

ОПРАЦЬОВУВАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ БЕТОННИХ ЗРАЗКІВ НАГРІТИМ ПОВІТРЯМ

Вступ. У статті [1] подано основні принципи запропонованих способів використання сонячної енергії для теплової обробки бетонних та залізобетонних виробів. У цьому процесі теплоносієм є повітря або вода, які нагріваються в колекторі сонячної енергії (за необхідності рекомендовано використання резервного джерела теплоти). Упровадження у виробництво вказаних способів теплової обробки бетонних і залізобетонних виробів потребує лабораторних досліджень.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій. У статті [2] розглянуто особливості геліотермообробки бетонних і залізобетонних виробів, зокрема в умовах середньої смуги Росії. У джерелі [3] показано ефективність геліотермообробки залізобетонних виробів в умовах Казахстану. У роботі [4] наведено спосіб комбінованої теплової обробки в світлопрозорих камерах (геліоелектротермообробки) полістиролбетонних виробів (тришарових панелей). У книзі [5] розглянуто використання сонячної енергії при виготовленні бетонних виробів.

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. При тепловій обробці бетонних і залізобетонних виробів нагрітим у колекторі сонячної енергії повітрям передбачається застосування додаткового джерела теплоти (повітрянагрівача) [1]. У холодний період року, коли інтенсивність сонячної енергії недостатня для теплової обробки вказаних виробів, це резервне джерело теплоти стає основним. Лабораторні дослідження процесу теплової обробки бетонних зразків нагрітим повітрям слід проводити як в теплий, так і в холодний періоди року.

Постановка завдання. Мета роботи – провести в холодний період року експериментальне опрацювання лабораторної установки, призначеної для теплової обробки бетонних зразків нагрітим повітрям.

Загальною метою досліджень є енергозбереження при виробництві бетонних і залізобетонних виробів.

Основний матеріал і результати. Для проведення дослідів стосовно теплової обробки бетонних зразків нагрітим повітрям було створено лабораторну установку (рис. 1). Ця установка може бути використана як в теплий, так і в холодний періоди року з відповідними конструктивними змінами.

Лабораторна установка включає такі елементи: 1 – колектор сонячної енергії власної конструкції; 2 – теплоізоляція нижньої сторони колектора сонячної енергії; 3 – лабораторна камера, сконструйована з пінополістирольних плит; 4 – повітропровід; 5 – місце розташування осьового вентилятора всередині повітропроводу; 6 – конструктивний елемент, за допомогою якого здійснюється перехід від круглого поперечного перерізу повітропроводу до отвору колектора сонячної енергії прямокутного перерізу; 7 – місце розташування теплоізоляційного клапана (таких клапанів два – на вході повітря в бокс і на виході; коли в контурі рухається нагріте повітря, то клапани «відкриті», а коли повітря за певних причин не переміщується в контурі, але тверднення бетонних зразків продовжується, то клапани «закриті»).

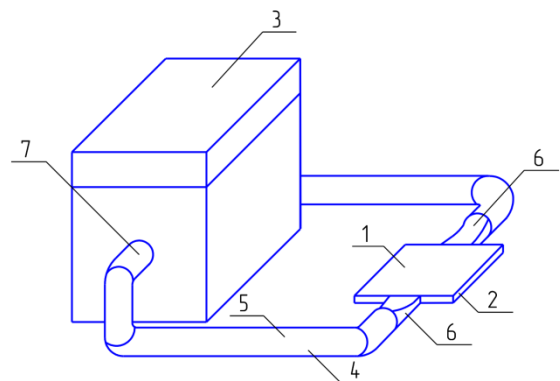


Рис. 1 – Схема лабораторної установки

У лабораторній установці розміщено термодатчики, за допомогою яких визначається температура складових досліджуваної системи.

Додаткове джерело теплоти (повітрянагрівач), яке передбачається застосовувати у виробничій установці, в лабораторній установці відсутнє.

Для проведення дослідів у холодний період року над теплосприймаючим пристроєм, котрий у теплий період року є колектором сонячної енергії, розташовується електрокалорифер. Таке розташування електрокалорифера не є оптимальним з точки зору використання конвективної теплоти. Але мова не йде про застосування такого способу нагрівання повітря на виробництві, де повітрянагрівач знаходиться в одному з контурів, по якому рухається нагріте повітря. Енергія, яку передає електрокалорифер теплосприймаючому пристрою в лабораторній установці, умовно замінює сонячну енергію. Конструкція лабораторної установки дозволяє за необхідності певною мірою змінювати інтенсивність нагрівання повітря шляхом зміни відстані між електрокалорифером та теплосприймаючим пристроєм.

У холодний період року повітропроводи установки теплоізолюються. Необхідність теплоізоляції певної частини повітропроводів в теплий період року обумовлюється місцем розташування установки.

Об'єм камери розраховано для розміщення в ньому 4-х форм з бетонною сумішшю (розміри зразків 10×10×10 см).

