

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 вмісту кисню в сталі після
конвертерної плавки на ефективність застосування феросплавів»**

Здобувач



Олег Вєпрік

Запоріжжя 2025

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

Керівник:



Валерій МАМЕШИН,
к.т.н., доцент

Захист відбудеться 18 лютого 2025 р. о 11:00 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» 15 лютого 2025 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Актуальність теми роботи. Важливість дослідження засвоєння розкислювачів і легуючих та визначенню чинників, що впливають на угар феросплавів в умовах кисневі-конверторного цеху полягає в забезпеченні якісних характеристик сталі та наданні металу покращених властивостей. У той же час вартість феросплавів вносить вагомий внесок у структуру собівартості сталі. Тому проведення досліджень з метою визначення впливу параметрів киснево-конвертерної плавки на процес розкислення і легування сталі задля підвищення ступеня застосування феросплавів в умовах киснево-конверторного цеху є актуальною задачею.

Постановка проблеми. Розкислення та легування сталі значною мірою впливає на якість сталі та техніко-економічні показники киснево-конвертерної плавки. Враховуючи це необхідно проаналізувати засвоєння марганцю та кремнію від технологічних факторів: вмісту вуглецю на випуску, окисленості шлаку, часу випуску металу та інше. Отже для покращення і забезпечення якісних характеристик сталі та наданні металу покращених властивостей необхідно визначити основні фактори, що впливають на технологічні показники розкислення та легування сталі в умовах киснево-конверторного цеху.

Мета дослідження. Визначити основні фактори, що впливають на технологічні показники розкислення та легування сталі в умовах киснево-конверторного цеху.

Задачі дослідження:

- проаналізувати вітчизняні практики розкислення і легування сталі;
- виконати оцінку надійності залежностей рівнянь що описують процеси засвоєння та угару феросплавів;
- побудувати гістограми частотного розподілу та графіків залежностей впливу основних чинників на показники процесу розкислення та легування сталі на випуску з кисневого конвертору та на агрегаті ківш-піч, їх аналіз;
- визначити основні фактори, що впливають на технологічні показники розкислення та легування сталі;
- проаналізувати засвоєння марганцю та кремнію від технологічних факторів: вмісту вуглецю на випуску, окисленості шлаку, часу випуску металу та інше;
- 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 –киснево-конвертерне виробництво сталі.

Предмет дослідження – розкислення та легування сталі у ковші, на випуску з конвертору, та доведення, за необхідності, до заданого хімічного складу на установці ківш-піч.

Результати та обґрунтування їх новизни/інноваційності. Визначено залежності засвоєння марганцю та кремнію від технологічних факторів: вмісту вуглецю на випуску, окисленості шлаку, часу випуску металу та при позапічній обробці сталі на установці ківш піч. За отриманими рівняннями, що описують процеси засвоєння та угару феросплавів виконано оцінку надійності залежностей. За результатами роботи розроблено рекомендації, щодо вдосконалення технології розкислення сталі 5 ПСМ1 з мінімальними втратами феросплавів.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 93 сторінок, робота містить 22 рисунків, 14 таблиць. Список використаних джерел складається з 39 джерел.

ОСНОВНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

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

- описано діючу в умовах одного з відчизняних металургійних товариств технологію розкислення і легування сталі;
- з метою підвищення ступеня засвоєння феросплавів розглянуто практичне використання різних методів розкислення і легування сталі на вітчизняних і закордонних підприємствах, надано оцінку їх ефективності перевагам і недолікам;
- ґрунтуючись на результатах проведеного аналізу визначено, що однією з основних характеристикою розкислення сталі є вигар феросплавів, який пов'язаний з їх окисненням при реагуванні з киснем, що міститься у шлаці та рідкому металі або надходить з атмосфери;
- визначено, що для агрегату ківш-піч основними факторами, що впливають на засвоєння феросплавів є окисний потенціал системи шлак-метал та час витрачений на проведення позапічної обробки;
- знайдено, що підвищенням окисленості шлаку збільшує вигар, як марганцю так й кремнію, це пов'язано з тим що при розкисленні феросплави вступають у взаємодію з FeO шлаку й менша кількість марганцю та кремнію переходить до сталі;

- визначено, що підвищення вмісту кисню розчиненого у сталі вигар елементів розкислювачів зростає, це пов'язано зі збільшенням кількості кремнію та марганцю, що йде на зв'язування розчиненого кисню у міцні сполуки і відповідно менша кількість феросплавів буде засвоєно сталлю;
- визначено планову економічну ефективність від впровадження у виробництво технології введення розкислювачів при виробництві сталі та запропонованих заходів, що віді́б'ються у зменшенні витрат;
- запропоновані заходи ніяк не вплинуть на безпечність умов праці в конвертерному та інших цехах підприємства.

