

Для дуже мілких включень, розмір яких можна знехтувати, одиниця в формулі (7) зникає. Якщо прийняти $V_k=1$, то остаточно для міжцентрової відстані між частинками [7] маємо:

$$A=\sqrt[3]{\pi \cdot d_n^3/6 \cdot C_{nv}} = d_n \cdot \sqrt[3]{\pi/6 \cdot C_{nv}} = 0,806 \cdot d_n \cdot \sqrt[3]{1/C_{nv}} \quad (8)$$

або для між часткової відстані (рис. 2):

$$X=0,806 \cdot d_n \cdot \sqrt[3]{1/C_{nv}} - d_n \quad (9)$$

Як бачимо, для розрахунку середньої відстані між самими великими включеннями не потребує значень розміру частинок матричного матеріалу і не потрібні значення розрахункової кількості частин наповнювача і в'язучого.

Висновки

- Науково обґрунтована можливість отримання високоміцних тонкозернистих цементних порошкових бетонів, в тому числі, дисперсно-армованих, виготовлених із бетонної суміші з тонкими фракціями кварцового піску, з реакційно-активними порошками гірський порід і мікрокремнеземом.

- Проаналізована топологічна структура порошкових бетонів, в тому числі, дисперсно-армованих на основі композиційних в'язучих. Отримані моделі їх структури, з визначенням відстані між грубими частинками бетону.

ЛІТЕРАТУРА

1. Баженов Ю.М. Повышение эффективности и экономичности технологии бетонов // Бетон и железобетон. – 1988. – №9. – С. 14–16.

2. Баженов Ю.М. Технология бетона // издательство Ассоциации высших учебных заведений, М.: 2002. – 500 с.

3. Баженов Ю.М. Бетоны повышенной долговечности // Строительные материалы. – 1999. – № 7–8. – С. 21–22.

4. Калашников С. В. и др. Топология композитных и дисперсно-армированных систем // Материалы МНТК композиционные строительные материалы. Теория и практика. – Пенза, ПДЗ, 2005. – С. 79–87.

5. Калашников В.И., Калашников СВ. К теории твердения композиционных цементных вяжущих. Материалы международной научно-технической конференции «Актуальные вопросы строительства» Т.3. Изд. Мордовского гос. университета, 2004. – С 119–123.

6. Демьянова В.С., Калашников СВ., Калашников В.И. и др. Реакционная активность измельченных горных пород в цементных композициях. Известия ТулГУ. Серия “Строительные материалы, конструкции и сооружения”. Тула. 2004. Вып. 7. – С. 26–34.

7. Демьянова В.С. Калашников СВ., Казина Г.Н., Тростянский В.М. Многокомпонентные дисперсно-армированные бетоны с улучшенными эксплуатационными свойствами // Международная научно-практическая конференция. Девятые Академические чтения РААСН “Достижения, проблемы и перспективные направления развития теории и практики строительного материаловедения” - Казань, 2006. – С. 161–163.

УДК 693:546.5

Бабиченко В.Я., канд. техн. наук, доцент;

Данелюк В.І., асистент;

Шідловський О.М., аспірант, Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ТОНКОСТІННИХ ФІБРОБЕТОННИХ ВИРОБІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МОБІЛЬНОГО АГРЕГАТУ СТРУМЕНЕВОГО БЕТОНУВАННЯ

При формуванні тонкостінних конструкцій використання традиційних способів ущільнення дрібнозернистої бетонної суміші, наприклад, на вібромайданчиках не ефективно. Головна причина є в тому, що вібрація фактично не ущільнює, а тільки розріджує бетонну суміш. Ущільнення при цьому відбувається за рахунок сили ваги. При малій товщині конструкції гравітаційного впливу буває не достатньо. Тому треба утворювати вібрацію з привантаженням, а це тільки ускладнює виробничий процес формування та збільшує металомісткість форм та іншого технологічного обладнання. З цієї причини тонкостінні конструкції малої товщини, в тому числі й з використанням фібробетону, не набули поки що широкого застосування.

Спроби формування тонкостінних фібробетонних конструкцій з використанням традиційних способів

наблизку бетонної суміші на будівельних об'єктах були і раніше та вони не мали позитивних результатів. І тільки завдяки розробці нового технологічного обладнання, металеві пристрої якого були удосконалені шляхом заміни жорстких пластинчастих лопатей на еластичні трубчасті елементи, вдалося досягти позитивних результатів при формуванні тонкостінних фібробетонних конструкцій та завершити розробку нової струменевої технології бетонування із застосуванням еластичних металевих пристроїв, які забезпечили гранично можливий ступінь ущільнення компонентів жорсткої дрібнозернистої фібробетонної суміші [1, 2].

