

УДК 62-714

В.М. КОШЕЛЬНИК, д-р техн. наук; проф. НТУ «ХП»;
Ю.В. ШУЛЬГІН, канд. техн. наук; доц. НТУ «ХП»;
О.І. ГЛИНЬКО, магістр НТУ «ХП»

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ТЕРМООБРОБКИ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ВИРОБІВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ РІЗНИХ ВИДІВ ЕНЕРГОНОСІЇВ

Рассмотрен вопрос тепловлажностной обработки бетона с применением таких енерноносителей как: водяной пар, смесь дымовых газов и окружающего воздуха, а также электропрогрев. Проводится сравнение и выбор энергоносителя с точки зрения как энергетических, так и экономических показателей.

Розглянуто питання тепловологої обробки бетону із застосуванням таких енергоносіїв як: водяна пара, суміш димових газів і навколишнього повітря, а також електронагрів. Проводиться порівняння й вибір енергоносія з погляду як енергетичних, так й економічних показників.

The problem of heat and humidity treatment of concrete with the use of such eneronositeley as water vapor, a mixture of flue gases and ambient air, and electric heating. A comparison and choice of energy source in terms of both energy and economic indicators.

Вступ. Постановка задачі в загальному вигляді. Бетон є одним з основних будівельних матеріалів. З метою прискорення процесу отримання готових залізобетонних конструкцій та економії фінансово-часових затрат бетон піддається тепловій обробці.

Процеси теплової обробки роблять істотний вплив на якість і собівартість виробів, які виробляють підприємства. Тому проведення теплотехнічного аналізу щодо теплової обробки у діючих апаратах при застосуванні різноманітних теплових агентів є цілком виправданим та актуальним завданням насамперед у сучасних економічних умовах з теперішніми цінами на енергоносії [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Відомо багато систем класифікації установок для тепловологої обробки залізобетонних виробів. Наприклад, періодичної та безперервної дії. До періодичної дії відносять: ямні та тунельні камери, автоклави, касетні установки, камери з підігріванням у полі індукційного струму і т.д. Безперервної дії – це такі як: тунельні, щілеві, вертикальні камери, пакетировщики, камери прокатних станів та ін. [2]. Але найбільший інтерес викликає термообробка у касетних теплових установках, які є найбільш уніфікованими з точки зору застосування різних теплоносіїв.

Сьогодні широко застосовується теплообробка за допомогою енергоносіїв таких, як: водяна пара, гаряча вода та мастило, суміш димових газів і навколишнього повітря (димонагрів), електронагрів, електропрогрів та ін. [3, 4]. Але найбільш розповсюдженими та доступними на підприємствах на сьогодні є водяна пара, продукти згоряння органічного палива та електричний струм. Тому аналіз проводився насамперед з цими теплоносіями.

Невирішена частина проблеми. Рівномірність теплової обробки в касетах дозволяє досягти розпалубочної міцності через 12 годин і тим самим збільшити оборотність до 2 разів на добу. У зв'язку з незначною площею відкритої поверхні бетону в касетах допускається висока швидкість підвищення температури. Режим теплової обробки залежить від виду бетону та виробу і визначається за технологічними

нормами. Наприклад, для стінової панелі $6,06 \times 2,53 \times 0,14$ м з бетону марки 200 та об'ємною масою 2000 кг/м^3 він наступний: підвищення температури до $(90-95)^\circ\text{C}$ – триває біля 4 годин, ізотермічна витримка при температурі $(90-95)^\circ\text{C}$ – біля 4 годин та охолодження (теплоносій не піддається) – біля 4 годин (рис. 1). Весь цикл теплової обробки виробів триває 12 годин [4].

