

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 теплової роботи конвертера при
використанні різновидів твердої металозавалки»**

Здобувач



Олександр ПАРХОМЕНКО

Запоріжжя 2025

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

Керівник:



Валерій МАМЕШИН,
доц., канд. техн. наук

Захист відбудеться 18 лютого 2025 р. о 09:00 год на засіданні
екзаменаційної комісії (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» 18 лютого 2025 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Актуальність теми роботи. В металургійній промисловості України у теперішній час гостро відчувається дефіцит металевого брухту. Така картина пов'язана зі зменшенням виробництва чорних металів, а також з тим, що унаслідок переходу на безперервне розливання знижується кількість власних металовідходів, які утворюються в процесі виробництва. Скорочення виробництва в металообробних галузях також призвело як до зменшення заготівки брухту і відходів чорних металів, так і до збільшення частки амортизаційного брухту. Зниження виробництва чорних металів разом із зміною структури ресурсів брухту сприяло погіршенню якості брухту, що поставляється на металургійні підприємства.

Постановка проблеми. Така ситуація з дефіцитом металевого брухту призвела до пошуку шляхів використання в металургійній промисловості різних замінників брухту у якості яких можуть використовувати як металева сировина (чавуні чушки, руда) так і неметалева (скрап, козли, вапно та, вапняк). Шлакові відвали є власними відходами металургійних виробництв, що накопичені впродовж декількох десятиків років і комплексно не переробляються. Кількість металовмісних матеріалів, що знаходяться в них, значна, оскільки по раніше використовуваним технологіям виробництва чорних металів вміст заліза в шлаках сталеплавильного переділу складав до 20%, доменного – до 5%, також значні втрати металу спостерігалися в інших металургійних переділах. Таким чином дослідження питань пов'язаних з аналізом впливу складу твердої частини металошихти на хід та показники плавки у кисневому конверторі є достатньо актуальними.

Мета дослідження полягає в дослідженні можливості використання різних видів охолоджувачів в шихті конвертерної плавки для умов ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ».

Задачі дослідження:

- за літературними джерелами проаналізувати призначення охолоджувачів в конвертерній плавці;
- розглянути основні характеристики якості брухту та вимоги нього в конвертерному процесі.
- проаналізувати вплив складу твердої металозавалки на її охолоджуючий ефект й оцінити вплив цього фактору на теплову роботу кисневих конверторів;
- визначити вплив використання замінників брухту основні технологічні показники киснево-конвертерного процесу (витрата шлакоутворюючих, вихід придатної сталі та ін.);
- оцінити вплив запропонованих рекомендацій на умови праці та охорону навколишнього середовища у киснево цеху;

- виконати оцінку планового економічного ефекту від впровадження запропонованих рекомендацій у виробничий процес.

Об'єкт дослідження – технологія виплавки сталі у кисневих конверторах в умовах киснево-конвертерного цеху ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ».

Предмет дослідження – визначення впливу основних різновидів охолоджувачів, в тому числі й скрапу, що вилучено зі шлакових відвалів, на тепловий баланс та основні показники конвертерної плавки.

Результати та обґрунтування їх новизни / інноваційності. За результатами статистичного аналізу паспортів плавок виробництва конвертерної сталі встановлено вплив складу металозавалки на її охолоджуючий ефект та проведено аналіз впливу застосування різних охолоджувачів на основні показники конвертерної плавки. Отримані результати є корисними при виборі раціонального складу твердої частини металевої завалки для конвертерної плавки та корегування параметрів плавки у випадку використання різних замінників брухту.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 88 сторінок, робота містить 15 рисунків, 13 таблицю. Список використаних джерел складається з 29 джерела.

ОСНОВНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

- результатам аналізу літературних джерел є визначення, призначення охолоджувачів в конвертерній плавці та визначення основних характеристик та вимог до якості брухту конвертерному процесі;
- при проведенні дослідження у якості основного метода було застосовано статистичний аналіз;
- визначено доцільність використання скрапу шлакових відвалів призводить до значної економії коштів, оскільки сумарні замість металобрухт, що поставляється зовні;
- базуючись на результатах статистичного аналізу визначені регресійні рівняння впливу вмісту скрапу шлакових відвалів у металозавалці на основні технологічні показники киснево-конвертерної плавки умовах ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ»;
- надано рекомендації з поліпшення умови праці та захисту навколишнього середовища в умовах конверторного цеху ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ».

