

лення переваг і недоліків централізованих та децентралізованих систем теплопостачання з метою визначення технічних і організаційних заходів, що забезпечують підвищення енергоефективності існуючих систем теплопостачання. Крім витратної реконструкції в багатоповерхових житлових будинках існуючих одноконтурних систем опалення на поквартирні системи з індивідуальними приладами обліку теплової енергії, запропонований метод вдосконалення ціноутворення на теплову енергію з урахуванням типу будівлі, виконаних заходів по теплозахисту квартири абонентами.

Ключові слова: енергозбереження, централізовані і децентралізовані системи теплопостачання, поквартирна система опалення, прилад обліку теплової енергії, ціноутворення на теплову енергію.

Taraday O., Bugay V., Shakhnenko, Serhii Fomich
INDIVIDUAL DECENTRALIZATION OF HEAT SUPPLY SYSTEMS OF EXISTING HIGH-RISE

RESIDENTIAL BUILDINGS ON THE BASIS OF ACTIVE HEAT SOURCES. An analysis of the experience of the heat supply systems decentralization in Ukraine is presented, a comparison of the advantages and disadvantages of the centralized and decentralized heat supply systems is presented for the purpose of identifying technical and organizational measures that improve the energy efficiency of existing heat supply systems. In addition to the costly replacement of existing single-pipe heating systems by individual apartment heat meters in high-rise residential buildings, a method for improving the thermal energy price formation is given, taking into account the building type, the measures taken by heat consumers to protect their apartments.

Key words: energy efficiency, centralized and decentralized heat supply systems, individual heat supply system, heat energy meter, thermal energy price formation.

УДК 666.972

Кугаєвська Т.С.,

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка
(вул. Соборності, 42а, Полтава, 36000, Україна; e-mail: strelanebo@ukr.net)*

ПРИСКОРЕННЯ ТВЕРДІННЯ ПЛИТОК БЕТОННИХ ТРОТУАРНИХ БЕЗ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОНОСІЯ

Здійснено теплову обробку плиток бетонних тротуарних та бетонних кубиків у тепловій камері з використанням теплоти гідратації цементу (тривалість теплової обробки – одна доба). Установлено співвідношення між міцністю бетону на стиск, твердіння якого впродовж першої доби відбувалося в тепловій камері (потім – у повітряних умовах), та міцністю бетону на стиск при його твердінні тільки в повітряних умовах (у віці 1, 3, 7, 14 та 28 діб).

Ключові слова: теплова обробка, бетон, теплота гідратації цементу.

Вступ. Енергетичні витрати при тепловій та тепловологісній обробці бетонних і залізобетонних виробів є значними. Тому пошук енергоощадних способів прискорення твердіння цих виробів – пріоритетний напрямок у галузі будівництва.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій. Дослідники значну увагу приділяють розвитку напрямку прискорення твердіння бетонних і залізобетонних виробів без використання теплоносія.

У статті [1] О.В. Романенко, А.А. Плуґіним та В.О. Яковлєвим наведено результати досліджень оптимального вмісту суперпластифікатора для отримання потрібної передаточної міцності залізобетонних шпал при їх виробництві без тепловологісної обробки.

У статті [2] М.М. Руденко і співавтори відображають можливість отримання бетонних виробів з проектними експлуатаційними властивостями без застосування теплової обробки.

У статті [3] Т.М. Петровою із співавторами показано дослідження особливостей безпропарювальної та малопрогрівної технологій виробництва бетонних і залізобетонних виробів. Виділено три основні групи факторів, які визначають набір бетоном високої ранньої міцності: використання комплексних добавок поліфункціональної дії; цілеспрямований вибір цементу і врахування його сумісності з добавками; оптимальна температура твердіння.

У статті [4] В.П. Ложкіним із співавторами наведено результати досліджень

ефективності дії хімічних добавок для виготовлення залізобетонних виробів без теплової обробки.

