

УДК 666.97.035.56

О. П. Колісник;**І. В. Коц**, к. т. н., доц.

УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ТЕПЛОВОЛОГІСНОЇ ОБРОБКИ БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ

Запропоновано систему управління процесом тепловологісної обробки будівельних виробів, яка ґрунтується на отриманих математичних моделях всього технологічного процесу виготовлення будівельних виробів і дозволяє здійснювати управління якістю продукції. Наведено технологічний режим тепловологісної обробки з аеродинамічним нагрівачем роторного типу. Складено блок-схему алгоритму керування технологічними режимами тепловологісної обробки.

Вступ

Сучасний стан устаткування підприємств з виготовлення будівельних виробів, зокрема із бетону, потребує проведення подальшої реконструкції і модернізації виробництва з метою збільшення асортименту та якості, а також зниження собівартості продукції в умовах сучасного ринку. При цьому енергетична ефективність нових технологій та ефективна система управління процесом повинні бути одними з головних критеріїв їх вибору.

В процесі виготовлення будівельних виробів тепловологісна обробка є найбільш енергоємною, оскільки при цьому споживається близько 60 % від загальної кількості енерговитрат. Теоретично на нагрів виробів із бетону і металоформ необхідно всього лише 10—15 % теплової енергії, а решта, що витрачається за відомими технологіями — заплановані і незаплановані втрати, які досягають майже 50 % від загальної кількості енерговитрат [1, 3].

Постановка задачі

Енергетична ефективність є одним із основних критеріїв технології виробництва будівельних виробів разом з такими показниками, як собівартість, трудомісткість, матеріаломісткість, а також питомі капіталовкладення. В зв'язку з цим, заходи із зниження енерговитрат при тепловологісній обробці будівельних виробів, а також розробка алгоритмів і систем управління процесом тепловологісної обробки є досить актуальними задачами.

Основна частина

Керування виготовленням бетонних виробів ускладнюється багатостадійністю, безперервно-дискретним характером основних етапів технологічного процесу, їх територіальною розподіленістю та часовою роздрібненістю.

Процес тепловологісної обробки характеризується наступними особливостями [1, 2]:

— періодичним характером технологічного процесу, який виключає статичні режими при виготовлення бетонних виробів, та автоматизацію його тільки на основі систем режимної стабілізації;

— розподіленістю та великою кількістю взаємопов'язаних вихідних технологічних параметрів виробів й апаратури управління.

На сучасному етапі автоматизації надається перевага універсальним управляючим мікропроцесорним приладам (мікроконтроллерам), на базі яких є можливість розвитку, нарощення і створення автоматизованих систем управління технологічним процесом з розподіленими вихідними параметрами рис. 1.

Об'єктом управління є камери тепловологісної обробки, в яких бетонний виріб проходить задані етапи технологічного

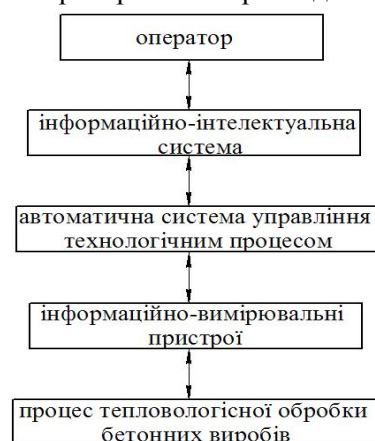


Рис. 1. Схема системи управління технологічним процесом з розподіленими вихідними параметрами

процесу. Камера містить теплоізолюваний корпус, нагрівач, теплообмінник. Як нагрівач використовують аеродинамічний нагрівач роторного типу (АНРТ), перед яким влаштовано дистанційно керовану жалюзійну ґратку, а в його робочій зоні встановлені дистанційно керовані розпилювальні форсунки. Окрім того, в робочій камері теплоізолюваного корпусу розташовані повітропроводи та спрямовувальні екрани із розгалуженою системою розподільчих отворів. Внутрішня порожнина камери приєднана до теплообмінного апарату для охолодження будівельних виробів і утилізації теплової енергії.

В результаті нагріву повітряного середовища та води, яка розпилюється в робочій зоні АНРТ, утворюється пароповітряне середовище використовуване під час тепловологісної обробки виробів. Регулюючи подачу води, кількість обертів робочого колеса АНРТ, положення дросель-клапанів розміщених в повітропровідних каналах камери досягають заданих температурних режимів тепловологісної обробки будівельних виробів.

