

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет гірничо-металургійний
Кафедра металургії, матеріалознавства 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 процесу роздуву шлаку в кисневих
конвертерах з метою подовження кампанії конвертера»**

Здобувач



Ярослав САВЧУК

Кам'янське 2024

Кваліфікаційною магістерською роботою є рукопис.

Робота виконана у Технічному університеті «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» на кафедрі металургії, матеріалознавства та організації виробництва.

Керівник:

Нізяєв Костянтин Георгійович
докт. техн. наук, професор,
професор

Захист відбудеться 24 січня 2024 р. о 09:00 год на засіданні екзаменаційної комісії (https://teams.microsoft.com/join/19%3ameeting_ZThkNzg5NDEtNDNiZC00ZWVmLTk2NTAtNWQ1ZjU1ODM2NjAx%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» 17 січня 2024 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Актуальність теми роботи. На даний момент киснево-конвертерний процес виплавки сталі є основним засобом виробництва низьколегованої сталі. Даний спосіб виробництва відрізняється високою продуктивністю та меншою порівняно з електропідією та мартенівською піччю тривалістю циклу плавки. Кампанія конвертера складається з основного технологічного часу, що витрачається на здійснення технологічних операцій виплавки та суміжних процесів; часу гарячих простоїв, який використовується для ремонту футерівки у гарячому стані та часу холодних простоїв, який використовується для демонтажу старої футерівки та встановлення нової. Таким чином продуктивність киснево-конвертерного цеху в цілому залежить від продуктивності кисневих конвертерів. Враховуючи, що підвищити продуктивність конвертера можна лише за рахунок скорочення часу холодних та гарячих простоїв, на даному етапі загальну продуктивність всього сталеплавильного переділу визначає саме стійкість вогнетривкої футерівки.

Постановка проблеми. Задача збільшення продуктивності виплавки сталі у кисневих конвертерах значно підвищує роль вогнетривкої футерівки. Стійкість вогнетривкої футерівки безпосередньо впливає не лише на продуктивність агрегатів, а й на якість сталі, що виплавляється, оскільки продукти руйнування футерівки потрапляють у сталь у формі екзогенних неметалевих включень. Відмінності у фізико-хімічних процесах в різних зонах робочого простору конвертера призводять до того, що різні ділянки практично однорідної футерівки зношуються з різною швидкістю. Для подовження кампанії конвертера розроблено низку заходів, спрямованих здебільшого на відновлення та покращення рівномірності руйнування футерівки. До таких методів відносяться торкретування, роздув шлаку, зонування футерівки тощо. Таким чином, необхідно детально проаналізувати механізм руйнування вогнетривкої футерівки та метод роздуву кінцевого шлаку, як одну з найефективніших технологій подовження тривалості експлуатації футерівки кисневого конвертера.

Мета дослідження. Подовження кампанії конвертера із використанням роздуву кінцевого шлаку.

Задачі дослідження:

- Проаналізувати сучасні наукові джерела, присвячені механізму руйнування вогнетривків у кисневих конвертерах, методам подовження кампанії футерівки кисневих конвертерів, зокрема й особливостям застосування методу роздуву кінцевого шлаку;

- проаналізувати відповідність умов експлуатації конвертерної футерівки нормативам, що встановлені виробниками футерівки, зокрема температура чавуну, хімічний склад шлаку, кількість додувок, частка плавок з роздувом шлаку в кампанії конвертера та ін.;
- проаналізувати вплив параметрів конвертерної плавки на стійкість вогнетривкої футерівки;
- розробити заходи щодо корегування умов експлуатації периклазовуглецевої футерівки, що дозволять підвищити тривалість кампанії конвертера по футерівці;
- оцінити вплив розроблених заходів на шкідливі і небезпечні фактори у конвертерному цеху ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ», а також за їх наявності розробити заходи щодо їх усунення;
- виконати оцінку очікуваного економічного ефекту від впровадження запропонованих заходів у виробничий процес.

Об'єкт дослідження – кисневий конвертер з основною периклазовуглецевою футерівкою.

Предмет дослідження - технологія роздуву кінцевого шлаку.

Результати та обґрунтування їх новизни / інноваційності.

Шляхом статистичного обробки даних з актів експлуатації вогнетривкої футерівки кисневих конвертерів проаналізовано вплив параметрів виплавки сталі в конвертері на стійкість його футерівки. Визначено оптимальну величину температури передільного чавуну, що використовується для виплавки сталі в кисневому конвертері, яка дозволяє збільшити тривалість кампанії конвертера.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, одного додатку. Загальний обсяг роботи становить 63 сторінки, робота містить 14 рисунків, 3 таблиці. Список використаних джерел складається з 38 джерел.

ОСНОВНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Проведено аналітичний огляд технологій спрямованих на підвищення тривалості кампанії конвертера по футерівці. Встановлені основні технологічні фактори, які впливають на руйнування вогнетривкої футерівки кисневих конвертерів. Розглянуто технологію роздування шлаку на ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ» та на прикладі трьох кампаній конвертерів було визначено основні закономірності між її стійкістю та технологічними параметрами киснево-конвертерної плавки. За результатами статистичного аналізу запропоновані заходи для покращення ефективності роздувки шлаку.

