

к. т. н., доц. Кугаєвська Т.С.,¹
д.т.н., проф. Сопов В.П.,²
к. т. н., доц. Шульгін В.В.¹

¹Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка

²Харківський національний університет
будівництва і архітектури

ВПЛИВ М'ЯКИХ РЕЖИМІВ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ НА ВОДОПОГЛИНАННЯ БЕТОНУ

Heat treatment on water absorption of concrete slabs of concrete paving and concrete cubes was performed using low-potential heat sources - air heated in the solar energy collector and the heat of cement hydration. It is indicated that the presence of concrete cubes in the chamber is conditioned by the requirements of the standards for determining the properties of concrete. The water absorption of concrete cubes was determined, the hardening of which occurred with the use of heat treatment and without heat treatment. The water absorption (not standardized) of concrete tiles, hardening of which occurred with the use of heat treatment and without heat treatment, was determined. It is indicated that since the water absorption rates of concrete tiles are not standardized, they can only be used for comparison with concrete tiles. It has been established that the thermal treatment of water absorption tiles of concrete pavement and water absorption of concrete cube does not lead to an increase in the open porosity of the concrete.

Keywords: water absorption, heat treatment, concrete, solar energy, heat of hydration of cement.

Вступ. Зниження собівартості бетонних і залізобетонних виробів, підвищення їх довговічності та якості – актуальна проблема будівельного матеріалознавства. Одним із ефективних способів теплової обробки вказаних виробів з точки зору зниження енергоємності виробництва є геліотермообробка [1 – 14]. Крім того, м'які режими геліотермообробки сприяють зменшенню температурних напружень у виробках, що призводить до покращення структури бетону [1, 3, 6].

У центральній частині України тривалість застосування сонячної енергії для прискорення твердіння бетонних і залізобетонних виробів обмежена періодом з квітня до жовтня. Доцільно розвивати комбіновані способи теплової обробки цих виробів з використанням сонячної енергії та додаткових джерел теплоти з метою вибору способу, оптимального для досліджуваних умов.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій. Аруова Л.Б., Н.Т. Даужанов, І.Б. Заседателев, М.І. Подгорнов та інші дослідники вивчали особливості комбінованих способів геліотермообробки бетонних і залізобетонних виробів [1 – 14].

Подгорновим М.І. в книзі [11] та А. Nadiradze в статті [14] відображено принцип дії установок для теплової обробки бетонних і залізобетонних виробів, в яких використовується нагріте в колекторі сонячної енергії повітря. Основний недолік цих геліоустановок – випаровування вологи з поверхні бетонних виробів.

У роботах [7 – 9, 12, 13] показано особливості теплової обробки гідроізольованих бетонних і залізобетонних виробів при використанні нагрітого в колекторі сонячної енергії повітря та теплоти гідратації цементу.

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. Проведено дослідження інтенсивності твердіння бетону при його тепловій обробці з використанням нагрітого повітря та теплоти гідратації цементу [7 – 9, 12, 13].

Оцінка впливу геліотермообробки на формування структури бетону може бути здійснена за результатами дослідження водопоглинання бетону, твердіння якого відбувається в зазначених умовах.

Постановка завдання. Мета досліджень – визначення водопоглинання бетону, теплова обробка якого відбувається з використанням:

- повітря, нагрітого в колекторі сонячної енергії, та теплоти гідратації цементу;
- тільки теплоти гідратації цементу.

Основний матеріал і результати. Розглядається теплова обробка гідроізольованих плиток бетонних тротуарних та гідроізольованих бетонних кубів із використанням низькопотенціальних джерел теплоти: повітря, нагрітого в плоскому колекторі сонячної енергії; теплоти гідратації цементу.

Матеріали та методи дослідження

Склад бетону: 1:1,85:3,45; Ц = 349,1кг/м³; П = 646,8кг/м³; Щ = 1205,3кг/м³; В/Ц = 0,5.

У складі бетону – комплексна добавка (суперпластифікатор + прискорювач твердіння). Дозування добавки прийнято з урахуванням рекомендацій виробника: 1 л добавки на 100 кг цементу. Використано портландцемент ПЦ І-500-Н (ДСТУ Б В.2.7-46:2010 [15]), виробник – АО «Євроцемент-Україна» (місто Балаклія Харківської області).