Гуваловим А.А. та С.І. Аббасовою у статті [5] показано експериментальні дані випробовування бетону (твердіння якого відбувалося при температурі 30°C) з різними комплексними добавками. Ці дослідження спрямовано для впровадження безпропарювальної та малопрогрівної технологій виробництва бетонних і залізобетонних виробів.

Дослідники зважають на вплив температури на інтенсивність твердіння бетону, але не аналізують зміну температури бетонних чи залізобетонних виробів при їх твердінні в камері без використання теплоносія.

У низці робіт показано результати визначення тепловиділення цементу при гідратації (зокрема, в роботах [6 – 12]).

У джерелах [11-13] відображено розвиток методики експериментально-розрахункових досліджень теплової обробки бетонних і залізобетонних виробів з використанням теплоти гідратації цементу. Показано математичне моделювання та експериментальні дослідження процесів теплової обробки виробів з урахуванням того, що підвищення їх температури при твердінні в камері відбувається:

– внаслідок наявності теплоти гідратації цементу (якщо початкова температура виробів не нижча, ніж: температура конструкцій, що огорожують камеру; температура обладнання для розподілу теплоносія в холодний період року);

– внаслідок наявності теплоти гідратації цементу, а також: теплообміну з конструкціями, що огорожують камеру; теплообміну з обладнанням для розподілу теплоносія в холодний період року (якщо впродовж досліджуваного терміну теплової обробки температура виробів буде нижчою, ніж температура вказаних конструкцій та обладнання).

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. У джерелах [11-13] наведено експериментальні дані стосовно кінетики набору міцності бетоном при тепловій обробці з використанням

теплоти гідратації цементу. У проведених дослідях [11-13] відбувалася тепла обробка із використанням теплоти гідратації цементу або плиток бетонних тротуарних або кубиків. Розміри плиток не відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-214:2009 [14] стосовно визначення нормованих показників міцності бетону. Але доцільно здійснити порівняння кінетики набору міцності бетоном зразків нормованих розмірів і плиток у досліджуваних умовах.

Примітка. Слід підкреслити, що при довільній тепловій чи тепловологісній обробці бетонних (залізобетонних) виробів відбувається тепловиділення при гідратації цементу. Розглядаються ті випадки, коли теплоносії не застосовується.

Постановка завдання. Мета роботи:

– здійснити одночасно теплову обробку плиток бетонних тротуарних та бетонних кубиків у тепловій камері впродовж доби з використанням теплоти гідратації цементу;

– встановити співвідношення між міцністю бетону на стиск при його твердінні першу добу в тепловій камері (потім – у повітряних умовах), та міцністю бетону на стиск при його твердінні тільки в повітряних умовах (у віці 1, 3, 7, 14 та 28 діб).

Основний матеріал і результати.

Досліджується тепла обробка плиток бетонних тротуарних та бетонних кубиків із використанням теплоти гідратації цементу.

Матеріали та методи дослідження

Склад бетону: 1:1,85:3,45; Ц = 349,1 кг/м³; П = 646,8 кг/м³; Щ = 1205,3 кг/м³; В/Ц = 0,5; у складі бетону – суперпластифікатор (вміст добавки – згідно з рекомендаціями виробника); використано портландцемент ПЦ І-500-Н (ДСТУ Б В.2.7-46:2010), виробник – АО «Свроцемент-Україна» (місто Балаклія Харківської області).

Теплова камера (рис. 1-3) є складовою частиною установки, в якій здійснюється тепла обробка плиток бетонних тротуарних та бетонних кубиків із використанням: 1) нагрітого повітря та теплоти гідратації цементу (плитки і кубики гідроізолювано); 2) теплоти гідратації цементу.

У тепловій камері – три висувні полиці, на яких було розміщено 24 плитки (20×10×4 см) та 16 кубиків

(10×10×10 см). Форми для виготовлення кубиків – спарені: в одній формі – два кубика. Тривалість твердіння плиток і кубиків у камері – одна доба.



