

УДК 666.3.21

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА КЕРАМІЧНОЇ ПЛИТКИ ТА ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЗАРУБІЖНОГО ТА ВІТЧИЗНЯНОГО ДОСВІДУ

В.С. Гвоздь, к.т.н., доцент, Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна,
Білик С.Г.

Проведено дослідження сучасної технології виробництва керамічних плиток. Застосування сучасної технології виробництва дало можливість суттєво зменшити енерговитрати.

Порівняльний аналіз вітчизняного та зарубіжного досвіду показав, що питомі витрати енергії на виробництво керамічних плиток практично відповідають вимогам ЄС.

Ключові слова: технологія, глина, сушіння, випалювання, оптимізація, енергоефективність, енерговитрати, керамічна плитка, добровільні стандарти, системи сертифікації.

Постановка проблеми

Технологія керамічної плитки базується на трьох вимогах: збереження властивостей виробів на рівні нормативних, скорочення енерговитрат, оптимізація витрат сировини і технологічних параметрів. Отримати виріб з поліпшеними експлуатаційними властивостями при одночасній оптимізації енергетичних витрат можливо із застосуванням сучасних способів теплової обробки, до яких відносять і суміщення випалювальних процесів в одному технологічному агрегаті. Експлуатаційна стійкість виробів визначається одночасним впливом факторів, що характеризують властивості сировини, умови приготування прес-порошку, формування і теплової обробку.

Аналіз останніх досліджень

Керамічна плитка відноситься до групи оздоблювальних матеріалів, виготовлення яких передбачає значні енергетичні витрати на підготовку керамічних мас, пресування, сушки, утильний і політий випал [1, 2]. Водночас одним із завдань сучасного розвитку вітчизняних технологій є зниження енергоємності готового продукту. Часто в технологіях деяких видів будівельної кераміки це досягається шляхом суміщення сушіння та випалу. У результаті одержують вироби в цілому відповідні нормативним показникам, але вони мають невисоку морозостійкість [3, 4].

У технології керамічної плитки, умови роботи якої можуть бути досить жорсткими, такий шлях неприйнятний. Властивості виробу повинні повністю відповідати нормативним показникам, а параметри теплової обробки повинні бути оптимізовані за критерієм зниження енерговитрат. Цим умовам відповідає технологія, заснована на застосуванні баштової розпалювальної сушарки для зневоднення шлікеру та отримання керамічного порошку заданої

вологості, а також поточних автоматизованих конвеєрних лініях, що забезпечують високу продуктивність і якість виробів [5, 6].

Застосовувана раніше існуюча технологія полягала в обезводненні глиняної суспензії на фільтр-пресах, досушуванні маси в барабанних або тунельних сушарках, помелі її в бігунах або дезінтеграторах і просіві порошку на ситах. Основними агрегатами для сушки були поличні камерні, конвеєрні та тунельні сушарки. Їх обслуговування вимагало значних затрат ручної праці: ручного укладання плиток в капсули на сушильні вагонетки або на полиці вертикального сушильного конвеєра і відповідних ручних процесів при розвантаженні вагонеток або конвеєра після сушіння [7].

Випал проводився найчастіше в тунельних печах, був пов'язаний з важкою ручною роботою із завантаження та розвантаження пічних вагонеток. Тривалість сушки і випалення досягали 2...3 доби, а енергетичні витрати складали чи не половину всіх витрат на виробництво плиток. Крім того, втрати від браку при сушінні й випалі досягали 10 % собівартості готової продукції [8, 9].

Сучасні технології керамічних плиток, створювані міжнародними або національними корпораціями, орієнтовані на подолання цих недоліків [7, 10]. Зокрема величезний інтерес представляють концепції реалізовані фірмою SAGMI (Італія) на підприємстві керамічної продукції «Харківська плитка».

Формулювання цілей статті

Провести дослідження сучасної технології виробництва керамічних плиток для внутрішнього облицювання та плиток для підлоги.

Провести аналіз концептуальних елементів технології виробництва керамічних плиток з метою зменшення енерговитрат.

Зробити порівняльний аналіз енергоефективності виробництва керамічної плитки вітчизняного та зарубіжного досвіду.

Виклад основного матеріалу

Процес виготовлення керамічної плитки для підлоги складається з одного технологічного циклу, який включає в себе кілька фаз виробництва: виготовлення напівфабрикатів (прес-порошок, глазур, ангоб, мастики); пресування; сушка; глазурування та декорування; випал; сортування та пакування; маркування; транспортування і зберігання.

Приготування прес-порошку. З витратного басейну мембранним насосом W15 шлікер відбирається у видаткову ємність атомізатора. Потім поршневым насосом високого тиску W3013 подається в штангу, до якої підключені патрубки з форсунками, розташованими в сушильній камері баштово-розпилювальної сушарки (БРС). Шлікер подається в атомізатор

під тиском 2,0...2,5 МПа. Перед подачею до БРС шлікер проходить ситове очищення через фільтр FC 230, з чарунками № 063.

