

Рис. 8. Випробування комбінованої статично невизначеної конструкції:

а – схема навантаження конструкції;

1–6 – прогини балки жорсткості експериментальні при стадіях навантаження

б – епюри прогинів балки жорсткості:

1–6, 7 – прогини балки жорсткості теоретичні з розрахунку навантаження при стадії б

Висновки. За результатами проведених експериментальних досліджень встановлено, що теоретичні значення вертикальних переміщень вузлів балки жорсткості з експериментальними по довжині прольоту балки жорсткості показали достатньо близьку їхню збіжність. Різниця теоретичних і експериментальних результатів залежно від величини зовнішнього навантаження становила 0–8 %.

УДК 624.666.7:691.55

В.О. Каганов, Б.Л. Назаревич, І.Б. Горніковська
 Національний університет “Львівська політехніка”,
 кафедра будівельного виробництва
 79013, м. Львів, вул. С. Бандери, 12

ВПЛИВ ХІМІЧНИХ ДОБАВОК НА МІЦНІСТЬ ВІБРОПРЕСОВАНИХ БЕТОНІВ НА ОСНОВІ НАДЖОРСТКИХ СУМІШЕЙ

© Каганов В.О., Назаревич Б.Л., Горніковська І.Б., 2007

Розглянуто вплив хімічних добавок нового покоління на експлуатаційні характеристики вібропресованих бетонів на основі наджорстких сумішей.

It was reviewed the influence of chemical additives on operational characteristics of vibrocompressed concrete on base of the most hard mixes.

Постановка проблеми. У вібропресованому бетоні висока в'язкість цементного тіста та інтенсивна дія динамічного тиску є причиною ускладнення процесу перегрупування частинок під час ущільнення. Дотого ж хімічні добавки впливають на технологічні фактори (підбір раціонального зернового складу, забезпечення мінімальної пористості заповнювача, в'язкість бетонної суміші) та дають можливість досягнути компактного розташування різних фракцій заповнювача і в'язучого.

Експериментальні дослідження. Ефективність використання наджорстких сумішей з сучасними хімічними добавками для вібропресування бетонних елементів будівель і споруд була помічена та досліджувалась значною кількістю вітчизняних та закордонних науковців [1–6]. Спеціалістами кафедри будівельного виробництва Інституту будівництва та інженерії доквілля Національного університету “Львівська політехніка” спільно з будівельно-виробничою фірмою “Magik” (м. Львів) в період з 1997 по 2007 рр. проводились комплексні дослідження міцнісних властивостей вібропресованих бетонних елементів підвищеної архітектурної виразності як на стадії виготовлення, так і в умовах експлуатації цих виробів на об'єктах благоустрою.

У напівпромислових досліджених вібропресованих бетонних ФЕМ, виготовлених в умовах підприємства з виготовлення бетонних виробів ТзОВ “Magik” (м. Львів) під час використання пластифікуючих добавок німецької фірми “Rethmeier” були отримані стабільні показники міцності (при стиску у віці 7 та 28 діб, при згині, стійкості до стирання) та визначений оптимальний вміст добавок.

Кожна з досліджуваних добавок, за інформацією представника “Rethmeier” в Україні фірми “КНП” (м. Львів) (див. таблицю), характеризується певною оптимальною концентрацією, значно нижчою від відомої для традиційних пластифікаторів та суперпластифікаторів, а також особливостями їх поведінки у наджорстких сумішах.

Спільними функціями, що їх виконують хімічні добавки цього типу, крім дії на зручно-вкладальність бетонної суміші, є такі:

- вплив на в'язуче шляхом покращання зчеплення між окремими зернами, зменшення тертя між ними, що значно поліпшує здатність бетонної суміші до гомогенізації;
- забезпечення ефективності тужавлення бетонних сумішей з низьким водоцементним відношенням (В/Ц від 0,25 до 0,36);
- зміцнення поверхні бетону за рахунок кольматації пор і підвищення міцності, морозостійкості та зниження водопоглинання вібропресованих бетонних виробів;
- завдяки утворенню мікропористої структури бетонної суміші запобігання швидкому видаленню води замішування, що створює умови для гідратації портландцементу в бетонній суміші та покращує умови твердіння бетону;
- утворення щільного бетону із замкненими порами, що покращує морозо- та зносо-стійкість бетону;
- покращання взаємодії між компонентами бетонної суміші під час вібропресування, що забезпечує відсутність адгезії свіжовідформованого бетону до формувального обладнання (віброштампу та прес-форми);
- зменшення коефіцієнта фільтрації вібропресованих бетонних виробів, що покращує його стійкість до хімічної корозії, а також обмежує появу висолів на поверхні готової продукції.