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

- розглянуто приклади практичного застосування методів роздуву кінцевого шлаку на українських та закордонних підприємствах;
- описано технологію роздування шлаку та його підготовку до цього в умовах ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ»;
- обґрунтована методика статистичного аналізу актів експлуатації вогнетривкої периклазовуглецевої футерівки кисневих конвертерів;
- встановлено закономірності між умовами експлуатації вогнетривкої футерівки та її стійкістю;
- з метою подовження терміну експлуатації футерівки рекомендовано оптимальну температуру передільного чавуну, витрату вапна та магнезійних матеріалів, уникати простоїв конвертера, знизити частку плавки з додувками до рекомендованої величини та здійснювати роздувку шлаку після кожної плавки;
- визначено річний економічний ефект від запровадження запропонованих заходів, зокрема зменшення витрати вапна та кисню, та річну продуктивність конвертера;
- запропоновані заходи не мають негативного ефекту на шкідливі і небезпечні фактори в конвертерному цеху та на навколишнє середовище.

ВИСНОВКИ

1. Роздув шлаку в кисневому конвертері є ефективною технологією для подовження терміну експлуатації вогнетривкої футерівки кисневих конвертерів. Аналітичний огляд вітчизняних і закордонних робіт вказує на перспективність дослідження і впровадження у виробництво даної технології.
2. За отриманими актами експлуатації вогнетривкої футерівки кампаній конвертерів було проаналізовано вплив технологічних параметрів киснево-конвертерної плавки та заходів з обслуговування футерівки на її стійкість. Зокрема встановлено, що найістотніший вплив на стійкість футерівки мають хімічний склад шлаку, зокрема його основність, додувки плавки на температуру, ритмічність роботи конвертера та нанесення шлакового гарнісажу на футерівку шляхом роздування шлаку. Ґрунтуючись на проведеному аналізі було розроблено рекомендації, які дозволять підвищити стійкість футерівки.

3. Визначено річний економічний ефект від запровадження запропонованих заходів. При цьому річна продуктивність конвертера також збільшується на визначену величину.
4. Впровадження запропонованих заходів не матиме негативного ефекту на шкідливі і небезпечні фактори в конвертерному цеху та на навколишнє середовище.

ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Синегін Є.В., Журавльова І.В., Рубан В.О., Савчук Я.В. Перспективи використання МБЛЗ для розливання сортових заготовок дрібного перерізу на міні-заводах // Всеукраїнська науково-технічна конференція «НАУКА І МЕТАЛУРГІЯ» (м. Дніпро, 14 – 16 листопада 2023 р.). Дніпро : ІЧМ ім. З.І. Некрасова, 2023.

АНОТАЦІЯ

Савчук Ярослав Васильович. Дослідження процесу роздуву шлаку в кисневих конвертерах з метою подовження кампанії конвертера.

У першому розділі проведено аналітичний огляд умов експлуатації вогнетривкої футерівки кисневих конвертерів та технологій спрямованих на підвищення тривалості кампанії конвертера по футерівці. Встановлені основні технологічні фактори, які впливають на руйнування вогнетривкої футерівки кисневих конвертерів, а також проаналізовані етапи руйнування вогнетриву шлаком.

У другому розділі розглянуто технологію роздування шлаку на ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ». На прикладі трьох кампаній конвертерів з різною футерівкою проаналізовано відповідність умов її експлуатації гарантійним умовам, що заявлені виробниками. Визначено основні закономірності між її стійкістю та технологічними параметрами киснево-конвертерної плавки, зокрема встановлено значний вплив на стійкість футерівки конвертера ритмічності його роботи. Кампанії з тривалими простоями і відповідно низькою ритмічністю характеризувалися низькою стійкістю футерівки. Встановлено оптимальну температуру чавуну, що забезпечую значне підвищення стійкості футерівки.

У третьому розділі розглянуті основні шкідливі і небезпечні фактори у конвертерному цеху ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ», а також розроблені заходи щодо їх усунення. Виконані розрахунки сумарного рівня шуму, а також узагальнені питання пожежної профілактики.

У четвертому розділі розраховано річний економічний ефект від запровадження запропонованих заходів, зокрема зменшення витрати вапна та кисню, та річну продуктивність конвертера.

Ключові слова: кисневий конвертер, периклазовуглецева футерівка, роздув шлаку, торкретування.

ABSTRACT

Savchuk Yaroslav. Study of the of slag splashing process in BOFs with the aim of extending the BOF life.

In the first chapter, an analytical review of the operating conditions of the BOF lining and technologies aimed at increasing the duration of the BOF life was carried out. The main technological factors affecting the wearing of the BOF lining were established, as well as the stages of the destruction of the refractory by slag were analyzed.

In the second chapter, the technology of slag splashing at PJSC "KAMET-STEEL" was considered. Using the example of three BOF campaigns with different linings, the compliance of the conditions of its operation with the warranty conditions declared by the manufacturers was analyzed. The main regularities between its stability and the technological parameters of BOF smelting have been determined, in particular, the significant influence of the rhythmicity of its operation on the stability of the lining of the converter has been established. Campaigns with long downtimes and, accordingly, low rhythmicity were characterized by short lining life. The optimal temperature of steelmaking iron was determined, which ensures a significant increase in the life of the lining.

In the third chapter, the main harmful and dangerous factors in the converter shop of PJSC "KAMET-STEEL" were considered, as well as measures to eliminate them were developed. Calculations of the total noise level were performed, as well as generalized issues of fire prevention.

In the fourth chapter calculation of the annual economic effect of the implementation of the proposed measures, in particular the reduction of lime and oxygen consumption, and BOF annual productivity were made.

Key words: BOF, periclase-carbon lining, slag splashing, gunning.