Сушка і грануляція порошку здійснюється у вертикальному баштовому апараті, який має спеціальну конструкцію, призначену для регулювання лінійних швидкостей (у вертикальному напрямку) гарячого повітря в різних точках сушарки і для забезпечення найбільш ефективного випаровування вологи з крапель композиції.

Оптимальне число працюючих штанг - 8 шт. На кожній штанзі по 3 форсунки. Розпилювальні форсунки - механічні, засновані на принципі витоку розпилювальної композиції з тангенціального отвору малого діаметру (2 мм). Струмінь, що випливає з великою швидкістю, розпадається на дрібні краплі, при цьому утворюється порожнистий конус з кутом розпилу 60-65°. Факели розпилу шлікеру за розмірами менше діаметра та висоти атомізатора і тому не стикаються з дахом і стінами.

Регулювання температури в БРС здійснюється шляхом зміни кількості газу, що надходить на горіння. Шлікер, набуваючи обертального руху у форсунці, розпорошується на окремі краплі кулястої форми, які під дією гарячого повітря висихають.

Відпрацьований теплоносій із вміщеним в ньому пилом відбирається з сушарки в нижній конусній частині з температурою 110°C вентилятором і направляється в шестисекційний циклонний батарейний очищувач ЦН-15, призначений для уловлювання пилу, і потім на скруббер (мокрый пиловловлювач). Очищені від пилу димові гази з температурою 80-100°C викидаються в атмосферу. Пил, що осів у циклонах надходить в бункер, звідки зсипається на стрічковий транспортер до основного порошку, що падає з башти.

Зневоднений шлікер у вигляді порошку падає в нижню частину башти і через контрольне сито зсипається на похилий транспортер, звідки поступає на вібросито, що служить для відсіву великих фракцій. Потім прес-порошок надходить на ковшовий елеватор і засипається в силоси.

Гранулометричний склад порошку: залишок на ситі № 02, 03, 04 повинен становити не менше 75% від загальної маси порошку. Вологість порошку після розпилювальної сушарки 5-7 %.

Приготування мастик, ангоба і глазури. Зважування всіх сировинних матеріалів і дозування води перед завантаженням у кульові млини проводяться відповідно до рецепту, представленим в карті завантаження.

Фрита або готова композиція (суміш сировинних матеріалів), що пройшла вхідний контроль, зі складу доставляється в приміщення завантаження млинів за допомогою автовантажувача в спеціальних мішках («бігбегах») вагою 1 т. Мішки зважуються на платформних електронних вагах. Додатки, зазначені в картах завантаження, доставляються в примі-

щення завантаження млинів за допомогою автoнавантажувача і зважуються на підлогових електронних вагах. Вода дозується за допомогою автоматичного лічильника води. У ролі розріджувача використовуються електроліти.

Сировинні компоненти пересипаються в кульові млини періодичного помолу, де їх перемелюють до отримання однорідної суспензії тонкого помолу. Час помолу залежить від складу і властивостей ангоба і глазури. У ролі мелючих тіл застосовуються алюбітові (високоглиноземисті) кулі діаметром 40, 45, 50 мм. Готова глазур і ангоб перекачуються насосом через вібросито з магнітом в ємності 6м³ проміжного зберігання з мішалками. При цьому проводиться одночасно операція збагачення через вібросито і магнітна сепарація готового продукту.

Приготування кольорової глазури. Кольорова глазур готується на основі, яка відповідає базовій глазури. Зважування барвників проводиться на підлогових електронних вагах відповідно до рецепту, представленою в карті завантаження. Глазур передається на лінію глазурування тільки в тому випадку, якщо результат вогневої проби збігся з еталонним зразком глазури за кольором, тоном і фактурою поверхні.

Приготування мастик. Зважування всіх сировинних матеріалів і дозування води перед завантаженням у мікросферні млини проводиться у відповідності з рецептом, представленим в карті завантаження. Кожен вид матеріалу зважується на підлогових електронних вагах відповідно до рецепту і засипається в мікросферний млин. Час помелу залежить від маси мастики і коливається від 15 до 75 хв. По закінченні помелу мастика через вібросито зливається в бачок для мастик. Мастика передається на ділянку глазурування, якщо результат вогневої проби збігся зі зразком - еталоном за кольором, тоном і фактурою поверхні.

Пресування. Прес-порошок, пройшовши через вібросито, по стрічковим транспортерам завантажується у видатковий бункер преса. Кількість силосів, з яких надходить прес-порошок, повинно бути не менше двох (для усереднення вологості, гранулометричного та хімічного складу прес-порошку).

