

УДК 666.97.035.5 : 66.071.9

О.Б.БОРЦ, канд. техн. наук

Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ЦЕГЛИ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННИХ РЕСУРСІВ

Виконано порівняння варіантів сушіння цегли на прикладі тунельної сушарки, що розміщена на території Полтавського цегляного заводу «Керамік», визначено варіант, при якому процес сушіння є найшвидшим.

Выполнено сравнение вариантов сушки кирпича на примере туннельной сушилки, размещенной на территории Полтавского кирпичного завода «Керамик», определен вариант, при котором процесс сушки является самым быстрым.

Comparisons of different variants of drying of brick are executed on the example of a tunnel dryer which placed on territory of the Poltava brickwork «Ceramic» and certain variant at which process of drying is most rapid.

Ключові слова: процес сушіння, тунельна сушарка, інтенсифікація процесу.

На сучасному етапі загального розвитку промисловості все більшого значення набуває техніко-економічна політика збереження ресурсів, яка вимагає використання нових наукових ідей та інтенсифікації технології у виробництві. За розрахунками [1], дотримуючись суворого режиму економії сировини, матеріалів, палива та енергії з одночасною інтенсифікацією технологічних процесів і впровадженням методів енергозбереження, можна отримати збільшення продуктивності підприємства приблизно у два рази.

Промислове сушіння – це процес, який є основною стадією більшості виробництв та відчутно впливає на його економіку. Його здійснення, зокрема, в керамічній промисловості потребує значних енергетичних затрат, які складають 10-20% від собівартості готових виробів [2].

Сушіння цегли – це процес тепло- та вологопереносу в капілярно-пористих тілах (таких, як цегла) з метою зменшення вологості сирцю, для запобігання явищу розтріскування в процесі обпалювання.

Сушіння являє собою теплову обробку матеріалів з метою видалення з них вологи шляхом випаровування. Випаровування вологи з матеріалу може відбуватися за умови, коли навколишнє середовище не насичене вологою й здатне сприйняти водяну пару від поверхні матеріалу.

Інтенсивність сушіння буде тим вище, чим більше різниця парціальних тисків пари на поверхні матеріалу й навколишнього середовища, та збільшено надходження теплоти до поверхні матеріалу. При проектуванні сушильних установок завжди ставиться завдання підви-

щення інтенсивності процесу сушіння, за рахунок удосконалювання конструкції сушарки та застосування нових методів і режимів сушіння.

За технологічними вимогами виробництва, сушарки повинні забезпечити задану продуктивність, можливість гнучкого регулювання процесу й дотримання оптимального режиму сушіння для того, щоб одержати найкращу якість матеріалу, який підлягає сушінню, при найменших витратах. При цьому велике значення має рівномірність сушіння матеріалів або виробів за всім об'ємом робочого простору сушарки.

Для сушіння цегли зазвичай застосовують конвективні або радіаційно-конвективні сушарки, в яких сушильним агентом служить гаряче повітря або димові гази. До найбільш прогресивних конструкцій з механізованим безперервним переміщенням виробів відносяться тунельні і конвеєрні сушарки.

Для інтенсифікації процесу сушіння, необхідно підвищити теплообмін тіла навколишнім середовищем. Це можна зробити, насамперед, за рахунок збільшення коефіцієнта теплообміну α . Відомо, що збільшенням швидкості руху газів v , коефіцієнт теплообміну збільшується. А великі швидкості руху газу вимагають і великих витрат електроенергії [3].

Мета роботи – виконати аналіз роботи існуючого підприємства з функціонуючою тунельною сушаркою та інтенсифікувати продуктивність сушарки за рахунок використання вторинних (відпрацьованих) енергоресурсів від тунельної печі.

Інтенсифікація процесу сушіння в існуючих сушильних пристроях з конвективним підведенням тепла може бути здійснена шляхом підвищення температури та швидкості руху газу відповідно до законів тепло- і вологопереносу.

