

зв'язку з приростом продуктивності секцій РЗФ-2 у жовтні на 0,827 т/год відбулося зниження питомої витрати електроенергії – вона склала 0,53 КВт на 1 тону виробленого концентрату. Подальше підвищення ефективності роботи РЗФ 2 планується проводити шляхом оптимізації буропідливних робіт.

Перелік використаних джерел

1. Ведення процесу збагачення магнетитових кварцитів в умовах фабрики безшарового подрібнення / Технологічна інструкція № ТІ 00190905.07.001-2019 // Кривий Ріг: Інгулецький гірничозбагачувальний комбінат, 2019.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-506-8-99>

IMPROVING THE OPERATIONAL EFFICIENCY OF MIDREX H2 AND BLAST FURNACE PROCESSES THROUGH THE OPTIMIZATION OF PELLET METALLIZATION

ПІДВИЩЕННЯ ОПЕРАЦІЙНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ MIDREX H2 І ДОМЕННОЇ ПЛАВКИ ЧЕРЕЗ ОПТИМІЗАЦІЮ МЕТАЛІЗАЦІЇ ОКАТИШІВ

Tymoshenko D.O.,

*Student (group 136Y-23-1m),
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Тимошенко Д.О.,

*студент гр. 136У-23-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Kukhar V.V.,

*DSc (Engineering), Professor,
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Кухар В.В.,

*д.т.н., професор,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Ступінь металізації окатишів є критичним фактором як для оптимізації процесу прямого відновлення заліза Midrex + H₂, так і для доменної печі, впливаючи на ключові показники операційної ефективності підприємства.

Основна мета дослідження – виявлення впливу ступеня металізації окатишів на ефективність процесу прямого відновлення заліза Midrex + H₂ та аглодоменного переділу для визначення оптимального рівня металізації, що забезпечує найкращі техніко-економічні показники виробництва.

Методика дослідження полягала у обробці референтних даних для технології Midrex + H₂ та математичної моделі яка розроблена на ПАТ "Запоріжсталь" з урахуванням похибок та технічних характеристик доменних печей та технічного стану обладнання для аглодоменного переділу. Для виробництва DRI модель враховувала такі параметри, як відсоток металізації окатишів, витрати природного газу та водню для технології Midrex + H₂. Математична модель, розроблена для аглодоменного переділу на ПАТ «Запоріжсталь», враховує широкий спектр параметрів, що впливають на ефективність процесу, зокрема, фактори, які були досліджені в ході експерименту по збільшенню металізації шихти.

Модель включає в себе наступні ключові фактори:

1. Склад шихти та її основність: Враховуються кількісні співвідношення різних компонентів шихти, а також її основність, яка визначає хімічні властивості шлаку та впливає на процес плавки. Модель враховує зміну складу шихти при збільшенні ступеня металізації окатишів.

2. Витрати коксу: Модель враховує кількість коксу, необхідного для відновлення оксидів заліза та нагрівання шихти до необхідної температури.

3. Витрати пилу: Враховуються витрати пилу, що утворюється в процесі підготовки шихти та в доменній печі, оскільки пил впливає на газодинаміку процесу та хімічний склад шлаку.

4. Витрати вапняку: Модель враховує кількість вапняку, необхідного для формування шлаку з потрібними властивостями.

Завдяки врахуванню такої кількості факторів, математична модель дозволяє прогнозувати ефективність аглодоменного переділу в різних умовах, зокрема, при збільшенні ступеня металізації шихти, та оптимізувати параметри процесу для досягнення найкращих результатів. Модель була використана для аналізу результатів експерименту та підтвердила ефективність збільшення металізації шихти для зниження витрат коксу та підвищення продуктивності доменної печі.

За рахунок використання окатишів з високим ступенем металізації (понад 70%) дозволяє значно скоротити цикл відновлення заліза в печі

Midrex + H₂, що підвищує продуктивність та зменшує час простою обладнання [1]. При зниженні витрат природного газу та водню вищий ступінь металізації окатишів зменшує потребу в природному газі та водні для завершення процесу відновлення, що призводить до суттєвої економії витрат на енергоносії (табл. 1). Підвищення якості DRI з високим ступенем металізації містять менше домішок [2], що дозволяє отримати високоякісну сировину для виробництва сталі [3].

Таблиця 1

**Взаємозв'язок між ступенем металізації окатишів
і витратами природного газу + H₂**

Ступінь металізації (%)	Витрати природного газу (м³/т)	Витрати водню (м³/т)
60	340	450
65	320	450
70	300	450
75	280	450

Вплив металізації на доменну піч:

Зниження витрат коксу – використання окатишів з високим ступенем металізації дозволяє зменшити витрати коксу в доменній печі, що призводить до економії коштів та зниження негативного впливу на довкілля (табл. 2).

Таблиця 2

**Вміст заліза в шихті, економія коксу
та зростання продуктивності ДП**

Вміст заліза в шихті (%)	Економія коксу (%)	Зростання продуктивності (%)
60	0	0
65	6	10
70	12	20
75	18	30

Вміст заліза в шихті також є важливим фактором, що впливає на ефективність доменної печі. Збільшення вмісту заліза в шихті на 1% призводить до:

Економії коксу на 1,2% це пов'язано з тим, що для відновлення більшої кількості заліза потрібно менше коксу.

Зростання продуктивності печі на 2% більший вміст заліза в шихті дозволяє отримати більше чавуну за одиницю часу наведено на рис. 1.

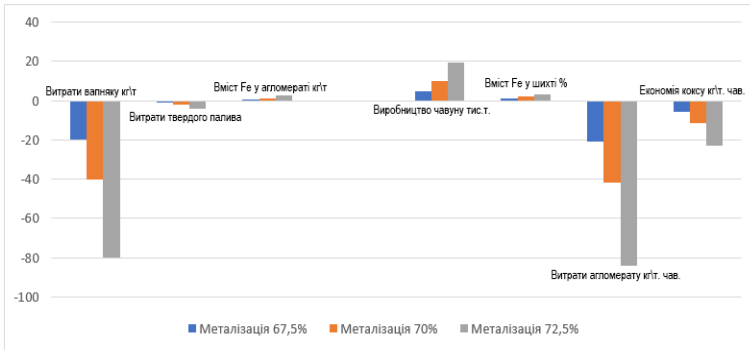


Рис. 1. Залежність змін в аглодоменному переділі від ступеня вмісту металізації в шихті

Підвищення якості металізації окатишів є важливим завданням для металургійних підприємств. Цього можна досягти за рахунок удосконалення технології збагачення залізної руди на ГЗК за рахунок оптимізації процесу флотації та модернізації обжигових машин.

Перелік використаних джерел

1. Okosun T., Nielson S., Zhou C. Blast Furnace Hydrogen Injection: Investigating Impacts and Feasibility with Computational Fluid Dynamics. JOM. 2022. Vol. 74. P. 1521–1532. DOI: 10.1007/s11837-022-05177-4.
2. Gołdasz A., Matuszewska D., Olczak P. Technical, economic, and environmental analyses of the modernization of a chamber furnace operating on natural gas or hydrogen. International Journal of Hydrogen Energy. 2022. Vol.47. № 27. P. 13213-13225. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2022.02.090.
3. Yuzhang J., Zhongyan C., Shufu Y., Yongxu C., Yujie L., Tianchi J., Xin L., Weijun Z. Development and Application of Hydrogen-Based Direct Reduction Iron Process. 2024. Vol. 12. № 9. P. 1-20. DOI: 10.3390/pr12091829.