Пресування бісквіту проводиться за допомогою гідравлічного преса. Цикл пресування складається з суворої послідовності фаз:

- заповнення чарунок: здійснюється через каретку завантаження, розташовану під бункером, заповнюються всі чарунки;
- перше пресування: порошок піддається слабшому пресуванню в порівнянні з основним пресуванням;
- деаерація: повітря, яке знаходилось між гранулами порошку, повинно вийти;
- друге пресування;

- виштовхування сформованого бісквіту і повернення в первісний стан очікування наступного циклу механізму.

Максимальний тиск головного гідроциліндра - 38 МПа, а мінімальний - 15МПа. Процес пресування повністю автоматизований. Автоматичний процес пресування управляється і контролюється мікропроцесорною системою і не вимагає втручання з боку обслуговуючого персоналу. По рольгангу відпресований бісквіт надходить в сушило.

Сушка. Для сушіння бісквіта використовується роликів п'яти-ярусна сушарка безперервної дії. Вона виконана у вигляді модульної конструкції, через елементи якої (сушильні камери) проходить безперервний потік бісквіта, що транспортується сукупністю роликів.

Бісквіт проходить через камери, обладнані перфоруючими трубами, які направляють струмені гарячого повітря перпендикулярно до поверхні бісквіта, щоб полегшити передачу тепла бісквіту і відведення вологи.

Управління перехідними фазами зупинки лінії глазурування за сушаркою передбачає автоматичне включення програми «простою» на комп'ютері, передбаченої для того, щоб забезпечити в будь-якому випадку, навіть при тривалій зупинці потоку бісквіта, температуру виробів, необхідну для глазурування. Температура коливається від 80 до 120°C. Час сушіння - 20... 25хв.

Глазурування плитки. Полив на лініях глазурування проводиться у відповідності з технологічними картами поливу і декорування. Карта видається технологом на кожний номенклатурний артикул. У карті вказуються шифри матеріалів, їх параметри (вага, щільність, в'язкість) і вид пристроїв, за допомогою яких вони наносяться. При необхідності вказуються додаткові відомості.

Бісквіт із сушарки подається на лінію глазурування і за допомогою транспортерних вузлів переміщується по ній, проходячи всі стадії обробки. Бісквіт проходить кабінку щіткової очистки і кабінку обдування лицьової поверхні. Після цих операцій на поверхні бісквіта не повинно залишатися видимих забруднень.

Перед нанесенням ангоба бісквіт зволожується водою. Вода може поливатись на бісквіт в кабінці зволоження або подвійними дисками. Ангоб служить проміжним шаром між бісквітом і глазур'ю. Функції ангоба: покриття кольору і дрібних поверхневих дефектів бісквіта. Глазур збільшує непроникність керамічних виробів по відношенню до рідин і газів, а також покращує їх зовнішній вигляд.

Ангоб і потім глазур наносяться на плитку за допомогою дзвону або дисків. Окремі артикули вимагають нанесення глазури шляхом напилення. Такі глазури наносяться аерографом, в якому глазур розпорошується за допомогою стисненого повітря з форсунки певного діаметру. Спільно з аерографом, як один з видів декорування, для деяких артикулів підлого-

вої плитки застосовується затирка глазури. Затирка глазури створює ефект вицвітання, видаляючи напилений шар, крім нанесеного у виїмки рельєфу.

Поліруючі елементи - металевий вал, на якому знаходяться пуансони (губки циліндричної форми, вкриті гумою). Набір пуансонів обертається навколо власної вісі і переміщається в напрямку, поперечному руху плиток, таким чином, щоб вони покривали всю поверхню плиток. Регулюючи швидкість обертання і висоту, можна отримати необхідний ефект.

Декорування. Декорування плитки проводиться методом шовкографії або з використанням ротоколора відповідно до технологічних карт поливу і декорування.

Шовкографічний друк. Друкуючим елементом є сітка-трафарет з наскрізними чарунками, з верхнього боку якої знаходиться мастика, що подається під тиском ракеля. На лінії глазурування та декорування послідовно встановлені три шовкографічні машини. Залежно від дизайну артикулу можуть використовуватися від однієї до трьох. Перед кожною машиною розташована кабіна фіксатора і компенсатор. Перед шовкографічною машиною бісквіт проходить фіксаторну кабіну для зміцнення поверхневого шару глазури.

Нанесення мастики за допомогою ротоколору. Друкуючим елементом являється силіконовий ролик із заглибленнями, що утворюють комірки, заповнені мастикою, яка наноситься на плитку. Мастика подається на зовнішню сторону ролика і вдавлюється в чарунки за допомогою ракеля, який одночасно видаляє надлишок мастики до її потрапляння на плитку. Залежно від дизайну артикулу на плитку можуть наноситися від одного до чотирьох відбитків.

Нанесення гранилі. На деяких артикулах у виробництві плитки для підлоги блискучий шар глазури покривають граниллю, яка виконує, в основному, захисну абразивну функцію, але в той же самий час і декоративну.