Теплова обробка нагрітим повітрям гідроізольованих плиток бетонних тротуарних (20×10×4 см) та гідроізольованих бетонних кубів (10×10×10 см) відбувалася у виробничо-лабораторній установці (рис. 1, 2). У камері було розміщено 24 плитки і 16 кубів. В установці використано колектор сонячної енергії власної конструкції.

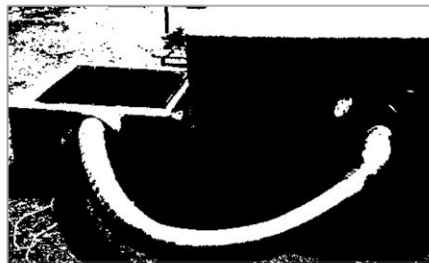


Рис. 1. Виробничо-лабораторна установка



Рис. 2. Завантаження камери:

- а) плитки бетонні тротуарні (до закриття їх поліетиленовою плівкою);
- б) бетонні куби в спарених формах, закритих кришками

Наявність бетонних кубів у камері обумовлена вимогами норм стосовно визначення властивостей бетону [16, 17 та ін.].

За умов відсутності надходження сонячної енергії до колектора теплова обробка плиток бетонних тротуарних і бетонних кубів здійснювалася тільки з використанням теплоти гідратації цементу. Відповідне прискорення твердіння бетону відбувалося в камері, яка є складовою частиною виробничо-лабораторної установки.

Згідно з ДСТУ Б В.2.7-170:2008 [16] визначення водопоглинання бетону повинно виконуватися:

– з використанням зразків правильної геометричної форми обумовлених розмірів;

– з використанням зразків неправильної форми; найменший об'єм зразка неправильної форми при розмірі фракцій заповнювача від 5 до 20 мм включно повинен дорівнювати 1 дм³.

Примітка. Об'єм плитки (20×10×4 см) менше 1 дм³.

Результати досліджень

Дослід 1. Тривалість теплової обробки гідроізованих плиток бетонних тротуарних і гідроізованих бетонних кубів повітрям, нагрітим у колекторі сонячної енергії, становила 2 год. Загальний термін твердіння плиток і зразків у тепловій камері – одна доба, потім їх твердіння відбувалося в повітряних умовах.

Середня початкова температура бетону сформованих плиток і кубів дорівнювала 18,8°C. Середня температура бетону плиток і кубів після припинення подачі повітря в камеру становила 30,9°C.

Дослід 2. Відмінність прикладу 2 від прикладу 1 в тому, що тривалість теплової обробки гідроізованих плиток бетонних тротуарних та гідроізованих бетонних кубів повітрям, нагрітим у колекторі сонячної енергії, становила 3 год.

Середня початкова температура бетону плиток і кубів дорівнювала 18,4°C. Середня температура бетону плиток і кубів після припинення подачі в камеру нагрітого повітря становила 34,8°C.

Дослід 3. При відсутності надходження сонячної енергії до колектора теплова обробка бетону була здійснена з використанням теплоти гідратації цементу. Загальний термін твердіння плиток і кубів у тепловій камері – одна доба, потім їх твердіння відбувалося в повітряних умовах.

Середня початкова температура бетону плиток і кубів дорівнювала 18,5°C. Через добу твердіння в камері середня температура бетону плиток дорівнювала 23,3°C, а середня температура бетону кубів становила 24,1°C.

Для дослідів 1 – 3 у табл. 1 відображено водопоглинання бетону кубів за масою W_m і за об'ємом W_o .

Таблиця 1

Водопоглинання бетону кубів

Умови твердіння бетону	W_m , %	W_o , %
повітряні умови	2,51	5,74
впродовж першої доби – в камері (приклад 1)	2,45	5,60
впродовж першої доби – в камері (приклад 2)	2,43	5,57
впродовж першої доби – в камері (приклад 3)	2,49	5,69

Вище підкреслено, що згідно з положеннями ДСТУ Б В.2.7-170:2008 [16] плитки бетонні тротуарні (20×10×4 см) не можуть бути використані для визначення

стандартизованого водопоглинання бетону. Але доцільно визначити цей показник для бетону тротуарних плиток, твердіння яких відбувалося з використанням теплової обробки та без теплової обробки. Оскільки отримані показники не стандартизовані, то їх можна використовувати *тільки* для взаємного співставлення (табл. 2).