Рис. 1. Теплова камера (стадія виготовлення)



Рис. 2. Теплова камера (загальний вигляд)



а)



б)

Рис. 3. Теплова камера:

а) розміщення плиток на полиці; б) теплоізоляція отворів

Результати досліджень

За допомогою термопар з’ясовано, що:

– середня початкова температура бетону плиток і кубиків дорівнювала 18,5°С;

– температура бетону плиток і кубиків упродовж 4,5 год підвищилася в середньому на 1,5°С;

– через 20 год твердіння в камері температура бетону плиток першого (нижнього) ряду дорівнювала 22,3°С, температура бетону плиток другого ряду дорівнювала 22,5°С, температура бетону кубиків становила 23,6°С;

– через 24 год твердіння в камері температура бетону плиток першого та другого рядів дорівнювала 23,3°С, температура бетону кубиків становила 24,1°С.

На рис. 4, 5 відображено температуру поверхонь бетонних кубиків і плиток (та інших поверхонь камери), визначену за допомогою тепловізора testo 875-2i після відкриття кришки камери.

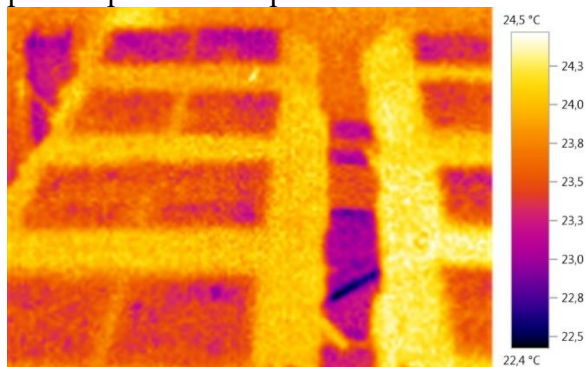


Рис. 4. Розподіл температури всередині камери після відкриття кришки (фрагмент № 1)

Слід урахувати, що під час вимірювань температури за допомогою тепловізора до камери надходило зовнішнє (відносно середовища камери) повітря, наявність якого в певній мірі впливало на визначені показники.

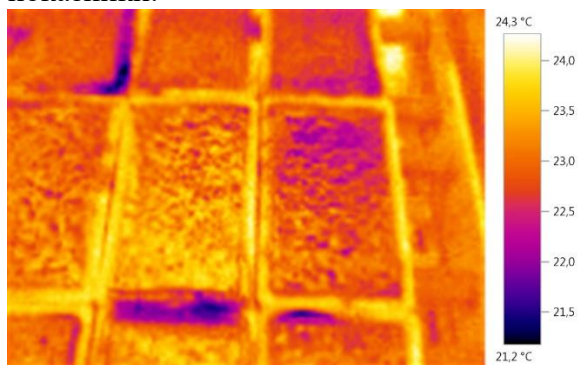


Рис. 5. Розподіл температури всередині камери після відкриття кришки (фрагмент № 2)

Міцність на стиск бетону кубиків, твердіння яких першу добу відбувалося в

камері (потім – у повітряних умовах). у віці 1 доби в 1,29 разу перевищувала міцність на стиск бетону кубиків, твердіння яких відбувалося в повітряних умовах, у віці 3 дів – в 1,16 разу, у віці 7 дів – в 1,08 разу. У віці 14 та 28 дів різниця між указаними показниками відсутня.

Обговорення результатів досліджень

Під час твердіння в камері плиток бетонних тротуарних і бетонних кубиків підвищення їх температури здійснювалося внаслідок тепловиділення при гідратації цементу, а упродовж перших кількох годин – також внаслідок теплообміну з конструкціями, що огорожують камеру, та теплообміну з обладнанням камери (початкова температура конструкцій і обладнання перевищувала температуру бетону і форм).