При розробці нових методів сушіння необхідно приймати до уваги наступні основні показники або критерії рентабельності [4]:

- 1) технологічні властивості (якість матеріалу, що висушується);
- 2) тривалість сушіння (обумовлена якістю матеріалу);
- 3) витрата теплоти та електроенергії на 1 кг випареної вологи;
- 4) металоемність установки;
- 5) кількість людино-годин на 1 т готової продукції;
- 6) можливість автоматизації процесу;
- 7) вартість процесу сушіння в порівнянні з вартістю висушеного матеріалу;
- 8) продуктивність по сухому матеріалу.

Для сушіння виробів існують нормативні дослідні значення [1]:

- початкова та кінцева температури теплоносія для тунельних сушарок і кінцева відносна вологість сушильного агента (табл.1);
- значення початкової $\omega_{поч}$ і кінцевої $\omega_{кін}$ відносної вологості висушуваних виробів (табл.2);
- тривалість процесу сушіння виробу (табл.3).

Таблиця 1

Найменування виробу	Температура теплоносія, °С		Кінцева відносна вологість сушильного агента, %
	початкова	кінцева	
Червона будівельна цегла нормальна	60 – 120	25 – 30	85 – 90

Таблиця 2

Найменування виробу	Початкова відносна вологість $\omega_{поч}$, %	Кінцева відносна вологість $\omega_{кін}$, %
Шамотні вироби пластичного формування	17 – 18	5 – 6

Таблиця 3

Найменування виробу	Початкова відносна вологість $\omega_{поч}$, %	Тривалість процесу сушіння, год.
Нормальна цегла	17 – 18	25 – 30

В якості об'єкта дослідження розглядалась тунельна сушарка, розміщена на цегляному заводі «Керамік» у м.Полтаві. Використана технологічна карта процесу сушіння та обпалу, в якій зазначені розміри сушарки та печі, вид та фізико-хімічні властивості висушуваного матеріалу, параметри сушильного агента, що надходить в сушарку, тривалість процесу сушіння, крива обпалу цегли в печі. Сушарка працює з сушильним агентом – повітрям, що надходить із зони охолодження печі (рисунок).

З теплового балансу печі визначаємо витрати палива для обпалу та об'єм димових газів, які видаляються в атмосферу, з температурою 100 °С в розмірі 5,57 $\text{нм}^3/\text{с}$. Тобто, ці димові гази мають величезний потенціал. Також знаходимо кількість повітря з витратами 10,707 $\text{нм}^3/\text{с}$ і температурою 170 °С, що відводиться із зони охолодження печі. Частина цього повітря відбирається для горіння палива в розмірі 2,17 $\text{нм}^3/\text{с}$, а залишок в розмірі 8,537 $\text{нм}^3/\text{с}$ відводиться для сушки заготовки цегли. До нього підмішуємо, за рахунок підсмоктування з цеху, повітря з температурою 20 °С і відносною вологістю $\phi=40\%$ в кількості 4,6 $\text{нм}^3/\text{с}$, щоб отримати суміш з температурою 120 °С. Далі така

