

знань 13 «Механічна інженерія» денної та заочної форм навчання / О.Є. Марков, В.В. Коткова, Н.Г. Шевченко. Краматорськ : ДДМА, 2019. 103 с. ISBN 978-966-379-907-5

2. W. Walczyk Computer Aided Design of New Forging Technology for Crank Shafts / W. Walczyk, A. Milenin, M. Pietrzyk. *Steel research int.* 82. 2011. №3. p. 187 – 194.

3. Chunli Z. Numerical Simulation of Upset-bending Forging for Heavy Crankshaft / Z. Chunli, C. Zhenshan, S. Dashan. *Advanced Materials Research.* 2013. № 773. p. 267 – 271.

4. Altan Taylan. Metal forming : fundamentals and applications / Altan Taylan, Gegel H. L, Oh, Soo-Ik. OH: American Society for Metals, Metals Park, 1983. 353 p.

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

EXPERIENCE IN THE EFFECTIVE USE OF NATURAL GAS IN HEATING PROCESSES OF METALLURGICAL LUCKS

ДОСВІД ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ ПРИ РОЗІГРІВАННІ МЕТАЛУРГІЙНИХ КОВШІВ

Pulypenko R.A.,

*PhD (Engineering),
Senior Researcher, Leading
Researcher, Institute of Gas
of the National Academy of Sciences
of Ukraine, Kyiv*

Пилипенко Р.А.,

*к.т.н., старший науковий
співробітник, провідний науковий
співробітник, Інститут газу
Національної академії наук України,
м. Київ, Україна*

Tsvetkov Ye.S.,

*Specialist, Institute of Gas
of the National Academy of Sciences
of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

Цвєтков Є.С.,

*спеціаліст, Інститут газу
Національної академії наук України,
м. Київ, Україна*

Melnikov R.V.,

*PhD Student, Institute of Gas
of the National Academy of Sciences
of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

Мельников Р.В.,

*аспірант, Інститут газу
Національної академії наук України,
м. Київ, Україна*

В умовах постійно зростаючого дефіциту природного газу важливою і актуальною є задача ефективного його використання у теплових технологіях різних промислових агрегатів., в тому числі при сушінні і розігріванні футерівок металургійних сталерозливних ковшів. За період

2017-2020 рік було виконано реконструкцію систем опалення 6-ти вертикальних сталерозливних 250-ти тонних ковшів меткомбінату «Запоріжсталь» з метою не тільки зменшення витрат природного газу, але й підвищення рівномірності нагрівання футерівки по висоті ковшів, особливо в їх донній частині.

Дієвими способами зменшення витрат природного газу і шкідливих викидів є: якісне повне спалювання газу в межах робочого простору ковшів; забезпечення рівномірно температурного газового середовища і його інтенсивного руху; відповідність пального обладнання теплотехнології і агрегату; використання засобів зменшення вмісту шкідливих речовин в продуктах згоряння; зменшення витрат тепла з відхідними газами; утилізація тепла відхідних газів; застосування автоматики управління процесами спалювання газу, сушіння і розігрівання.

Для вирішення цих задач в Інституті газу НАН України розроблена технологія рівномірного нагрівання великогабаритних поодиноких виробів і садок з виробів в камерних і тунельних печах, яка може бути застосована і для інтенсивного рівномірного нагрівання поверхонь футерівок в обмежених просторах металургійних ковшів. Основою цієї технології є інтенсивна рециркуляція продуктів згоряння попередньо підготовленої суміші газу з повітрям у вільному просторі агрегату. Для здійснення цієї технології розроблена і сертифікована серія швидкісних пальників ГНБ потужністю 80÷1500 кВт. Роботи з розширення потужностей серії тривають.

До проведеної модернізації в системах опалення 6-ти стендів використовувались пальники СНТ-22. Основними недоліками систем опалення були високі витрати газу (до 160 м³/год), висока тривалість процесу (до 14-ти годин), нерівномірність нагрівання футерівки, ($\Delta t = 30^\circ - 50^\circ$), недогрів донної частини ковша до заданої температури при досить низьких питомих витратах природного газу (37 м³/т). Недогрівання донної частини ковша пояснюється особливістю конструкції пальника СНТ, де газ згоряє в системі n-ї кількості окремих факелів, що потім зливаються в єдиний потік. Енергія такого потоку зменшується на втрати при змішування факелів з повітрям і між собою.