Плитки і кубики (останні тверділи в спарених формах) мають різні модулі поверхонь. Цей чинник впливає на інтенсивність теплообміну з навколишнім середовищем. Маса металевих форм кубиків значно перевищує масу пластикових форм плиток. Цей фактор обумовлює різницю між витратами теплоти на нагрівання вказаних форм.

У наведеному досліді наявна різниця між температурами бетону плиток і кубиків при їх твердінні в камері: через 20 год середня температура бетону плиток на 5,1% була нижчою, ніж температура бетону кубиків; через 24 год середня температура бетону плиток на 3,3% була нижчою, ніж температура бетону кубиків. Указана різниця не є значною, але її наявність свідчить про те, що інтенсивність твердіння бетону плиток менша, ніж інтенсивність твердіння бетону кубиків (кубики призначено для визначення міцності бетону та інших його властивостей згідно з вимогами норм).

Висновки.

1. Встановлено для досліджуваних умов, що:

– теплова обробка бетону із використанням теплоти гідратації цементу призводить до збільшення міцності бетону на стиск на початковій стадії твердіння: міцність на стиск бетону кубиків, твердіння яких першу добу відбувалося в тепловій камері (потім – у повітряних умовах), у віці 1

доби в 1,29 разу перевищувала міцність на стиск бетону кубиків, твердіння яких відбувалося в повітряних умовах, у віці 3 дів – в 1,16 разу, у віці 7 дів – в 1,08 разу; у віці 14 та 28 дів різниця між указаними показниками відсутня;

– співвідношення між міцністю на стиск бетону плиток, твердіння яких відбувалося першу добу в тепловій камері (потім – у повітряних умовах), та міцністю на стиск бетону плиток, твердіння яких відбувалося в повітряних умовах, незначно відрізняється від аналогічного співвідношення для кубиків у досліджувані терміни.

2. У проведених експериментах різниця між температурами тверднучих плиток бетонних тротуарних і бетонних кубиків при їх одночасній тепловій обробці відрізнялася незначно. Разом з тим існує вірогідність того, що в певних випадках температура тверднучих у тепловій камері бетонних чи залізобетонних виробів при їх тепловій обробці з використанням тільки теплоти гідратації цементу може значно відрізнятися від температури тверднучих у цій камері бетонних зразків (призначених для встановлення міцності та інших властивостей бетону згідно з вимогами норм). Відповідно: міцність бетону виробів і зразків після їх розпалублення буде відрізнятися суттєво; відрізнятимуться в певній мірі й інші властивості бетону виробів і зразків. На указані фактори необхідно зважати при аналізі отриманих даних.

3. Необхідно продовжити дослідження стосовно визначення впливу різниці між температурами бетонних (залізобетонних) виробів і зразків (які мають обумовлені в нормах форми і розміри) при їх тепловій обробці з використанням тільки теплоти гідратації цементу. Мета досліджень – узагальнення отриманих даних і надання відповідних рекомендацій.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Романенко О. В. Уточнення оптимальної витрати добавки суперпластифікатора при виробництві залізобетонних шпал без тепловологісної обробки / О. В. Романенко, А. А. Плугін, В. О. Яковлев // Зб. наук. праць УкрДАЗТ. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – № 115. – С. 97 – 103.
2. Руденко Н. Н. Особенности процесса структурообразования активированной цементной

