

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ НАГРІВАННЯ МЕТАЛУ В НАГРІВАЛЬНИХ ПЕЧАХ

О. А. Петрик, кандидат технічних наук, доцент

І. А. Назаренко, кандидат технічних наук, доцент

А. А. Кузьменко, старший викладач

Національний університет «Запорізька політехніка»

E-mail: iternel17@ukr.net

Анотація. *Однією з головних проблем сучасного світу є пошук економії енергоресурсів, а саме палива, та зниження витрат металу при нагріванні. Високотемпературні нагрівальні колодязі є одними з найбільших споживачів палива. У сучасних умовах є багато факторів, що впливають на підвищення тривалості знаходження металу у нагрівальних агрегатах, як технологічних (черговість видачі за сортаментом), так і зовнішніх (повітряні тривоги, знеструмлення станів та інше), що призводить до його пересиджування. При цьому метал знаходиться в них тривалий час при температурах вище 1300 °С, що призводить до значних втрат металу за рахунок перегрівання, оплавлення та окалиноутворення та підвищених витрат палива, що в свою чергу впливає на підвищення собівартості продукції.*

Метою дослідження є зниження втрат палива та металу за рахунок перегрівання.

Створення і дослідження раціональних та перспективних режимів нагрівання металу при тривалому знаходженні в нагрівальних колодязях, з удосконаленням технологічного процесу, є актуальним завданням.

У роботі розраховано вплив нового режиму нагрівання на питому витрату зварювального шлаку та палива. Розроблений режим спрямований на зниження надходження металу в зоні високих температур вище за 1300 °С (томління проводиться тільки один раз), що дозволяє знизити його перегрівання в процесі нагрівання і, як наслідок, зменшити оплавленість злитків та зменшити окалиноутворення.

Новий режим нагрівання металу призведе до зниження температур, що впливають на метал під час тривалого знаходження в нагрівальних колодязях, що у свою чергу дозволить знизити угар металу на 1,015 кг/т за рахунок скорочення кількості шлаку, що з'являється, а також знизити витрату палива на 2,03 кгум.п/т та отримати значний економічний ефект на виробництві.

Ключові слова: *паливо, нагрівальні колодязі, шлак, прогрівання, температура, тепловий режим, метал*

Актуальність. *Однією з головних проблем сучасного світу є пошук економії енергоресурсів, а саме палива, та зниження витрат собівартості виробництва.*

Високотемпературні нагрівальні колодязі є одними з найбільших споживачів палива. У сучасних умовах є багато факторів, що впливають на підвищення тривалості знаходження металу в нагрівальних агрегатах, як технологічних (черговість видачі за сортаментом), так і зовнішніх (повітряні тривоги, знеструмлення станів та інше), що призводить до його пересиджування. При цьому метал знаходиться в них тривалий час при температурах вище 1300°C, що призводить до значних втрат металу за рахунок перегрівання, оплавлення та окалиноутворення та підвищених витрат палива, що в свою чергу впливає на підвищення собівартості продукції.

Створення і дослідження раціональних та перспективних режимів нагрівання металу при тривалому знаходженню в нагрівальних колодязях, з вдосконаленням технологічного процесу, є актуальним завданням [1,2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. До класу полум'яних печей належать нагрівальні колодязі [1]. Перший період називають періодом нагрівання, а другий період – періодом витримки. Тепловий потік на метал у початковому періоді має понижені значення, а температура поверхні зливка підвищується з швидкістю нагрівання поверхні, що постійно знижується [2]. У нагрівальні колодязі зазвичай надходить до 95 % злитків гарячого посада з температурою поверхні, що не перевищує 950-1000 °C.

Завданням нагрівальних колодязів є рівномірне прогрівання (за перерізом) металу та доведення його до температури прокатки [3]. Нові режими нагрівання спеціально розроблено за специфічних умов роботи відділення нагрівальних колодязів, коли в технологічному процесі виникають затримки в роботі, що призводить до тривалих пересиджень металу за одну годину і більше. При цьому велика частка металу, що нагрівається, пересиджує від готовності довше 1-ї години і проводиться томління при температурах вище 1300 °C по два рази.

