

## Використання ресурсозберігаючого принципу спалювання палива у високотемпературних печах для випалу кераміки та вогнетривів

*The engineering specification of the high-temperature (up to 1600°C) chamber furnace of periodic action with working volume of the chamber 1,2 m3, in which incorporated resource — saving principle of cyclonic burning of fuel (natural gas) with use of heat of products of combustion for heating up air submitted in torches, is developed.*

Інтенсивне споживання природного газу та електроенергії, використання великої кількості різноманітних вогнетривких виробів і матеріалів, значні технологічні відходи й викиди в атмосферу тепла продуктів горіння палива характерне для сучасного вітчизняного керамічного виробництва, зокрема виробництва фарфорових виробів та вогнетривів. Через це різко загострюється проблема ресурсозбереження, успішне розв'язання якої неможливе без удосконалення технології виробництва і розробки сучасного ресурсо- та енергозберігаючого устаткування.

Головними причинами великої енергоємності продукції та значних технологічних відходів у вітчизняних виробників є моральна і фізична застарілість теплотехнічного устаткування, низька якість теплоізоляційних матеріалів та вогнетривів, недосконалість, а часом — густо невиконання вимог технології сушіння та випалу, незадовільне вирішення питань утилізації великої кількості вторинних енергоресурсів (ВЕР), причому до останнього часу головною увагою було зосереджено не на зменшенні кількості ВЕР (відходи сушіння та випалу, брак допоміжного вогнетриву, тепло продуктів горіння палива й так ін.), а на їх утилізації, яка здійснювалась неефективно.

Оскільки повної утилізації ВЕР досягти неможливо, паралельно з підвищенням ефективності їх використання необхідно удосконалити саму технологію високотемпературної термічної обробки кераміки, підвищувати термічний коефіцієнт корисної дії теплових агрегатів, який нині в тунельних печах не перевищує 8—10%, а в печах періодичної дії ще нижчий.

Головна тенденція сучасного керамічного виробництва — впровадження малогабаритних ресурсозберігаючих газових та електричних печей періодичної дії, які забезпечують швидке реагування на потреби ринку із обов'язковою їх комплектацією системами інтенсифікації процесів горіння палива і ефектної утилізації ВЕР.

Печі періодичної дії дають можливість випалювати різноманітний асортимент фарфорових та фаянсових виробів, вогнетривів, виробів електротехнічної і спеціальної кераміки тощо, в них відносно просто змінювати в широкому інтервалі режим випалу, що дає можливість випускати високоякісну продукцію з різних за властивостями сировинних матеріалів.

До останнього часу впровадження подібних печей у виробництво гальмувалося, з одного боку, відсутністю відповідних вітчизняних конструкторських розробок, які б гарантували техніко-економічні показники печей періодичної дії на рівні кращих світових

зразків, а з іншого, — орієнтацією виробництва на застосування тунельних печей.

Аналіз інформації про останні досягнення у розробці сучасних печей періодичної дії відомих іноземних фірм [1—3], досвід їх експлуатації на заводах України та в країнах близького зарубіжжя, показали такі напрямки підвищення їх економічності й конкурентоспроможності:

- ◆ Оптимізація конструктивних характеристик робочої камери з метою інтенсифікації процесів теплообміну та зменшення температурного градієнту
- ◆ Застосування сучасних вітчизняних пристроїв для спалювання палива
- ◆ Впровадження високоефективних вітчизняних волокнистих теплоізоляційних виробів та матеріалів
- ◆ Утилізація тепла продуктів горіння палива за допомогою рекуперативних систем нагрівання повітря для технологічних та побутових цілей

Аналіз наукової інформації показує, що найперспективнішим методом інтенсифікації процесів теплообміну в установках різного технологічного призначення, зокрема в печах для випалу кераміки, є використання так званого циклонного принципу спалювання палива. Він дає можливість підвищити коефіцієнт ефективності використання природного газу в 2—2,5 рази [4—6].

Для реалізації даного методу робочий об'єм теплового агрегату виконується у формі циліндра, багатогранної призми і так ін. Пальники розміщуються тангенціально відносно внутрішньої поверхні футерівки. В робочому об'ємі теплового агрегату створюється вихор, форма та розміщення якого залежать від багатьох чинників — геометричних характеристик об'єкту, розміщення пальників, способу евакуації продуктів спалювання палива, розміщення виробів, які підлягають термічній обробці тощо.