Перед гранильною машиною стоїть шовкографічна машина, яка наносить на плитку малюнок фіксуючою речовиною. Граниль наноситься на бісквіт рівномірним шаром, а потім її надлишки видаляються пиловідвідним пристроєм (циклоном).

Завантаження ролер-боксів. Наприкінці лінії глазурування плитка покривається з тильного боку ангобом, щоб запобігти налипанню плиткової маси на ролики печі. Потім за допомогою машини завантаження плитка завантажується в ролер-бокси.

Процес укладання в ролер-бокси, передача в накопичувач ролер-боксів, розвантаження ролер-боксів та завантаження плитки в піч повністю автоматизований. Управляється мікропроцесорною системою. Комп'ютер керує рухом транспортного візка, викликами різних завантажувальних і розвантажувальних станцій, а також координує перехресні рухи.

Випал. Для випалу плитки для підлоги застосовується двох'ярусна роликівна піч, яка ділиться на різні зони, розташовані одна за одною, які об'єднані в наступні групи: попередній

нагрів до 500°C; нагрів до 1000°C; випал при максимальній робочій температурі; швидке охолодження з температури випалу до приблизно 650-600°C; повільне охолодження з 600 до 300°C; швидке кінцеве охолодження з 300°C до температури виходу з печі.

Кожна зона складається з декількох однакових або схожих один з одним модулів. За правильністю руху плитки в печі стежить пристрій з фотоелементом, промінь якого проходить над поверхнею плитки. У разі якщо плитки починають накладатися одна на одну, контрольні фотоелементи затуляються, що викликає спрацьовування візуально-звукового сигналу на панелі управління печі.

Регулювання температурного і гідравлічного режимів здійснюється кількістю працюючих газових інжекційних пальників, інтенсивністю спалювання газу, ступенем відкриття шиберів на відборі гарячого повітря і димових газів і т.і.

Для роликів печей використовується високошвидкісний пальник. Геометричне розташування пальників на боковинах печі дозволяє створювати всередині неї турбулентний рух, котрий покращує конвекційну тепловіддачу. Таким чином, забезпечується температурна однорідність в однакових зонах і значна економія енергії. Під час роботи пальника автоматично контролюється сигнал наявності полум'я.

Таким чином, за сучасною технологією тривалість головних енерговитратних операцій скоротилася: процесу підготовки порошку - з 8-12 год (за традиційною технологією) до 2-3 хв, процесу сушіння та обпалення з двох-трьох діб до 1-1,5 год. При цьому досягається висока якість готових виробів.

Сучасні технології керамічної плитки [10] передбачають не тільки глазурування черепка, але і нанесення на нього й інших матеріалів, які дозволяють розширити спектр застосування керамічної плитки не тільки в декоративному напрямку (одержання плитки різних кольорів, терракотової плитки), а й в інших (наприклад, матеріали, що володіють звукопоглинаючими, теплоізоляційними властивостями). Керамічна плитка головним чином застосовується при будівництві житлових громадських та промислових будівель як оздоблювальний матеріал [4]. Нормативні вимоги до них наведені в таблиці. Декоративно-художні можливості глазурованих керамічних плиток в поєднанні з хорошими фізико-механічними властивостями, недефіцитність вихідної сировини і порівняно невисока собівартість дозволили їм зайняти провідне положення в широкій гамі будівельних оздоблювальних матеріалів.

Будівельна індустрія завжди виступала як індикатор розвитку економіки. Збільшення темпів будівництва служить одним з показників зростання благополуччя громадян, успішного розвитку економіки, а також інфраструктури держави. Прогнозуючи подолання докризових рубежів в будівельній індустрії, експерти пов'язують зростання виробництва не тільки із збільшенням темпів введення об'єктів житлового будівництва, а й зі значними фі-

нансовими вкладеннями у створення інфраструктури мегапроектів, таких як проведення великих міжнародних спортивних заходів у 2012 р.

Таблиця

Показники якості готової продукції по ДСТУ БВ.2.7-117-2002

| Вид дефекту | Норма |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Зколи зі сторони лицьової поверхні | Допускається загальною площею не більше 10 мм ² |
| Вищерблення, зазубрини зі сторони лицьової поверхні | Допускаються шириною не більше 1,00 мм і довжиною не більше 10 мм |
| Лисина | Допускається площею не більше 9 мм ² |
| П'ятно | Допускається невидиме з відстані 1,7 м |
| Мушка | Допускається невидиме з відстані 1,7 м |
| Посічка | Допускається невидиме з відстані 10 см |
| Хвилястість, заглиблення глазури | Допускається невидиме з відстані 1,7 м |
| Зміщення декору, розрив декору, засмічення кольоровими порошками | Також |
| Виплавка | Допускається не більше 1 шт. діаметром не більше 2,0 мм |
| Наколи | Допускаються окремі розсіяні |

Тим часом слід визнати, що вітчизняна промисловість будівельних матеріалів не змогла повністю використовувати можливості модернізації виробництва в 2005-2007 рр., Коли попит на продукцію і обсяги споживання були найбільш високими. Енергоємне виробництво керамічних будівельних матеріалів вимагає значних вкладень в реконструкцію виробництва з метою підвищення його енергоефективності. При цьому мова йде насамперед про встановлення нового обладнання, яке визначає споживання енергії у виробництві: печей, сушарок, ліній масопідготовки, обробки і транспортування напівфабрикатів і продукції.