- матрицы бетона / Н. Н. Руденко, Д. В. Руденко, В. В. Пунагин // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Д.: ДНУЗТ, 2004. – № 3. – С. 150 – 153.
3. Принципы выбора комплексных добавок для беспропарочной технологии производства бетона и железобетона / Т. М. Петрова, А. Ф. Серенко, М. И. Милачев, Д. М. Милачев // Строительные материалы. – 2010. – № 7. – С. 62 – 63.
 4. Ложкин В. П. Производство сборного железобетона без тепловой обработки / В. П. Ложкин, В. Л. Марцинкевич, И. В. Велецкий // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 6. – С. 103 – 106.
 5. Гувалов А. А. Новые добавки для беспропарочной технологии производства бетона / А. А. Гувалов, С. И. Аббасова // Технологии бетонов. – 2014. – № 8 (97). – С. 39 – 41
 6. Запорожец И. Д. Тепловыделение бетона / И. Д. Запорожец, С. Д. Огороков, А. А. Парийский. – Л.– М.: Изд-во л-ры по стр-ву, 1966. – 314 с.
 7. Мчедлов-Петросян О. П. Тепловыделение при твердении вяжущих веществ и бетонов / О. П. Мчедлов-Петросян, А. В. Ушеров-Маршак, А. М. Урженко. – М.: Стройиздат, 1984. – 224 с.
 8. Ушеров-Маршак А. В. Калориметрия цемента и бетона: избранные труды / под. ред. А. В. Ушерова-Маршака. – Харків: Факт, 2002. – 183 с.
 9. Лівша Р. Я. Оцінка екзотермії на ранній стадії тверднення цементобетонного покриття / Р. Я. Лівша, Л. О. Карасьова. // Вісник НУ «Львівська політехніка». – Львів: «Львівська політехніка», 2007. – № 602. – С. 130 – 134.
 10. Павлюк В. В. Оцінка тепловиділення цементу загальнобудівельного призначення, модифікованого хімічними добавками / В. В. Павлюк, Л. В. Терещенко, К. В. Бондар // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. пр. – Рівне : НУВГП, 2010. – Вип. 20. – С. 82 – 87.
 11. Кугаєвська Т.С. Комбіновані способи геліотермообробки бетонних виробів: монографія / Т.С. Кугаєвська. – Полтава: ПолтНТУ, 2017. – 308 с. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://reposit.pntu.edu.ua/handle/PoltNTU/1494>.
 12. Kugaevska T.S. Development of methodology forecasting of intensity solidification concrete products in the alternative methods of heat treatment / T.S. Kugaevska // Energy, energy saving and rational nature use. – Oradea, Romania: Oradea University Press, 2015. – P. 4 – 52. – [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://reposit.pntu.edu.ua/handle/PoltNTU/1536>.
 13. Кугаєвська Т.С. Метод експериментально-розрахункових досліджень теплової обробки бетонних виробів із використанням теплоти гідратації цементу / Т.С. Кугаєвська, В.В. Шульгін, В.П. Сопов // Вісник державної академії будівництва та архітектури. – Одеса: Атлант, 2016. – Випуск 65. – С. 125 – 131. – [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://reposit.pntu.edu.ua/handle/PoltNTU/1484>.
 14. ДСТУ Б В.2.7-214:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками. – К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 43 с.

Кугаевская Т.С. УСКОРЕНИЕ ТВЕРДЕНИЯ ПЛИТОК БЕТОННЫХ ТРОТУАРНЫХ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Осуществлено тепловую обработку плиток бетонных тротуарных и бетонных кубиков в тепловой камере с использованием теплоты гидратации цемента (длительность тепловой обработки - одни сутки). Установлено соотношение между прочностью бетона на сжатие, твердение которого происходило первые сутки в теплой камере (потом - в воздушных условиях), и прочностью бетона на сжатие при его твердении только в воздушных условиях (в возрасте 1, 3, 7, 14 и 28 суток).

Ключевые слова: тепловая обработка, бетон, теплота гидратации цемента.

Kugaevska T.S. ACCELERATION OF THE SOLIDIFICATION OF PLATES OF CONCRETE TROTUAR WITHOUT A HEATER

Heat treatment of concrete paving slabs and cubes in a thermal chamber with the use of heat of hydration of cement (duration of heat treatment - one day) is carried out. A correlation was established between the strength of concrete, hardening of which occurred the first day in a warm chamber, then in air conditions, and the strength of concrete when hardened only in air (aged 1, 3, 7, 14 and 28 days).

Keywords: heat treatment, concrete, heat of hydration of cement.