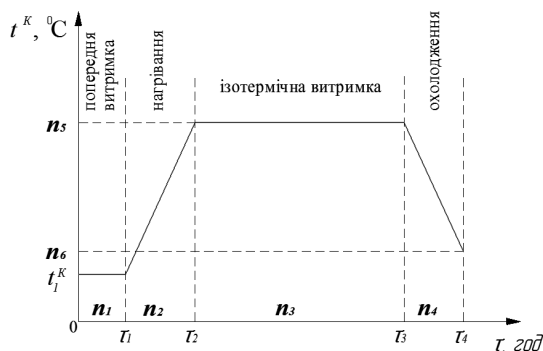


Рис. 2. Загальний вигляд технологічного режиму тепловологісної обробки бетонних виробів з аеродинамічним нагрівачем роторного типу

Режими тепловологісної обробки, які поширені на існуючих підприємствах і рекомендовані в роботах [3—5] характеризуються: часом подачі теплоносія в камеру, зміною температури теплового агенту (рис. 2).

Дані режими відрізняються різними значеннями температури ізотермічної витримки, температури кінця ділянки охолодження, часом ізотермічної витримки, швидкістю зміни температури на ділянках підігріву та охолодження. Значення параметрів, які характеризують режими тепловологісної обробки бетонних виробів з використанням аеродинамічного нагрівача роторного типу, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Назва параметра	Позначення	Нижня межа діапазону	Базове значення	Верхня межа діапазону
Час завершення попередньої витримки, год.	n_1	1	1,5	2
Швидкість нагрівання, °C/год	n_2	10	12,5	15
Тривалість ізотермічної витримки, год.	n_3	6	9	12
Швидкість охолодження, °C/год	n_4	10	12,5	15
Температура ізотермічної витримки, °C	n_5	80	85	90
Кінцева температура після охолодження, °C	n_6	20	30	40
Початкова температура в камері, °C	$t_1^K = t_{\text{ППС}}(\tau_1)$	16	18	20

Запишемо функціональну залежність температури пароповітряного середовища $t_{\text{ППС}}$ в камері від часу τ , параметрів $n = (n_i)$ та значення початкової температури в камері після закінчення попередньої витримки

$$t_{\text{ППС}} = \begin{cases} \frac{n_5 - t_1^K}{\tau_1 - \tau_2} (\tau - \tau_1) + t_1^K, & \text{при } \tau_1 \leq \tau \leq \tau_2; \\ n_5, & \text{при } \tau_2 \leq \tau \leq \tau_3, \tau \in [\tau_1, \tau_4]; \\ \frac{n_6 - n_5}{\tau_4 - \tau_3} (\tau - \tau_3) + n_5, & \text{при } \tau_3 < \tau < \tau_4; \end{cases} \quad (1)$$

$$\tau_2 = \tau_1 + \frac{n_5 - t_1^K}{n_2}; \quad \tau_3 = \tau_1 + n_3; \quad \tau_4 = \tau_3 + \frac{n_6 - n_5}{n_4},$$

де $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4$ — час закінчення ділянки, відповідно, попередньої витримки, підйому температури, ізотермічної витримки та завершення технологічного процесу тепловологісної обробки бетонних

виробів, $\tau_4 = \tau_k$.

Тривалість попередньої витримки τ_1 визначає час початку утворення пароповітряної суміші в камері тепловологісної обробки бетонних виробів:

$$G^{\text{II}}(\tau) = 0, G^{\text{Води}}(\tau) = 0, \tau \in [0, \tau_1]$$

де G^{II} , $G^{\text{Води}}$ — масові витрати, відповідно, повітря та води.

Величина $G^{\text{II}}(\tau)$ визначає: значення функції керування двигуном АНРТ $\delta^{\text{АНРТ}}(\tau)$ та величину масової витрати пароповітряної суміші $G^{\text{ППС}}(\tau) = G^{\text{II}}(\tau) + G^{\text{Води}}(\tau)$

$$\delta^{\text{АНРТ}} = \begin{cases} 0, G^{\text{II}} = 0; \\ 1, G^{\text{II}} > 0; \end{cases}$$

$$G^{\text{ППС}} = \begin{cases} 0, G^{\text{II}} + G^{\text{Води}} = 0; \\ G^{\text{ППС}}, G^{\text{II}} + G^{\text{Води}} > 0. \end{cases} \quad (2)$$

Залежності 2 описують систему керування двигуном АНРТ та дистанційним керуванням жалюзійної ґратки всмоктувального каналу АНРТ, тобто об'ємом рециркуляційного потоку. Величина рециркуляційного потоку $G_p^{\text{ППС}}(\tau)$ визначається пропускною здатністю жалюзійної ґратки всмоктувального каналу АНРТ $\bar{G}_p^{\text{ППС}}$.

$$G_p^{\text{ППС}}(\tau) = \bar{G}_p^{\text{ППС}}, \tau \in [0, \tau_k] \quad (3)$$

Для проміжку часу $\tau \in [0, \tau_1]$ $G^{\text{I}}(\tau) = G^{\text{Води}}(\tau) = 0$.

