УДК 695.546.5

ТЕХНОЛОГІЯ УЛАШТУВАННЯ ТОНКОСТІННИХ КОНСТРУКЦІЙ ІЗ ВИСОКОМІЦНОГО БЕТОНУ СПОСОБОМ РОТАЦІЙНОГО МЕТАННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЕЛАСТИЧНИХ МЕТАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

д.т.н., проф. Лівінський О.М., к.т.н., доц. Бабиченко В.Я.
Одеська державна академія будівництва та архітектури

Робота присвячена науковій проблемі розробки ефективної струменевої технології бетонування тонкостінних конструкцій в умовах будівельного майданчика шляхом застосування нового технологічного обладнання у вигляді еластичних метальних пристроїв, які дозволили в результаті інтенсивного ущільнення жорстких дрібнозернистих бетонних сумішей отримувати надзвичайно щільні та високоміцні бетони в тонкому шарі.

Аналізом раніше виконаних досліджень та публікацій встановлено, що традиційні способи і обладнання струменевої технології бетонування (спосіб сухого торкретування, спосіб мокрого торкретування, спосіб шприц-бетонування та спосіб ротаційного метання) дозволяють отримувати достатньо щільні та міцні бетони в умовах будівельного майданчика. Однак обмежена продуктивність пневматичних способів та велика енергоємність процесу бетонування, складність та значна металоємність технологічного обладнання, утрата значної кількості бетонної суміші у відскоку та ряд інших технологічних недоліків не дозволяють їх ефективно використовувати для масового улаштування тонкостінних конструкцій. Технологічні ж можливості найбільш доцільного способу струменевої технології улаштування тонкостінних конструкцій – способу ротаційного метання використовуються не повністю [1,2,3].

Тонкостінні конструкції, в тому числі армоцементні, із застосуванням високоміцного бетону, з урахуванням економії матеріальних, енергетичних та трудових витрат повинні широко використовуватися, як в промислових так і цивільних будинках та спорудах, в тому числі і в житлових будинках мало етажної забудови, в котрих основні конструктивні елементи (стіни зовнішні та внутрішні несучі та ненесучі, перегородки, перекриття, покрівельні конструкції та інші) можуть бути виконані із використанням тонкостінних, в тому числі армоцементних, конструкцій. Окрім цього, тонкостінні конструкції із застосуванням високоміцного бетону, маючи унікальні властивості по щільності, міцності, водонепроникності та морозостійкості повинні знайти широке використання в гідротехнічних та інших спорудах.

Значні обсяги перспективного використання тонкостінних, в тому числі армоцементних, конструкцій, висока їх ефективність у порівнянні із звичайними залізобетонними конструкціями та необхідність забезпечення їх безвідмовної роботи при експлуатації в різних умовах промислових, цивільних та житлових об’єктів, та також неефективність традиційних технологій їх улаштування в умовах будівельного майданчика, визначають актуальність роботи.

Таким чином, метою роботи є розробка ефективної струменевої технології бетонування із використанням нового технологічного обладнання у вигляді еластичних метальних пристроїв щодо отримання високоміцного дрібнозернистого бетона тонкостінних конструкцій в умовах будівельного майданчика.

Робоча гіпотеза полягає в тому, що при застосуванні для струменевого бетонування нового технологічного обладнання у вигляді еластичних метальних пристроїв, на відміну від обладнання традиційних способів набризку (струменевої технології), при оптимальних параметрах технологічного процесу передбачається забезпечити укладання з інтенсивним ущільненням жорстких дрібнозернистих бетонних сумішей (В/Ц у межах 0,3-0,2) та при цьому отримувати в умовах будівельного майданчика тонкостінні конструкції товщиною 10-30 мм з високоміцним, особливо щільним та корозієстійким бетоном, який матиме клас міцності на стиск В 60-80 в тонкому шарі.

