

ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ХІМІЧНИХ ДОБАВОК У ВІБРОПРЕСОВАНИХ БЕТОНАХ

© Каганов В.О., Назаревич Б.Л., Кобів М.В., 2004

Описано досвід використання хімічних добавок нового покоління при індустріальному виробництві вібропресованих бетонів.

New generation chemical additives use experience is presented for pressvibrated concrete production.

Постановка проблеми. Під час виробництва вібропресованих бетонів важливе значення відіграє використання хімічних добавок та мінеральних додатків, які впливають на жорсткість бетонної суміші та експлуатаційні характеристики готових виробів. Зазвичай механізм дії хімічних добавок базується на ефекті абсорбції зернами цементу частинок пластифікуючої добавки з подальшим зростанням поверхневого натягу і, як наслідок, до ущільнення зерен бетону. Активні частинки пластифікатора підвищують гідрофільні властивості зерен цементу та, одночасно, впливають на рухливість бетонної суміші.

Аналіз останніх досліджень. Хімічні добавки під час виробництва вібропресованих бетонів, крім впливу на зручновкладальність бетонної суміші виконують ще інші функції, які необхідні для забезпечення їхньої високої якості.

Сучасні хімічні добавки впливають на цемент (на зв'язне) і покращують зчеплення між окремими зернами, зменшують тертя між останніми, що значно покращує здатність бетонної суміші до гомогенізації; забезпечують ефективність тужавіння бетонних сумішей з низьким водоцементним відношенням (В/Ц від 0,25 до 0,36); зміцнюють поверхню бетону за рахунок кольматації пор і підвищують характеристики міцності, морозостійкості та водопоглинання вібропресованих бетонних виробів; завдяки утворенню мікропористої структури бетонної суміші запобігають швидкому видаленню води затворення, що створює умови для гідратації цементу в бетонній суміші та покращує умови твердіння бетону; призводять до утворення щільного бетону із замкненими порами, що покращує морозостійкість та відпирність затверділого бетону на утворення вибоїн та раковин; покращують взаємодію між компонентами бетонної суміші під час вібропресування, що забезпечує відсутність адгезії свіжовідформованого бетону до формувального обладнання (віброштампу та прес-форми); зменшують коефіцієнт фільтрації вібропресованих бетонних виробів, що покращує його стійкість до хімічної корозії, а також обмежує появу висолів на поверхні готової продукції.

Використання сучасних хімічних добавок у вібропресованих бетонах дає можливість скоротити на 40 % витрату води затворення та забезпечити технологічну жорсткість бетонної суміші при низьких водоцементних співвідношеннях (В/Ц до 0,36) [1, 2, 3, 4].

Обов'язковими умовами для ефективного використання хімічних добавок та забезпечення технологічності у вібропресованих бетонах є:

- точність та технологічність дозування хімічних добавок (недостатня кількість добавки або її перевитрата призводить до негативних наслідків чи не дає необхідного ефекту; приготування рідких систем у вигляді паст з використанням неорганічних пігментів для бетону);
- правильність під час виконання дозування компонентів бетонної суміші з метою отримання гомогенної структури бетону;
- забезпечення необхідних умов зберігання рідких хімічних добавок при від'ємних температурах (взимку).

Мета роботи. У Національному університеті “Львівська політехніка” спільно з провідним виробником вібропресованої продукції на теренах західних областей України ТзОВ “Магік” проводили дослідження ефективності застосування хімічних добавок нового покоління для серійного виготовлення фігурних елементів мостіння та каменя бортового з використанням жорстких бетонних сумішей.

ТзОВ “Магік” для виробництва вібропресованої продукції використовує автоматизований бетонозмішувальний комплекс ТЕКА TRANSMIX-750 з комп’ютерною системою контролю за вологістю використовуваних компонентів жорсткої суміші. Об’єм бетонозмішувача планетарної дії становить 750 л. Виготовлення бетонних фігурних елементів мостіння (ФЕМ) товщиною від 60 до 80 мм і каменя бортового здійснюється на двох бетоноформувальних машинах Zenith 828 MAZ продуктивністю до 2000 м²/добу кожна. Робота бетонозмішувального вузла та формувальної машини синхронізована у автоматичному режимі та керується за допомогою виробничого персоналу, який складається з трьох осіб.

На вищезгаданому обладнанні були проведені дослідно-промислові дослідження ефективності застосування хімічних добавок для вібропресованих бетонів. Для кожної партії бетонних виробів, які перевірялись, незмінним було обрано водоцементне співвідношення В/Ц, що становило 0,32 для основного шару бетону та 0,35 для фактурного кольорового шару бетону.

Досліджували такі хімічні добавки:

- ✓ Гідрозоль К у вигляді порошку (виробник “Ополе”, Польща);
- ✓ Комплекс рідких хімічних добавок для вібропресованих бетонів (виробник “Sika-Addiment”, Німеччина);
- ✓ Комплекс рідких хімічних добавок для вібропресованих бетонів (виробник “Rethmeier”, Німеччина);
- ✓ Комплекс рідких хімічних добавок (виробник “Remej”, Німеччина).