Технологічний процес бетонування тонкостінних фібробетонних тротуарних конструкцій у вигляді плит розмірами 0,7х0,7х0,04 м із використанням нового технологічного обладнання у вигляді еластичних

метальних пристроїв – комплексний процес, який реалізується комплектом пристроїв, які складають мобільний агрегат струменевого бетонування, що функціонує як єдина технологічна система в умовах будівельного майданчика (рис. 1).

Виробничий процес формування тонкостінних фібробетонних тротуарних плит полягає в наступному. На візок конвеєра агрегату встановлюється порожній піддон, а на нього укладається перша форма, яка використовується для виготовлення трьох тротуарних плит.

Витратний бункер живильника-дозувальника заповнюється сипкою бетонною сумішшю в кількості з розрахунку на формування однієї форми із трьох тротуарних плит. Переміщенням бункера над стрічкою конвеєра живильника-дозувальника на ній утворюється шар сипкої фібробетонної суміші заданої товщини.

Після вироблення еластичним металевим пристроєм порції суміші на одну форму, яка була укладена на стрічці конвеєра, процес формування першої форми із трьох тротуарних плит завершується. При подальшому русі візка вазового конвеєра переміщується на пост установки нової порожньої форми. На цьому посту на заповнену фібробетоном форму ставиться наступна форма і всі розглянуті вище операції повторюються. На одному піддоні може бути відформований пакет з 5 форм або 15 фібробетонних плит заданих розмірів. Після цього пакет з 5 форм з піддоном за допомогою вантажонесного пристрою знімається з візка і переміщується на пост визрівання. На візок конвеєра

агрегату встановлюється черговий порожній піддон і виробничий цикл повторюється. Орієнтовний час тривалості одного циклу, по попередніх розрахунках на період освоєння агрегату, може складати 60 хвилин. Таким чином, в перебігу зміни тривалістю 8 годин, із врахуванням часу необхідного для прибирання і профілактичного огляду агрегату, за зміну буде виконано 6 циклів або 6 пакетів фібробетонних тротуарних плит у кількості 90 шт.

Тобто комплексний технологічний процес виготовлення тонкостінних фібробетонних тротуарних плит в умовах будівельного майданчика складається з виконуваних в певній технологічній послідовності операцій.

Перша операція полягає в підготовці агрегату струменевого бетонування з еластичним металевим пристроєм до формування необхідної кількості тротуарних плит для даного об'єкта: еластичний металевий пристрій необхідно розташувати на певній висоті над піддоном, який встановлений на візок конвеєра агрегату; парк форм і інше устаткування необхідно підготувати для виконання процесу формування тонкостінних фібробетонних тротуарних плит.

Друга операція полягає в завантаженні витратного бункера живильника-дозувальника сипкою бетонною сумішшю з використанням сухої будівельної суміші, мінеральної фібри та необхідної кількості води. Підготовлена до завантаження сипка фібробетонна суміш дозується і завантажується у витратний бункер живильника-дозувальника в кількості, яка необхідна для формування однієї форми із трьох фібробетонних тротуарних плит.

Третя операція полягає в підготовці до процесу формування першої форми шляхом установки її на піддон, встановлений на візок конвеєра агрегату струменевого бетонування.

Четвертою і основною операцією є процес формування спочатку першої форми, що виконується в автоматичному режимі і завершується можливим вирівнюванням поверхні першої форми і повернення візка конвеєра в первинне положення для встановлення на поверхню першої забетонованої форми нової порожньої форми для подальшого формування трьох тротуарних плит.

Далі друга, третя і четверта операції комплексного технологічного процесу виготовлення тонкостінних фібробетонних плит повторюються стільки разів скільки форм формується в одному пакеті. Виготовлений пакет форм встановлюється на майданчик визрівання і процес формування тонкостінних фібробетонних тротуарних плит продовжується в зазначеній послідовності.

Під час проведення п'ятої операції форми розпалублюються, контролюється якість поверхні тротуарних плит та виконується контроль якості бетону в тонкостінних фібробетонних тротуарних плитах стандартними методами згідно з діючими нормативними документами.