Наукова ідея роботи полягає в тому, що застосовуючи нове технологічне обладнання у вигляді еластичних метальних пристроїв щодо укладання з інтенсивним ущільненням жорсткої дрібнозернистої бетонної суміші (В/Ц < 0,3) зі швидкістю 70-80 м/с та на відстані еластичного метального пристрою від поверхні бетонування 10-40 см та куті атаки 90^o, передбачається, що в процесі перетворення бетонної суміші у високоміцний бетон в ньому будуть відбуватися, на відміну від бетону, укладеному традиційними способами струменевої технології, нові фізико-хімічні явища процесу гідратації цементу, які забезпечують інтенсивне зростання міцності бетону, спричинене щільним упакуванням зернинок сипучої бетонної суміші і в першу чергу зернинок цементу та води (у вигляді краплинок аерозолю) і на цій основі прискореним створенням щільної коагуляційної, а потім міцної кристалізаційної структури цементного каменя, що дозволить відмовитися від термооброблення бетону та досягти економію енерговитрат та зростання продуктивності праці в 1,5-2,0 рази [4].

Сформульовані мета роботи, робоча гіпотеза та наукова ідея, які узгоджуються з висунутими раніше у працях фахівців положеннями, зумовили постановку кола конкретних завдань, які складають основний зміст виконаної роботи. Структурно-логічна схема роботи, що підпорядковується вирішенню поставлених задач, представлена на рис. 1.

Аналіз стану проблеми дозволив виявити напрямки удосконалення способу ротаційного метання з традиційними метальними пристроями, та встановити головну причину, яка стримувала широке використання струменевої технології бетонування щодо улаштування тонкостінних, в тому числі армоцементних, конструкцій із застосуванням високоміцного бетону товщиною не більше 30 мм та їх широке використання в різних галузях будівництва. Ця причина полягає у відсутності до теперішнього часу ефективних технології і обладнання щодо процесу укладання з інтенсивним ущільненням жорстких бетонних сумішей, які необхідні для отримання довговічних та надійних в експлуатації тонкостінних конструкцій [5].

