

УДК: 693.55

*Бабиченко В.Я.; Данелюк В.І.; Кирилюк С.В.;
Черепашук Л.А.
ОДАБА, м. Одеса*

РОЗВИТОК НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ОБЛАДНАННЯ ЩОДО ВИКОНАННЯ ТОРКРЕТ-БЕТОННИХ РОБІТ

АНОТАЦІЯ

У статті розглянуті особливості сучасних технологічних способів та механізмів для торкрет-бетонних робіт, які використовуються при будівництві, реконструкції та відновленні будівель та споруд. Проаналізовані приготування та подача бетонної суміші до сопла, потреба та витрата стиснутого повітря, ведення набризку на поверхню та обслуговування обладнання цього виду бетонування. Приведений комплект технологічного обладнання для замонолічування стиків тонкостінних елементів.

Ключові слова: способи торкретування, машини для торкрет-бетонних робіт, замонолічування стиків тонкостінних елементів.

Актуальність. Постійне зростання обсягів будівництва, реконструкції та капітального ремонту будівель і споруд диктує потребу будівельної галузі у фахівцях, які займаються відновленням і посиленням конструкцій будівель і споруд способами торкретування.

Останні дослідження розвитку новітніх технологій та обладнання підтверджують потребу в нових пристосуваннях торкрет-бетонних робіт до сучасного будівельного виробництва та реконструкції.

Мета: проаналізувати особливості сучасних технологій та обладнання для торкрет-бетонних робіт, які використовуються при будівництві, реконструкції та відновленні будівель та споруд.

Основний текст. Розглянемо основні способи торкрет-бетонних робіт, механізми й устаткування, які використовуються при цьому з урахуванням технологічних особливостей основних способів торкретування.

Спосіб сухого торкретування.

При застосуванні способу сухого торкретування використовують, як правило, цемент-гармати, що працюють у комплекті з пересувною компресорною

станцією. При цьому сухі дрібнозернисті бетонні суміші подаються стиснутим повітрям, яке надходить від пересувної компресорної станції (рис. 1). Найбільш часто подача сухих бетонних сумішей ведеться за допомогою роторних насосів. Через прийомний бункер суміш надходить у камери ротора, що мають револьверну конструкцію. З камер ротора цемент-гармати суха бетонна суміш подається стиснутим повітрям у матеріальний шланг і з високою швидкістю транспортується по шлангові до сопла. Водяний насос подає воду або розчин добавок (за потребою) по окремому шлангові до сопла. При сухому способі торкретування можуть використовуватися спеціальні бетонні суміші, які швидко твердіють при змішуванні з водою.

Швидкість вильоту із сопла струменя бетонної суміші вибирають залежно від діаметра сопла і його відстані до поверхні торкретування. Оптимальна швидкість часток бетонної суміші на виході із сопла, що дозволяє одержати найбільшу міцність бетону, перебуває в межах 100-130 м/с. На початку робіт, а також після кожної перерви в роботі подача води в сопло регулюється за допомогою крана, розташованого на трубопроводі подачі води. Необхідну кількість подачі води визначають візуально шляхом пробного нанесення торкретної суміші на спеціальний щит, установлений недалеко від поверхні торкретування. Правильно зволожена торкретна маса має при виході із сопла форму "факела" із суміші стисненого повітря й часток бетонної суміші, а поверхня торкрету — "жирний" блиск. При недостатці води в бетонній суміші на поверхні торкрету з'являються сухі плями й смуги, а у місцях торкретування накопичується багато пилу. Надлишок води призводить до опливання бетонної суміші й утвору "мішків" на поверхні. При правильній подачі води до сопла "відскік" матеріалу від поверхні торкретування при нанесенні першого шару дрібнозернистої бетонної суміші становить 30-35 %, потім у міру збільшення товщини покриття кількість "відскоку" знижується, до 20-25 %.

Торкретують поверхню пошарово. При нанесенні першого шару сопло повинне перебувати на відстані 80-120 см від поверхні торкретування. Наступні шари наносять при меншій відстані між соплом і поверхнею, але вона не повинна бути меншою ніж 50 см. Число шарів при нанесенні торкретного покриття й товщина кожного шару залежать від товщини покриття й визначаються проектом. Мінімальна товщина шару торкретного



Рис. 1. Пневматична подача дрібнозернистої бетонної суміші при способі сухого торкретування

покриття становить 10-15 мм. Звичайно товщина шару торкрету становить 20-40 мм, при цьому торкретне покриття необхідно укласти не менш ніж у два шари, тому що один шар такої товщини при нормальній кількості води починає обпливати. Збільшення числа шарів торкрету, які наносяться послідовно, поліпшує водонепроникність покриття, але викликає подорожчання робіт. Сопло при роботі слід безупинно переміщати рівномірно по спіралі, тримаючи його перпендикулярно поверхні торкретування. При торкретуванні по арматурі сопло необхідно трохи нахилити, для того щоб заповнити порожнечі за арматурою.