Таблиця 2

**Показники водопоглинання
бетону плиток (не стандартизовані)**

Умови твердіння бетону	$W_m, \%$	$W_o, \%$
повітряні умови	2,50	5,72
впродовж першої доби – в камері (дослід 1)	2,44	5,58
впродовж першої доби – в камері (дослід 2)	2,43	5,57
впродовж першої доби – в камері (дослід 3)	2,48	5,67

Обговорення результатів досліджень

Установлено, що водопоглинання бетону кубів, твердіння яких відбувалося тільки в повітряних умовах, більше, ніж водопоглинання бетону кубів, твердіння яких відбувалося впродовж першої доби в камері (потім – у повітряних умовах):

- у досліді 1: за масою і за об'ємом – на 2,4 %;
- у досліді 2: за масою – на 3,2%; за об'ємом – на 3,0%;
- у досліді 3: за масою – на 0,8% ; за об'ємом – на 0,9%.

Установлено, що показник водопоглинання (не стандартизований) бетону плиток, твердіння яких відбувалося тільки в повітряних умовах, більше, ніж показник водопоглинання (не стандартизований) бетону плиток, твердіння яких відбувалося впродовж першої доби в камері (потім – у повітряних умовах):

- у досліді 1: за масою і за об'ємом – на 2,4 %;
- у досліді 2: за масою – на 2,8%; за об'ємом – на 2,6%;
- у досліді 3: за масою – на 0,8%; за об'ємом – на 0,9%.

Проведені експерименти дозволяють зробити відповідні висновки стосовно відкритої пористості бетону, тепла обробка якого відбувалася в досліджуваних умовах.

Висновки. Теплова обробка бетонних і залізобетонних виробів з використанням повітря, нагрітого в колекторі сонячної енергії або в повітронагрівачі, повинна здійснюватися за умови їх гідроізоляції. Спосіб гідроізоляції приймається для кожного випадку окремо.

Установлено, що тепла обробка бетону досліджуваного складу з використанням низькопотенціальних джерел теплоти (нагрітого в колекторі сонячної енергії повітря та теплоти гідратації цементу) не призводить до збільшення водопоглинання бетону. Водопоглинання за об'ємом бетону кубів, твердіння яких відбувалося тільки в повітряних умовах, більше, ніж водопоглинання бетону кубів, твердіння яких відбувалося впродовж першої доби у камері, на 0,9...3,0%.

Тобто при вказаній тепловій обробці не відбувається збільшення відкритої пористості бетону.

Надалі необхідно продовжити дослідження водопоглинання і пористості бетону різного складу, тепла обробка якого здійснюється з використанням повітря, нагрітого в колекторі сонячної енергії або в повітронагрівачі, та теплоти гідратації цементу.

Література

- 1 Акоюн А. В. Гелиотермообработка строительных изделий с исследованием качества получаемой продукции [Текст] / А. В. Акоюн, Е. Ю. Семенова, Т. В. Щукина // Научный вестник воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: высокие технологии. экология. – Воронеж: ВГТУ, 2016. – № 1. – С. 101 – 107.
- 2 Даужанов Н. Т. Эффективность комплексной гелиотермообработки изделий из пенобетона в зависимости от массивности изделий в условиях низких положительных температур [Текст] / Н. Т. Даужанов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2016. – № 11 – 12 (214 – 215). – С. 29 – 31.
- 3 Даужанов Н. Т. Тепло и массообмен при различных технологиях гелиотермообработки железобетона [Текст] / Н. Т. Даужанов, Л. Б. Аруова // Вестник МГСУ. – М.: НИУ МГСУ, 2011. – №. 4. – С. 288 – 292.
- 4 Дудар І. Н. Використання сонячної енергії для термосилової обробки бетону [Текст] / І. Н. Дудар, В. Л. Гарнага, С. В. Яківчук // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – Т. 16, № 1. – С. 48 – 52.
- 5 Дудар І. Н. Економічна ефективність застосування сонячної енергії для термосилової обробки бетону [Текст] / І. Н. Дудар, В. Л. Гарнага, С. В. Яківчук // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – Т. 17, № 2. – С. 21 – 25.
- 6 Заседателев И. Б. Гелиотермообработка сборного железобетона [Текст] / И. Б. Заседателев, Е. Н. Малинский, Е. С. Темкин. – М. : Стройиздат, 1990. – 312с.
- 7 Кугаєвська Т. С. Комбіновані способи геліотермообробки бетонних виробів: монографія [Текст] / Т. С. Кугаєвська. – Полтава: ПолтНТУ, 2017. – 308 с. Електронний ресурс: <http://reposit.pntu.edu.ua/handle/PoltNTU/1494>.
- 8 Кугаєвська Т. С. Метод дослідження процесів теплової обробки бетонних виробів нагрітим повітрям [Текст] / Т. С. Кугаєвська, В. В. Шульгін, В. П. Сопов // Науковий вісник будівництва. – Харків : ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2016. – № 2 (84). – С.245 – 249.
- 9 Кугаєвська Т. С. Метод експериментально-розрахункових досліджень теплової обробки бетонних виробів із використанням теплоти гідратації цементу [Текст] / Т. С. Кугаєвська, В. В. Шульгін, В. П. Сопов // Вісник державної академії будівництва та архітектури. – Одеса : Атлант, 2016. – Вип. № 65. – С. 125 – 131.
- 10 Пат. № 76923 Україна, МПК (2006. 01) С04В 40/00. Устаткування для виготовлення будівельних виробів [Схема] / І. В. Коц, І. Н. Дудар, О. П. Колісник; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет; заявл. 13.06. 12; опубл. 25.01.13, бюл. № 2.
- 11 Подгорнов Н.И. Термообработка бетона с использованием солнечной энергии [Текст] / Н.И. Подгорнов. – М.: АСВ, 2010. – 328 с.
- 12 Kugaevska T. S. Development of methodology forecasting of intensity solidification concrete products in the alternative methods of heat treatment / T. S. Kugaevska