Відома фірма «Riedhammer» (Німеччина) розробила та впровадила у виробництво декілька варіантів високотемпературних камерних печей різної теплової потужності [7], застосування в яких циклонного принципу спалювання палива і використання тепла продуктів його горіння для підігріву повітря, що подається на пальники, дало можливість отримати в робочій камері печі температуру 1700—1800°C без використання кисневого дуття.

На основі виконаного в Державному Українському науково-дослідному інституті фарфоро-фаянсової промисловості (Держ-УкрНДІФП) Мінпромполітики України математичного моделювання процесів конвективного теплообміну в робочому об'ємі камерної печі у разі використання циклонного принципу

спалювання палива розроблено конструкторську документацію кількох варіантів газових печей періодичної дії з об'ємом робочої камери 1...3 м<sup>3</sup> для високотемпературного випалу різних видів кераміки, в тому числі електротехнічної кераміки, вогнетривких та теплоізоляційних матеріалів. Як приклад одну з них корисним об'ємом 1,2 м<sup>3</sup> наведено на рисунку.

Крім циклонного принципу спалювання палива, в конструкторську документацію закладено деякі інші оригінальні технічні рішення з підвищення економічності печі.

Піч складається з каркаса 1, на якому монтується кладка 2, системи спалювання палива 3, системи відбору продуктів горіння палива 4, борова 5, рекуператора 6, дверей 7.

Кладку печі виконано з вітчизняних вогнетривких та теплоізоляційних матеріалів. Пальники розміщено тангенціально на трьох ярусах. Продукти горіння палива відводяться димососом з робочої камери через отвір, виконаний у центрі поду й переміщуються по борова до пластинчастого металевого рекуператора, який підключається до системи за байпасною схемою.

Повітря для горіння палива нагрівається в рекуператорі до температури 250—260°C і системою трубопроводів подається до пальників. Вхід в робочу камеру перекривається дверима, виконаними з вогнетривких і теплоізоляційних матеріалів. Температура, склад газового середовища, тиск (розрідження) в робочій камері печі контролюються за допомогою відповідних приладів та регулюються системою шиберів і кранів.

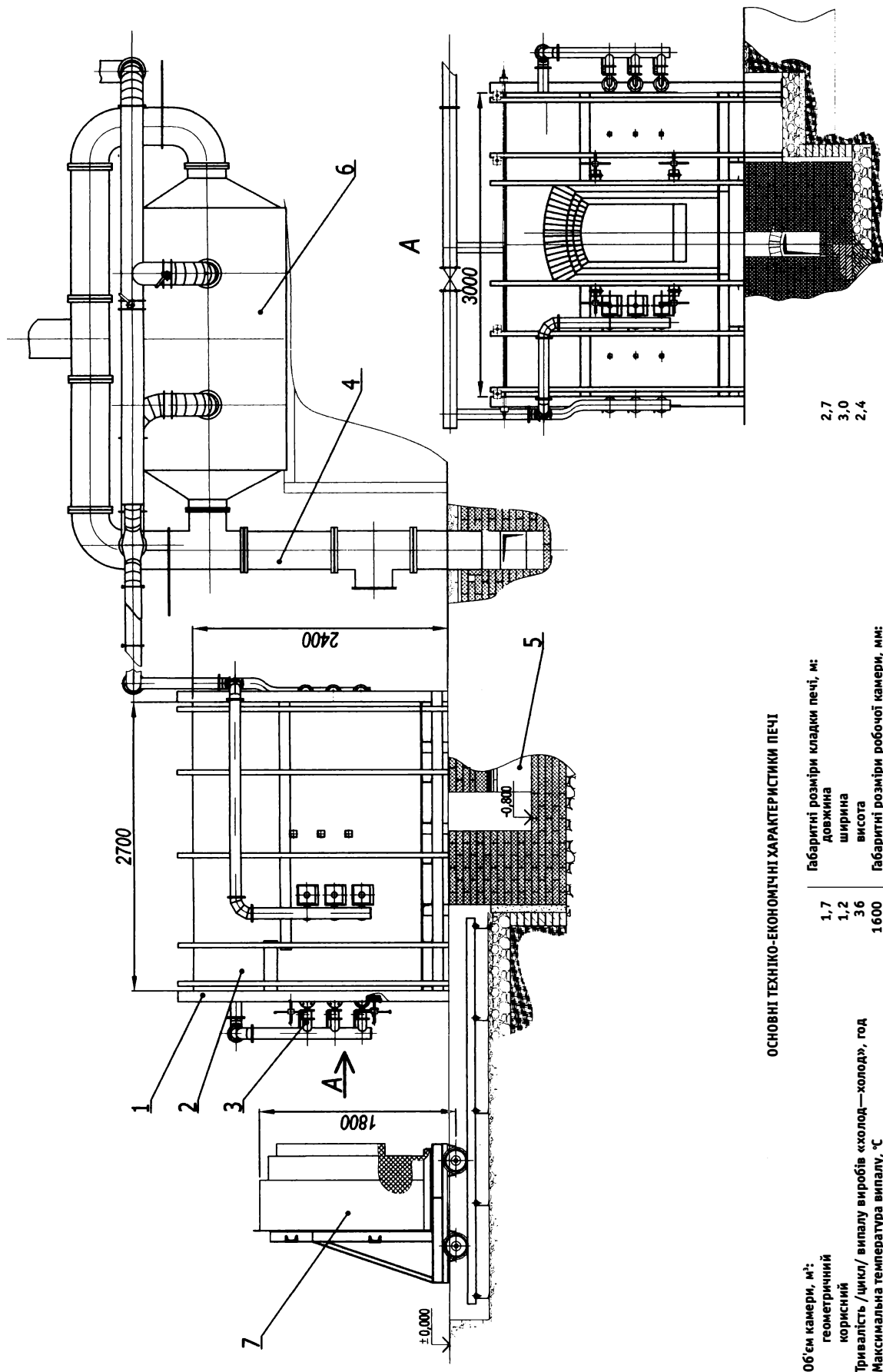
За необхідності, на печі можна впровадити систему автоматизації процесів випалу.