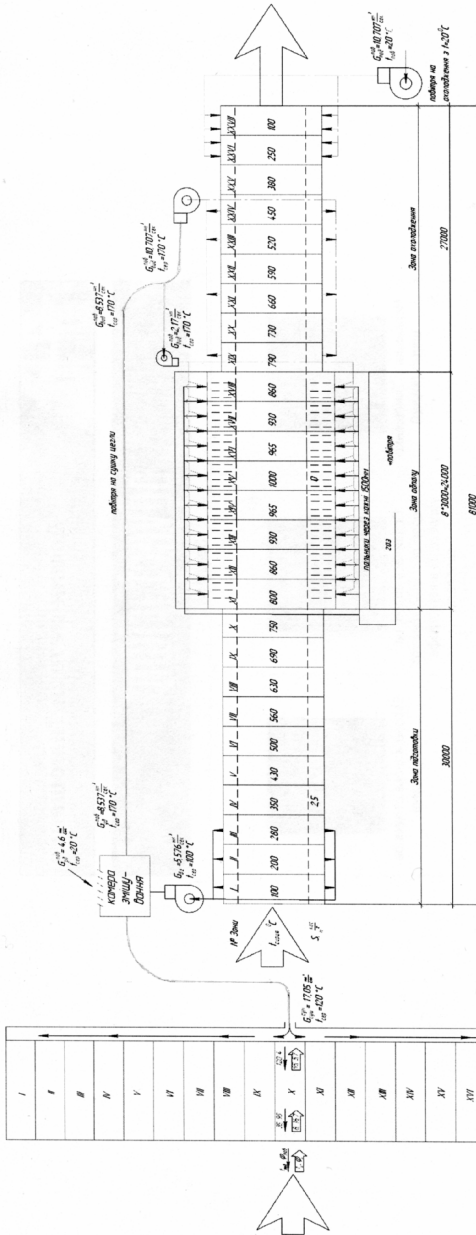


Схема конструкции туннельной печи

суміш надходить в сушарку. Виконавши побудову на I-D діаграмі теоретичний процес сушіння вологого повітря, отримаємо теоретичний час висушування цегли. Він становить 25 год., що є допустимим, але не оптимальним. Склавши тепловий баланс сушарки, отримаємо питомі втрати тепловмісту сушильного агенту. Уточнивши процес, отримаємо час висушування цегли 33,35 год., при швидкості сушильного агенту 0,27 м/с. Саме такий принцип сушіння задіяний на цегляному заводі «Керамік». Виникає питання, а чи можна інтенсифікувати процес сушіння, за рахунок використання відкидних димових газів у суміші з повітрям із зони охолодження, та чи не буде це суперечити технологічним вимогам? Після виконання розрахунків та побудови процесу сушіння на I-D діаграмі вологого повітря було отримано результати, наведені в табл.4.

Таблица 4 – Результати процесу сушіння цегли з використанням суміші димових газів і повітря із зони охолодження

Витрата повітря із зони охолодження, $\text{м}^3/\text{с}$	8,53
Температура із зони охолодження, $^{\circ}\text{C}$	170
Ентальпія повітря із зони охолодження, $\text{кДж}/\text{кг}$	195
Витрата димових газів, $\text{м}^3/\text{с}$	5,57
Температура димових газів, $^{\circ}\text{C}$	100
Ентальпія димових газів, $\text{кДж}/\text{кг}$	132,82
Витрата повітря з приміщення, $\text{м}^3/\text{с}$	3,2
Температура повітря з приміщення, $^{\circ}\text{C}$	20
Ентальпія повітря, $\text{кДж}/\text{кг}$	39
Витрата суміші, $\text{м}^3/\text{с}$	17,3
Температура суміші, $^{\circ}\text{C}$	120
Ентальпія суміші, $\text{кДж}/\text{кг}$	148
Тривалість сушіння цегли, год.	22
Швидкість руху сушильного агенту, м/с	0,35

Виконаний аналіз дає можливість інтенсифікувати продуктивність сушарки за рахунок використання вторинних енергоресурсів від тунельної печі, що приведе до зменшення енергетичних затрат на підприємстві.

1.Левченко П.В. Расчет печей и сушилок силикатной промышленности. – М.: Высш. шк., 1968. – 367 с.

2.Сайбулатов С.Ж. Ресурсосберегающая технология керамического кирпича на основе зол ТЭС. – М.: Стройиздат, 1990. – 246 с.

3.Льков А.В. Теория сушки. – М.: Энергия, 1950. – 472 с.

4.Строкин И.И. Интенсификация производства в промышленности строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1989. – 267 с.

Отримано 09.04.2010