Відсутність реальної конкуренції в умовах дефіциту будівельної цегли при високих темпах житлового будівництва, а також відносно високі ціни на енергоносії призвели до того, що багато цегельних заводів середньої і малої потужності продовжують працювати на зношеному обладнанні і виготовляти рядову цеглу стандартного формату невисокої якості. Поява в останні роки великих сучасних підприємств вітчизняних та іноземних компаній і модернізація частини працюючих заводів не внесли істотної зміни в галузь в цілому, так само як і помітне збільшення випуску крупноформатних блоків. Більше 70% цегли випускається

ся на заводах з продуктивністю менше 30 млн шт. цегли на рік і більшість з цих заводів потребують модернізації [11].

Виробництво керамічної плитки, навпаки, уже в СРСР відрізнялося високим рівнем автоматизації. Ця підгалузь подолати період стагнації і банкрутства ряду підприємств, практично повністю переозброїлась. У різних сегментах ринку плитки конкурують як вітчизняні, так і іноземні виробники, в тому числі й ті, які відкрили промислові майданчики в нашій країні [12, 13]. Схожа ситуація спостерігається і у виробництві санітарно-технічної кераміки.

Вступ України до Світової організації торгівлі призвело до виникнення двох істотних загроз: загострення конкуренції через зниження митних зборів і підвищенню тарифів на енергоносії. Невисокі митні збори на ввезення будматеріалів масового попиту (до 5%) навряд чи спричинять різкі зміни. Але мита на будівельні керамічні вироби складають 15-20 %, і їх значне зниження може призвести до зростання частки імпортової продукції на вітчизняному ринку. Крім того, успішний розвиток логістичних схем дозволяє вирішити проблему великого транспортного плеча: час, коли вигідним вважали лише розміщення заводів з випуску будівельних матеріалів з кераміки поблизу великих центрів споживання, пішло в минуле. У ряді регіонів сучасні логістичні рішення призводять до посилення конкурентних позицій китайських виробників. Ймовірно також жорсткість конкуренції в області продукції преміум-класу, у виробництві котрої традиційно лідирують іноземні компанії.

Відзначимо, що зростання цін на енергію, по-перше неминуче, а по-друге, може характеризуватися більш високими темпами, ніж очікувалося в останні три-чотири роки.

Незважаючи на те що Україна протягом останніх двадцяти років орієнтується на західні стандарти якості продукції (наприклад, ISO 13006:2012 Ceramic tiles - Definitions, classification, characteristics and marking), а великі підприємства проектують і виробляють продукцію відповідно до вимог систем менеджменту якості, думка про відставання вітчизняних компаній від зарубіжних залишалася дуже поширеною.

В рамках низки проектів був виконаний порівняльний аналіз підходів до підвищення енергоефективності виробництва керамічної плитки, найпоширеніших в Україні і державах - членах Європейського союзу (ЄС). Інформаційну базу даних ЄС склали матеріали повсюдно використовуюваного в ЄС і починаючого отримувати поширення в Україні довідкового документа по найкращим доступним технологіям (НДТ) виробництва виробів з кераміки [14], а також ряду міжнародних практичних посібників з підвищення енергоефективності та скорочення викидів парникових газів у виробництві керамічних виробів [15-17].

Вивчення вітчизняного досвіду виробництва будівельних керамічних матеріалів показує, що найбільш істотним чинником, що визначає відмінності українських технологічних і технічних рішень від тих, що застосовуються в ЄС, є клімат. Погодні умови позначаються на

особливостях видобутку, транспортування і переробки сировини. При цьому зростають також витрати на опалення основних виробничих цехів. Особливо яскраво проявляється ця залежність для заводів з випуску керамічної цегли, що працюють на місцевій сировині. Підприємства, що виробляють плитку і використовують, в основному, привізну сировину (вогнетривкі глини і каоліни, польвошпатні концентрати та ін.), менше залежать від місцевих умов.

Слід зазначити, що досить часто вирішальними опиняються не так технологічні та технічні, скільки управлінські причини значних енерговитрат, які можуть бути знижені за рахунок комплексного впровадження нових схем організації виробництва, контролю витрати тепла та електроенергії, модернізації роботи котельні, планового ремонту обладнання [18, 19]. Автори статті обговорювали ці питання з представниками багатьох підприємств, випускаючих керамічну плитку, а також розглядали перспективи поширення систем енергоменеджменту та їх окремих інструментів, проводили порівняльний аналіз показників енергоефективності виробництва. Всі надані підприємствами матеріали були враховані при розробці проекту національного стандарту.

