

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 донної продувки сталі в ковші на
ефективність рафінування сталі при позапічній обробці»**

Здобувач



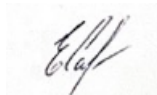
Андрій ТОРІН

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, доцент
кафедри металургії та організації
виробництва

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

Посилання на засідання: https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_YjJkMzk0MDYtM2I3NC00Yzg4LWJmMTMtYmlzODVINGU0MjY0%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. Необхідність підвищення ефективності рафінування сталі при позапічній обробці для забезпечення високої якості металу. Донна продувка аргоном сприяє інтенсифікації масообміну, видаленню неметалевих включень і зниженню вмісту шкідливих домішок. Оптимізація параметрів продувки дозволить покращити чистоту сталі, підвищити вихід придатного металу та знизити витрати на додаткове рафінування, що є важливим для сучасного сталеплавильного виробництва.

Постановка проблеми. У сучасному сталеплавильному виробництві жорсткі вимоги до хімічної чистоти та однорідності сталі обумовлюють необхідність удосконалення процесів позапічної обробки. Донна продувка аргоном є одним із ключових методів інтенсифікації рафінування, сприяючи видаленню неметалевих включень, зниженню вмісту сірки, кисню та водню, а також покращенню гомогенізації металу. Однак наявні у вітчизняній та світовій літературі результати досліджень переважно носять теоретичний характер. Відсутність раціональних режимів продувки, дизайну та розташування продувочних блоків може призводити до неповного очищення сталі або надмірного окислення металу внаслідок надмірного оголення дзеркала над продувочними блоками. Тому дослідження впливу донної продувки на ефективність рафінування є актуальним завданням для підвищення якості металу.

Мета дослідження. Метою дослідження є визначення впливу параметрів донної продувки сталі аргоном у ковші на ефективність рафінування при позапічній обробці для оптимізації процесу та підвищення якості металу

Задачі дослідження:

- розглянути сучасні вітчизняні і світові методи позапічної обробки сталі, зокрема продувки сталі на установці «ківш-піч»;
- визначити найважливіші параметри продувки сталі інертним газом, що мають вплив на ефективність обробки;
- обґрунтувати методику статистичного аналізу для визначення впливу режиму продувки сталі через донні пористі блоки на ефективність її рафінування;
- із використанням запропонованих статистичних методів проаналізувати вплив режиму продувки сталі через донні пористі блоки на ефективність її рафінування;
- ґрунтуючись на результатах статистичного аналізу розробити рекомендації до вдосконалення режимів продувки сталі;

- виконати оцінку впливу запропонованих рекомендацій на безпечність умов праці персоналу та навколишнє середовище;
- оцінити плановий економічний ефект від впровадження запропонованих заходів у виробничий процес.

Об'єкт дослідження – технологія донної продувки сталі в ковші інертним газом.

Предмет дослідження – дослідження впливу донної продувки сталі в ковші на ефективність її рафінування.

Результати та обґрунтування їх новизни / інноваційності. За результатами статистичного аналізу було встановлено раціональні параметри продувки сталі на установці «ківш-піч». Розроблені рекомендації щодо граничної інтенсивності продувки.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 79 сторінок, робота містить 21 рисуноків, 4 таблиць. Список використаних джерел складається з 69 джерел.

ОСНОВНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

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

- розглянуто сучасні вітчизняні і світові методи позапічної обробки сталі, зокрема продувки сталі на установці «ківш-піч»;
- визначені найважливіші параметри продувки сталі інертним газом, що мають вплив на ефективність обробки;
- обґрунтовано методіку статистичного аналізу для визначення впливу режиму продувки сталі через донні пористі блоки на ефективність її рафінування;
- за обраною методикою проаналізовано вплив режимів продувки сталі через донні пористі блоки на ефективність її рафінування;
- запропоновані рекомендації до вдосконалення режимів продувки сталі;
- виконано оцінку впливу запропонованих рекомендацій на безпечність умов праці персоналу та навколишнє середовище;
- розраховано плановий економічний ефект від впровадження запропонованих заходів у виробничий процес.

ВИСНОВКИ

1. У першому розділі кваліфікаційної роботи виконано аналітичний огляд джерел, присвячених сучасним технологіям позапічної обробки сталі, який показав, що існуючі практики, які застосовуються при продувці сталі в ковші для десульфурзації сталі та видалення неметалевих включень, є досить різноманітними, і що ці методи мають неоднаковий вплив на матеріальні та енергетичні витрати, а також на якість сталі.

