

перспективи: Монографія. Дніпро: Візіон, 2023. 364 с.
<https://doi.org/10.52150/ISBN-978-966-02-9926-9>.

6. Krzak M., Paulo A. Modern trade standards for steel raw materials. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management*. 2018. vol. 34; No 4. 25–50. DOI: 10.24425/122585

7. Siitonen S., Tuomaala M. Ahtila P. Variables affecting energy efficiency and CO2 emissions in the steel industry. *Energy Policy*. Volume 38, Issue 5. pp. 2477–2485. DOI: 10.1016/j.enpol.2009.12.042.

8. Пилипенко А. А. Стратегічні напрями розвитку підприємств металургійної галузі. *Ефективна економіка*. 2014. № 1. URL <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2800> (дата звернення: 03.09.2023).

9. Asia Pacific Partnership 2010. The State-of-the-Art Clean Technologies (SOACT) for Steelmaking Handbook, 2nd Edition. Berkeley: Asia Pacific Partnership for Clean Development and Climate, 138 pp.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-4>

UNIFIED BLAST FURNACE AIR TUYERE

УНІФІКОВАНА ПОВІТРЯНА ФУРМА ДОМЕННОЇ ПЕЧІ

Vereshchak V.I.

*Director, Scientific-production firm
“KOSH”, LTD, Dnipro, Ukraine*

Верещак В.І.

*директор, ТОВ Науково-виробнича
фірма «КОШ», м. Дніпро, Україна*

Vereshchak D.V.

*Project manager,
Scientific-production firm “KOSH”,
LTD, Dnipro, Ukraine*

Верещак Д.В.

*менеджер проєкту,
ТОВ Науково-виробнича фірма
«КОШ», м. Дніпро, Україна*

Стійкість фурм доменних печей є одним із найважливіших факторів, що впливають на продуктивність та енергозбереження доменної плавки. Це пов'язано з тим, що однією з найчастіших причин зупинок доменних печей є вихід з ладу повітряних фурм в основному через прогар, що призводить до втрат виробництва чавуну та збільшення витрати коксу.

Накопичений десятиліттями досвід, дозволив спеціалістам ТОВ НВФ «КОШ» домогтися збільшення стійкості повітряних доменних фурм більш ніж у 4 рази порівняно з аналогами, що використовуються в даний

час на металургійних підприємствах України. Зменшити теплові втрати з фурм до 40% та витрати коксу на їх компенсацію на 2 і більше кг/т чавуну за рахунок застосування керамічної вставки.

Досвід роботи на доменних печах дозволив визначити основні напрямки, що дозволяють збільшити стійкість роботи фурм:

- розробка та впровадження технології захисту робочих поверхонь фурми з використанням багатшарових захисних покриттів;

- розробка та впровадження технології виготовлення фурм з керамічною вставкою;

- розробка конструкції дугтьової фурми доменної печі із забезпеченням рівномірного теплотривою за внутрішнім її об'ємом та зниженням теплових витрат на основі 3D-моделювання процесу та теплотехнічних розрахунків;

- розробка та впровадження технології нанесення тангенціальних канавок на рильну частину фурми для забезпечення повноти спалювання палива.

Розроблено та впроваджено технологію нанесення багатшарового захисного покриття на основі металокераміки з легуючими добавками на зовнішню поверхню фурм на довжину 300 мм від торця рильної частини фурми та по внутрішній поверхні на глибину 100–125 мм товщиною не менше 400 мкм (мал. 1).

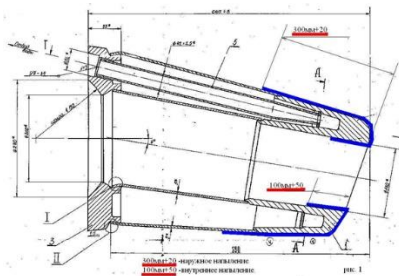


Рис. 1. Схема наплення захисного покриття на фурму (ліворуч) та фото з фурми ПАТ «Запоріжсталь» із захисним покриттям (праворуч)

Встановлення фурменних приладів із захисним покриттям, розроблених ТОВ НВФ «КОШ», на доменних печах показала збільшення стійкості фурменних приладів у 2–4,6 рази порівняно із звичайними фурмами (мал. 2).

