

БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ

УДК 666.97.035

**АНАЛІЗ БАГАТОФАКТОРНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВПЛИВІВ
НА БЕТОН, ЩО ТВЕРДНЕ**

В. В. Швець, Л. В. Кривенко, М. А. Іскра

Розглянута можливість використання комплексного взаємоузгодженого вібраційного термосилового впливу на бетон виробів з використанням хімічних добавок для одержання спеціальних високоміцних бетонних виробів.

Рассмотрена возможность использования комплексного согласованного вибрационного термосилового влияния на бетон изделий с использованием химических добавок для получения специальных высокопрочных бетонных изделий.

Consider using a complex vibration termosylovoho mutually influencing concrete products with chemical additives to obtain special high concrete products.

Вступ

В нашій кліматичній зоні протягом п'яти холодних місяців спостерігаються часті різкі зміни температури, що приводить до змінного замерзання-розмерзання води, поглинутої дорожними бетонними виробами. Це зумовлює найбільший руйнівний вплив на бетонний камінь.

Найкращий способом подовжити термін експлуатації бетонних виробів – захистити їх від зволоження. Але для таких виробів як тротуарна плитка та дорожні камені застосувати гідроізоляцію або неможливо, або надзвичайно дорого. Тому перед нами постає задача збільшити морозостійкість бетонних виробів шляхом зменшення пористості виробів та збільшенням їх міцності.

Істотно розкрити резерви міцності бетону та підвищити його довговічність і морозостійкість виявляється можливим шляхом комплексного впливу на бетонну суміш різними факторами. Через складність одержання дослідних зразків, виявилися не вивченими багато особливостей цього бетону.

На сьогодні розроблено багато способів технологічного впливу на бетонну суміш. Основними факторами впливу є: тиск, температура, вібраційний вплив, хімічні добавки. Кожен з факторів здійснює свою функцію і приводить до зміни структури бетонних виробів.

Основна частина

Тиск і вібрування максимально ущільнюють суміш, за рахунок зближення частинок між собою і заповнювачами, утворюючи міцний кам'яний каркас з малою кількістю пор і пустот. Використання самого лише тиску підходить для формуванні і ущільнення твердих (малотекучих) бетонних сумішей. Ущільнення текучих сумішей ускладнюється тим, що при збільшенні вологості, тертя між частинками зменшується і це заважає виходу повітря з суміші. Це призводить до защемлення всередині виробу повітря і після зняття тиску спричиняє утворення мікротріщин [1].

Для рівномірної компресії суміші необхідно, щоб стисканню передувало вібрування, яке передбачає компактне розміщення зерен заповнювача і цементних частинок.

Багато дослідників і досі вважають вібрацію механічним методом ущільнення бетонної суміші, не враховуючи впливу на фізико-хімічні процеси, що відбуваються при твердненні. Вібрування суміші сприяє активізації коагуляційного ущільнення цементного гелю, гомогенізації бетонної суміші в цілому. В процесі ущільнення усувається вплив сили тертя між частинками і відбувається тиксотропне розрідження цементної маси, яка набуває властивостей важкої рідини. У такій розрідженій суміші частинки ущільнюються під дією сили тяжіння і защемлене повітря виділяється на поверхню.

Повторне вібрування застосовують для прискорення процесу структуроутворення. Він зумовлений від'ємним тиском у мікропорах і капілярах бетону, що твердне. Тиск створюється вивільненням з пор вільної ізольованої води і частковим її переходом у вільну гравітаційну воду. Внаслідок цього відбувається додаткове ущільнення суміші за рахунок зменшення об'ємів, у яких знаходилась вода, зменшення капілярів, які підвищують водопроникність бетону, а отже знижують міцність і морозостійкість.

Комплексна дія статичних і динамічних навантажень передбачає більший обсяг цементного гелю для того, щоб внаслідок стискання суміші, зерна заповнювача не контактували між собою, тому що це призводить до роздроблення зерен і є причиною зниження міцності готового виробу.

Температура використовується для активізації хімічних процесів, що відбуваються в бетоні на ранніх стадіях тверднення. Термічний вплив на бетон, що твердне, має поряд з позитивними ще й негативні впливи.

Основним недоліком термічної обробки виробів є погіршення їх структури. Це відбувається внаслідок розширення нагрітої парогазової суміші, яка підвищує пористість бетонів, і розширення самої бетонної суміші, що створює додатковий внутрішній тиск і призводить до деструктивних процесів. Щоб запобігти цьому необхідно поступово нагрівати і охолоджувати суміш, поряд з нагріванням застосовувати зовнішнє привантаження.

Зі збільшенням температури зменшується рухливість бетонної суміші, а збільшення водоцементного відношення призводить до збільшення пористості виробів, як наслідок – зменшення міцності. Дослідження показали що пресування краще проходить в розчинонасичених сумішах внаслідок кращої передачі навантаження на всі частини суміші.