[Text] // Energy, energy saving and rational nature use. – Oradea, Romania : Oradea University Press, 2015. – P. 4 – 52. Електронний ресурс: <http://reposit.pntu.edu.ua/handle/PoltNTU/1536>.

13 Kugaevska T. S. Peculiarities heat exchange in solar collector and in chambers for heat treatment concrete products heated air [Text] / T. S. Kugaevska // The special aspects energy and resource saving. – Oradea, Romania : Oradea University Press, 2015. – P. 78 – 122. Електронний ресурс: <http://reposit.pntu.edu.ua/handle/PoltNTU/1535>.

14 Nadiradze A. Usage of solar energy in the production of concrete and iron concrete [Electronic resource. Text] / A. Nadiradze. – Access mode:[http://www.energyonline.ge/energyonline/images/upload/April%202010/statAnzor%20Nadiradze%20\(eng\).pdf](http://www.energyonline.ge/energyonline/images/upload/April%202010/statAnzor%20Nadiradze%20(eng).pdf)

15 ДСТУ Б В.2.7-46:2010. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови. – К. : Мінрегіонбуд України, 2011. – 25 с.

16 ДСТУ Б В.2.7-170:2008. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 37 с.

17 ДСТУ Б В.2.7-214:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками. – К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 43 с.

*Добровольський І.В., Лях М.М.,
Яцишин Т.М., Сидоренко О.І.
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ЗМЕНШЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ПРИ ЕКСТРИМАЛЬНИХ СИТУАЦІЯХ НА НАФТОГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИНАХ

Під час будівництва, експлуатації та капітального ремонту свердловини в наслідок різних чинників трапляються складні техногенні аварії – відкриті нафтогазові фонтани. Вони потребують для ліквідації великих матеріальних витрат та надлюдських зусиль. Ці аварії здійснюють масштабний негативний вплив на всі складові навколишнього природного середовища, несуть загрозу сільськогосподарським угіддям та населеним пунктам, які розташовані поблизу аварії. Дана дослідницька робота направлена на створення спеціалізованого обладнання для скорочення термінів ліквідації відкритого фонтану та зменшення негативного впливу на довкілля.

Постійно ускладнюються умови розвідувального та експлуатаційного буріння на газ та нафту, так як нові поклади цих природних копалин залягають на території України на глибині більше 5 000 м, розкриваються високодебітні продуктивні горизонти з аномально високими пластовими тисками, тому спеціалістам бурових і експлуатаційних підприємств необхідно вирішувати у короткі терміни складні технічні і організаційні задачі у випадку виникнення газонафтоводопроїв (ГНВП), щоб не допустити відкритого фонтану [1].

Процес ліквідації відкритого фонтану можна поділити на етапи: