат на усунення дефектів, але й покращенню конкурентоспроможності підприємства на ринку.

ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Synehin Ye.V., Kukhno S.A., Zhuravlova I.V. Review of metal flow control methods during continuous casting of steel. International scientific conference “MININGMETALTECH 2024 – The mining and metals sector: integration of business, technology and education”: conference proceedings (November 28–29, 2024. Riga, the Republic of Latvia). Riga, Latvia: “Baltija Publishing”, 2024. Vol. 1. P. 90-91.

АНОТАЦІЯ

Кухно Сергій Анатолійович. Дослідження впливу параметрів розливання сталі на МБЛЗ на якість заготовки та продуктивність процесу.

У першому розділі за вітчизняними та закордонними джерелами проаналізовано сучасні практики розливання сталі на МБЛЗ та методи рафінування сталі в промковші МБЛЗ. Приведено аналіз рішень з удосконалення експлуатаційних характеристик промковша МБЛЗ для забезпечення фінішного рафінування сталі від домішок, зокрема неметалевих включень та водню.

У другому розділі обрано та обґрунтовано використання методики однофакторного дисперсійного аналізу для визначення впливу параметрів розливання сталі на МБЛЗ на відсоток відсортуння заготовки. Методом однофакторного дисперсійного аналізу проаналізовано вплив технологічних параметрів розливання сталі на МБЛЗ на відсоток відсортуння заготовки. Запропоновані рекомендації до режимів розливання сталі на МБЛЗ та хімічного складу металу перед розливанням,

що дозволяють зменшити часту відсортованої за деякими, найбільш характерними для умов поточного виробництва дефектами продукції.

У третьому розділі представлено аналіз основних небезпечних та шкідливих виробничих факторів під час виконання технологічних операцій, а також розглянуто заходи з охорони праці, пожежної безпеки та екологічного захисту для ділянки МБЛЗ конвертерного цеху.

У четвертому розділі розраховано плановий економічний ефект від впровадження запропонованих заходів при виробництві сталі марки 4СП.

Ключові слова: безперервне розливання сталі, МБЛЗ, ромбічність заготовки, шлакові включення, зона вторинного охолодження

ABSTRACT

Kukhno Serhiy Anatoliyovych. Studying the impact of CCM steel casting parameters on the billet quality and process productivity.

The first section analyses current practices of steel casting at CCMs and methods of steel refining in the CCM bottom mill based on domestic and foreign sources. It analyses solutions to improve the operational characteristics of the CCM bottom mill to ensure the final refining of steel from impurities, including non-metallic inclusions and hydrogen.

In the second section, the use of the one-factor analysis of variance methodology is selected and substantiated to determine the impact of steel casting parameters on the percentage of billet sorting. Using the method of one-factor analysis of variance, the influence of technological parameters of steel casting at CCMs on the percentage of billet sorting was analysed. Recommendations for the modes of steel casting at CCMs and the chemical composition of the metal before casting are proposed, which will reduce the frequency of products sorted by some of the most typical defects for the current production conditions.

The third section presents an analysis of the main hazards and harmful production factors during technological operations, as well as the occupational health, fire safety and environmental protection measures for the CCM section of the BOF Shop.

The fourth section calculates the planned economic effect of the implementation of the proposed measures in the steel production.

Keywords: continuous casting, CCM, billet rhombicity, slag inclusions, secondary cooling zone.