

4. Вимога діючого стандарту [3] щодо контролю міцності бетону в монолітних конструкціях ультразвуковим методом лише при наскрізному прозвучуванні є невиправданою. Теоретично швидкість ультразвуку при наскрізному прозвучуванні краще корелює з міцністю, ніж при поверхневому прозвучуванні, але на практиці це виявляється навпаки – через значні інструментальні похибки вимірювання, що пов'язані із варіацією бази при наскрізному прозвучуванні.

В діючих у Російській Федерації стандартах на неруйнівні методи контролю міцності бетону [7] дана вимога в її строгому формулюванні скасована, як і вимога будувати градувальну залежність виключно «по зразкам».

ЛІТЕРАТУРА.

1. Ярас В.І., Ловейкін С.О. З досвіду визначення міцності бетону в конструкціях. Питання і помилки. // «Строительные материалы и изделия». – 2011. – №4 (69). – С. 23–25.

2. ДСТУ Б В.2.7-220:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю (ГОСТ 22690-88).

3. ДСТУ Б В.2.7-226:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності (ГОСТ 17624-87).

4. Визначення міцності бетону на стиск неруйнівними методами за допомогою нових приладів з цифровою обробкою даних. – С.О. Ловейкін (КНУБА, Київ).

5. Джонс Р., Фэксору И. Неразрушающие методы испытаний бетонов. – М.: Стройиздат, 1974. – 292 с.

6. Ужполявичюс Б.Б. Неразрушающие методы контроля и оценка прочности бетона в железобетонных конструкциях. – Вильнюс: Мокслас, 1982. – С. 194.

7. СТО 36554501-009-2007 «Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности».

8. Методические рекомендации по статистическому контролю прочности бетона с учетом эффективности испытаний. – К.: НИИСК, 1981.

УДК 666.972.124

*Дудар І.Н., доктор техн. наук, професор, завідувач кафедри містобудування та архітектури;
Краєвський С.О., магістрант, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця*

СТВОРЕННЯ І УДОСКОНАЛЕННЯ ТОНКОЗЕРНИСТИХ ДИСПЕРСНО-АРМОВАНИХ ПОРОШКОВИХ БЕТОНІВ

Постановка проблеми. Високі темпи в будівництві житлових і промислових об'єктів з спеціально навантаженими конструкціями, такі як, великопрольотні мости, хмарочоси, морські нафтові платформи і т.д., вимагають розроблення і дослідження нових ефективних бетонів. Значний прогрес в цьому напрямку починається з кінця 80-х років минулого століття. Сучасні високоякісні бетони містять в собі великий спектр різного призначення: високоміцні й над високоміцні бетони [1,3], самоущільнюючі бетони [2,3], висококорозійностійкі бетони [1,2,3], реакційно-порошкові дисперсно-армовані бетони (Reaction powder concrete – RPC або Reactive Powder Concrete – RPC [1]).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз наукових робіт в області дисперсно-армованих бетонів і їх виробництво в вітчизняній практиці показує, що основна орієнтація не заключається у використанні в таких бетонах високоміцних матриць. Клас дисперсно-армованих бетонів по міцності на стиск залишається невисоким і обмежується В30-В50 [2,3]. Це не дозволяє забезпечити хорошого зчеплення фібри з матрицею, повністю використовувати сталю фібру навіть з невисокою міцністю на розрив. Більш того, в теорії розробляються, а на практиці використовують бетонні вироби з вільно вкладеними волокнами з степінню об'ємного армування 5–9 % [3]; формують їх під дією вібрації на основі пластифікованих «жирних» високовкладаючих цементно-піщаних розчинів складу: цемент-пісок – 1:0,4÷1:2,0 при В/Ц = 0,4, що являється неефективним розтратливим способом. Значні наукові досягнення в області створення бетонів низької водо

потреби, мікродисперсних сумішей з мікрокремнеземом (МК), з реакційно-активними порошками із високоміцних гірських порід, дозволили довести водоредукуючу дію до 60% з використанням суперпластифікаторів (СП) і гіперпластифікаторів (ГП).

Постановка завдання. Мета статті являється розробка складу високоміцних тонкозернистих реакційно-порошкових бетонів, в тому числі, дисперсно-армованих бетонів, з використанням мілко подрібнених гірських порід.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити комплекс задач:

- виявити основи теоретичних передумов і мотивацій створення багатокомпонентних тонкозернистих порошкових бетонів з щільною, високоміцною матрицею, отриманою литтям при наднизькому водоутриманні, що забезпечує виготовлення бетонів з в'язким характером руйнування і високої міцності на розтяг при згині;

- визначити структурну топологію композиційних в'язучих і дисперсно-армованих тонкозернистих композицій.