Зразки виготовлені при $V/C=0,35-0,40$ і оптимальних параметрах вібраційного термосилового впливу (ВТСВ) мають міцність на 160 % вищу, ніж зразки, які тверднули при звичайних умовах [2]. Отже, максимальна міцність досягається при наведених вище показниках V/C , проте вміст води можна зменшити не змінюючи при основні технологічні параметри суміші, шляхом введення хімічних добавок, зокрема пластифікаторів. При їх використанні оптимальна кількість води – та, яка необхідна для забезпечення процесів гідратації, а необхідна рухливість забезпечується добавкою.

Зовсім невелика кількість пластифікуючої добавки може забезпечити економію цементу, збільшити міцність і морозостійкість виробів. Крім того, використання добавки дозволить скоротити термін набору розпалубної міцності бетонного виробу, більш ефективно використовувати вплив вібрації та температури, що приведе до скорочення терміну прогріву виробу, а отже до економії енергетичних ресурсів.

На сьогодні найбільш широко використовувані технології виробництва бетонних виробів це – найбільш ефективна – вібропресування з використанням хімічних добавок та гіперпресування; найдешевша – вібролиття.

Основним недоліком даних технологій є надзвичайно висока вартість обладнання та його швидка зношуваність.

Запропонована нами схема виготовлення бетонних виробів (рис. 1) передбачає додавання хімічної добавки у нагріту воду та її подальше перемішування з рештою компонентів. На етапі формування і ущільнення суміші здійснюється вібрування з привантаженням і нагрівання. Вже сформований виріб піддається повторному вібруванню.

Попередні дослідження проведені нами за допомогою вібраційної термосилової установки (рис. 2) показали значний ефект від застосування хімічних добавок при ВТСВ.

Технологічний процес складається з наступних операцій:

1. Приготування бетонної суміші:

- доставка компонентів суміші – цемент, щебінь, пісок;
- підігрівання води;
- додавання у воду хімічної добавки;
- підготовка складових бетонної суміші – просіювання на ситах, відбирання фракції щебеню 5-20 мм, та піску 0,14-2,5 мм.
- дозування матеріалів за допомогою вагових дозаторів – склад бетонної суміші $C:P:Щ=1:1,67:2,56$, $V/C=0,4$;
- змішування компонентів за допомогою бетонозмішувача.

2. Підготовка форм:
 - очищення від бруду та бетону, що прилип до металу форм;
 - змащення спеціальним маслом для полегшення розбирання форми після виготовлення виробу;
 - збирання форм.
3. Укладання бетонної суміші у форму.
4. Укладання форми у установку.
5. Віброформування виробу ($\omega=50-120$ Гц, $A=0,3-0,6$ мм) протягом 2 хв.
6. Привантаження бетонної суміші $P_0 = 0,15$ МПа.
7. Повторне вібрування проводиться кожних 0,5 год. по 1 хв., протягом всього терміну знаходження виробу у ВТСУ.
8. Вмикається нагрівання. Швидкість нагрівання $30-35$ °С/год до температури 85 °С, тривалість 2,5-2,75 год. Після чого нагрівання припиняється і бетон остигає в установці під тиском до температури 55 °С. Загальна тривалість процесу 5 год.
9. Знімання тиску та розпалублення.
10. Складування виробів.