Для проміжку часу $\tau \in [\tau_1, \tau_4]$ необхідно визначити функції $G^{\text{II}}(\tau)$, $G^{\text{Води}}(\tau)$, які забезпечили б зміну температури в камері у вигляді 1.

Згідно з залежностями, викладеним у [1, 3] та (1—3), складено блок-схему алгоритму керування технологічними режимами тепловологісної обробки (рис. 3).

Запропонований алгоритм керування технологічними режимами тепловологісної обробки бетонних виробів дозволяє:

- управляти процесом за програмою, задану оператором;
- стабілізувати і регулювати параметри технологічного процесу незалежно один від одного;
- інформувати оператора про хід технологічного процесу, з видачею попереджень про аварійні ситуації;
- вести архівацію основних даних про перебіг процесу тепловологісної обробки.

В основу системи керування технологічними режимами тепловологісної обробки бетонних виробів закладено принцип безперервного контролю температури, стану виконавчих пристроїв одночасно за всіма об'єктами регулювання і управління згідно заданих режимів. Контроль температури здійснюється за допомогою електронних сенсорів температури. Сенсори розташовані на трьох рівнях по висоті в камер, що забезпечує підвищену точність контролю температури. Провівши порівняння отриманих даних вимірювання із заданими тепловими режимами тепловологі-

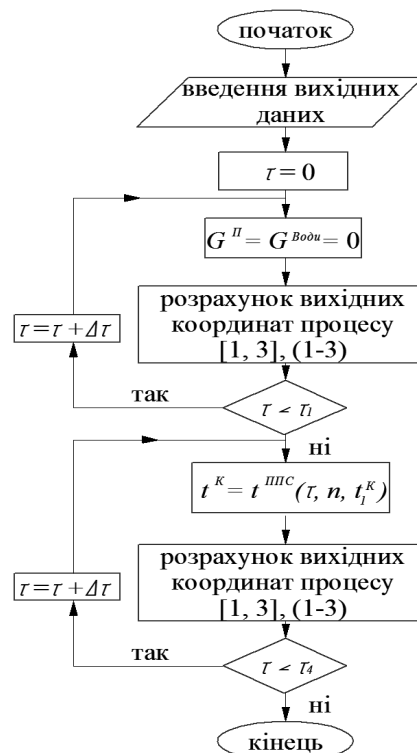


Рис. 3. Блок-схема алгоритму керування технологічними режимами тепловологісної обробки бетонних виробів

сної обробки і дійсним станом температури в камерах, автоматизована система проводить аналіз і генерацію команд управління на подачу пароповітряної суміші (керування жалюзійною ґраткою всмоктувального каналу АНРТ та розпилувальними форсунками) або його припинення [6].

Висновки

Система автоматизованого управління камерами тепловологісної обробки будівельних виробів забезпечує цикли роботи з нагрівом, витримкою та охолодженням, із заздалегідь заданим часом, швидкістю нагріву та температурою для кожного з них. Надає можливість централізованого комп'ютерного контролю і управління, ведення архівів процесів тепловологісної обробки бетонних виробів, забезпечує сучасний рівень практичної реалізації технологічних процесів і сприяє заощадженню енергоресурсів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сліпенька О. П. Аналітичне дослідження автоклавних установок із аеродинамічним нагрівом / О. П. Сліпенька, І. В. Коц // Вісник Хмельницького національного університету. — 2006. — № 5. — С. 93—98
2. Москвіна С. М. Проблеми оптимізації управління технологічним процесом виготовлення цегли / С. М. Москвіна, Д. О. Ковалюк // Вісник ХНУ. — 2005. — № 5. — С. 121—125
3. Федосов С. В. Влияние тепловлажностной обработки на эксплуатационные свойства бетона / С. В. Федосов, С. М. Базанов, М. В. Акулова [и др.] // Изв. вузов Строительство. — 2003. — № 7. — С. 47.
4. Внедренные и действующие АСУ технологическими процессами и энергосберегающие. — Режим доступу: <http://www.uralreg.ru>
5. Патент 2256209. МКИ G05D27/00. Устройство для автоматического управления процессом тепловой обработки бетона / Плотников Н. М., Ходикин В. В., Киргизов А. М. — № 2003130713/28; Заявлено 17.10.03; Опубл. 10.07.05
6. Автоматизация технологического процесса тепловологической обработки. — Режим доступу: <http://zgbmk.narod.ru/automation>

Рекомендована кафедрою автоматики та інформаційно-виміральної техніки

Надійшла до редакції 21.10.08
Рекомендована до друку 20.11.08

Колісник Олена Петрівна — асистент, *Коц Іван Васильович* — доцент.

Кафедра теплогазопостачання, Вінницький національний технічний університет