Впровадження розробленої в Держ-УкрНДІФП високотемпературної камерної печі періодичної дії з ресурсозберігаючим циклонним принципом спалювання природного газу здійснюється фірмою «Прометей» (м. Біла Церква, Київська область) для виготовлення виробів спеціальної електротехнічної кераміки, високотемпературних вогнетривів тощо.

В інституті продовжуються прикладні науково-технологічні дослідження сучасних принципів економічного спалювання палива, застосування високоефективних вогнетривких та теплоізоляційних матеріалів, утилізації вторинних енергетичних ресурсів для виробничих та побутових цілей, результати яких пропонуватимуться підприємствам фарфоро-фаянсової галузі легкої промисловості України для розв'язання надзвичайно актуальної проблеми — суттєвого зменшення питомої витрати палива у виробництві кераміки.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. TERVIOUE INDUSTRIELLET et M.DUPEUX Fours Ceramiques. — Рекламні матеріали фірми. J. COUDAMY (France).
2. HIGH-TEMPERATURE TOP HAT KILN. Useful volume minimum 1 m3 — Рекламні матеріали фірми Ludwig Riedhammer GmbH & Co KG (Germany).
3. HIGH-TEMPERATURE TOP HAT KILN WITH LIFTING HEARTH. Useful volume 80 to 2000 liters — Рекламні матеріали фірми Ludwig Riedhammer GmbH & Co KG (Germany).
4. И.И. Перелетов и др. Високотемпературные теплотехнологические процессы и установки. — М.: Энергоатомиздат, 1989. — 336 с. ил.
5. Исламов М.Ш. Проектирование топков специального назначения. — Л.: Энергоиздат. Ленинградское отделение. 1982. — 168 с., ил.
6. Математическое моделирование и управление высокотемпературными процессами в циклонных и вихревых аппаратах. Тезисы докладов Всесоюзного совещания. Одесса, 21—23 мая 1980 г. — 48 с.
7. HIGH-TEMPERATURE CAMBER KILN. Useful volume 80 to 2000 litres — Рекламні матеріали фірми Ludwig Riedhammer GmbH & Co KG (Germany).



**ОСНОВНІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕЧІ**

Об'єм камери, м <sup>3</sup> :	1,7	Габаритні розміри кладки печі, м:	2,7
геометричний	1,2	довжина	3,0
корисний	3,6	ширина	2,4
Тривалість /цикл/ випалу виробів «холод—холод», год	1600	Габаритні розміри робочої камери, мм:	1060
Максимальна температура випалу, °С	1200	довжина	1450
Середня витрата палива (розрахункова на другий випал), Мдж/цикл	1200	ширина	860
Тип паливників	Газові горизонтальні	Висота (від подolini до замка силепаіния)	33
Кількість паливників, шт.	12	Встановлена потужність, кВт	
Розміщення паливників	Тангенціальне в три яруси		

**Високотемпературна (до 1600°С) газова камера піч об'ємом 1,2 м<sup>3</sup> для випалу керамічних та вогнетривких виробів:**

1 — каркас; 2 — кладка; 3 — система спалювання палива; 4 — система відбору продуктів горіння палива; 5 — боров; 6 — рекуператор; 7 — двері-стінка передня.