Властивості добавок фірми “Rethmeier”

№ з/п	Назва добавки (оптимальна кількість)	Інформація фірми-виробника
1	2	3

1	REMIPLAST-2000(BV) (0,2–0,4 %)	При виробництві вібропресованих бетонів REMIPLAST-2000(BV) забезпечує отримання оптимального процесу тужавлення і процесу гідратації цементу з утворенням системи замкнених пор. Використання REMIPLAST-2000(BV) дозволяє виготовляти бетони з однорідною структурою та високою щільністю структури бетону, а також якісною зовнішньою поверхнею. Завдяки використанню даної добавки забезпечується міцність виробів у ранньому віці та у віці 28 діб, підвищена морозостійкість, а також зменшується водопоглинання бетонних виробів
2	REMITAN (BV) (0,2–0,5 %)	Спеціальна добавка для застосування в процесі приготування жорстких бетонних сумішей. Утворює однорідну структуру бетону, підвищує якість зовнішньої поверхні готових виробів при обмеженій кількості води. Надає бетонній суміші необхідну формувальну пластичність при високій щільності та повній відсутності прилипання до металу віброштампа
3	SAVEMIX 2000 (BV) (0,2–0,5 %)	Використовується як спеціальна добавка для бетонів з метою отримання вищої щільності, покращення якості виробів. Використовується для вібраційно-ущільненої, вібропресованої бетонної продукції, мулярських та оздоблювальних розчинів. Створює умови для суттєвої економії в'язучого при високій легковкладальності бетонної суміші, має властивості утримувати суміші у стані колоїдного розчину
4	BETOMIX BV10(BV) (0,2–0,5 %)	Призначена для застосування в процесі приготування жорстких бетонних сумішей для досягнення однорідної структури і підвищеної якості зовнішньої поверхні готових виробів. Надає бетонній суміші необхідну формувальну пластичність разом із повною відсутністю прилипання бетону до віброштампа

Використання хімічних добавок, даних у вібропресованих бетонах, дає можливість скоротити на 40 % витрати води замішування та забезпечити необхідну консистенцію бетонної суміші при низьких водоцементних співвідношеннях (В/Ц до 0,36).

Враховуючи вимоги ГОСТ 6665-91, ГОСТ 17608-91 і технічні умови, розроблені на ТЗОВ “Magik” (ТУ У В.2.7-26.6-23265899-001:2006), було виготовлено бетон постійного складу у всіх точках експерименту: Ц = 390 кг/м³; П = 649 кг/м³; Щ (3–8 мм) = 616 кг/м³; Щ (1–2 мм) = 320 кг/м³; В = 109 л/м³.

Результати визначення міцнісних властивостей вібропресованих тротуарних плит показані на рис. 1.

В основному отримані дані з міцності узгоджуються з результатами визначення середньої густини бетону, оскільки найбільшою мірою визначаються наявністю у вібропресованому бетоні затисненого повітря. У віці 7 діб міцність при стиску зразків бетонних ФЕМ без добавок становила 36,2 МПа, введення добавок в кількості не вище порогу ефективності сприяло підвищенню міцності на 14–16 % до значень 40–42 МПа. У цьому віці найпомітніше підвищення міцності спостерігалось при введенні добавок Remitan, Savemix, Betomix, причому оптимальний їх вміст практично однаковий і знаходиться в межах 0,2–0,25 % від маси цементу. Добавка Remiplast в кількості 0,3 % спричинила збільшення міцності бетону до 40,5 МПа. Повільніший набір міцності в цьому випадку можна пов'язати з особливостями складу добавки, що передбачає оптимальний процес гідратації (не надто швидкий, що звичайно характерний для бетонів з низьким В/Ц).

