

КАЛОРИМЕТР ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТЕПЛОТИ ГІДРАТАЦІЇ

В. В. Швець, М. А. Іскра, Ю. В. Арапова, О. С. Баранюк

Наведено спосіб виготовлення бетонних виробів, який потребує постійного контролю ступеня гідратації цементу. Розглянуті методи контролю гідратації цементу. Запропоновано експериментальну установку калориметра для вимірювання теплоти, що виділяється при гідратації. Розглянуто його будову і принцип роботи.

Приведен способ изготовления бетонных изделий, который требует постоянного контроля степени гидратации цемента. Рассмотрены методы контроля гидратации цемента. Предложена экспериментальная установка калориметра для измерения теплоты, выделяющейся при гидратации. Рассмотрены его устройство и принцип работы.

Method of manufacturing concrete products, which requires constant monitoring of hydration degree of cement. Methods for monitoring cement hydration. The research setting calorimeter to measure the heat released during hydration. Consider its structure and working principle.

Постановка проблеми

В умовах виробництва контролювати процес гідратації цементу надзвичайно складно. Це призводить до не оптимізованих впливів на бетонну суміш, що, в свою чергу, веде до збільшення витрат енергії на формування заданих фізико-механічних властивостей бетонних виробів.

Отже, використання засобів контролю процесу гідратації дозволить повніше використовувати в'язучі властивості цементу, оптимізувати параметри механічних впливів та отримувати більш якісні вироби.

Метою роботи є вдосконалення способів контролю гідратації цементу шляхом використання калориметрів для вимірювання теплоти, що виділяється в процесі тужавлення.

Основна частина

Відомий спосіб виробництва бетонних виробів, який включає укладання бетонної суміші в форму, її ущільнення та наступний повторний періодичний вібровплив з одночасним вимірюванням електричного потенціалу суміші, що твердіє, причому кожен період вібровпливу починається при максимальному його значенні та закінчують при мінімальному, а періодичний вплив зупиняють при досягненні постійного значення електричного потенціалу. Схематично якісний графік процесу показаний на рис. 1. [1]

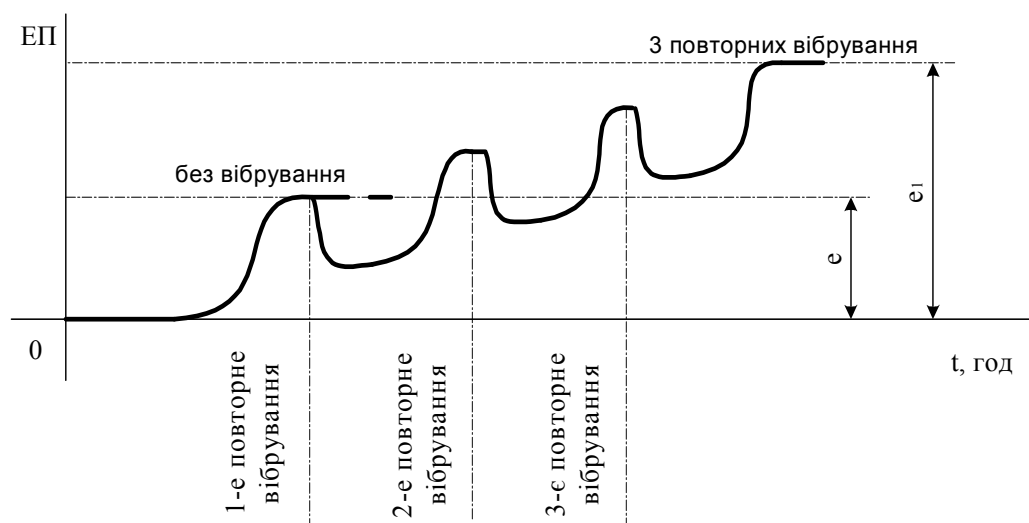


Рис. 1. Ріст енергетичного потенціалу бетонної суміші при повторному вібруванні

В період гідратації, навколо частинок цементу, утворюється прошарок електронів, електричний потенціал системи зростає. Цей процес продовжується до моменту, коли навколо кожної частинки в'язучого утворюється сольватна оболонка (рис. 2), яка перешкоджає подальшій взаємодії цементу з водою. В цей час за допомогою вібрації руйнуються сольватні оболонки і процес відновлюється. Цикл повторюють до такого періоду, коли після чергового вібрування, спад електричного потенціалу не відбудеться. Це означає, що в бетонній суміші в реакцію з водою вступили усі можливі частинки цементу, тобто відбулась повна (можлива) гідратація. [1]