ВИСНОВКИ

У цей час, дефіцит металобрухту в металургійній промисловості в Україні, що відбувся внаслідок скорочення поставок з металообробних галузей, зменшення амортизаційного й власного лома, і інших факторів, привів до збільшення частки використання металургами в сталеплавильному переділі власної металовмісної вторинної сировини – скрапу. При цьому основним джерелом скрапу є шлакові відвали.

Потенційні запаси сталевго скрапу великих фракцій, основного замінича металобрухту в сталеплавильному переділі в цей час, на відвалах металургійного виробництва вже невеликі. Однак, значні запаси чавунного й сталевго скрапу більш дрібних фракцій.

При цьому, скрап шлакових відвалів, в основному, використовується в мартенівському переділі. Збільшення кількості використовуваного скрапу в киснево-конвертерному виробництві може відбутися у випадку збільшення частки цього скрапу в шихті за рахунок застосування чавунної фракції 20-200 мм і використання сталевго й чавунного скрапу фракції 5-50 мм.

Для визначення доцільності збільшення використання скрапу шлакових відвалів були проведені теоретичні й експериментальні дослідження з методики проведення конверторних плавок, оцінка охолоджуючого ефекту, впливу на шихтовку, хід плавки й одержання кінцевих результатів. Для порівняння, дослідження були проведені на плавках з використанням у металевій шихті різних металовмісних матеріалів.

У плавках, з використанням тільки сталевго лома, охолоджуючий ефект декілька більше тепломісткості заліза, оскільки забруднення самого лома незначна, і додаткова витрата тепла на нагрівання оксидів, що містяться в забрудненнях, окалині, іржі та ін. невеликий. Охолоджуючий ефект значно збільшується з використанням скрапу із зашлакованістю 15% і більш. Максимальний охолоджуючий ефект спостерігається в плавках з використанням «козлів», у яких вміст шлаку перевищує 20%. Ці види скрапу доцільніше піддавати додатковій переробці з видаленням шлаків.

На плавках з використанням скрапу шлакових відвалів або «козлів» збільшується витрата антрациту, феросплавів і знижується витрата вапна. На плавках з використанням скрапу шлакових відвалів і чавунних чушок також відбувається перевитрата антрациту й феросплавів, і економія вапна. У плавках з використанням тільки чавунних чушок збільшується витрата вапна, помітна економія антрациту, витрата феросплавів аналогічна плавкам з використанням металобрухту.

Використання в шихті різних видів металобрухту впливає на вихід придатного. Найбільший вихід придатного на плавках з металобрухтом,

кусковим сталевим скрапом і чавунними чушками, найменший – із чавунними чушками й скрапом шлакових відвалів, окремо й комплексно.

У зв'язку з отриманими результатами, плавки з використанням скрапу шлакових відвалів були досліджені більш детально. При цьому витрата матеріалів, що додаються, і вихід придатного досліджувався залежно від зміни процентного вмісту скрапу в загальній масі лома.

У ході досліджень з'ясували:

- витрата вапна й витрата вугілля в шихтовку, а також коригувальні операції не залежать від зміни відсоткового вмісту скрапу шлакових відвалів у металевій шихті;

- із збільшенням відсоткового вмісту скрапу побічно збільшується витрата феросплавів, при цьому витрата феромарганцю має пряму залежність від відсотка вмісту скрапу в шихті, а витрата феросиліцію – залежить від витрати феромарганцю;

- вихід придатного доцільно розраховувати з обліком зашлакованості використовуваного скрапу.

У цілому дослідження показали, що скрап шлакових відвалів цілком може бути заміником металевого лома в шихті кисневого конвертора. Про що також говорять економічні показники, при порівнянні з іншими заміниками металобрухту.

Загальний економічний ефект найбільший саме в плавках з використанням скрапу шлакових відвалів, оскільки маса сталі, що виплавляється, в цьому випадку, значно більше, чим у плавках із заміною покупного металобрухту іншими металовмісними елементами. Використання скрапу шлакових відвалів призводить до значної економії коштів, оскільки сумарні витрати: на оплату послуг з добування й транспортування на комбінат; на доставку до місця використання в конвертерному виробництві, а також додаткові витрати менше витрат на металобрухт, що поставляється зовні.