Енергоспоживання у виробництві керамічної плитки складається з витрат теплової енергії та електроенергії. Теплова енергія витрачається на високотемпературний випал, для багатьох видів плитки двох, або триразовий, розпилювальну сушку та опалення підприємства. Електроенергія споживається при роботі вентиляторів печей, сушарок, циклонів і рукавних фільтрів, насосів і двигунів механічного обладнання для помелу, пресування, транспортування, декорування та сортування напівфабрикатів і готової продукції. Окрема стаття витрат електроенергії - це освітлення виробничих приміщень. Зазвичай на сушку і випалення припадає більше 50 % всіх енерговитрат, тому можливості скорочення енергоспоживання пов'язані насамперед з ефективністю роботи теплового обладнання і, отже, з економією витрат газу [20]. На рис. 1 представлені питомі витрати енергії, наведені для 1т продукції.

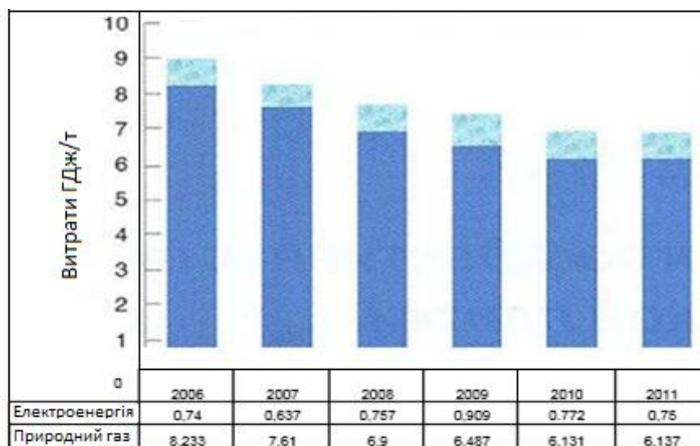


Рис. 1. Питомі затрати енергії при виробництві керамічної облицювальної плитки за період 2006-2011рр.

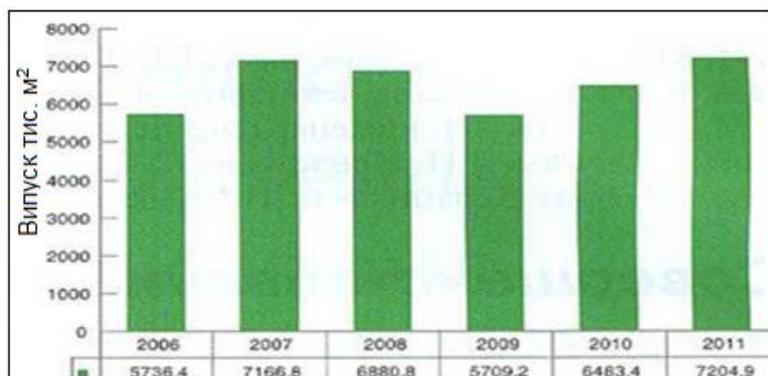


Рис. 2. Обсяг випуску продукції підприємства в 2006-2011 рр.

Така розмірність дозволяє враховувати товщину плитки, яка залежить від виду виробів і змінюється в досить широких межах (від 3 до понад 10 мм).

Дані рис.1 показують, що підприємству вдається планомірно знижувати питомі енерговитрати, враховуючи значні коливання обсягу випуску продукції, від 5,7 млн м² в 2009 р. в розпал кризи до 6,9 млн м² в передкризовий 2007р. (рис.2). Найбільші енерговитрати, безумовно, пов'язані з високотемпературним випалюванням у конвеєрних печах. Введення до ладу в 2007 р. печі нової конструкції (замість печі 1012 А) дозволили скоротити витрату теплової енергії на 7% при збільшенні обсягу виробництва більш ніж на 25%. Наступним важливим фактором зниження енерговитрат стала ліквідація в 2009р. фриттоварочного відділення, що призвело до зменшення споживання теплової енергії на 6%.

При порівнянні наведених вище показників питомих витрат енергії з показниками, які запропоновано включити до розроблюваного національного стандарту (для облицювальної плитки 5.92-7,3 кДж/Кг) можна зробити висновок, що дане підприємство практично досягло в 2009-2010 роках рекомендованих норм. Відзначимо, що ці показники дуже близькі до тих, які вважаються оптимальними для виробників керамічної плитки в державах ЄС (6-6.5 кДж / кг) [14, 16].