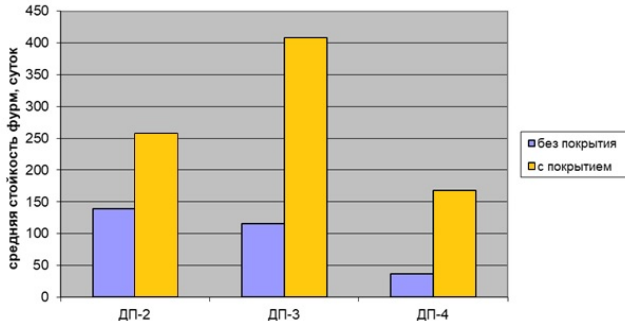


Рис. 2. Порівняння стійкості фурм на прикладі ПАТ Запоріжсталь»

Застосування фурм із керамічною вставкою за технологією ТОВ НВФ «КОШ» дозволяє збільшити термін служби фурм, зменшити теплові втрати на них до 40%, що еквівалентно зменшенню витрати коксу на ~ 2 кг/т чавуну та більше (мал. 3).

У рамках розробки конструкції фурми доменної печі із забезпеченням рівномірного теплозйому за внутрішнім її об'ємом та зниженням теплових витрат на основі 3D-моделювання процесу та теплотехнічних розрахунків отримано параметри, що характеризують тепловий стан фурм, а також визначено параметри перебігу рідини в порожнині водяного охолодження фурм для декількох варіантів конструкції (табл. 1, мал. 4).

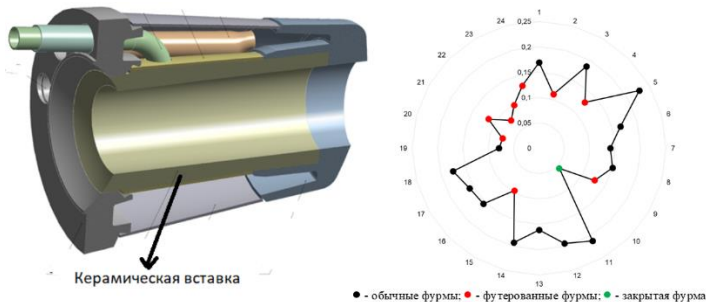


Рис. 3. Фурма з керамічною вставкою (ліворуч) та теплові навантаження (в кВт) на фурми з керамічною вставкою та без за даними АСУ ДП №3 ПРАТ «МК «АЗОВСТАЛЬ» 2021 р. (праворуч)

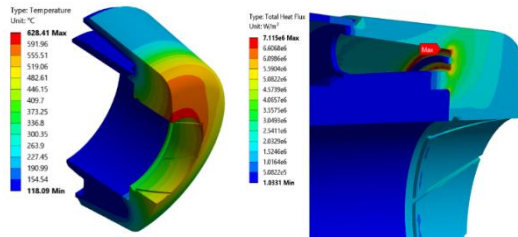


Рис. 4. Результати 3D-моделювання варіантів конструкцій фурми

Таблиця 1

Результати 3D-моделювання варіантів конструкцій фурми

	Базовий варіант	Варіанти конструкції фурми				
		1-а	1-б	1-в	2	3
Максимальна температура на зовнішній поверхні рильної частини фурми, °C	608,6	606,9	627,7	628,4	612,4	611,5
Максимальна температура внутрішньої поверхні рильної порожнини охолодження фурми, °C	133	133,1	132,95	132,95	132,95	132,95
Середня температура внутрішньої поверхні рильної порожнини охолодження фурми, °C	132,95	132,91	132,91	132,91	132,91	132,91
Максимальний тепловий потік, що знімається з поверхні рильної частини фурми, МВт	6,988	7,996	7,044	7,115	7,25	9,94
Запас по критичним тепловим потокам, %	29,4	21	30,5	29,8	28,5	31,5
Перепад тисків у порожнині охолодження фурми, кг/см ³	0,162	0,36	0,36	0,36	0,561	0,253

Підвищення ефективності доменного виробництва за рахунок збільшення стійкості обладнання із застосуванням сучасних конструктивних та технологічних рішень на сьогоднішній день має актуальність, порівнянну з удосконаленням ефективності технології доменного процесу.