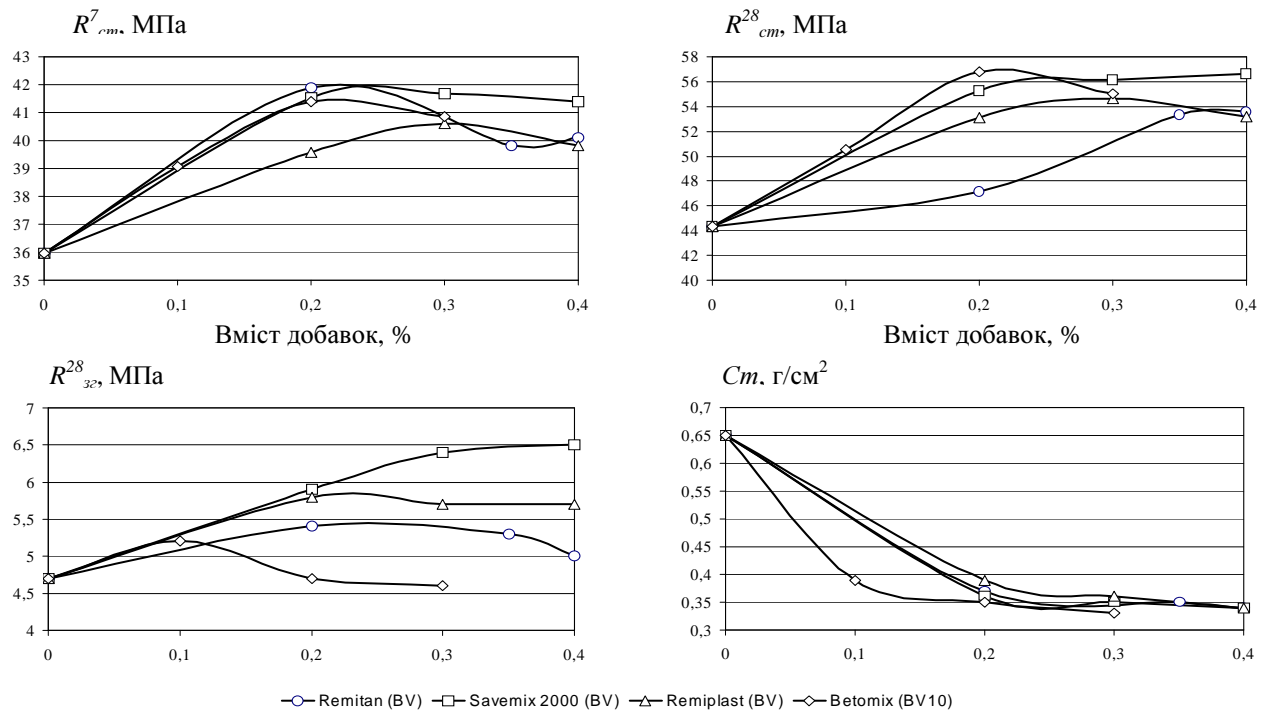


Рис. 1. Вплив добавок виробництва фірми “Rethmeier” (Німеччина) на міцнісні властивості вібропресованого бетону

На 28-му добу міцність контрольних зразків становила 44,2 МПа, а зразків з добавками у випадку найефективнішої їх кількості – 52,4–56,3 МПа. Отже, міцність у віці 7 днів становить 76–82 % очікуваної – це підтверджу дані з кінетики твердіння вібропресованих бетонів [3]. Характерно, що в присутності добавок наростання міцності після 7-ми днів відбувається інтенсивніше ніж в контрольних складах, що можна пояснювати більшою однорідністю структури і рівномірним розподілом вологи.

Найбільший приріст міцності отриманий при використанні добавки Betomix – при кількості 0,2 % приріст міцності становить 27–28 %. При аналогічному підвищенні міцності оптимальна кількість добавки Savemix дещо більша і знаходиться в межах 0,3–0,35 %. Введення в бетонну суміш добавки Remiplast в кількості 0,3 % сприяє збільшенню міцності на 22–24 %, добавка ж Remitan підвищує міцність на 19–20 % при оптимальному вмісті 0,4 %.

Міцність бетонних ФЕМ на розтяг при згині знаходяться в межах від 4,6 до 6,5 МПа, тобто ці значення у вібропресованих бетонах аналогічні звичайним. З введенням добавок-пластифікаторів спостерігається підвищення міцності при згині на 0,9–2 МПа, що становить відповідно 20–40 %. Якщо міцність при стиску з різними досліджуваними добавками підвищувалась практично однаково, то стосовно згину ефективність добавок досить різна. Найістотніше збільшення цього показника викликане добавкою Savemix (близько 40 %) при оптимальній кількості 0,3–0,4 %. Добавки Remitan та Remiplast підвищують міцність на згин при їх введенні до 0,2–0,25 %, ефективність за міцністю становить 14 і 27 %, відповідно.