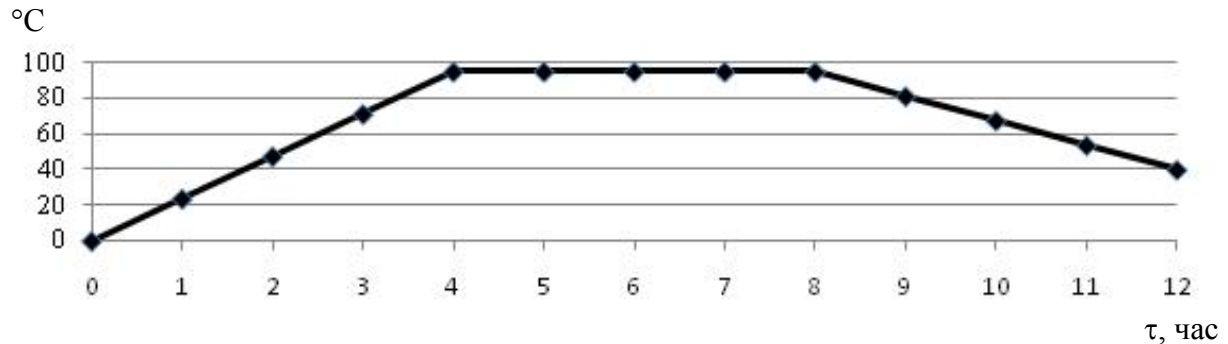


Рис. 1. Графік тепловологісної обробки залізобетонних виробів

Мета роботи. За допомогою розрахунків та практичних даних дослідити, який теплоносій є найбільш прийнятним з точки зору як енергетичних, так і економічних показників. Зокрема, розглядається та порівнюються три енергоносії для теплової обробки залізобетонних виробів, а саме: тепла обробка у касетних установках з паронагрівом, нагрівом продуктами згоряння природного газу та електронагрівом.

Викладення основного матеріалу. Дослідження проводились на базі касетної установки (рис. 2), яка використовується на «Публічному акціонерному товаристві «Курязький домобудівний комплекс», що виготовляє залізобетонні панелі різного призначення, з яких, зокрема, будуються цілі мікрорайони як у самому Харкові, так і за його межами (наприклад мікрорайон «Мобіль» у смт Пісочин, Харківської області).

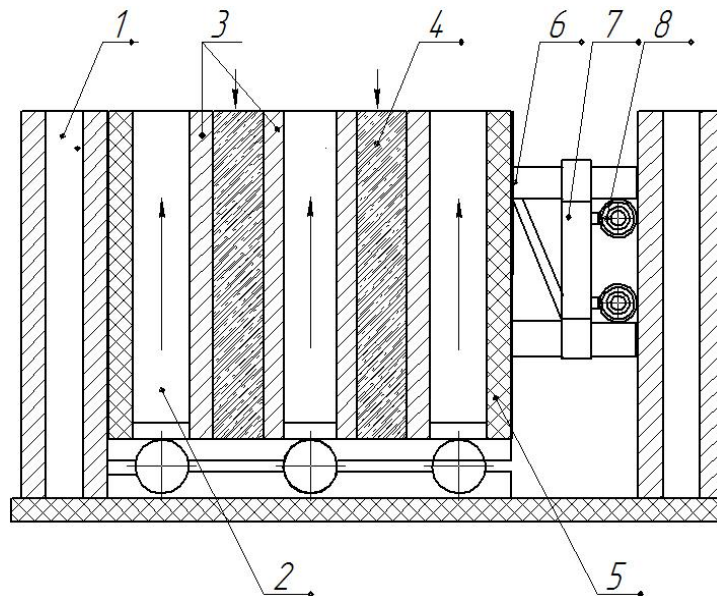


Рис. 2. Схема касетної установки:

- 1 – станина; 2 – відсік для подачі енергоносія; 3 – поділяюча стінка;
 4 – відсіки для формування виробів; 5 – теплоізолюючі стінки; 6 – фіксуючі упори;
 7 – механізм стиску; 8 – приводний механізм

Касетна установка – це пакет, який складається з 2–14 вертикальних форм, в яких відбувається формування бетонних виробів. Форми з обох боків мають відсіки для подачі енергоносія. Основними елементами є: дві крайні пусті стінки – нерухома та пересувна, комплект проміжних стінок, механізм для збирання та розсування форм. Рухома та нерухома стінки всередині розділені продольною перегородкою на два відсіки. Перший (крайній) заповнений теплоізоляційним матеріалом, другий є паровим. Проміжні форми мають також два відсіки, один з яких, робочий, є формою і заповнений бетонною сумішшю, інший – тепловий [5].

Загальною методикою для усіх трьох енергоносіїв було розрахування:

1) Питомої витрати теплоти

$$Q_{\text{пит}} = Q_{\text{уст}}/V_{\text{вир}}, \quad (1)$$

де $V_{\text{вир}}$ – об’єм виробів, що перебувають у тепловій установці, м³;

$Q_{\text{уст}}$ – загальна витрата тепла установкою за цикл, кДж.

2) Витрати теплоти установкою за цикл

$$Q_{\text{уст}} = \Sigma Q_{\text{вир}}i, \quad (2)$$

де $\Sigma Q_{\text{вир}}i$ – витрати тепла за відповідний період термообробки бетону ($i = 1$ – нагрів виробів; $i = 2$ – ізотермічна витримка виробів), кДж.

3) Витрати умовного палива за цикл теплової обробки, кг/цикл

$$B_{\text{ум.п.}} = \eta \frac{B_{\text{пр.г.}} Q_{\text{н}}^{\text{с}}}{Q_{\text{ум.п.}}}, \quad (3)$$

де $B_{\text{пр.г.}}$ – витрата природного газу, нм³;

$Q_{\text{н}}^{\text{с}}$ – нижча теплоутворювальна здатність сухого природного газу, кДж/нм³;

$Q_{\text{ум.п.}}$ – теплоутворювальна здатність умовного палива, кДж/кг;

η – коефіцієнт корисної дії системи теплогенерування.