На цьому етапі досліджень було поставлено мету – з'ясувати інтенсивність нагрівання

в лабораторній камері 4-х зразків з важкого бетону при їх щільному розташуванні. Конструкція форм (у 2-х формах – по 2 виробі) дозволяє розташувати їх в камері таким чином, щоб повітряний простір між ними був мінімальним.

Для того, щоб тепле повітря нагрівало нижню частину форм, їх розміщували на спеціальних рейках.

Для збереження вологи, необхідної для гідrataції цементу, бетонні зразки під час теплової обробки повинні бути гідроізованими.

У табл. 1 подано результати вимірювання температури твердіючих у лабораторній камері 4-х гідроізованих зразків із важкого бетону та температури повітря в камері впродовж першого періоду досліджень. Оскільки не була відома інтенсивність нагрівання повітря, то в цей період здійснювалася циклічна подача теплого повітря в лабораторну камеру. Упродовж 33 хвилин такого режиму теплової обробки температура бетону зростає незначно – на 2,8 °С, тому в подальших досліджах інтенсивність надходження теплоти в камеру було збільшено.

У табл. 2 подано результати вимірювання температури твердіючих у лабораторній камері попередньо охолоджених 4-х гідроізованих зразків із важкого бетону та температури повітря в камері впродовж другого періоду досліджень. Протягом 40 хв. здійснювалося безперервне теплопостачання камери. Температура бетону за цей період зростає на 6,3 °С (з 17,0 до 23,3 °С), а температура повітря в камері – на 21,8 °С (з 16,8 до 38,6 °С).

Таблиця 1 – Зміна температури твердіючого бетону та температури повітря в камері впродовж першого періоду досліджень

Температура бетону, °С	15,8	16,1	17,1	18,6		
Зростання температури бетону, °С		0,3	1 Σ1,3	1,5 Σ2,8		
Температура повітря в камері, °С	16,5	26,1	30,3	34,1		
Тривалість теплопостачання камери, хв		10	–	7	–	10
Тривалість припинення теплопостачання камери, хв		–	3	–	3	–
Тривалість наведеного періоду твердіння бетону, хв		10	13	20	23	33

Таблиця 2 – Зміна температури твердіючого бетону та температури повітря в камері впродовж другого періоду досліджень

Температура бетону, °С	17,0	17,3	18,9	21,1	23,3
Зростання температури бетону, °С		0,3	1,6	2,2	2,2
			Σ1,9	Σ4,1	Σ6,3
Температура повітря в камері, °С	16,8	26,2	32,3	36,1	38,6
Зростання температури повітря в камері, °С		9,4	6,1	3,8	2,5
			Σ15,5	Σ19,3	Σ21,8
Інтервал вимірювання температури, хв		10	10	10	10
Тривалість теплопостачання камери, хв, упродовж наведеного періоду твердіння бетону		10	20	30	40

У табл. 3 подано результати вимірювання температури твердіючих у лабораторній камері 4-х гідроізольованих зразків із важкого бетону та температури повітря в камері впродовж останнього періоду досліджень. Протягом 2-х годин температура бетону збільшилася на 14,7 °С (від 30,3 до 45,0 °С), а температура повіт-

ря в камері – на 10,2°С. Інтенсивність зростання температури бетону за першу годину цього періоду була більшою, ніж за другу: впродовж першої години температура бетону зросла на 9,4 °С (від 30,3 до 39,7 °С), а впродовж другої години – на 5,3 °С (з 39,7 до 45,0 °С).

Таблиця 3 – Зміна температури твердіючого бетону та температури повітря в камері впродовж останнього періоду досліджень

Температура бетону, °С	30,3	33,5	36,8	39,7	42,1	44,1	45,0
Зростання температури бетону, °С		3,2	3,3	2,9	2,4	2,0	0,9
			Σ6,5	Σ9,4	Σ11,8	Σ13,8	Σ14,7
Температура повітря в камері, °С	41,6	45,1	47,2	48,8	50,0	51,0	51,8
Зростання температури повітря в камері, °С		3,5	2,1	1,6	1,2	1	0,8
			Σ5,6	Σ7,2	Σ8,4	Σ9,4	Σ10,2
Інтервал вимірювання температури, хв		20	20	20	20	20	20
Тривалість теплопостачання камери, хв, упродовж наведеного періоду твердіння бетону		20	40	60 (1 год)	80	100	120 (2 год)

Тепловий баланс лабораторної камери, в якій здійснюється теплова обробка бетонних зразків, для певного проміжку часу має вигляд

$$Q_{П1} + Q_{ЕК} = Q_{Б} + Q_{Ф} + Q_{НК} + Q_{К} + Q_{П2} + Q_{Г} + Q_{Т} + Q_{КП} \quad (1)$$

де $Q_{П1}$ – надходження теплоти до лабораторної камери з нагрітим повітрям за вибраний інтервал часу, Дж; $Q_{ЕК}$ – тепловиділення при гідратації цементу за вибраний інтервал часу, Дж; $Q_{Б}$ – витрати теплоти на нагрівання твердіючих бетонних зразків за вибраний інтервал часу, Дж; $Q_{Ф}$ – витрати теплоти на нагрівання форм за вибраний інтервал часу, Дж; $Q_{К}$ – витрати теплоти крізь конструкції, які ого-