Щоб уникнути влучення води із сопла в матеріальний шланг при перервах у роботі сопло слід тримати насадкою вниз.

З метою підвищення стабільності процесу нанесення торкрету й зменшення утвору пробок у шлангу торкрет-машину слід розташовувати по можливості ближче до місця робіт.

Переваги способу сухого торкретування:

- не потрібне попереднє змішування сухої бетонної суміші з водою або розчинами добавок ;
- можливість забезпечення тривалого зберігання сухої бетонної суміші;
- можливість подачі сухої бетонної суміші на значній відстані в процесі виробництва торкрет-бетонних робіт (по горизонталі до 300 м, по вертикалі до 100 м);
- висока початкова міцність нанесеного торкрет-бетону;
- висока надійність і тривалий строк експлуатації встаткування для торкрет-бетонних робіт;

- не складне очищення основного технічного встаткування за допомогою стиснутого повітря;
- рідке засмічення шлангів і основного технологічного встаткування в процесі виробництва торкрет-бетонних робіт.

На високу ефективність даного методу негативно впливають високий відскік при веденні торкрет-бетонних робіт, високий ступінь пилоутворення особливо в стиснутих умовах роботи, а також більша потреба в повітрі.

Спосіб мокрого торкретування.

При застосуванні способу мокрого торкретування використовують розчинонасоси або бетононасоси малої продуктивності в комплекті з пересувними компресорними станціями. Спосіб мокрого торкретування знайшов застосування ще в 20-ті роки минулого сторіччя. Тоді цей спосіб був відомий, як спосіб Мозера. Основною перевагою способу мокрого торкретування було використання при виробництві бетонних робіт заздалегідь приготовленої дрібнозернистої бетонної суміші при точному дозуванні всіх її компонентів. Крім цього, устаткування для виробництва бетонних робіт способом мокрого торкретування було значно легше і простіше.

З розвитком устаткування для способу мокрого торкретування вдосконалювали спосіб подачі бетонної суміші до сопла. Сьогодні суміш подають до сопла двома способами: гідравлічним (рис. 2.) і пневматичним.

При гідравлічній подачі готової дрібнозернистої бетонної суміші найчастіше застосовуються двухпоршневі бетононасоси (рис. 2). Готова бетон-

на суміш подається в прийомний бункер бетононасоса і перекачується по шлангах до сопла. Технологія торкретування вимагає зниження пульсації при перекачуванні до мінімуму з метою забезпечення безперервного розпилення суміші. Для цього застосовуються різні методи підвищення ступенів заповнення поршнів, а також скорочення часу перемикання шибера бетононасоса.

Для пневматичної подачі готової дрібнозернистої бетонної суміші використовуються прямоочні діафрагменні плунжерні розчинонасоси зі спеціальною пневмоприставкою (приставка Н.С. Марчукова) [1]. Розчинонасоси, реконструйовані за пропозицією Н.С. Марчукова (рис. 3), мають продуктивність від 2 до 6 м³/год і призначені для транспортування у зваженому стані й укладання на поверхню бетонування готових дрібнозернистих бетонних сумішей.

Виготовлення тонкостінного покриття або замоноличування стиків за допомогою установок Н.С. Марчукова відбувається в наступній послідовності: готова дрібнозерниста бетонна суміш через вібросито подається в бункер живильника – плунжерного розчинонасоса, робоча камера якого перероблена в прямоочну схему. Під дією плунжера та гумової діафрагми бетонна суміш, проходячи через всмоктувальний і нагнітальний клапани, надходить у змішувальну камеру, куди одночасно подається стиснуте повітря. Зі змішувальної камери бетонна суміш рухається по шлангові у зваженому стані й укладається з ущільненням на поверхню бетонування або в стик.

До способу мокрого торкретування можуть бути віднесені й бункер-пістолети конструкції ЦНДІОМТД, що працюють за допомогою стиснутого повітря від пересувних компресорних станцій необхідної продуктивності (рис. 4). Робота бункер-

пістолетів, що мають малу продуктивність може бути ефективна при виготовленні тонкошарового бетонного або фібробетонного покриття та замоноличування стиків тонкостінних елементів конструкцій, які мають товщину 20-40 мм і виготовляються з конструкційного важкого дрібнозернистого бетону. Бункер-пістолет працює за принципом компресорної форсунки та ємності об'ємом 6-8 дм³, а також має продуктивність близько 10 м²/год при товщині двошарового покриття 10 мм [2].

Спосіб мокрого торкретування має ряд переваг і є найбільш сучасним високопродуктивним методом нанесення торкрет-бетону.