Мета дослідження – зниження втрат палива та металу за рахунок перегрівання.

Матеріали та методи дослідження. За методикою [4] виконано розрахунок витрату шлаку та палива при нагріванні злитків з витримкою після посадки при температурі 1200 °C і одним з нагріванням у нагрівальних колодязях.

Коефіцієнт окалиноутворення (залежить від температури томлення, мм/год^{0,5}):

$$k_T = e^{-10125/T+7,25}, \quad (1)$$

де T – середня температура поверхні злитка.

Квадрат товщини окалини, що сплавляється в шлак, мм²:

$$S^2 = 1,2 * k_T^2 (T/2Ct_H + t_T), \quad (2)$$

де 1,2 – коефіцієнт, що враховує утворення окалини при роздяганні, посадці та видачі зливків; C – постійна змінна, рівна 10125; t_H та t_T – тривалість нагрівання та томлення відповідно, години.

Тоді товщина окалини, що сплавляється в шлак $S=3,5487$ мм.

Витрата металу на шлак, кг/м²:

$$Y = 31,6 * S, \quad (3)$$

де S – товщина окалини, що сплавляється в шлак.

Знаходимо масу шлаку за формулою, кг:

$$M=Y*S. \quad (4)$$

Витрата шлаку для дослідної технології нагрівання злитків, кг/т:

$$Y_{гор}=M/m, \quad (5)$$

де m – маса зливка 15,727 т.

Зниження витрати шлаку при впровадженні технології нагрівання, кг/т:

$$\Delta P=Y_{гор}/m. \quad (6)$$

Зниження витрати палива при впровадженні технології нагрівання, кг ум.пал/т:

$$B = t * Q_{пал} * Q_H^p * \frac{n}{7000} / m, \quad (7)$$

де t - різниця тривалості нагрівання металу, год; $Q_{пал}$ -витрати палива на нагрівання однієї камери колодязя, м³/год; Q_H^p - теплотворна спроможність палива, КДж/м³; n - кількість камер у одному колодязі, од; m – вага металу, т.

Результати досліджень та їх обговорення. Розроблений режим (рис.1) спрямований на зниження надходження металу в зоні високих температур вище за 1300 °С (томління проводиться тільки один раз), що дозволяє знизити їх перегрівання у процесі нагрівання і, як наслідок, зменшити оплавленість злитків та зменшити окалиноутворення.