Необхідно відзначити, що вітчизняні підприємства з виробництва керамічної плитки мають резерви зниження енергоспоживання, зв'язані з оптимізацією виду випускаємої плитки і вдосконаленням способів підготовки сировини і термообробки. Порівняльний аналіз кількох заводів Бразилії свідчить про те, що середні значення енергоспоживання складають 4,5 і 2,65 кДж/т відповідно для мокрого та сухого способів підготовки сировини. Навіть з урахуванням поправки на кліматичні умови різниця суттєва [21].

В даний час ефективне використання енергії є одним з пріоритетів розвитку України. Значна увага питанням енергоефективності в будівельному секторі приділена в системах добровільної сертифікації об'єктів нерухомості «Зелені стандарти».

Правила сертифікації припускають, що заявники можуть демонструвати відповідність вимогам, встановленим Довідковими документами по НДТ в промисловості будівельних ма-

теріалів, а також міжнародними, регіональними, міждержавними та національними стандартами та галузевими інструкціями. У 2012р. розроблені і затверджені правила сертифікації, а також проведено навчання експертів, які зможуть працювати в органах з сертифікації підприємств промисловості будівельних матеріалів за параметрами НДТ [22].

Тим самим покладено початок створенню цілісної системи добровільної демонстрації та оцінки відповідності підприємств будівельної індустрії суворим вимогам енергоефективності та екологічної результативності.

Висновки

Проведено дослідження сучасної технології виробництва керамічних плиток для внутрішнього облицювання, а також плиток для підлоги (метлахських). Застосування сучасної технології виробництва керамічної плитки дало можливість зменшити тривалість головних енерговитратних операцій з 10-12 год. До 2-3 хв, а процеси сушіння та обпалення з двох-трьох діб до 1,5 год. При цьому досягається висока якість продукції.

Проведений порівняльний аналіз вітчизняного та зарубіжного досвіду у питанні енергоефективності виробництва керамічної плитки. Показники питомих витрат енергії, яких підприємство досягло у 2010р., вважаються оптимальними і практично відповідають вимогам ЄС.

Список використаної літератури

1. Горбунов Г.И. Оценка пригодности отходов обработки природного камня и стеклобоя для получения гранитокерамики // Научно-практический Интернет-журнал «Наука. Строительство. Образование». 2011. № 1. Ст. № 12. Режим доступа: <http://www.nso-journal.ru>.
2. Тесье Л. Российским производителям керамики — уникальные решения компании IMERYS CERAMICS по применению минерального сырья // Стекло и керамика 2012. № 3. С. 43—48.
3. Влияние порового пространства на прочностные характеристики керамики / Г.Д. Ашмарин, А.М. Салахов, Н.В. Болтакова, В.П. Морозов, В.Н. Геращенко, Р.А. Салахова // Стекло и керамика. 2012. № 8. С. 24—30.
4. Позняк А.И., Левицкий И.А., Баранцева С.Е. Базальтовые и гранитоидные породы как компоненты керамических масс для плиток внутренней облицовки стен // Стекло и керамика. 2012. № 3. С. 36—42.
5. Moore F. Rheology of Ceramic systems. Institute of Ceramics: Textbook Series, Applied Science Publishers, 1965, 170 p.
6. Румянцев Б.М., Жуков А.Д. Принципы создания новых строительных материалов // Интернет-вестник ВолгГАСУ Сер. : Политематическая. 2012. Вып. 3(23). Режим доступа:

<http://www.vestnik.vgasu.ru>.

7. *Grigorieva T.F.* Mechanochemical interaction of the kaolinite with the solid state acids. 12th International Symposium on the Reactivity of Solids. Hamburg, Germany, 132 p.

8. Жукова Е.А., Чугунков А.В., Рудницкая В.А. Системы фасадной отделки // Наука. Строительство. Образование. 2011. № 1. Ст. № 15. Режим доступа: <http://www.nso-journal.ru>.

9. *Pedersen T.* Experience with Selee open pore foam structure as a filter in aluminium continuous rod casting and rolling. *Wire Journal*. 1979, vol. 12, no. 6, pp. 74—77.

10. *Worall W.E.* Clays and Ceramic Raw Materials. University of Leeds, Great Britain, 1978, 277 p.

11. Ашмарин Г.Д. Состояние и перспективы развития производственной базы керамических стеновых материалов в России // Строительные материалы. 2006. № 8. / Бизнес. С. 6.

12. Скороход Н.А. Производство керамической плитки в России: сырьевое обеспечение, факторы и тенденции развития // Альманах «Деловая слава России». 2008. №2. С. 196-197.

13. Рынок керамической плитки и керамогранита. Маркетинговое исследование. М.: Агентство строительной информации. 2013. 276 с.

14. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference Document on Best Available Techniques for Energy Efficiency - Seville: Institute for Prospective Technological Studies, European IPPC Bureau, 2009 (Комплексное предупреждение и контроль загрязнений. Справочный документ по наилучшим доступным технологиям обеспечения энергоэффективности. 2009). Режим доступа: <http://eippcb.jrc.es/reference>.