Спалювання попередньо підготовленої суміші природного газу з повітрям в суцільному струмені пальників ГНБ дозволяє отримати набагато жорсткіший струмінь продуктів згоряння, з більшою кінетичною енергією, організувати інтенсивну рециркуляцію продуктів згоряння в ємності ковша, що призводить до вирівнювання температур в газовому середовищі і забезпечує повне спалювання газу в стислому

просторі ковша та сприяє створенню умов для зменшення шкідливих речовин у продуктах згоряння.

При модернізації систем опалювання вертикальних стендів меткомбінату «Запоріжсталь» були використані пальники ГНБ-1500 модернізовані в ГНБ-1400 (СМЛТ-1400).

Стабілізатор горіння забезпечує надійну роботу пальника в широкому інтервалі змін теплової потужності, 1:5.х. Наявність жорсткого потужного струменю продуктів згоряння, $70 \leq w \leq 100$ м/с, забезпечує його далекобійність $L \geq 60D$ (D – початковий діаметр струменю, мм) і подавання необхідної кількості тепла до донної частини футерівки. На фото рис. 1 показаний працюючий пальник ГНБ-1400 в кришці ковша.



Рис. 1. Пальник ГНБ-1400 в кришці 250-ти тонного ковша

Температурне поле поверхні броні ковша впродовж процесу сушки/розігріву показує, що розігрів футерівки починається з донної частини ковша, рис. 2, і є рівномірним, $\pm 5^\circ\text{C}$.

На рис. 3 представлені графіки витрат газу при модернізованій і попередній системах опалення, з яких видно, що витрати газу при використанні пальника ГНБ-1400 суттєво нижчі, ніж при використанні пальника СНТ-22.

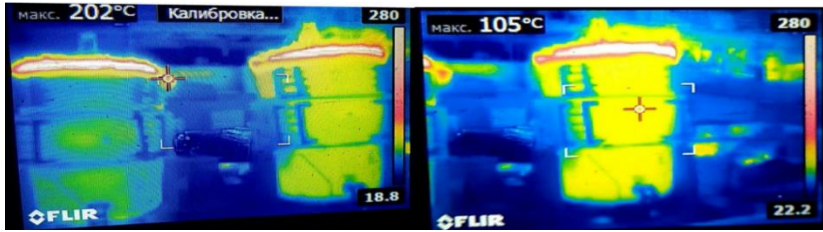
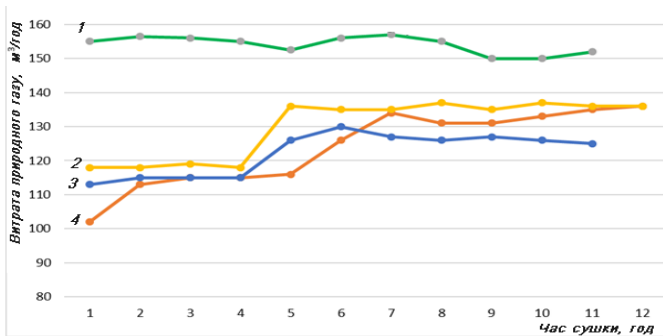


Рис. 2. Термограма броні 250 т ковша від початку до закінчення процесу сушіння / розігрівання



**Рис. 3. Витрати газу при сушінні футерівки 250 т ковша.
1 – до модернізації, 2, 3, 4 – після модернізації.**

Результати модернізації: економія природного газу склала понад 19,8 %; тривалість процесу скоротилась в середньому на 30 хв.; рівномірність нагріву футерівки склала ± 5 град; температура корпусу в контрольній точці дорівнює $104\text{ }^{\circ}\text{C}$, температура по всій висоті донної частини – $95,4\text{ }^{\circ}\text{C}$; вміст шкідливих речовин (приведений): $\text{CO} \leq 29\text{ ppm}$, $\text{NO}_x \leq 53\text{ ppm}$; питомі витрати газу скоротились з $37\text{ м}^3/\text{т}$ до $29,7\text{ м}^3/\text{т}$.

Отримані результати показують, що використання застарілих і не відповідних технологій спалювання природного газу обумовлює колосальну енергоємність металургійного виробництва і, як наслідок, призводить до зниження конкурентоспроможності української металопродукції. Подальші інвестиції в модернізацію основного і допоміжного технологічного обладнання, в дослідження і розробку нових вітчизняних технологій нагріву і створення ефективного обладнання можна вважати антикризовими заходами.