4) Питома витрата умовного палива на 1 м³ бетону, кг/м³

$$b_{\text{пит}} = B_{\text{ум.п.}}/V_{\text{вир}}, \quad (4)$$

де $B_{\text{ум.п.}}$ – витрати умовного палива за цикл теплової обробки, кг/цикл;

$V_{\text{вир}}$ – об’єм виробів, що перебувають одночасно у тепловій установці, м³.

Отримані результати щодо визначення питомої витрати теплоти на одиницю бетону, витрата теплоти установкою за цикл тепловологісної обробки та питомі витрати умовного палива наведено у таблиці та проілюстровано на рис. 3.

Таблиця

Результати розрахунку

Вид обробки	Питома витрата теплоти, кДж/м ³	Витрата теплоти установки, кДж/цикл	Питома витрата умовного палива, м ³ _{ум.п.} /м ³ _{д.}
паронагрів	347 058	7 912 924	5,13
димонагрів	253336	5 776 051	3,83
електронагрів	201 250	2 809 545	2,6

Розрахунки витрати умовного палива показали, що витрата умовного палива при використанні електронагріву, на 50 % нижча у порівнянні з паронагрівом – найбільшою витратою серед розглянутих нами енергоносіїв.

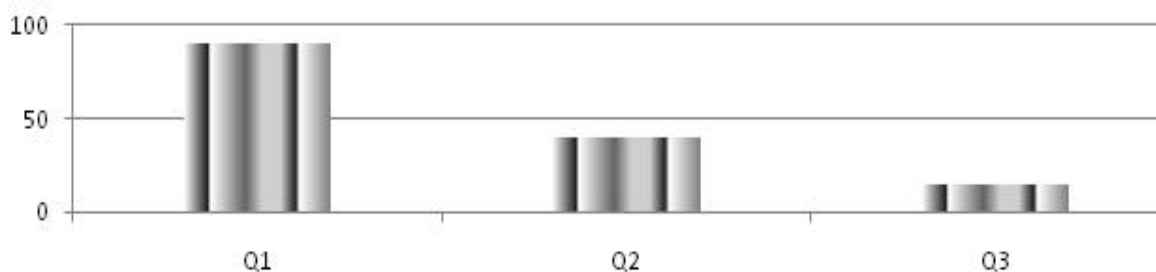


Рис. 3. Кількість теплоти, яку треба підводити у касетних установках до залізобетонних виробів за цикл тепловологісної обробки при застосуванні: водяної пари – Q_1 (паронагрів), продуктів згоряння природного газу – Q_2 (димонагрів) та електричного струму – Q_3 (електронагрів)

Розрахунки собівартості теплової обробки залізобетонної стінової панелі розмірами 6,06×2,69×0,14 м з використанням різних видів енергоносіїв показали, що собівартість теплової обробки одиниці продукції з паронагрівом складає 1789 грн./плита, димонагрівом – 1335 грн./плита, а з електронагрівом 906 грн./плита.

Висновки.

Проведене дослідження дозволило виявити раціональний енергоносіє для термообробки залізобетонних виробів. Встановлено, що раціональним енергоносієм для тепловологісної обробки залізобетонних виробів у касетній установці з точки зору економічної ситуації є електричний струм з дією електронагріву.

Список літератури: 1. *Торопова, М.В.* Влияние тепловлажностной обработки на структурообразование и эксплуатационные свойства бетона [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Торопова Мария Владимировна. – Иваново, 2002. – 23 с. 2. *Кошельник, В.М.* Основи проектування теплотехнічних установок підприємств промисловості будівельних матеріалів [Текст]: навч. посіб. / В.М. Кошельник, Ю.В. Шульгін, О.В. Кошельник, В.В. Соловей. – Х: НТУ «ХП», 2010. – 200 с. 3. *Баженов, Ю.М.* Технология бетонных и железобетонных изделий [Текст] / Ю.М. Баженов, А.Г. Комар. – М.: Стройиздат, 1984. 4. *Перегудов, В.В.* Тепловые процессы и установки в технологии строительных изделий и деталей [Текст] / В.В. Перегудов, М.И. Роговой. – М.: Стройиздат, 1983. – 420 с. 5. *Безверхий, А.А.* Изменение прочности бетонов во времени [Текст] / А.А. Безверхий // Технологии бетонов. – 2009. – № 5. – С. 24.

© Кошельник В.М., Шульгін Ю.В., Глинько О.І., 2012
Надійшла до редколегії 15.02.12