

Л. П. Грес, О. В. Гупало, О. О. Єрьомін

Український державний університет науки і технологій (УДУНТ), Дніпро

## ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗБАГАЧЕННЯ ПОВІТРЯ ГОРІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ КИСНЕМ НА СТІЙКІСТЬ КЛАДКИ ДОМЕННИХ ПОВІТРОНАГРІВАЧІВ

Для опалення доменних повітрянагрівачів в якості палива використовується доменний газ. З метою забезпечення температури під куполом повітрянагрівачів на рівні 1300 – 1350 °С доменний газ збагачують природнім газом. У зв'язку зі значною вартістю природного газу, його використання в доменних повітрянагрівачах вважається нерациональним, так як суттєво підвищує собівартість гарячого дуття [1, 2]. В якості альтернативи природному газу, для збільшення температури під куполом повітрянагрівачів, може розглядатися їх опалення доменним газом, на спалювання якого подається атмосферне повітря, збагачене технологічним киснем. Економічну і екологічну доцільність використання кисню при опаленні повітрянагрівачів розглянуто в роботах [3, 4], але питання впливу цього заходу на термін експлуатації теплових агрегатів залишилося поза межами уваги дослідників.

Метою даної роботи є оцінка впливу збагачення повітря горіння киснем на стійкість кладки доменних повітрянагрівачів.

Для виконання досліджень використано математичну модель доменного повітрянагрівача, наведену в роботі [5], яка дозволяє визначати склад продуктів згоряння, довжину факелу, розподіл температур по висоті камери горіння, температуру під куполом повітрянагрівача, а також розраховувати витрати палива, повітря, кисню та продуктів згоряння в залежності від складу палива й повітря горіння та умов їх спалювання. Оцінка стійкості вогнетривкої кладки здійснюється шляхом порівняння допустимих [6] та дійсних навантажень на матеріали кладки.

Розрахунки виконано для випадків опалення повітрянагрівачів: 1) природно-доменною сумішшю зі вмістом природного газу 5,37 %, для спалювання якої використовується атмосферне повітря (вміст кисню в повітрі 21%); 2) доменним газом, на спалювання якого подається повітря, збагачене киснем (вміст кисню в повітрі 32,3 %).

Інші вихідні данні для розрахунків: температура палива – 50 °С; температура повітря горіння – 20 °С; теплота згоряння доменного газу – 3,2 МДж/м<sup>3</sup>; теплота згоряння природно-доменної суміші 5 МДж/м<sup>3</sup>; загальна висота камери горіння – 30 м, яка складається із зон: 1) муліто-корундового вогнетриву (МКТ-80) – 4,95 м; 2) дінасу –

25,05 м.

Як показали результати досліджень, збагачення повітря горіння киснем призводить до зменшення довжини факелу у порівнянні з опалюванням повітрянагрівача природно-доменною сумішшю, а також до переміщення максимальних температур в нижню зону камери горіння, де статичне навантаження на вогнетривку цеглу більше. При цьому допустиме навантаження на кладку на границі МКТ-80 – дінас складає 0,70 МПа при використанні природного газу, а при використанні кисню – 0,58 МПа. Але ці значення більші дійсних навантажень (0,42 МПа), що забезпечує необхідну стійкість кладки із муліто-корундових вогнетривів (МКТ-80).

Допустиме навантаження на дінасову цеглу більше, ніж на муліто-корундову (відповідно 1,18 та 0,58 МПа), і також значно перевищує розраховані дійсні навантаження. Проте дінас використовують лише у верхній зоні камери горіння, де статичне навантаження менше. Це пов'язано з низькою термостійкістю дінасу, так як в нижній зоні камери горіння має місце значне коливання температур.

Для оцінки умов експлуатації вогнетривкої цегли зазвичай порівнюють значення допустимих та дійсних навантажень. Але при цьому не враховується значення (5-8 років) строку експлуатації камери горіння. Тому доцільно для цього використовувати параметр повзучості матеріалу, який враховує як статичне навантаження, так і час його дії. Але, на жаль, данні повзучості вогнетривів поки відсутні.

### Список літератури

1. Мазур, В. Л. *Металургія України: стан, конкурентноспроможність, перспективи* / В. Л. Мазур // *Металургійна та гірничорудна промисловість*. – 2010. – № 2. – С. 12-16.
2. Модлип, Р. *Природный газ для промышленности – существующее положение и перспективы* / Р. Модлип // *Индустриал хитинг*. – 1980, – Т. 47. – № 2. – С. 8-9.
3. Грес, Л. П. *Повышение энергоэффективности нагрева доменного дутья : монография* / Л. П. Грес [та ін.] – Днепр : ПРОФИПРИНТ, 2021. – 612 с.
4. Грес, Л. П. *Теплообменники доменных печей : монография* / Л. П. Грес, С. А. Карпенко, А. Е. Миленина. – Днепропетровск : Пороги, 2012. – 491 с.
5. Gres, L. P. The influence of oxygen enrichment of combustion air on the resistance of the lining of hot-blast stoves // L. P. Gres, O. O. Yeromin, O. V. Gupalo // *Fundamental and applied problems of ferrous metallurgy*. – 2022. – Issue 36. – P. 123-133. DOI: 10.52150/2522-9117-2022-36-123-133.