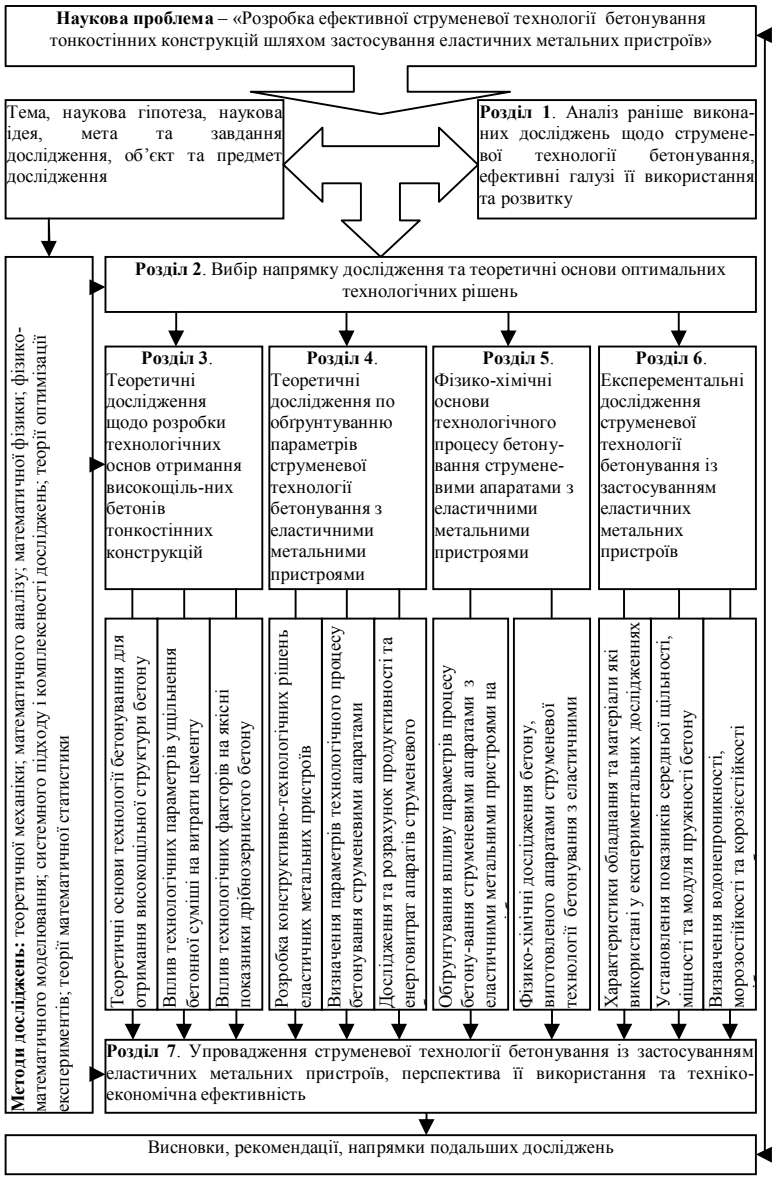

Рис. 1. Структурно-логічна схема роботи

Використовуючи теоретичне прогнозування, авторами роботи було встановлено, що для позитивного вирішення поставленої наукової проблеми, ефективність струменевої технології бетонування можна забезпечити шляхом розробки принципово нових метальних пристроїв, оснащених замість жорстких лопатей еластичними трубчастими елементами (рис. 2).

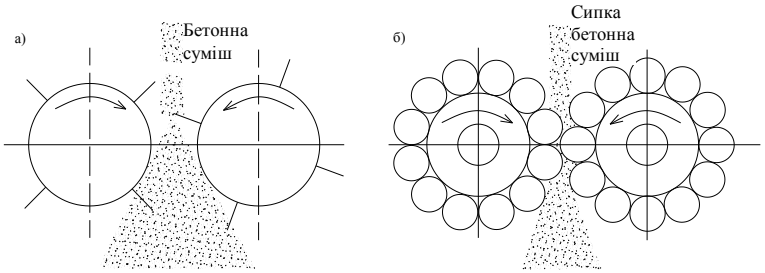

Рис. 2. Схеми метальних пристроїв струменевого бетонування:
а- з жорсткими пластинчастими лопатями;
б- з еластичними трубчастими елементами

Тільки завдяки застосуванню еластичних метальних пристроїв вдалося досягти позитивних результатів та завершити розробку ефективної струменевої технології бетонування, яка забезпечує гранично можливу ступінь ущільнення компонентів дрібнозернистої бетонної суміші. Суть цієї технології полягає у миттєвому гальмуванні частинок дискретного потоку бетонної суміші, які складаються із зернин цементу, дрібного заповнювача та води (у вигляді частинок аерозолю) та миттєвому сполученні їх у єдине ціле – шар свіжоукладеного бетону із його мінімально можливою пористостю.

Таким чином, основна наукова новизна технології улаштування в умовах будівельного майданчика тонкостінних конструкцій із високоміцного бетону є сутність механічних (кінематичних) процесів, яка полягає у конструктивно-механічних рішеннях принципово нових метальних пристроїв, які дозволили шляхом заміни жорстких лопатей традиційних метальників на еластичні трубчасті елементи змінити сутність процесу бетонування, ліквідувати процес дріботіння заповнювачів бетонної суміші і, таким чином, зняти обмеження із швидкості обертання метальних пристроїв та нанесення бетонної суміші на поверхню бетонування, що дозволило вирішити питання значного підвищення інтенсивності ущільнення бетонної суміші, підвищення її жорсткості та прогнозувати можливість інтенсивного ущільнення дрібнозернистої бетонної суміші з оптимальним (мінімальним) водоцементним відношенням. яке знаходиться у межах 0,20-0,14 (рис. 3).