Викладення основного матеріалу. Поєднання мікрокремнезему і суперпластифікатора з заміною крупного піску на мілкий з найбільшим розміром зерен 0,5 мм, із використанням гранітного щебня з максимальним розміром 8 мм дозволяє отримати на самоущільнюючому бетоні з В/Ц=0,18 міцність при стиску 130 МПа при міцності на розтяг при згинанні 13 МПа [2]. Введення фібри неістотно збільшує міцність при стиску (на 15%), але міцність на розтяг при

згинанні збільшується і 2,2 раз [2, 3]. Під час піддаванню такого бетону термічним впливам інтенсифікується проходження пуцоланової реакції і міцність на стиск зростає до 198 МПа, а на розтяг при згинанні – до 49 МПа в 3,77 раз у порівнянні з бетоном з суперпластифікатором і мікрокремнеземом [6], але не при наявності сталюї фібри. Таким чином, незатребувані раніше маломіцні фібро бетони через 30 років «дочекались» особливо високоміцної матриці, яка стала здатна забезпечити більш високе зчеплення, як з проволкою діаметром 0,8–1,9 мм, так із високодисперсною арматурою, діаметром 0,15–0,25 мм [4,5].

Порошковий бетон має підвищену водостійкість ($K_{вод}$) і водонепроникність (W), морозостійкість (F) (рис. 1). Покращення перерахованих функціональних властивостей забезпечується в основному двома компонентами суперпластифікатором і мікрокремнеземом, хоч дисперсний кам'яний наповнювач також бере участь в створенні щільної, мало пористої структури бетону, яка визначає високий опір при дифузії газів і рідин.

Висока міцність при стиску ($R_{ст}$) через 28 днів нормального тверднення, яка дорівнює 127–170 МПа, а після термічного впливу – 152–255 МПа [4, 5] сприяє двох-трьохкратному збільшенню опору стиранності, а значна адгезія «мікробетону» до волокон приводить до розриву останніх без висмикування. Це сприяє суттєвому (2–3-х кратному) збільшенню міцності на розтяг ($R_{розт}$) на розтяг при згині, тріщиностійкість ($K_{тр}$), ударну міцність ($R_{уд}$), термічну стійкість (K_t) [7].

Для розглянутого випадку при витраті компонентів на 1 м³ порошкової бетонної суміші: цементу $m_{ц} = 700$ кг; піску $m_{п} = 950$ кг; базальтової муки $m_{бм} = 374$ кг; мікрокремнезема $m_{мк} = 140$ кг; води $m_{в} = 199$ кг; розчину СП $m_{сп} = 35$ кг [1, 2, 3]. Сумарна маса всіх компонентів дорівнювала $M_{\Sigma} = 2388$ кг. При густині компонентів, відповідно, $\rho_{ц} = 3,1$; $\rho_{п} = 2,65$; $\rho_{бм} = 3,02$; $\rho_{мк} = 2,38$; $\rho_{сп} = 1,01$; $\rho_{в} = 1,0$ г/см³. Об'єми компонентів складають: $V_{ц} = 225$ л; $V_{п} = 358$ л; $V_{бм} = 124$ л; $V_{мк} = 59$ л; $V_{сп} = 35$ л; $V_{в} = 199$ л.

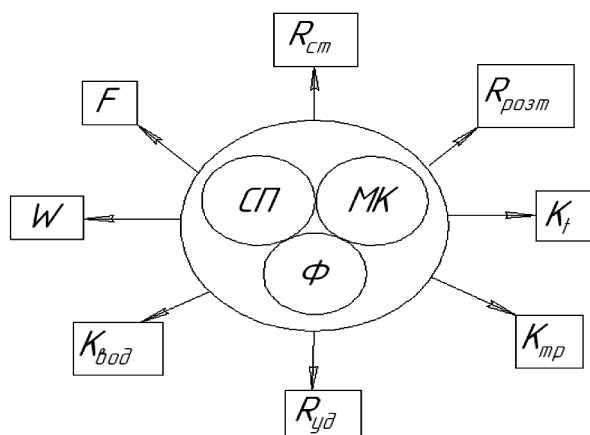


Рис. 1. Зв'язок експлуатаційних властивостей і розширення функцій високоміцного бетону при дії хімічних добавок:
де Φ – фібра; МК – мікрокремнезем;
СП – суперпластифікатор

Сумарний абсолютний об'єм всіх компонентів $V_k = 1000$ л. В об'ємі композиту може бути залучене повітря, об'єм якого може бути визначений експериментально. Тоді з розрахунком вмісту повітря, об'єм всіх компонентів зменшується на величину $1000/(1000+V_{пов})$.