Серед переваг способу мокрого торкретування слід виділити:

- підвищення продуктивності виконання набризку бетонної суміші;
- зниження відскоку і, відповідно, втрат готової бетонної суміші у два й більше разів;
- значне поліпшення умов праці робітників, що виконують роботи з торкретування, завдяки відсутності пилоутворення в процесі набризку;
- мала потреба в стиснутому повітрі при застосуванні гідравлічної подачі готової бетонної суміші;
- підвищення якості торкрет-бетону за рахунок однорідного складу бетонної суміші й постійного водоцементного відношення;
- можливість остаточної затірки поверхні свіжоукладеного бетону.

При застосуванні способу мокрого торкретування процес початку робіт (готування суміші, її доставка до насоса) і процес завершення роботи (очищення встаткування) є більш трудомісткими, ніж при використанні способу сухого торкретування. Крім цього, при способі мокрого торкретування час використання приготовленої суміші обмежені й бетонна суміш повинна бути нанесена за



Рис. 2. Гідравлічна подача суміші при способі мокрого торкретування

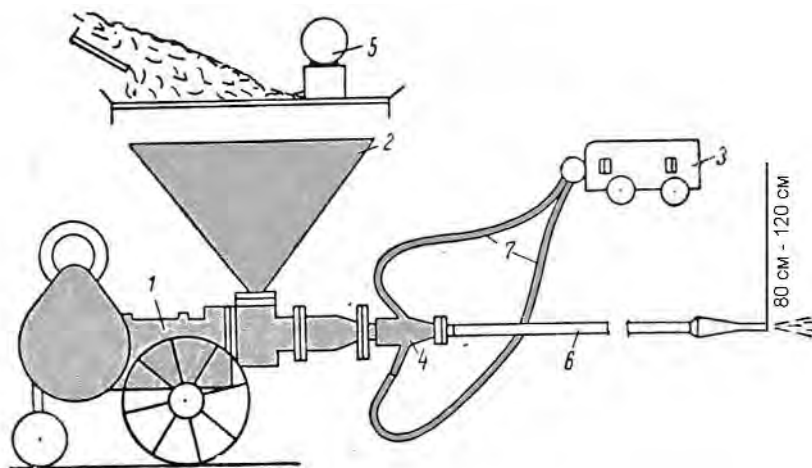


Рис. 3. Схема установки, що транспортує бетонну суміш:
 1 – розчинонасос, реконструйований за пропозицією Н.С. Марчукова;
 2 – бункер; 3 – компресор; 4 – змішувальна камера; 5 – вібросито;
 6 – трубопровід; 7 – шланг для подачі стиснутого повітря

цей період – а якщо ні, то суміш стає непридатною до використання [3].

Спосіб механічного торкретування.

Дослідження з удосконалення способів бетонування останнім часом були спрямовані на розробку технології, що дозволяє відмовитися від використання стисненого повітря в процесі бетонування, що й забезпечує поліпшення показників якості бетону, які були досягнуті при використанні пневматичних способів бетонування. Таким виявився спосіб механічного торкретування або ротаційного метання бетонної суміші.

Ущільнення бетонної суміші здійснюється за рахунок кінетичної енергії удару часток суміші в поверхню бетонування. Процес бетонування доз-

воляє сполучити операції укладання, розподілу й ущільнення бетонної суміші. Пристрої, призначені для механічного набризку, виконуються у вигляді одно- і двухроторних металників, які можуть працювати як на дрібнозернистих, так і на крупнозернистих бетонних сумішах (доцільно заповнювач розміром більш 20 мм не використовувати) [3-5].

Особливості роботи механізмів і машин для торкрет-бетонних робіт.

При застосуванні способів сухого й мокрого торкретування набризк може вестися як у ручному, так і в механізованому режимі за допомогою маніпуляторів. У зв'язку з тим, що при застосуванні способу сухого торкретування найчастіше мова йде про невелику продуктивність і встатку-



Рис. 4. Комплект технологічного обладнання, яке використовується для виготовлення тонкостінного покриття й замоноличування стиків тонкостінних елементів:
 1 – бункер-пістолет; 2 – пересувний компресор; 3 – шланг пневматичний



Рис. 5. Устаткування для сухого торкретування:
а) – Aliva-246.5 "базова" версія; б) – Aliva-263 "удосконалена" версія

вання для торкрет-бетонних робіт, ручний набризк використовується значно частіше. Суха дрібнозерниста бетонна суміш наноситься, головним чином, за допомогою роторних машин.