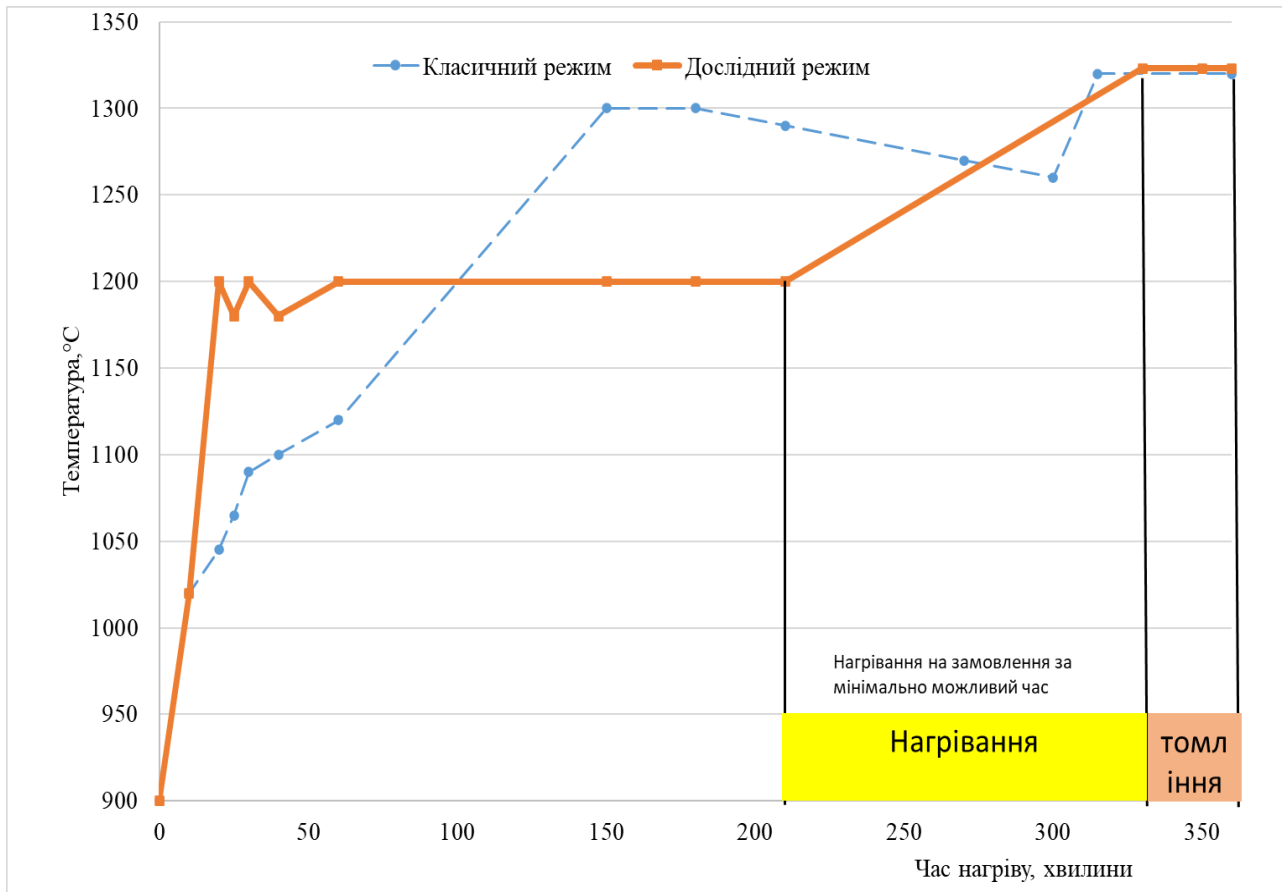


Рис. 1. Нагрівання металу за класичною технологією та новою технологією при пересиджуванні металу від готовності (наприклад, 3 год)

За новим режимом нагрівання метал після посадки в нагрівальні колодязі нагрівається до температури 1200 °C (замість 1320-1340 °C за класичною схемою нагрівання металу [5]). Потім нагрівання припиняється та здійснюється підтримка температури на заданому рівні до початку нагрівання за мінімально можливий час.

Розраховано вплив нового режиму нагрівання на питому витрату зварювального шлаку.

Розглядаючи порівняння розрахунку існуючих та отриманих даних у таблиці 1 зниження чаду металу за рахунок підвищення точності вимірювань витрати газу та повітря в період томління металу (фактично в даний час до 80 % витрат шлаку на метал з підвищеним тепломісткості, а 48 % часу томлення на з витратами газу та повітря на існуючих приладах та в методиці фіксуються різницю також в 80 %, де зона похибка вимірювання (сумарна) до 10 % за графіком з рис. 1).

1. Порівняльні дані розрахунку за даними, що отримуються за класичною методикою

Розглянута величина	Дослідний режим	Класична методика	відхилення
Середня температура поверхні злитку, °С	1340	1320	+20
Тривалість нагрівання, час в годинах	3,33	2	+1,33
Тривалість томлення, час в годинах	1,23	2,57	-1,34
Коефіцієнт окалиноутворення, мм/год ^{0,5}	2,646	2,445	+0,201
Квадрат товщини окалини, мм ²	12,593	19,541	-6,948
Витрата металу із шлаком, кг/м ²	11,214	13,969	-2,755
Маса шлаку, кг	112	139,52	-27,52
Витрата шлаку, кг/т	7,12	8,87	-1,75

Висновки та перспективи. На основі проведених досліджень встановлено, що при впровадженні нагрівання злитків з витримкою при температурі 1200 °С після посадки злитків у комірки і з одним нагріванням відбувається очікуване зниження витрати шлаку, що складе -1,015 кг/т. Зниження витрати палива складає 2,03 кг ум.пал./т.