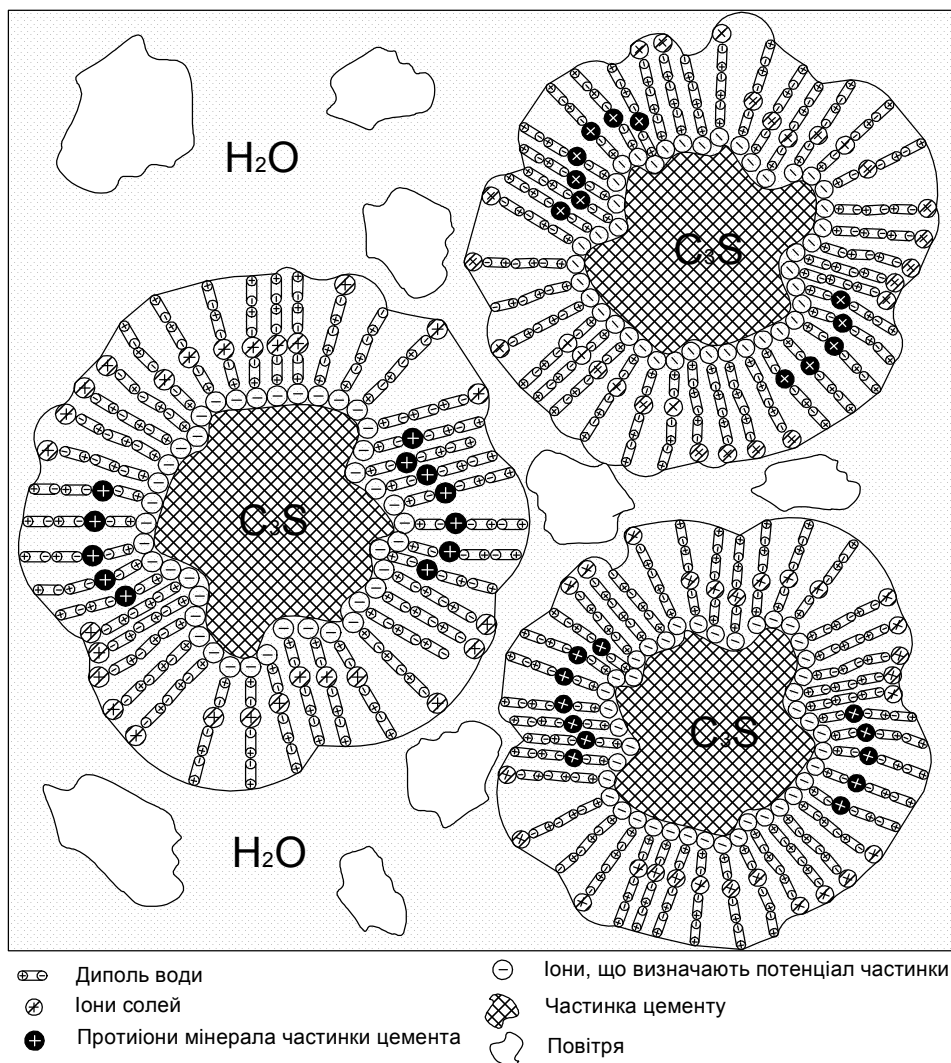


Рис. 2. Схема утворення електричних шарів навколо частинки цементу в період гідратації

Визначити енергетичний потенціал в процесі виробництва технічно складно через надзвичайно малі вимірювані величини. Величина зміни температури, порівняно, значно більша, і відслідкувати її в умовах виробництва простіше.

У роботі запропонована експериментальна установка для визначення температури гідратації цементу, що дасть можливість контролювати та регулювати структуроутворення цементного каменю.