У цей час найбільш ефективним устаткуванням для торкрет-бетонних робіт, є машини фірми Aliva. Принцип роботи роторних машин Aliva такий. Через прийомний бункер торкрет-суміш надходить у камери револьверного ротора. Завдяки обертанню ротора камера з матеріалом надходить у крапку розвантаження. За допомогою стислого "верхнього" повітря здійснюється розвантаження камери з матеріалом. Суміш надходить через випускні камери в магістраль. Разом з "нижнім" повітрям суміш транспортується по магістралі в повітряному потоці (пневматична подача) з великою швидкістю до сопла. Машини фірми Aliva представлені на рис. 5.

Крім машин фірми Aliva значний технологічний інтерес представляють торкрет-установки АС-1 фірми "Альпсервіс" (Харків) (рис. 6). Торкрет-установка даного типу призначена для виконання робіт зі способу сухого торкретування, таких як санація бетонних конструкцій, ремонт і реставрація бетонних поверхонь і т.д. Установки даного типу рекомендуються для торкретних робіт, при яких товщина шару не перевищує 50 – 70 мм, тому що установка має порівняно невелику продуктивність – 0,5-2,5 м³/ч.

До переваг даної установки можна віднести:

– легкість маніпуляції під час роботи завдяки малій вазі машини;

– плавне регулювання продуктивності (виконання STANDARD і COM);

– пасова передача, що запобігає ушкодженню привода у випадку нестандартної зупинки машини;

– дистанційне керування, яке дає можливість обслуговуючому персоналу в розпилювача регулювати продуктивність;

– швидке й просте закінчення роботи без трудомісткого очищення машини, можливість подачі бетону на велику відстань і недоступні місця (горизонтально до 300 м, вертикально до 100 м);

– великий термін служби частин, що зношуються (ущільнювальної прокладки й дозувального барабана) завдяки використанню центрального змазування;

– низькі експлуатаційні витрати [6].

Висновки.

1. Проведено аналіз методів ведення торкрет-бетонних робіт.

2. Приведені сучасні розробки машин і механізмів у цій галузі, які використовуються при будівництві, реконструкції та відновленні будинків і споруджень.

3. Розглянуто комплект технологічного обладнання для замонолічування стиків тонкостінних елементів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ивянский Г. Б. *Механизированная заделка стыков сборных железобетонных конструкций* / Ивянский Г. Б. – М.: Стройиздат, 1971. – 145 с.

2. Урьев Н. Б. *Коллоидные цементные растворы* / Урьев Н. Б. – Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1980. – 192 с.

3. Бабиченко В. Я. *Новая струйная технология бетонирования, элементы теории, перспективы*



Рис. 6. Торкрет-установка АС-1

практического применения / В. Я. Бабиченко, В. И. Данелюк // Зб. наук. пр. "Будівельні конструкції". – Вип. 72. – Київ: НДІБК, 2009. – С. 622-630.

4. Пат. 92794 України, МПК (2009) В 28 В 1/30, В 28 В 13/00. Металевий пристрій для укладання та ущільнення бетонних сумішей / В. Я. Бабиченко, В. І. Данелюк; заявка та власник Одеська державна академія будівництва та архітектури. – № а 2008 12967; заявка 07.11.2008; публікація 10.12.2010, Бюл. № 23.

5. Кирилук С. В. Технологія торкретирования стыков тонкостенных фибробетонных изделий в ограждающих стеновых конструкциях: дис ... канд. техн. наук: 05.23.08 / Кирилук Станислав Владимирович. – Одесса, 2014. – 145 с.

6. Бабиченко В. Я. Наблизк-бетонні роботи та обладнання при реконструкції та відновленні конструкцій будівель та споруд / В. Я. Бабиченко, В. І. Данелюк, С. В. Кирилук, О. О. Піддубний // журнал "Сучасне промислове та цивільне будівництво". – Том. 9. №3 – м. Макіївка: ДНАБА, 2013. – С. 131-139.

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены особенности современных технологических способов и механизмов для

торкрет-бетонных работ, которые используются при строительстве, реконструкции и восстановлении зданий и сооружений. Проанализированы приготовление и подача бетонной смеси к соплу, потребность и расход сжатого воздуха, ведение набрызга на поверхность и обслуживание оборудования этого вида бетонирования. Приведенный комплект технологического оборудования для замоноличивания стыков тонкостенных элементов.

Ключевые слова: способы торкретирования, машины для торкрет-бетонных работ, замоноличивание стыков.

ANNOTATION

The article describes the features of modern technological methods and tools for sprayed concrete works, which are used in the construction, reconstruction and restoration of buildings and structures. Analyzed the preparation and submission of concrete in the nozzle, and the need for consumption of compressed air, spraying the surface of the conducting and maintenance of equipment of this type of concrete. We have a set of technological equipment for the embedment of joints of thin-walled elements.

Keywords: ways of shotcrete, machine sprayed concrete works, embedment of joints.