

УДК 66

ЕКОЛОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ СУШКИ СИРЦЮ КЕРАМІЧНОЇ ЦЕГЛИ МЕТОДОМ ЖОРСТКОГО ЕКСТРУЗІЙНОГО ФОРМУВАННЯ

Крот О.Ю.¹, д.т.н., доц.; Косенко Н.О.¹, к.т.н., доц.; Левашова Ю.С.¹, к.т.н., доц.

¹Харківський національний університет будівництва та архітектури,
Харків, Україна

Вступ. Керамічна цегла та інші будівельні керамічні вироби залишаються популярними та затребуваними. Ці вироби є екологічними, довговічними, виглядають традиційними. Виробляються вони зараз методом екструзійного жорсткого формування (рис. 1). Єдиним суттєвим недоліком є висока вартість виробів, пов'язана з великими витратами на сушку та обпалювання. Досить повільне зниження вологості під час сушки та повільне підвищення температури сушки роблять процес (та відповідне обладнання) досить енергоємними. Порушення цих вимог «повільності зменшення вологості» сирцю (особливо на початку сушки) приводить до погіршення зовнішнього вигляду виробів (аж до появи бракованих виробів). Нами запропоновано і апробовано простий спосіб зменшити градієнт вологості сирцю на початку процесу сушки.

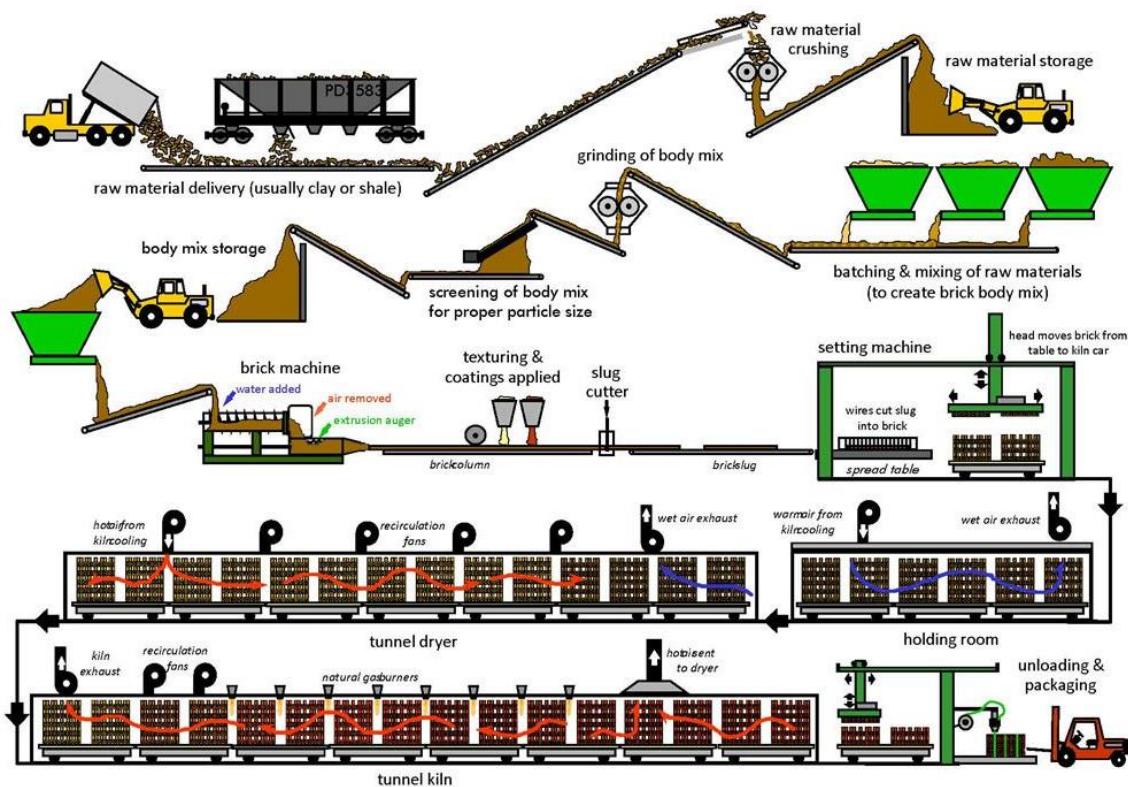


Рисунок 1 – Сучасне виробництво керамічної цегли [1]