Опис експериментальної установки

Основним вузлом калориметричного стенда (рис. 1) є калориметр К. Електрокалориметр являє собою посудину, частково заповнену фреоном. У паровій частині розташований змійовик И, що служить випарником холодильної машини, в рідкому фреоні – електричний нагрівач НГ. [2]

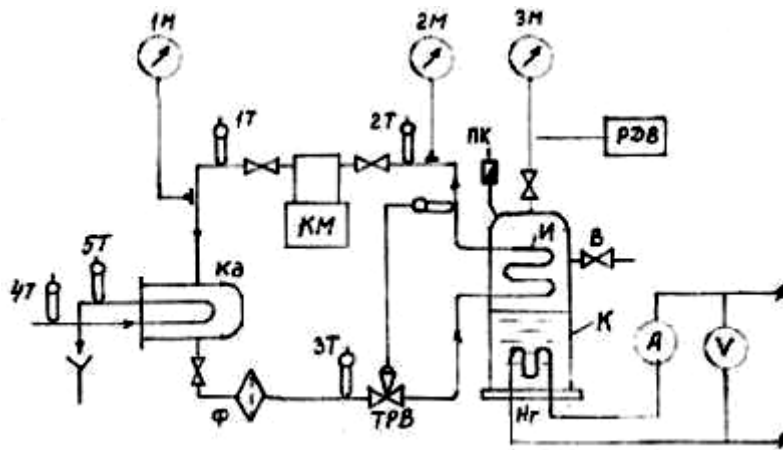


Рис. 1. Схема калориметричного стенда для випробування компресорів на холодопродуктивність

Фреон кипить у посудині і конденсується на трубах випарного змійовика. Тиск кипіння і перегрів пари, що всмоктується компресором, підтримуються регулюванням кількості подаваного в змійовик рідкого холодильного агента та потужності електричного нагрівача. Через зарядний вентиль В калориметр заряджають вторинним холодильним агентом. Перед тим як підключити балон з фреоном до вентиля, корпус калориметра вакуумують через вентиль В, потім вентиль В закривають і від'єднують вакуумний насос. До зарядки калориметра фреоном відкривають вентиль на балоні і фреоном витісняють повітря з трубки (шланга), що з'єднує вентиль на балоні з вентилем В, попередньо послабивши гайку на вентилі В, після чого гайку обтискають. Щодо заповнення калориметра фреоном судять з оглядового скла або за вказівником рівня. Потім закривають вентиль В і вентиль на балоні і від'єднують зарядну трубку. На вільний штуцер вентиля В ставлять заглушку.

Тиск в корпусі калориметра (тиск парів вторинного холодильного агента) контролюють за показаннями манометра 3М.

При роботі холодильної машини фреон в калориметрі охолоджується і тиск у ньому падає. При включенні нагрівача тиск у калориметрі зростає. Якщо в калориметрі встановився постійний тиск, то це значить, що вироблення холоду машини дорівнює теплопритоку від нагрівача. Теплоприток нагрівача визначається його потужністю, тобто добутком показників амперметра А і вольтметра V. Ця потужність і показує холодопродуктивність компресора при сталій температурі кипіння t_0 (при тиску за манометром 2М). Для визначення холодопродуктивності компресора при інших температурах кипіння збільшують або зменшують потужність нагрівача лабораторним автотрансформатором (Латрі), поки не встановиться потрібний тиск P_0 [3, 4].

Реле тиску РДВ (рис. 2) відключає нагрівач при тиску в корпусі калориметра 10, 11 бар (що може статись у разі поломки або відключення холодильної машини).