Таким чином, після вирішення питання ефективного ущільнення дрібнозернистих бетонних сумішей при виготовленні в умовах будівельного майданчика тонкостінних фібробетонних тротуарних плитних конструкцій за допомогою струменевої технології бетонування із використанням нового технологічного обладнання у вигляді еластичних металевих пристроїв, настав новий етап широкого використання тонкостінних конструкцій

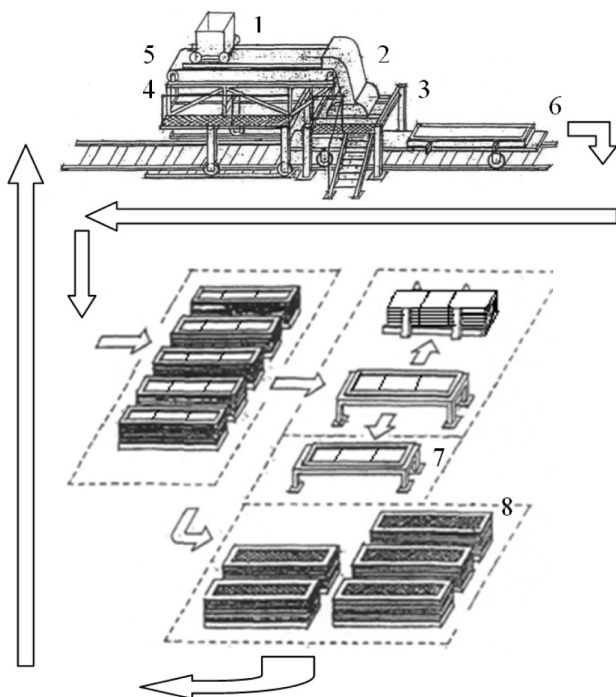


Рис. 1. Схема виробничої ділянки бетонування тонкостінних фібробетонних тротуарних плит в умовах будівельного майданчика за допомогою мобільного агрегату струменевого бетонування: 1 – мобільний агрегат струменевого бетонування; 2 – еластичний металевий пристрій, змонтований на нерухомій станині; 3, 4 – живильник-дозувальник, змонтований на рамі; 5 – стрічковий конвеєр; 6 – вантажний конвеєр; 7 – майданчик для піддонів; 8 – пакети форм