15. Manual on energy conservation measures in ceramic industry. New Delhi: Bureau of Energy Efficiency, 2010. 98 p.

16. Watari K., Nagaoka T., Sato K., Hotta Y. A strategy to reduce energy usage in ceramic fabrication: novel binders and related processing technology // *Synthesis* — English Edition. 2009. Vol. 2. # 2. P. 132-141.

17. Methodology for the free allocation of emission allowances in the EU ETS post 2012. Sector report for the ceramics industry. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/cap/allocation/docs/bm_study-ceramics_en.pdf.

18. Захаров А.И., Бегак М.В., Гусева Т.В., Вартамян М.А. Перспективы повышения энергетической и экологической результативности производства изделий из керамики // Стекло и керамика. 2009. № 10. С. 19-25.

19. Energy efficiency in ceramics processing. Practical workbooks for industry. HITCH

IN: Tangram Technology, 2007. 15 p.

20. Валиков А.Н., Шаврин В.И., Бируля В.Б. Энергоэффективность разработанной типовой секции туннельной печи // Современные проблемы науки и образования. Электронный научный журнал. 2012. № 5. Режим доступа: <http://www.science-education.ru/105-6752>.

21. Alves H.J., Melchiades F.G., Boschi A.O. Thermal Energy Consumption and CO₂ Emissions in the Fabrication of Ceramic Tiles in Brazil. Ceramic Forum International: Ber. DKG 89, 2012. № 6-7. P. E46-E50.

22. Гусева Т.В., Молчанова Я.П., Панкина Г.В., Петросян Е.Р. Зеленые стандарты: современные методы экологического менеджмента в строительстве // Компетентность. 2012. № 8. С. 22-28.

В.С. Гвоздь. Энергозберігаюча технологія виробництва керамічної плитки та порівняльний аналіз зарубіжного та вітчизняного досвіду

Проведено дослідження сучасної технології виробництва керамічних плиток. Застосування сучасної технології виробництва дало можливість суттєво зменшити енерговитрати.

Порівняльний аналіз вітчизняного та зарубіжного досвіду показав, що питомі витрати енергії на виробництво керамічних плиток практично відповідають вимогам ЄС.

Ключові слова: технологія, глина, сушіння, випалювання, оптимізація, енергоефективність, енерговитрати, керамічна плитка, добровільні стандарти, системи сертифікації.

В.С. Гвоздь. Энергосберегающая технология производства керамической плитки и сравнительный анализ зарубежного и отечественного опыта

Проведены исследования современной технологии производства керамической плитки. Применение новой технологии производства позволило существенно снизить расход энергии на единицу продукции.

Сравнительный анализ отечественного и зарубежного опыта показал, что удельные затраты энергии на производство керамических плиток практически отвечают требованиям ЕС.

Ключевые слова: технология, глина, сушки, обжига, оптимизация, энергоэффективность, энергозатраты, керамическая плитка, добровольные стандарты, системы сертификации.

V.S. Gvozd'. Energy saving technology ceramic tiles and comparative analysis of world and experience patriotic

As part of a series of projects was carried out a comparative analysis of approaches to energy efficiency of ceramic tiles, the most common in Ukraine and the countries - members of European Union (EU). Information database EU made materials commonly used in the EU starting to receive widespread in Ukraine reference document on best available techniques (BAT) production of ceramics, as well as a number of international manuals on energy efficiency and reduce greenhouse gas emissions in the production of ceramic articles.

The study of domestic production of building experience in ceramic materials shows that the most significant factor in determining the differences Ukrainian technological and technical solutions from those applied in the EU, is the climate. Weather conditions affect the features of production, transportation and processing of raw materials. This increases the costs of heating the main production shops. Particularly pronounced this dependence for factories to produce ceramic bricks, working on local raw materials. Sub-sphere was producing tiles and used mainly imported raw materials (fire-fragile clay and kaolin, polovoshpatni concentrates, etc..) Are less dependent on local conditions.

It should be noted that often find themselves not so decisive technological and technical as managerial causes considerable energy, which can be reduced through the introduction of new integrated circuits of production and control costs of heat and electricity, modernization of boiler, routine repair machinery. The authors discuss these issues with representatives of many companies producing ceramic tiles and considered the prospects of energy distribution and their individual instruments, conducted comparative analysis of energy efficiency. All materials provided to the enterprises have been considered in the drafting of national standard.

Keywords: *technology, clay, drying, firing, optimization, enerhoefekty-ness, energy, ceramic tile, voluntary standards system certification.*

Гвоздь В.С. Энергозберігаюча технологія виробництва керамічної плитки та порівняльний аналіз зарубіжного та вітчизняного досвіду // Вісник Сумського національно аграрного університету, серія «Будівництво». – 2014. – 8(18).