Постановка проблеми. В процесах сушки виробів у тунельних сушилках відомі три варіанта взаємного руху виробів вздовж печі і теплоносія: супутній, зустрічний і комбінований. Кожен з них має переваги та недоліки. Сучасний підхід до сушки цегли-сирцю передбачає існування багатьох (декількох) областей вздовж тунелю, в кожній з яких можна організувати відповідний варіант (із трьох

вказаних). Крім того, очевидно, що інтенсивність процесу теплопереносу (і масо-переносу вологи) у виробках, залежить не тільки від температури теплоносія, але і від його вологості. Отже, змінити швидкість сушки виробів можна не тільки змінюючи температуру теплоносія у певних областях сушарки, але і примусово змінюючи вологість теплоносія. Завдяки цьому з'являється також можливість заміни супутнього руху теплоносія та виробів на протиструмний у початковій області сушки.

Огляд літературних джерел. Дослідженнями виробництв дрібно штучних будівельних виробів співробітники ХНУБА займаються давно і успішно [2]. Термічна розв'язка процесів випалу та сушіння керамічних виробів застосовувалася ще з часів використання традиційної кільцевої печі. На зміну їй прийшла тунельна піч, яка має переваги щодо продуктивності, якості продукції та ступеня автоматизації. За рахунок збільшення швидкості охолодження в зоні швидкого та остаточного охолодження для сушіння стала доступна велика кількість гарячого повітря [3]. Тепло, отримане у печах, використовується для сушки.

Нагріте повітря, виводиться з печі через нижній і верхній повітрязбірники і подається в сушарку. Цей ентальпійний потік з'єднує піч та сушарку в теплову мережу. У сушарці ця енергія використовується для випаровування води замішування [4], [5]. Більшість сучасних досліджень присвячується обпалу (і печам), як більш енергоємному процесу.

Матеріали та методи. Дослідження проводилися на найбільш потужному харківському заводі (нині не існує), де вироблялася лицьова керамічна цегла методом жорсткого екструзійного пресування. Вологість пресової шихти близько 16%; міцність сирцю після преса була достатньою для укладання у багато рядів по висоті безпосередньо на обпалювальні вагонетки. Досліджувалася міцність цегли-серцю; контролювалися вологість і температура теплоносія, а також швидкість руху потоків.

Результати та їх обговорення.

Бездефектна сушка сирцю в умовах його багаторядної щільної садки на вагонетки є одним з найскладніших процесів, притаманних методу жорсткої екструзії. Необхідність суттєвої (на 40-50%) інтенсифікації процесу сушки диктувалася (на підприємстві, де виконувалися дослідження) потребою подвоєння продуктивності при введенні у дію другої технологічної лінії.

Після багатьох попередніх удосконалень існуючий режим роботи сушарок характеризувався тим, що приблизно половина відпрацьованого повітря з тунелю відбиралася на останньому бросажі (якщо рахувати з гарячого кінця), а інша половина – у кінці тунелю, безпосередньо перед дверима. (Під «бросажем» розуміють організацію кільцевого руху теплоносія на певній невеликій області сушарки; рис. 2; на рис.1 бросажів на сушарці/tunnel dryer/ не застосовується (чи не показано)). Температура теплоносія у цих двох віддалених одна від одної більш ніж на десяток метрів точках майже однакова ($\approx 50^{\circ}\text{C}$). Невелика різниця у $2-3^{\circ}\text{C}$ пов'язана з підсосом відносно холодного повітря крізь двері з камери підв'ялки. Тобто на ділянці між останнім бросажем та входом у тунель тепло до цегли не підводиться; отже процес сушки на цій відносно довгій ділянці фактично відсутній. 50°C).

Було запропоновано організувати відбір відпрацьованого теплоносія в одному місті, на останньому бросажі, а відбір в кінці тунелю замінити нагнітанням більш гарячого повітря з температурою $55-60^{\circ}\text{C}$ і керованою вологістю. Вологість керувалась введенням додаткової розпиленої через форсунку води.