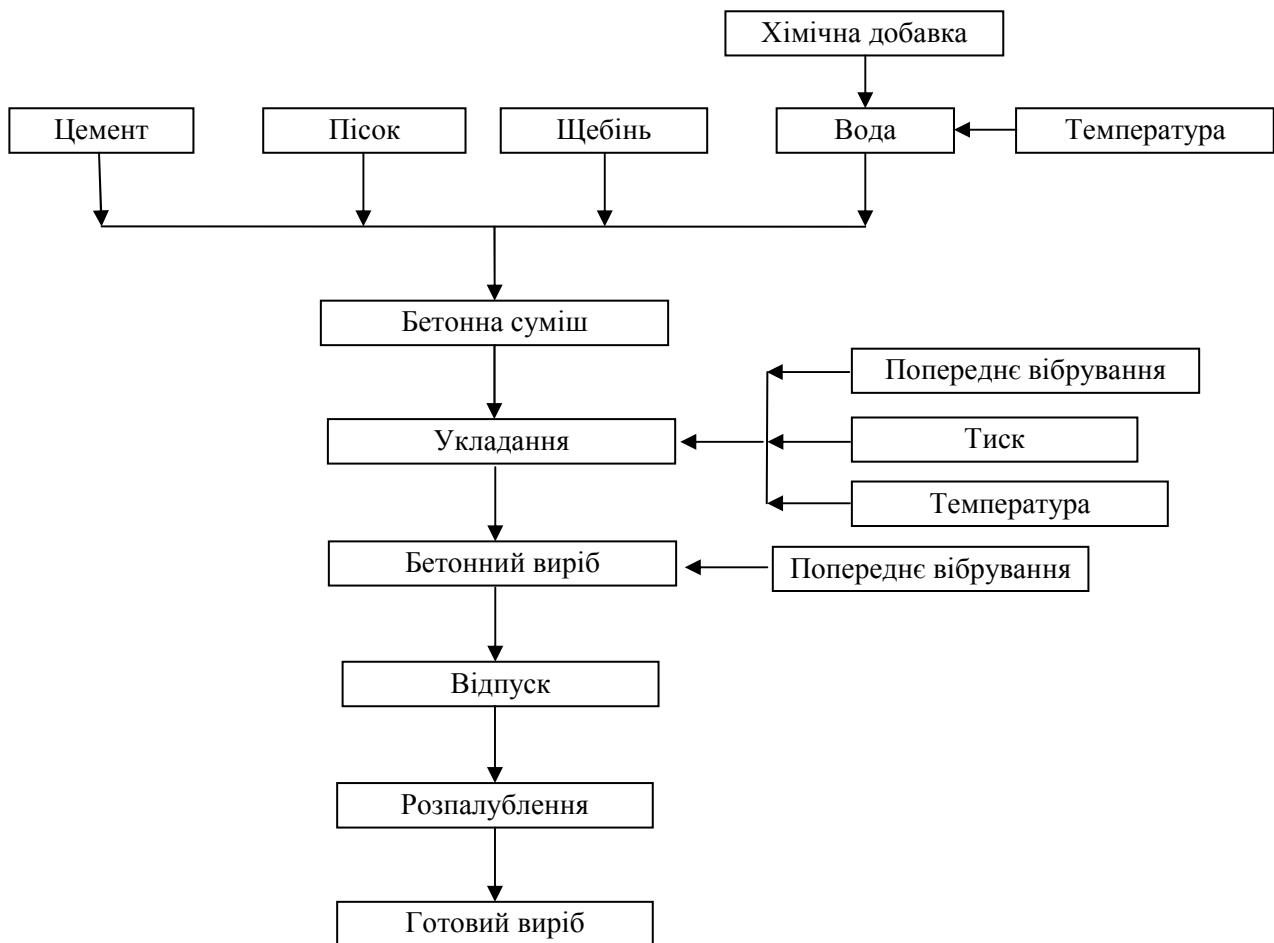


Рис. 1. Схема виробництва бетонних виробів при комплексному впливі тиску, температури, хімічних добавок, попереднього та повторного вібрування

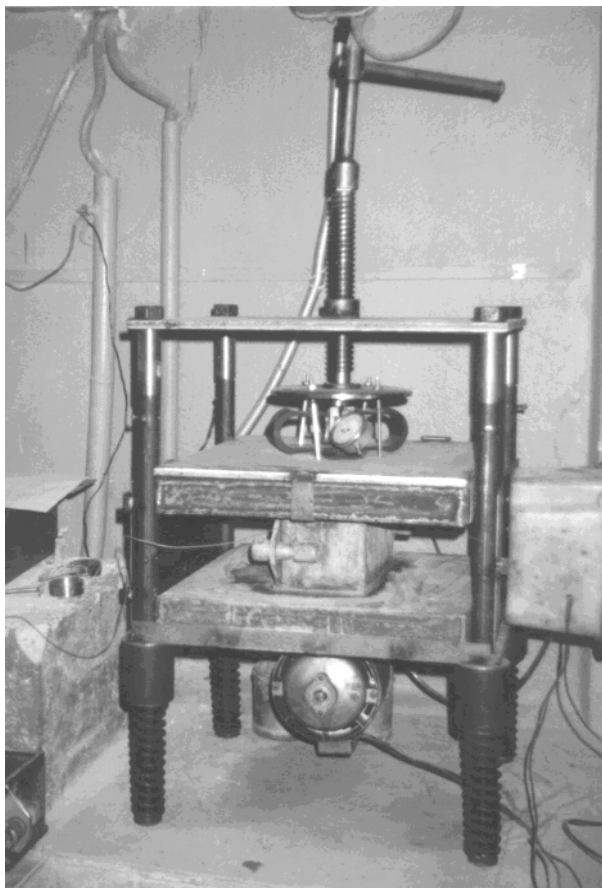


Рис. 2. Лабораторна вібротермосилова установка

Висновки

- Застосування вібраційного термосилового впливу в сполученні з впливом хімічних домішок приводить до збільшення міцності бетонних виробів при забезпеченні відповідних параметрів ВТСВ.
- При використанні домішок зменшується тривалість теплової обробки бетонного виробу за рахунок чого суттєво зменшуються витрати енергії.
- Подальші дослідження будуть спрямовані на визначення нових або корегування існуючих режимів ВТСВ за умови дії хімічної добавки.

Список літератури

1. Швець В. В. Вдосконалення технології дрібнорозмірних бетонних виробів способом вібраційних термосилових впливів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.23.05 «Будівельні матеріали і виробы» / В. В. Швець. – Вінниця, 2005. – 20 с.
2. Дудар І. Н. Термосилова технологія бетону / І. Н. Дудар. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2001. – 146 с.

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

Кривенко Лілія Василівна – к.т.н., старший викладач кафедри містобудування та архітектури Вінницького національного технічного університету.

Искра Марина Аркадіївна – студентка Вінницького національного технічного університету.