ВИСНОВКИ

1. Розглянуто існуючі у світовій металургійній практиці методи розкислення сталі, визначені їх переваги та недоліки. Здійснено огляд та оцінку ефективності діючих та перспективних методів розкислення і легування сталі.
2. За результатами проведених аналізів визначено, що однією з основних характеристикою розкислення сталі є вигар феросплавів, який пов'язаний з їх окисненням при реагуванні з киснем, що міститься у шлаці та рідкому металі або надходить з атмосфери.
3. З'ясовано, що з підвищенням окисленості шлаку зростає вигар, як марганцю так й кремнію що пов'язано з взаємодією феросплавів з FeO шлаку й відповідно меншій кількості марганцю та кремнію які переходить до сталі.
4. Знайдено, що підвищення вмісту вуглецю вигар елементів зменшується, це пов'язано з тим, що, у відповідності до залежності Вачера Гамільтона, при збільшенні вмісту вуглецю зменшується вміст кисню у сталі, а відповідно менша кількість феросплавів буде витрачена на взаємодію з ним.
5. Для агрегату ківш-піч основним факторами, що впливають на засвоєння феросплавів є окисний потенціал системи шлак-метал та час витрачений на проведення позапічної обробки.
6. За виробничими даними проаналізовано вплив параметрів конвертерної плавки та позапічної обробки сталі на ступінь засвоєння феросплавів.
7. Застосування запропонованих заходів не несе шкоди працівникам цеха та навколишньому середовищу.
8. Розраховано плановий економічний ефект від впровадження заходів.

ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Веприк О.О., Мамешин В.С. Дослідження ефективності застосування феросплавів при розкисленні сталі. Литво. Металургія. 2024: Матеріали XX Ювілейної 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». – 345-350с.

2. Мамешин В.С., Веприк О.О. Дослідження вигару марганцю та кремнію при обробці напівспокійної сталі на установці ківш-піч. 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.57-59. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-506-8-17>

АНОТАЦІЯ

Веприк Олег Олегович. Дослідження впливу вмісту кисню в сталі після конвертерної плавки на ефективність застосування феросплавів.

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

Об'єкт розробки – технологія киснево-конверторного процесу.

Мета роботи – визначення основних факторів, що впливають на технологічні показники розкислення та легування сталі.

Метод дослідження та апаратура – теоретичні дослідження та статистична обробка паспортів виплавки та позапічної обробки сталі марки 5 ПСМ1 киснево-конвертерного цеху на ПЕОМ з використанням електронних таблиць Excel. Побудування гістограм частотного розподілу та графіків залежностей впливу основних чинників на показники процесу розкислення та легування сталі на випуску з кисневого конвертору та на агрегаті ківш-піч, їх аналіз.

Визначено залежності засвоєння марганцю та кремнію від технологічних факторів: вмісту вуглецю на випуску, окисленості шлаку, часу випуску металу та при позапічній обробці сталі на установці ківш-піч. Отримані рівняння, що описують процеси засвоєння та угару феросплавів. Виконано оцінку надійності залежностей, що отримано.

За результатами роботи розроблено рекомендації, щодо вдосконалення технології розкислення сталі 5 ПСМ1 з мінімальними втратами феросплавів.

Розглянуті умови праці, основні шкідливості та небезпечності в умовах киснево-конвертерного цеху.

Ключові слова: розкислення, феросплави, сталь, кисень, плавка.

ABSTRACT

Vepryk O. O. Studying the impact of oxygen content in steel after the basic oxygen furnace process on the ferroalloy utilization efficiency.

Qualification work for obtaining a master's degree in the specialty 136 Metallurgy, EPP "Steel Metallurgy" - LLC "METINVEST POLITEKHNKA TECHNICAL UNIVERSITY", Zaporizhzhia, 2025.

The object of development is the technology of the oxygen-converter process.

The purpose of the work is to determine the main factors affecting the technological indicators of deoxidation and alloying of steels.

Research method and equipment – theoretical research and statistical processing of passports of smelting and out-of-furnace processing of grade 5 PSM1 steel of the oxygen-converter workshop for the year 2021. on a personal computer using Excel spreadsheets. Construction of histograms of frequency distribution and dependence graphs of the influence of the main factors on the indicators of the process of deoxidation and alloying of steel at the output from the oxygen converter and at the ladle-furnace unit, their analysis.

The dependence of manganese and silicon assimilation on technological factors was determined: carbon content at the output, oxidation of slag, time of metal output and during out-of-furnace processing of steel at the ladle furnace installation. The obtained equations describe the processes of assimilation and decay of ferroalloys. An assessment of the reliability of the obtained dependencies was performed.

Based on the results of the work, recommendations were developed to improve the technology of deoxidation of steel 5 PSM1 with minimal loss of ferroalloys.

Considered working conditions, main hazards and dangers in the conditions of the oxygen converter shop.

Key words: deoxidation, ferroalloys, steel, oxygen, smelting.