2. Проведений статистичний аналіз паспортів плавок для обраної марки сталі показав необхідність уникати збільшення інтенсивності продувки понад встановлену величину.

3. Очікуваний ефект від впровадження зазначених заходів передбачає наступне:

- скорочення тривалості нагріву;
- скорочення витрати феросиліцію на обробку;
- скорочення витрати феромарганцю на обробку;
- зменшення витрати вапна;
- підвищення ступеня десульфурзації;
- зниження ступеня рефосфорації;
- збільшення ступеня розкисленості сталі.

4. Запропоновані у розділі заходи, що сприятимуть покращенню умов праці, зниженню ризиків та підвищенню ефективності виробництва при дотриманні екологічних норм.

5. Впровадження рекомендованих змін дозволить зменшити витрати матеріалів, що знизить собівартість обробки сталі і підвищить загальну продуктивність підприємства. Зокрема, визначена економія на кожній тонні сталі та плановий річний економічний ефект.

ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Острянін Р.Є., Федоров Р.Ф., Синегін Є.В., Журавльова І.В., Торін А.І. Вплив продувки сталі в промковші МБЛЗ аргоном на організацію потоків та рафінування сталі. *Металургія 2024: Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції (28-30 травня 2024 р., м. Харків - м. Київ) / Під заг. ред. д.т.н., проф. Пономаренко О.І. – Харків, НТУ «ХПІ». – С. 444-447.*

2. Synehin Ye.V., Niziaiev K.H., Torin A.I., Zelenyi Y.A. Improvement of the technology of out-of-furnace processing of pipe 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. 92-93.

АНОТАЦІЯ

Торін Андрій Ігорович. Дослідження впливу донної продувки сталі в ковші на ефективність рафінування сталі при позапічній обробці.

У першому розділі виконано аналітичний огляд джерел, присвячених сучасним технологіям позапічної обробки сталі, який показав, що існуючі практики, які застосовуються при продувці сталі в ковші для десульфурзації сталі та видалення неметалевих включень, є досить різноманітними, і що ці методи мають неоднаковий вплив на матеріальні та енергетичні витрати, а також на якість сталі. Визначені найважливіші параметри продувки сталі інертним газом, що мають вплив на ефективність обробки, та сформувані задачі дослідження.

У другому розділі обґрунтовано методику та проведено статистичний аналіз паспортів плавок для обраної марки сталі, який показав необхідність уникати збільшення інтенсивності продувки понад встановлену величину.

У третьому розділі запропоновані заходи, які сприятимуть покращенню умов праці, зниженню ризиків та підвищенню ефективності виробництва при дотриманні екологічних норм.

У четвертому розділі розраховано плановий економічний ефект від впровадження запропонованих заходів при виробництві сталі обраної марки, який полягає у скорочення тривалості нагріву; скорочення витрати феросиліцію на обробку; скорочення витрати феромарганцю на обробку; зменшення витрати вапна; підвищення ступеня десульфурзації; зниження ступеня рефосфорації; збільшення ступеня розкисленості сталі.

Ключові слова: продувка сталі, пористі пробки, режим продувки, десульфурация, позапічна обробка

ABSTRACT

Torin Andrii Ihorovych. Studying the impact of steel ladle bottom purging on the steel refining efficiency in secondary metallurgy.

In the first section, an analytical review of sources on modern out-of-furnace steel processing technologies was carried out, which showed that the existing practices used in ladle-blowing for steel desulphurisation and non-metallic inclusions removal are quite diverse, and that these methods have unequal impact on material and energy costs, as well as on steel quality. The most important parameters of inert gas blowing in steel that affect the

processing efficiency are identified, and the research objectives were formulated.

The second section substantiates the methodology and conducts a statistical analysis of smelt data sheets for the selected steel grade, which showed the need to avoid increasing the blowing rate beyond the established value.

The third section proposes measures that will help improve working conditions, reduce risks and increase production efficiency while complying with environmental standards.

The third section proposes measures that will help improve working conditions, reduce risks and increase production efficiency while complying with environmental standards.

The fourth section calculates the planned economic effect of the implementation of the proposed measures in the steel production of the selected grade, which consists in reducing the heating time; reducing the consumption of ferrosilicon for processing; reducing the consumption of ferromanganese for processing; reducing the consumption of lime; increasing the degree of desulfurization; reducing the degree of rephosphoration; and increasing the degree of deoxidation of steel.

Keywords: steel blowing, porous plugs, blowing mode, desulphurisation, out-of-furnace treatment