Для дорожніх виробів, особливо їх верхнього шару, велике значення має здатність опиратись стиранню. Стираність є нормативною характеристикою для такого виду матеріалів, хоча значення цього показника переважно пов'язані з міцністю бетону при стиску.

Стираність вібропресованого бетону плит визначалась за ГОСТ 13087-81 на крузі стирання ЛКИ-3 з використанням як абразивного матеріалу нормального вольського піску. Показники контрольних зразків становили 0,65 г/см². Вплив пластифікуючих добавок в цьому випадку практично однаковий – втрата маси при стиранні знизилась до 0,37–0,3 г/см² при кількості добавки

0,1–0,2 % від маси цементу. Подальше збільшення вмісту добавок істотної зміни стираності поверхні бетону не викликає.

Отже, внаслідок аналізу отриманих результатів випробувань контрольних зразків вібропресованих натурних елементів (двошарові ФЕМ) найкращі показники отримали підбори складів основного бетону з використанням хімічної добавки Savemix 2000 (BV).

З огляду на отримані дані щодо міцнісних властивостей вібропресованого бетону можна стверджувати, що для можливості прогнозу якісних характеристик в умовах певного виробництва важливо оцінити наявне недоуцільнення бетону, щоб уникнути можливого зниження міцності та довговічності. Існування прямого зв'язку між міцністю та кількістю затисненого повітря підтверджується, незважаючи на різні умови виготовлення бетону: величина інтенсивності ущільнення, властивості сировинних матеріалів, склад бетону, використання реологічних добавок різних типів (рис. 2).

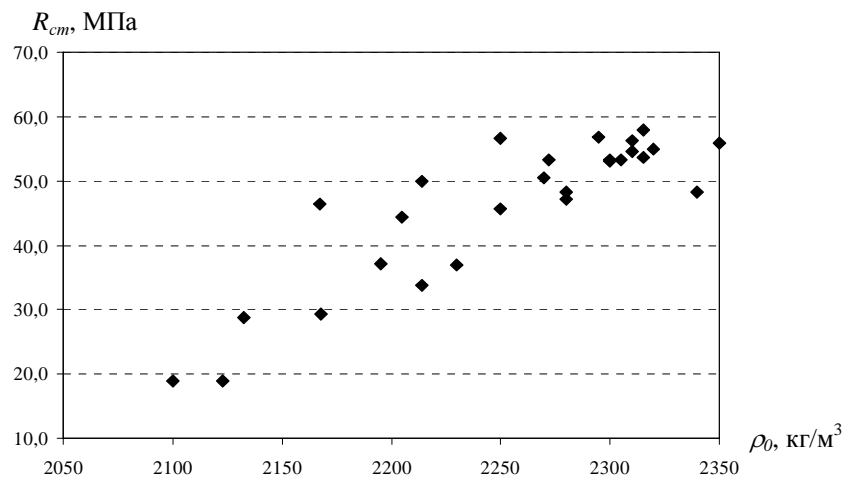


Рис. 2. Залежність міцності вібропресованого бетону, отриманого за різних умов, від середньої густини

Аналіз отриманої кореляційної залежності дозволив запропонувати рівняння зв'язку можливої зміни міцності вібропресованого бетону при стиску (ΔR_{cm} , %) з розрахунковою кількістю затисненого повітря в бетоні ($V_{з.п.}$, %):

$$\Delta R_{cm} = 7,9 V_{з.п.} - 57,4 \quad (1)$$

Коефіцієнт кореляції між зміною міцності та кількістю затисненого повітря становить 0,91, тобто отримана залежність може бути використана для прогнозування можливого зниження міцності у виробничому процесі.

Висновки. Для прогнозування міцності вібропресованих бетонів можна на одному рівні використовувати залежність як від В/Ц, так від витрати цементу, тому що для отримання бетону з потрібним В/Ц необхідно забезпечити певний водовміст бетонної суміші, який крім властивостей вихідних матеріалів та інтенсивності ущільнення визначається також витратою зв'язного.