Під час технологічної підготовки до використання хімічних добавок було виявлено ось що: пластифікатор Гідрозоль К, який постачається у вигляді порошку, при приготуванні не створює повністю розчинної рідинної системи, що, своєю чергою, під час автоматизованого керування призводить до неконтрольованої подачі рідкої добавки в бетонозмішувач. Цей факт унеможлиблює використання хімічної добавки Hydrosol K (нерозчинний осад становить від 3 до 8 % від сухої маси добавки) для автоматизованого дозування при серійному виробництві вібропресованого бетону. Крім того, треба зауважити, що на ефективність застосування Hydrosola K суттєво впливає значна витрата добавки під час виробництва – від 1 до 3 % від маси зв’язного.

На відміну від таких високих відсотків при дозуванні сухих добавок до бетонів нове покоління німецьких хімічних добавок фірм “Sika-Addiment” та “Rethmeier” регламентує оптимальні витрати пластифікатора від 0,1 до 0,3 % від маси цементу.

Під час досліджень були відібрані такі рідкі добавки фірм “Sika-Addiment”, “Rethmeier” та “Remej”:

- ✓ BV8, BV3, BV7 та Plaston 1 (фірма “Sika-Addiment”);
- ✓ Betomix BV(10), Remitan (BV), Savemix 2000(BV), Remiplast 2000(BV) та Purcolor 5000(ST) (фірма “Rethmeier”);
- ✓ ColorActiv 2000(BV) (фірма “Remej”).

Методика досліджень. Відбір проб виконувався з натурних бетонних виробів, виготовлених кожною формувальною машиною протягом одного робочого дня. У разі зміни форми чи кольору бруківки протягом одного робочого дня відбиралася одна партія дослідних зразків кожної конфігурації. Після огляду виробів, визначення відповідності геометричних розмірів зразка вимогам ТУ на тій самій бруківці визначалась міцність на стиск та водопоглинання бетону.

Після вимірювання фактичної товщини зразки бруківки відкладались для подальших випробувань. На одній частині визначалась міцність бетону на стиск, на іншій – водопоглинання. Отримані результати випробувань з використанням різних хімічних добавок наведені у табл. 1.

Вік зразків мав значний вплив на фізико-механічні показники міцності бетону. Під час проведення лабораторних випробувань дотримувались вимог ГОСТ17608-91 “Плиты бетонные тротуарные. Технические условия” та DIN 18501 (Німеччина).

Результати випробувань вібропресованої бетонної бруківки

Тип бруківки	Позначення проб	Міцність на стиск, МПа		Водопоглинання, %		Висота, см	
		взірця	середня	взірця	середня	взірця	середня
Бруківка типу “Фалка”, висотою 6 см, сірого кольору: на пластифікаторі Remiplast 2000(BV) – нижній шар та фактурний шар бетону	1	51,8	54,2 B45	3,55	3,60	6,13	6,14
	2	51,0		3,65		6,13	
	3	51,0		3,63		6,06	
	4	55,2		3,29		6,09	
	5	60,3		3,37		6,13	
	6	59,5		3,62		6,12	
	7	53,8		3,58		6,13	
	8	49,6		3,92		6,25	
	9	55,2		3,75		6,18	
Бруківка типу “Фалка”, висотою 6 см, червоного кольору: на пластифікаторі Remiplast 2000 (BV) – нижній шар бетону; на пластифікаторі Purcolor 5000 (ST) – фактурний шар бетону	1	60,3	61,4 B50	3,12	3,48	6,09	6,05
	2	55,2		3,50		6,05	
	3	56,6		3,62		5,95	
	4	64,0		3,46		6,01	
	5	62,5		3,70		6,06	
	6	66,1		3,58		5,99	
	7	61,0		3,58		6,09	
	8	59,5		3,54		6,15	
	9	67,6		3,41		6,04	

Німецькими нормами регламентується, що міцність на стиск необхідно випробовувати на цілому бетонному елементі за допомогою використання металевих притискних плит товщиною 30 мм, які розміщені симетрично одна до одної на верхній та нижній поверхні бруківки. Притискні плити мають форму прямокутника, а їхні розміри пристосовані до типорозмірів досліджуваної бруківки. Найчастіше виготовлялись та випробовувались зразки висотою 60 та 80 мм, тому до таких дослідних взірців використовувались металеві плити, відповідно, розміром 60×120 мм та 80×160 мм. Необхідно наголосити, що деякі форми бетонної бруківки не дозволяють для досліджень використовувати такі плити на цілій поверхні виробу.