роджують камеру, за вибраний інтервал часу, Дж; якщо температура зовнішньої поверхні цих конструкцій під час теплової обробки бетонних зразків дорівнює температурі навколишнього середовища, то зазначені втрати відсутні; $Q_{П2}$ – втрати теплоти з повітрям, яке видаляється з камери і надходить до колектора сонячної енергії (в холодний період року – до теплосприймаючого пристрою) за вибраний інтервал часу, Дж; приймаємо, що камера герметична; якщо в камері є втрата повітря крізь нещільності, це слід враховувати в тепловому балансі; $Q_{Г}$ – кількість теплоти, яка витрачається на нагрівання гідроізоляційного матеріалу за ви-

браний інтервал часу, Дж; якщо маса гідроізоляційного матеріалу незначна, цим показником нехтують; якщо гідроізоляційний матеріал зафіксовано на поверхні форм спеціальними пристроями, то цей чинник слід урахувати в тепловому балансі; Q_T – кількість теплоти, що витрачається на нагрівання термодатчиків за вибраний інтервал часу, Дж; цим показником допускається в розрахунках нехтувати; $Q_{КП}$ – кількість теплоти, що витрачається на нагрівання капсул, в яких розміщуються термодатчики, за вибраний інтервал часу, Дж.

Отже, на інтенсивність нагрівання твердіючих у лабораторній установці бетонних зразків впливає низка факторів, наявність яких слід урахувати при плануванні подальших експериментів.

Висновки.

1. Проведено опрацювання лабораторної установки для теплової обробки 4-х гідроізолюваних бетонних зразків нагрітим повітрям. Визначено інтенсивність зростання температури твердіючих у лабораторній установці 4-х зразків із важкого бетону впродовж досліджуваних термінів. Очевидно, що на цей показник буде впливати як склад важкого бетону, так і початкова температура складових досліджуваної системи (при незмінних інших чинниках). Конструкція установки дозволяє певною мірою як збільшити, так і зменшити інтенсивність нагрівання теплоносія (повітря), а значить – і інтенсивність нагрівання бетонних зразків.

2. Отримані експериментальні дані є підґрунтям для планування низки дослідів стосовно визначення оптимальних режимів теплової обробки бетону нагрітим повітрям.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кугаєвська, Т.С. Принципи теплопостачання камер для теплової обробки бетонних і залізобетонних виробів із використанням нагрітого в колекторі сонячної енергії теплоносія / Т.С. Кугаєвська, В.В. Шульгін, О.В. Свінін // Науковий вісник будівництва № 72. – Харків: ХНУБА, ХОТВАБУ, 2013. – С. 319 – 324.
2. Щукина, Т.В. Гелиотермообработка с использованием средств повышения энергооблученности строительных изделий [Электронный ресурс] / Т.В. Щукина, Семенова Е.Ю. – Режим доступа: http://www.rusnauka.com/28_NII_2012/Tecnic/5_118020.doc.htm.
3. Даужанов, Н.Т. Использование солнечной энергии для гелиотермообработки бетона. [Электронный ресурс] / Н.Т. Даужанов, Л.Б. Аруова. – Режим доступа: http://www.rusnauka.com/7_NMIV_2010/Stroitelstvo/59942.doc.htm.
4. Аруова, Л.Б. Тепловая обработка полистиролбетона [Электронный ресурс] / Л.Б. Аруова, Н.Т. Даужанов, – Режим доступа: http://www.rusnauka.com/21_NNP_2010/Chimia/70756.doc.htm.
5. Подгорнов, Н.И. Использование солнечной энергии при изготовлении бетонных изделий / Н.И. Подгорнов. – М.: Стройиздат, 1989. –144 с.

УДК 620.193.7:691.32

**Борзяк О.С., канд. техн. наук, Плагин Д.А., канд. техн. наук,
Герасименко О.С., канд. техн. наук, Дудин А.А., канд. техн. наук, Конев А.А., инж.**
Украинская государственная академия железнодорожного транспорта

ВОЗДЕЙСТВИЕ ТОКОВ УТЕЧКИ НА КОНСТРУКЦИИ ПАССАЖИРСКИХ ПЛАТФОРМ, РАСПОЛОЖЕННЫХ ВБЛИЗИ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ УЧАСТКОВ ПУТИ

Введение. В работах [1-3] проанализирована зависимость износа зданий и сооружений, расположенных вблизи железнодорожных путей, от доли электрифици-

рованных участков железных дорог. На основании этого анализа сделан вывод, что наибольшая степень и скорость износа конструкций характерна для конструкций,