Як і у звичайних бетонів характер залежності міцності вібропресованого бетону на кварцовому піску та дрібному щебені (2,5–10 мм) від В/Ц (чи Ц) є практично лінійним. В діапазоні зміни В/Ц від 0,32–0,34 до 0,24–0,26 міцність зростає на 40–57 % (до 43–54 МПа).

Особливо помітний вплив на міцнісні властивості вібропресованого бетону створює зерновий склад заповнювача (як дрібного, так і крупного). Оптимальна гранулометрія заповнювача істотно залежить від витрати цементу в бетоні. При використанні дрібного щебеню фракції 2,5–10 мм при витратах цементу в діапазоні від 400–500 кг оптимальною частка фракції 5–10 мм становить 0,52–0,6.

Для забезпечення міцності вібропресованого бетону необхідно контролювати кількість затисненого повітря, кожен відсоток якого викликає зниження міцності на 7–8 %.

Забезпечення високих якісних показників вібропресованого бетону досягається під час використання спеціальних добавок-пластифікаторів на основі лігносульфонатів виробництва німецької фірми “Rethmeier”. За рахунок використання ефективних добавок Savemix 2000 та Remiplast, при досить низьких їх витратах (0,2–0,3 %), міцність при стиску підвищується на 24–28 %, при згині – 27–40 %, стиранисть – майже у 2 рази.

1. Батраков В.Г. Модифицирование бетоны. – М.: Стройиздат, 1990. – 400 с. 2. Блещик Н.П. Структурно-механические свойства и реология бетонной смеси и пресвакуумбетона. – Минск: Наука и техника, 1977. – 156 с. 3. Дворкін Л.Й., Житковський В.В. Бруківка з вібропресованого бетону на гранітному відсвіві // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – К., 2001. – Вип. 62. – С. 102–107. 4. Рамачандрян В.С., Фельдман Р.Ф., Колленадри М. и др. Добавки в бетон / Под. ред. В.С. Рамачандрана. – М.: Стройиздат, 1987. – 575 с. 5. Калмыкова Е.Е. Исследование некоторых свойств мелкозернистых бетонов // Мелкозернистые бетоны (материалы координационного совещания) / Под. ред. И.М. Красного. – М., 1972. – С. 33–37. 6. Оганесянц А.Г., Эшттейн Л.И., Заколотин В.А. Элементы мощения из цветного морозостойкого песчаного бетона // Бетон и железобетон. – 1980. – № 2. – С. 8–11.

УДК 624.012

І.І. Кархут, О.В. Крочак, Т.М. Шналь, С.Б. Максимович
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра будівельних конструкцій та мостів
79013, м. Львів, вул. С. Бандери, 12

ОБСТЕЖЕННЯ ТА СТАТИЧНІ ВИПРОБУВАННЯ МОСТУ ПО вул. ГАЛИЦЬКІЙ У м. ІВАНО-ФРАНКІВСЬКУ

© Кархут І.І., Крочак О.В., Шналь Т.М., Максимович С.Б., 2007

Наведені результати статичних випробувань та перевірних розрахунків вантажо-підймальності мосту та рекомендації з ремонту, які дали змогу збільшити інтенсивність руху транспорту.

The article deals with the results of static's trials and checking calculations of the bridge carrying capacity, the recommendations concerning bridge repairs, that gives the opportunity to increase the transport intensity.

Постановка проблеми. Обстеження та випробування мосту виконані у 2006 році з метою встановлення технічного стану несучих конструкцій мосту та розроблення рекомендацій з ремонту. Під час проведення робіт використано матеріали обстеження, виконаного в інституті “Укркомун-ремдорпроект” у вересні 1989 року.

Залізобетонний міст через ріку Бистриця-Солотвинська по вул. Галицькій в м. Івано-Франківську побудований в 1971 році за проектом Київського філіалу інституту “Союздорпроект”. Будівництвом цього мосту була виконана реконструкція існуючого металевого мосту. Роботи з спорудження мосту виконувались в період з 1969 по 1971 рр силами МРБУ №1 і Доррембуд-управлінням № 31. Розрахункові тимчасові навантаження на міст Н-30, НК-80. Основні геометричні характеристики споруди такі:

- схема 24,9+33,02+24,9+4×16,76 (м)
- повна довжина 223 м