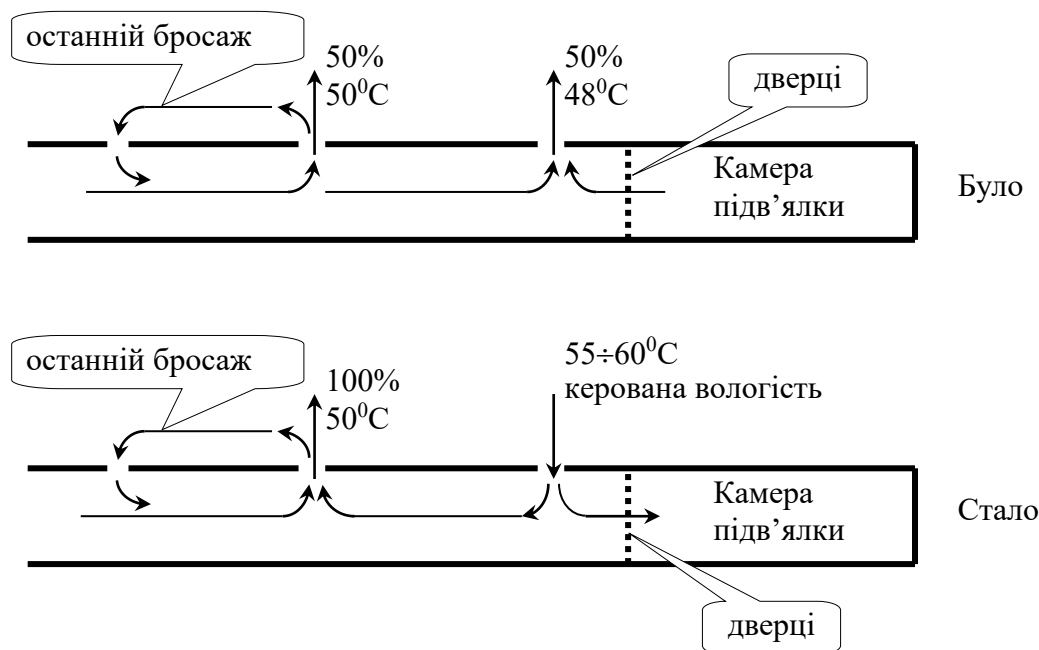


Рисунок 2 – Ілюстрація запропонованих змін у процесі сушки сирцю (вид зверху)

Для реалізації пропозиції виконано:

- замінено місцями вентилятори кінця тунелю й останнього бросажу;
- протягнуто додатковий трубопровід подачі більш гарячого теплоносія до кінця тунелю;
- задіяно систему керування вологістю відносно гарячого теплоносія.

Висновки. Введення запропонованої ділянки прямооточного руху теплоносія здатне забезпечити більш інтенсивне прогрівання й сушку сирцю на ділянці між останнім бросажем і кінцем тунелю. Реалізація пропозиції разом із садкою сирцю на ложок здатні забезпечити необхідне скорочення терміну сушки без погіршення міцності цегли-сирцю.

ЛІТЕРАТУРА

1. The Brick Industry Association. URL: <https://www.gobrick.com/advocate-for-brick/environmental> (дата звернення: 15.09.2022).
2. Савченко О.Г. Обладнання комплексів для виробництва будівельних дрібно штучних стінових виробів: навч. посіб. Харків: Тимченко, 2006. 416с.
3. Dr.-Ing. Tino Redemann, Prof. Dr.-Ing. Eckehard Specht. Simulation of the firing of ceramic ware Part 2: Roadmap for CO₂-free brick production by 2050
4. Junge K. Energy demand for the production of bricks and tiles. *Zi Brick and Tile Industry International*, 2002. 55. No. 4, P. 16-24.
5. Junge K., Tretau A., Specht, E. Energy expenditure for drying of green bricks in chamber dryer, Yearbook. *Zi Brick and Tile Industry International*, 2007, P. 25-38.