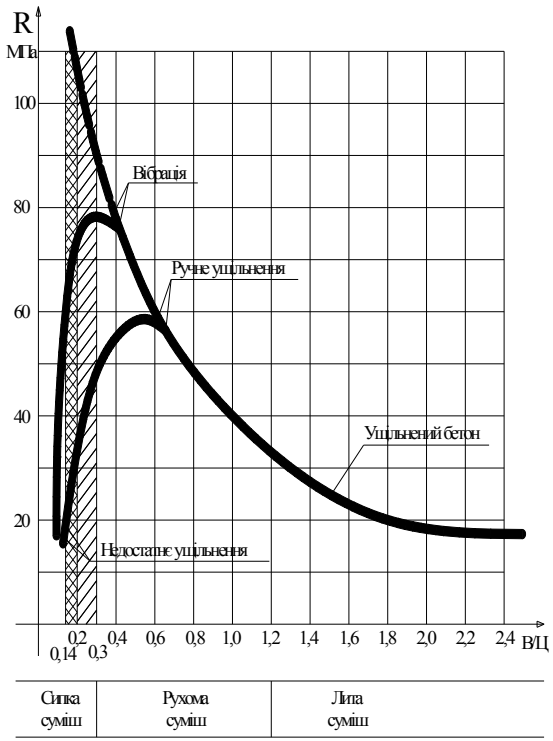

Рис. 3. Діапазон дії закону водоцементного відношення

При виконанні бетонних робіт струменевими агрегатами з еластичними метальними пристроями процес бетонування, який складається із двох етапів, значно інтенсифікується. На першому етапі бетонна суміш переробляється еластичними метальними пристроями в потік дискретних частинок, складений із зернинок цементу, дрібного заповнювача та води (у вигляді частинок аерозолю). На другому етапі потік дискретних частинок бетонної суміші перетворюється у шар свіжо укладеного бетону. Тому теоретична основа наукової проблеми на першому етапі полягала в розробці теоретичної основи технологічного процесу переробки бетонної суміші еластичними метальними пристроями на однакові елементарні порції, які через деяку мить перетворюються у дискретний потік частинок бетонної суміші, та розрахунків на цій основі продуктивності і енерговитрат агрегатів з еластичними метальними пристроями, та на другому етапі – в розробці теоретичної основи технологічного процесу перетворення дискретного потоку частинок бетонної суміші у шар свіжоукладеного та ущільненого бетону на поверхні бетонування з урахуванням впливу на параметри укладання і ущільнення

бетонної суміші повітряного середовища та відстані еластичного метального пристрою від поверхні бетонування.

По результатам роботи були зроблені наступні висновки та визначені перспективи подальшого розвитку струменевої технології улаштування тонкостінних конструкцій.

Підтверджена робоча гіпотеза щодо можливості створення ефективної технології бетонування тонкостінних конструкцій, яка базується на основі розроблених технологічних процесів струменевої технології бетонування із застосуванням технологічного обладнання у вигляді нових метальних пристроїв, у яких жорсткі пластинчасті лопаті замінені на еластичні трубчасті елементи, що при оптимальних параметрах технологічного процесу бетонування забезпечило укладання з інтенсивним ущільненням жорстких дрібнозернистих бетонних сумішей (В/Ц у межах 0,3-0,2) та при цьому отримати тонкостінні конструкції товщиною 10-30 мм з класом бетону на стиск В 60-80 в тонкому шарі.

На основі виконаних досліджень підтверджена ціль та наукова ідея роботи та встановлено, що застосування еластичних метальних пристроїв дозволило виконати укладання з інтенсивним ущільненням жорсткої дрібнозернистої бетонної суміші (В/Ц в межах 0,3-0,2) та в інтервалі швидкостей набризку 40-60 м/с з реальним прогнозуванням швидкості набризку щодо 70-80 м/с та відстані еластичного метального пристрою від поверхні бетонування в межах 10-40 см та куті атаки 90^{o} отримати, на відміну від традиційних способів струменевої технології, інтенсивне зростання міцності бетону тонкостінних конструкцій, що дозволяє відмовитися від теплооброблення бетону та досягти значного зниження енерговитрат, зростання продуктивності праці у 1,5-2,0 рази та поліпшення соціальних умов праці.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА:

1. Ливинский А.М. Индустриальные технологии и эффективные методы как основа интенсификации отделочных работ в строительстве: Автореф. дис. … доктора техн. наук / ЛИСИ. – Л., 1990. – 41 с.
2. Будівельна техніка: Навч. посібник / В.Л. Баладінський, О.М. Лівінський, Л.А. Хмара та ін. – К.: Либідь, 2001. – 368 с.
3. Вступ до будівельної справи: Навч. посібник / О.М. Лівінський, С.А. Ушацький, М.Ф. Друкований та ін. – К.: Українська академія наук, «МП Леся», 2007. – 336 с.
4. Дюженко М.Г., Бабиченко В.Я. Физико-химические основы формирования структуры бетонов струйной технологии // Междунар. конфер. по коллоидной химии и физико-химической механике, посвященная столетию со дня рождения академика П.А. Ребиндера. Москва, 4-8 окт. 1998 г. – М.: МГУ Хим. фак., 1998. – С. 248.
5. Бабиченко В.Я. Новий спосіб технології інтенсивного ущільнення бетонних сумішей під час виготовлення армоцементну // Будівельні матеріали та вироби. 2008. - № 2. – С. 27-28.