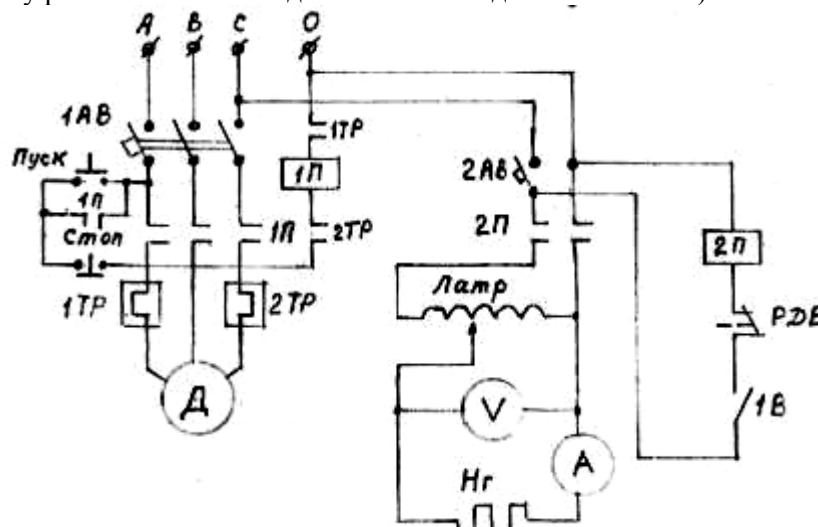


Рис. 2. Електрична схема калориметричного стенда

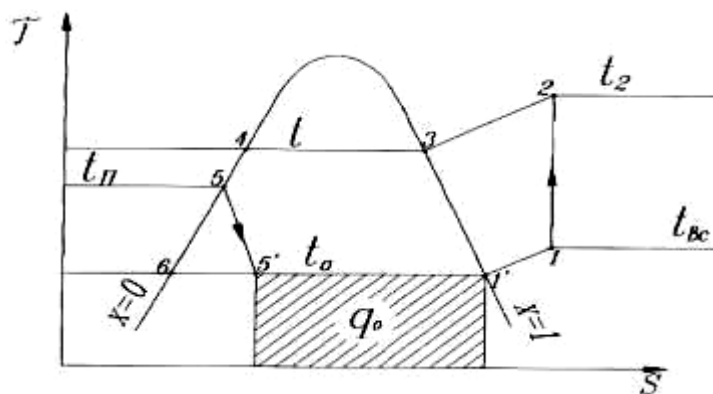


Рис. 3. Цикл холодильної машини в S-T-діаграмі

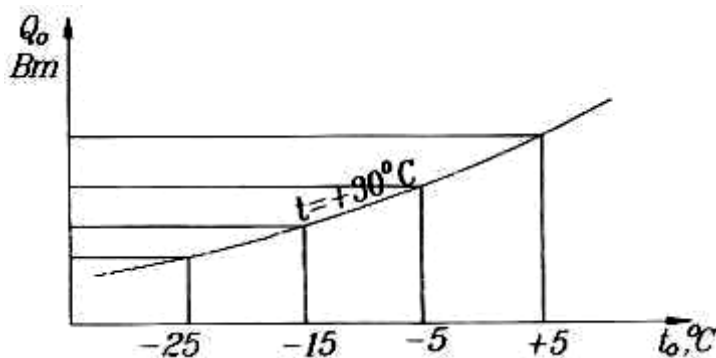


Рис. 4. Графік залежності $Q_0 = f(t_0)$ при $t = const$

Висновки

- Застосування способів контролю процесів гідратації у виробництві бетонних виробів дозволить оптимізувати та узгодити багатofакторні технологічні впливи на бетонну суміш в процесі її структурування;
- Використання калориметрів дозволить полегшити контроль процесу гідратації цементу.

Використана література

1. Швець В. В. Вдосконалення технології дрібнорозмірних бетонних виробів способом вібраційних вітросилових впливів: дис. ... к.т.н.: 05.23.05 / Швець Віталій Вікторович. – Вінниця, 2005. – 139 с.
2. «Еліс» – лабораторне обладнання. Режим доступу: http://www.ellis-ltd.com.ua/?do=equipments&cat_id=1&rub_id=26&id=109.
3. Владивостокский государственный университет экономики и сервиса. Режим доступу: http://abc.vvsu.ru/Books/t_Kond_ref/page0005.asp.
4. «ТемпСтройСистема» – надійне обладнання і матеріали для будівництва. Режим доступу: http://stroy-mag.ru/cash/ib1/ib1011_00029.html.

Швець Віталій Вікторович – к.т.н., доцент кафедри містобудування та архітектури Вінницького національного технічного університету.

Искра Марина Аркадійвна – студентка Вінницького національного технічного університету.

Арапова Юлія Вікторівна – студентка Вінницького національного технічного університету.

Баранюк Олександр Сергійович – студент Вінницького національного технічного університету.