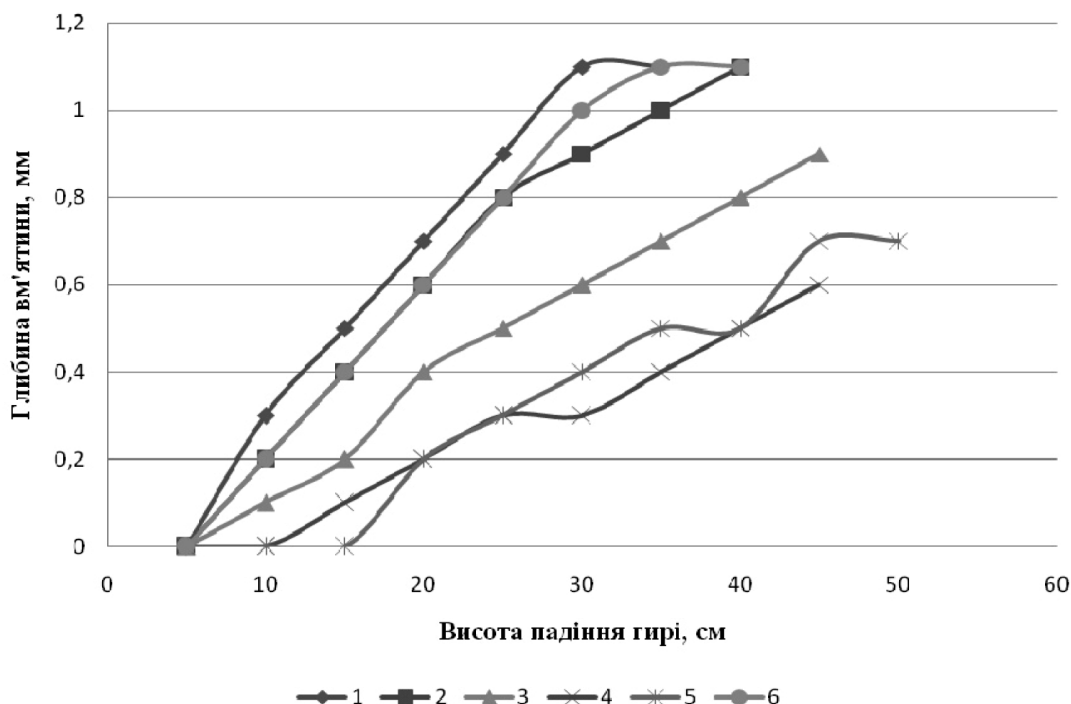


Рис. 2. Графік залежності глибини вм'ятини від висоти падіння гіри: 1; 2; 3; 4; 5; 6 – номери груп зразків, укладених із різними технологічними параметрами за допомогою мобільного агрегату струменевому бетонування

не тільки для різних конструктивних елементів будинків і споруд, спорудження промислових підлог і майданчиків, а також для створення надійного і довговічного тротуарного покриття, автомобільних стоянок, благоустрою житлових масивів та ін. [3, 4, 5].

Одним із основних дослідів тротуарних плитних конструкцій наряду з визначенням показників міцності, морозостійкості, водонепроникності, стиратості є дослідження на стійкість до ударних дій, які виконувалися за стандартною методикою у відповідності до існуючих нормативних документів.

Для дослідження зразків на стійкість до ударних дій відібрані зразки однакової за складом бетонної суміші, які були забетоновані із різними технологічними параметрами.

Стійкість до ударних дій оцінювали шляхом випробування зразків на копрі. Внизу копра знаходилося ковадло масою 50 кг. Зразок встановлювався на ковадло. Над зразком по металевим направляючим пересувався бойок-гіря масою 2 кг. Удар бойка-гіри відбувався через підбабок з сферичною поверхнею радіусом 1,5 см, дотичної із зразком. Удари проводилися точно по центру верхньої площини зразка до руйнування. Показником опору удару служив порядковий номер удару, який передувє руйнуванню.

Всі зразки дрібнозернистої бетонної суміші складу (по масі) 1:2 були виготовлені при одному водоцементному відношенні (В/Ц=0,26). При бетонуванні змінювалися тільки технологічні параметри мобільного агрегату струменевому бетонування: швидкість обертання металників та відстань від центру металника до поверхні бетонування.

За результатами досліджень побудовано графік залежності глибини вм'ятини від висоти падіння бойка-гіри для середніх значень всіх груп зразків (рис. 2).

Опір композиту на стійкість до ударних дій характеризується загальною роботою та обчислюється за формулою:

$$T = P \times h \times n, \text{ Дж}$$

де P – маса бойка-гіри, кг; h – висота падіння бойка-гіри, м; n – кількість ударів, що передують руйнуванню.

За отриманими результатами побудовано табл. 1.

Виходячи із одержаних результатів табл. 1, найбільш стійкими до ударних дій – є зразки групи №5, які укладено із технологічними параметрами: відстань від центру металників до поверхні бетонування 30 см, швидкість обертання роторних металників 4000 об/хв. Групи зразків під №2 і №6 є найбільш слабкими, оскільки робота, витрачена на утворення першої тріщини найменша, рівна у числовому значенні 6,4 Дж. Група зразків під №1 укладалася за традиційним методом бетонування (за допомогою вібрації) для порівняння з розробленою технологією укладання наджорсткої дрібнозернистої бетонної суміші.

Таким чином, розробка та успішне випробування нового технологічного обладнання у вигляді еластичних металних пристроїв дозволяє прогнозувати ефективне використання мобільних агрегатів стру-

Таблиця 1
Робота, витрачена на утворення першої тріщини

№ груп зразків, що укладені із різними технологічними параметрами	T – робота, витрачена на утворення першої тріщини, Дж
1	4,9
2	6,4
3	8,1
4	8,1
5	10,0
6	6,4

меневого бетонування для виготовлення тонкостінних фібробетонних плит в умовах будівельного майданчика для улаштування тротуарів, автомобільних стоянок, благоустрою житлових масивів та ін.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Пат. 92794 Україна. Метальний пристрій для укладання та ущільнення бетонних сумішей / В.Я. Бабиченко, В.І. Данелюк. Опубл. 10.12.2010, Бюл. №23.

