

Materials. №2.1, 2001. P.p.157–164. [https://doi.org/10.1016/S1468-6996\(01\)00041-9](https://doi.org/10.1016/S1468-6996(01)00041-9)

6. Ol'khovik E.O., Desnitskii V.V., Molchanyuk R.A. Interaction between casting and mold during solidification. Steel №37.5, 2007. P.p.422–424. <https://doi.org/10.3103/S0967091207050051>

7. Liu J.X., Liao R.D. Simulation of Thermal Stress and Hot Tearing in Engine Block Casting Advanced Materials Research №154-155, 2010. P.p.1571–1574. <https://www.scientific.net/amr.154-155.1571>

8. Ol'khovik E. Development the Methods for Preventing Hot Cracking With Use Analysis of Temperature Fields. VII International Scientific Practical Conference "Innovative Technologies in Engineering" IOP Publishing IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering №142, 2016. P.p.1-6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/142/1/012084>

9. Causes of casting cracks and six kinds of common defects and their prevention. Yaang Pipe Industry Co., Limited, China. 2021. <https://www.epowermetals.com/causes-of-casting-cracks-and-six-kinds-of-common-defects-and-their-prevention.html>

10. Vishwakarma K, Chaturvedi M. A study of HAZ microfissuring in a newly developed Allvac 718 Plus superalloy. Superalloy, 2008. P.p.241–250. https://www.tms.org/Superalloys/10.7449/2008/Superalloys_2008_241_250.pdf

11. Singh S., Andersson J. Hot cracking in cast alloy 718, Science and Technology of Welding and Joining, №23:7, 2018. P.568-574, <https://doi.org/10.1080/13621718.2018.1429238>

УДК: 621.74

В. П. Школярєнко

Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, Київ

E-mail: hvp@ukr.net

ОБГРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО МЕТАЛУРГІЙНИХ ТА ЛИВАРНИХ ПЕЧЕЙ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ СУЧАСНИХ ТЕНДЕНЦІЙ ЇХ РОЗВИТКУ

Розвиток металургії та ливарного виробництва неможливий без розвитку пічного обладнання. Розробка нового та модернізація існуючого пічного обладнання завжди розпочинається з обґрунтування технічних вимог до їх розробки, що обумовлює актуальність таких досліджень.

Наприклад, у 2020 році Група Метінвест розпочала розробку довгострокової технологічної стратегії з урахуванням екологічних викликів. Компанія бачить технологічне майбутнє за електросталеплавильними процесами та використання водню [1]. З аналізу літературних джерел у світовій металургійній практиці наразі спостерігаються такі основні сучасні тенденції розвитку пічного обладнання [2-5]:

- модульне виконання камери печі та обслуговуючих вузлів. Використання модульного принципу скорочує час проектування, підвищує ступінь механізації їх пічного виробництва, скорочує час монтажу печі, спрощує вантажно-розвантажувальні роботи, знижує масу матеріалу печі, тощо;

- рекуперація та регенерація відпрацьованого тепла для підвищення теплового ККД печей;

- використання прогресивних футерувальних матеріалів;

- застосування комбінованих методів нагрівання, наприклад, полум'яного та електронагріву, індукційного та непрямого електронагріву, переведення газових печей на водень і таке інше, що забезпечує сумарну економію енергії, скорочення тривалості нагріву і, як наслідок, підвищення продуктивності печей;

- використання висококонцентрованих джерел енергії;

- використання мікропроцесорів для управління процесами горіння та режимами нагрівання (охолодження) металів та сплавів у печах;

- підвищення точності регулювання температури при плавці та термічній обробці металів та сплавів;

- математичне моделювання режимів нагріву та охолодження металів та сплавів;

- використання захисних атмосфер та вакууму. У даний час печі із захисними атмосферами значно дешевші за вакуумні, проте експлуатаційні витрати на вакуумні печі значно нижчі. Тому, рік у рік розширюється застосування печей обох типів.

У зв'язку з тим, що пічне обладнання у складі всього комплексу металургійного та ливарного виробництва є найдорожчим, тому воно повинно бути незмінними при зміні схеми організації виробництва, повинно мати високу універсальність при реалізації технологічних процесів плавки різних металів та сплавів, а також мати високу адаптованість у модульних схемах організації виробництва.

Незважаючи на різноманітність класифікацій, конструкцій та типорозмірів ливарних та металургійних печей, всі вони повинні відповідати певним загальним вимогам, характерним саме для печей цього призначення. Але є і загальні вимоги, до яких можна запропонувати такі вимоги:

- простота конструкції та надійність в експлуатації;
- мінімальне споживання енергії, економічна експлуатація;
- забезпечення достатньої точності та рівномірності нагріву;
- відсутність або мінімально можливе окиснення та знеуглечення (за винятком випадків, коли ці процеси необхідно робити цілеспрямовано);
- повна автоматизація управління процесами нагріву, горіння палива;
- високий тепловий та електричний ККД печей;
- максимально можливий ступінь механізації (роботизації) процесів;
- можливість змінювати швидкість нагрівання у необхідних межах;
- мінімально достатні розміри;
- можливість агрегування з іншими печами та іншим обладнанням;
- технічна досконалість;
- екологічна безпечність.

Висновки:

1. Обґрунтовано вимоги до металургійних та ливарних печей на основі аналізу сучасних тенденцій їх розвитку.
2. Зроблено припущення, що практична реалізація запропонованих вимог дозволить створювати печі нового покоління, які б задовольняли вимоги сучасного виробництва з точки зору екологічної та економічної ефективності, якості та собівартості продукції, рівня механізації, автоматизації та роботизації, а також сучасного дизайну.

Список літератури

1. Перехід металургії на водневу технологію / В. П. Руських, Ю. В. Хавалиць, Р. Ю. Кирсанов // Всеукраїнська науково-технічна конференція «НАУКА І МЕТАЛУРГІЯ» 22-24 листопада 2022р. Дніпро, ІЧМ НАНУ, 2022. С.23-24. http://isi.gov.ua/wp-content/uploads/2022/11/%D0%9D%D0%9C_2022.pdf
2. Гуковский В. Л. Современные нагревательные и термические печи / В. Л. Гуковский, М. Г. Ладычичев, А. Б. Усачев. Москва. Машиностроение, 2001. 656 с.
3. Будник А. Ф. Типове обладнання термічних цехів та дільниць : Навчальний посібник. Суми: Вид-во СумДУ, 2008. 212 с.
4. Кузьменко В.І. Технологія нагрівання й нагрівальні пристрої ковальсько-штампувальних цехів : навч.-метод. посіб. / В. І. Кузьменко, А. О. Окунь. Харків : НТУ «ХПІ», 2020. 128 с.
5. Сігова В. І. Технологія і проектне рішення термічних цехів і дільниць: навч. посіб. / В. І. Сігова, В. Б. Юскаєв, А. Ф. Будник. Суми: Вид-во СумДУ, 2010. 318 с.