Проведений аналіз показав, що використання скрапу шлакових відвалів замість металобрухту, який поставляється зовні дозволяє отримати річний економічний ефект у 91 млн. 132 тис 631 грн.

В розділі «Охорона праці та захист навколишнього середовища» розглянуті основні і небезпечні виробничі чинники, а також розроблені заходи щодо їх усунення або зменшення на ділянці конвертерного прольоту в умовах ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ».

ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Мамешин В.С., Пархоменко О.А. Вплив зміни структури металевої шихти на витрату вапна: 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.59-61.

АНОТАЦІЯ

Пархоменко Олександр Анатолійович. Дослідження теплової роботи конвертера при використанні різновидів твердої металозавалки. - Кваліфікаційна праця на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 136 Металургія, ОПП «Металургія сталі» – ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Запоріжжя, 2025.

Об'єктом дослідження є технологія виплавки сталі у кисневих конвертерах і в умовах ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ».

Предметом дослідження є визначення впливу основних різновидів охолоджувачів, в тому числі й скрапу, що вилучено зі шлакових відвалів, на тепловий баланс та основні показники конвертерної плавки.

У першому розділі було проаналізовано призначення охолоджувачів в конвертерній плавці. Розглянуто основні характеристики якості брухту та вимоги нього в конвертерному процесі. Також було проаналізовано питання впливу якості брухту на хід конвертерної плавки. Визначені основні джерела утворення металобрухту і металовмісної вторинної сировини та розглянуто можливість заміни металевого брухту в конвертерному виробництві. В результаті визначена необхідність дослідження впливу заміни частини металевого брухту на металовмісну вторинну сировину в шихті конвертерного процесу в умовах ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ».

У другому розділі були проведені теоретичні дослідження впливу складу металозавалки на її охолоджуючий ефект та проведено аналіз впливу застосування різних охолоджувачів на основні показники конвертерної плавки.

В розділі охорони праці та захисту навколишнього середовища визначені основні шкідливі фактори виробництва й заходи щодо поліпшення умов праці та охорони довкілля у конверторному відділенні.

В економічна частина кваліфікаційної роботи було проведено аналіз впливу запропонованих заходів на собівартість сталі марки Зпс в умовах ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ».

**КОНВЕРТЕРНА ПЛАВКА, ШИХТОВКА, МЕТАЛЕВИЙ БРУХТ,
СКРАП ШЛАКОВИХ ВІДВАЛІВ**

ABSTRACT

Parkhomenko Alexander Anatolyevich. Investigation of the thermal operation of the converter when using varieties of solid metal welding. - Qualification work on the rights of a manuscript.

Qualification work for obtaining an educational master's degree in specialty 136 Metallurgy, OPP "steel Metallurgy" – LLC "Technical University "Metinvest Polytechnic", Zaporozhye, 2025.

The aim of this research is to study the technology of steel production in an oxygen converter at PJSC "Kamet-Steel".

In particular, we will focus on the impact of different types of coolants, such as scrap recovered from slag piles, on the thermal balance and key indicators of the melting process in the converter.

In the first part, we analyzed the purpose of using coolants in a converter furnace, as well as the main characteristics and requirements for scrap quality for the converter process. We also examined how scrap quality influences the course of the melting process in a converter. Main sources for the formation of scrap metal and metal-containing secondary raw materials were identified, and the possibility of replacing some of the scrap metal with metal-containing raw materials in converter production was discussed. As a result, we concluded that there is a need to investigate the effect of substituting part of the scrap metal with metal-containing secondary materials in the charge for a converter process at Kamet-Steel PJSC.

The second chapter focused on theoretical studies of how the composition of metal in the furnace affects its cooling effect. It also analyzed the influence of various coolers on the main indicators of converter melting.

In the section on labor and environmental protection, the main hazards of production were identified and measures were proposed to improve working conditions and environmental safety in the converter department.

An analysis was conducted in the economic part of the work to assess the impact of the proposed measures on the cost of semi-killed steel at PJSC Kamet-Steel.

CONVERTER SMELTING, CHARGING, METAL SCRAP, SLAG
DUMP SCRAP