Вітчизняні норми рекомендують відбір проб для випробувань міцності на стиск для бетонних виробів проводити безпосередньо на місці формування – при цьому бетонну суміш належить укладати в форму і ущільнювати в той самий спосіб, що і при виробництві виробу. Стосовно жорстких бетонних сумішей при формуванні їх методом вібропресування, слід зауважити, що немає можливості виготовлення таких зразків у такий спосіб, що забезпечує нормативні вимоги вищезгаданого стандарту. Додатково зазначається, що випробування міцності на стиск можна виконувати на зразках (кернах) вирізаних з бетонних виробів. При цьому треба враховувати коефіцієнти масштабності.

У табл. 2 наведено коефіцієнти масштабності для найбільше використовуваних зразків у формі куба, що застосовуються при випробуванні міцності бетону на стиск.

Таблиця 2

Коефіцієнти масштабності для випробування бетонних виробів різної висоти

Розмір грані зразка-куба, мм	200	150	120	100	90	80	70
Перевідний коефіцієнт $K_{\text{масшт}}$	1,05	1,00	0,94	0,90	0,87	0,85	0,83

Оскільки з бетонної бруківки висотою 60 мм неможливо вирізати куби розміром граней 70 мм, то зразки, вирізані з таких бетонних ФЕМів, випробовувати міцність на стиск, як плоскі елементи з використанням емпіричного коефіцієнта масштабності, що дорівнює 0,78 [5].

Випробування міцності на стиск бетонної бруківки, які виконувались згідно з вимогами DIN 18501, створили можливість отримати достовірні результати випробувань, зокрема визначати міцність вібропресованої бетонної бруківки номінальною висотою 60 мм. Однак згідно з вимогами DIN 18501 допускається відхилення по висоті у бетонних виробів ± 5 мм, тобто досліджувана бруківка може мати перемінну висоту від 55 до 65 мм, що в кожному випадку дає можливість достовірно визначити міцність бетону.

Необхідно зазначити, що методи випробування міцності на стиск бетону згідно з вітчизняними нормами, на противагу від методу, наведеного в німецьких нормах, є універсальними методами визначення міцності на стиск. Зразки вирізані з інших вібропресованих бетонних виробів, таких як камінь бортовий, дорожні стовпчики, елементи підпірних стінок, каналізаційні люки, лотки та вироби для малих архітектурних форм, можна випробувати за цією методикою.

Крім того, при вирізанні зрізів з бетонних виробів завжди можна вивчати як структуру відформованих вібропресованих елементів, що дозволяє неоднократно вносити корективи та достовірно оцінювати результати лабораторних випробувань. Зразки для випробування міцності бетону відбирали з частини однієї бруківки, а другу частину випробували на водопоглинання. Це дозволяло використовувати результати комплексних випробувань бетону, оскільки отримані фізико-механічні характеристики бетону доповнювали один одного та давали можливість вдосконалювати технологічний процес виробництва вібропресованих елементів.

Висновки. Внаслідок аналізу отриманих результатів випробувань контрольних зразків вібропресованих натурних елементів найкращими були підбори складів бетону плити бетонної тротуарної (нижній несучий шар виробу) з використанням хімічних добавок Remiplast 2000(BV) та Addiment (BV8).

Однак з врахуванням економічного фактора (вартості пластифікатора) хімічна добавка фірми "Rethmeier" Remiplast 2000(BV) у використанні в ділі є дешевшою від пластифікатора Addiment (BV8) фірми "Sika-Addiment" на 30%.

Для фактурних шарів бетону, що створюють естетичну виразність та насиченість кольору у вібропресованих виробах за результатами випробувань, слід позитивно відзначити хімічні добавки системи "Rethmeier" Purcolor 5000(ST) та виробництва "Remej" ColorActiv 2000(BV). Перевагою хімічної добавки Purcolor 5000(ST) є властивість зв'язувати в структурі бетонного виробу вільний CaCO_3 , що істотно покращує насиченість кольору в бетоні та створює передумови для відсутності висолів на його поверхні.

1. Liudens. C. and van Pelt, A.M.A.M. Pavement Management System in Practice. Proc.3rd Int. Conf. On Concrete Block Paving, Rome, 1988. 2. Shakel B. Design and Construction of interlocking Concrete Block Pavements. Elsevier Applied Science. London and New York, 1990. 3. Каганов В.О. Досвід виготовлення жорстких бетонних сумішей для виробництва вібропресованої продукції на сучасному формувальному обладнанні // Сучасні проблеми бетону та його технологій: Зб. наук. пр. – К.: НДІБК, 2002. – 438 с. 4. Дворкін Л.Й., Житковський В.В., Скрипник І.Г. Бетони на основі наджорстких сумішей // Структура, свойства и состав бетона. Вопросы теории бетоноведения и технологической практики. – Рівне, 2003. – 59 с. 5. Hajdukiewicz Jan. Wybrane badania laboratoryjne betonowej kostki brukowej // Materiały budowlany 3'97. Betonowa kostka brukowa. – Warszawa, 1997.