Об'ємні концентрації компонентів в частці одиниці від об'єму композита визначається за формулою $C_{iv} = V_i/1000$, а сума всіх об'ємних концентрацій буде рівна одиниці [3, 4]:

$$C_{цв} + C_{пв} + C_{бmv} + C_{мкв} + C_{спв} + C_{bv} + C_{повv} = V_k \quad (1)$$

Об'ємний вміст любого компоненту можна виразити через їх масовий вміст і густину. Так, для $C_{цв}$ отримаємо:

$$C_{цв} = \frac{m_{ц}/\rho_{ц}}{m_{ц}/\rho_{ц} + m_{п}/\rho_{п} + m_{бм}/\rho_{бм} + m_{мк}/\rho_{мк} + m_{сп}/\rho_{сп} + m_{в}/\rho_{в} + V_{пов}/1000} \quad (2)$$

або остаточно:

$$C_{цв} = \frac{1}{1 + \rho_{ц}/m_{ц}(m_{п}/\rho_{п} + m_{бм}/\rho_{бм} + m_{мк}/\rho_{мк} + m_{сп}/\rho_{сп} + m_{в}/\rho_{в} + V_{пов}/1000)} \quad (3)$$

Для тонкозернистої реакційно-порошкової бетонної суміші, включаючи частинки піску з середнім умовно сферичним розміром d_n , при об'ємі однієї частинки $V_n = \pi d_n^3/6$, сумарна кількість всіх частинок N в об'ємі порошково бетонній суміші V_k буде дорівнювати [4, 5]:

$$N = 6 \cdot C_{пв} \cdot V_k / \pi \cdot d_n^3 \quad (4)$$

Кількість частинок піску n_n розміщених по довжині грані куба і рівного об'єму композиційного матеріалу:

$$n_n = \sqrt[3]{N} = \sqrt[3]{6 \cdot C_{пв} \cdot V_k / \pi \cdot d_n^3} \quad (5)$$

Кількість зазорів між центрами індивідуальних частинок піску k_n на одиницю менше кількості частинок n_n :

$$k_n = n_n - 1 = \sqrt[3]{6 \cdot C_{пв} \cdot V_k / \pi \cdot d_n^3} - 1 \quad (6)$$

Тоді міжцентрова відстань A між частинками піску можна розрахувати як часткове від ділення довжини грані L кубометра [7] композиційного матеріалу на число зазорів між частинками:

$$A = \frac{L}{k_n} = \sqrt[3]{V_k \left(\frac{6 \cdot C_{пв}}{\pi \cdot d_n^3} - 1 \right)} \quad (7)$$

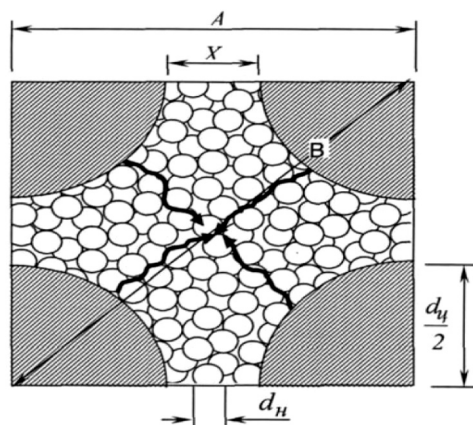


Рис. 2. Топологія ідеалізованої структури двохкомпонентного композиційного мало цементного в'язучого і дифузія іонів в матричному просторі:
де $d_{ц}$ – сферичні розміри частинок цементу;
 $d_{п}$ – сферичні розміри частинок піску

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:

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

або для між часткової відстані (рис. 2):

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

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 С.В. 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 С.В., 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 С.В., 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 вібротрамблері 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

набрижку бетонної суміші на будівельних об'єктах були і раніше та вони не мали позитивних результатів. І тільки завдяки розробці нового технологічного обладнання, металні 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 0,7x0,7x0,04 м із використанням нового технологічного обладнання у вигляді еластичних