Список використаних джерел

1. Губинский В. И. Metallurgicheskiye pechi. Днепр: НМетАУ, 2006. 85 с.
2. Гребельный В. Н. Повышение эффективности работы нагревательных колодцев прокатных цехов. Киев: Техника, 2007. 192 с.
3. Аксельруд Л. Г. Современные нагревательные колодцы. Сталь №3: Metallurg, 2000. 231с.
4. Промышленные печи. Справочное руководство для расчетов и проектирования. 2-е издание, дополненное и переработанное. «Металлургия», 1975. 368 с.
5. Єфімов М. В., Біктагіров Ф. К., Тарасевіч Н. І. Вплив технологічних параметрів на щільність металу при отриманні великих зливків. Металл и литье Украины. 2017. № 8–10. С. 25-30.

References

1. Gubinsky, V. I. (2006). Metallurgicheskiye pechi [Metallurgical Furnaces: Proc. Allowance]. Dnepr: NMetAU, 85.

2. Grebelny, V. N. (2007) *Povysheniye effektivnosti raboty nagrevatel'nykh kolodtsev prokatnykh tsekhov* [Improving the efficiency of the heating wells of rolling shops]. Kyiv: Technique, 192.
3. Akselrud, L. G. (2000) *Povysheniye effektivnosti raboty nagrevatel'nykh kolodtsev prokatnykh tsekhov* [Modern heating wells]. Steel No. 3: Metallurgist, 231.
4. Kuznecov, V. I. (1975). *Promyshlennyye pechi. Spravochnoye rukovodstvo dlya raschetov i proyektirovaniya* [Industrial furnaces. Reference guide for calculations and design]. 2nd edition, enlarged and revised. "Metallurgy", 368.
5. Efimov, M. V., Biktagirov, F. K., Tarasevich, N. I. (2017). *Vplyv tekhnolohichnykh parametriv na shchil'nist' metalu pry otrymanni velykykh zlyvkiv* [Influx of technological parameters on the thickness of the metal with the removal of great zlivkiv]. Metall i lit'ye Ukrainy, 8–10, 25-30.

STUDY OF METAL HEATING MODES IN HEATING FURNACES

O. Petryk, I. Nazarenko, A. Kuzmenko

Abstract. *One of the main problems of the modern world is the search for saving energy resources, namely fuel, and reducing metal consumption during heating. High-temperature heating wells are among the largest consumers of fuel. In modern conditions, there are many factors that influence the increase in the duration of the presence of metal in heating units, both technological (order of delivery according to the assortment) and external (air alarms, power outages, etc.), which leads to its settling.*

At the same time, the metal is in them for a long time at temperatures above 1300°C, which leads to significant losses of metal due to overheating, melting and scale formation and increased fuel consumption, which in turn affects the increase in the cost of production.

The purpose of the research is to reduce fuel and metal losses due to overheating.

The creation and research of rational and promising modes of heating metal during long-term stay in heating wells, with the improvement of the technological process, is an urgent task.

At the article calculates the influence of the new heating regime on the specific consumption of welding slag and fuel. The developed mode is aimed at reducing the supply of metal in the zone of high temperatures above 1300 °C (quenching is carried out only once), which allows to reduce their overheating during the heating process and, as a result, to reduce the melting of ingots and reduce scale formation.

The new mode of metal heating will lead to a decrease in the temperatures that affect the metal during a long stay in the heating wells, which in turn will allow to reduce the carbon black of the metal by 1.015 kg/t, due to the reduction of the amount of slag that appears, and also to reduce costs of fuel by 2.03 kgf/t and obtain a significant economic effect on production.

Key words: *fuel, heating wells, slag, heating, temperature, thermal mode, metal*