2. Бабиченко В.Я., Данелюк В.И. Ротационно-импульсный способ уплотнения мелкозернистых бетонных смесей и его технико-экономическая эффективность / Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Одеса: ОДАБА, 2007. – Вип. 31. – С.12-18.

3. Бабиченко В.Я. Эффективное использование струменной технологии бетонирования тонкостенных конструкций для строительства малоэтажных жилых зданий // Будівництво України. – 2009. – № 5. – 13–16.

4. Бабиченко В.Я., Данелюк В.І., Шидловський О.М. Эффективные отрасли использования новой струменной технологии бетонирования тонкостенных конструкций // Строительные материалы и изделия. – 2009. – № 3. – 24–25.

5. Бабиченко В.Я., Данелюк В.И., Шидловский А.Н. Физико-химические основы повышенных свойств мелкозернистого бетона при бетонировании тонкостенных изделий эластичными метателными устройствами / Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Одеса: ОДАБА, 2010. – Вип. 39. – С. 24–30.

УДК 691.327

Безсмертний М.П., канд. техн. наук, професор;

Якуш Є.Ю., асистент кафедри будівельних матеріалів,

Київський національний університет будівництва та архітектури, м. Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ ЖАРОСТІЙКОГО В'ЯЖУЧОГО НА ОСНОВІ ГЛИНОЗЕМИСТОГО ЦЕМЕНТУ

При дослідженні механізму гідратації мінеральних в'язучих речовин велике значення надається дослідженню процесів структуроутворення, оскільки вони є визначальними у створенні міцнісних характеристик дисперсних систем.

Уявлення про структуроутворення і механізми процесів, що проходять при твердненні мінеральних в'язучих речовин дає можливість визначити особливості формування дисперсної структури досліджуваних жаростійких в'язучих [1].

Структуроутворення мінеральних в'язучих речовин проходить у чотири стадії, що відображають розвиток колоїдної і конденсаційно-кристалічної структури у процесі тверднення [5].

На першій стадії проходить інтенсивна гідратація, взаємодія води з поверхнею частинок вихідного в'язучого, осадження гідратів на їх поверхні. До кінця першої стадії утворюється просторовий каркас колоїдної структури в яку входять вкриті гідратними новоутвореннями частинки в'язучого.

На другій стадії гідратація в'язучого продовжується в умовах сформованої колоїдної структури, спостерігається сповільнення процесів гідратації і структуроутворення, тобто проходить індукційний період. На кінетичних кривих у цей момент спостерігаються деструктивні явища, що проходять у зв'язку з переходом гідратних новоутворень у термодинамічно більш стійкі форми та супроводжується зміною поверхневої енергії і сил взаємодії між частинками.

Третя стадія характеризується утворенням і розвитком більш міцних конденсаційних і кристалізаційних контактів, до кінця третьої стадії утворюється просторовий каркас конденсаційно-кристалізаційної структури.

На четвертій стадії проходить обростання основного кристалізаційного каркасу і розвиток гідратних новоутворень в середині з переходом у стійкі форми [1,2].

На кафедрі будівельних матеріалів Київського національного університету будівництва та архітектури досліджувались процеси структуроутворення в'язучих на основі глиноземистого цементу, метаколіну і пилу виробництва марганцевих феросплавів. В якості контрольного зразка використовували глиноземистий цемент.

Процеси структуроутворення глиноземистого цементу визначаються швидкістю гідратації і структуроутворенням алюмінієвих кальцій. В результаті інтенсивного гідролізу і гідратації мінералів глиноземистого цементу проходить утворення гексагональних метастабільних гідратів колоїдного ступеню дисперсності, які в результаті седиментації або броунівського руху можуть наблизитись один до одного на достатню відстань для прояву сил Ван-дер-Ваальса, що призводить до утворення коагуляційних контактів через прошарки дисперсного середовища. Гідроксид алюмінію, що виділяється, сприяє утворенню коагуляційних контактів. Ці процеси на кривій кінетики структуроутворення відображаються зростанням значень резонансної частоти і амплітуди резонансу (рис.1).

Криві зміни резонансної частоти і амплітуди резонансу у часі відображають кінетику структуроутворення і зміни дисперсності системи. Частота резонансу пов'язана з пружністю системи, а амплітуда резонансу залежить від величини приведенного радіуса частинок, що характеризують дисперсність системи [3,4].

Структуроутворення в'язучих систем також залежить від таких факторів, як температура, водоцементне відношення і склад в'язучого.