

Отже, з-посеред деяких конкретних висновків і рекомендацій "Схеми..." визначальними концепційними її положеннями є:

1. Впровадження прогресивного і ефективного методу реконструкції-реставрації кварталів чи груп кварталів, з безпеляційною відмовою від згубного традиційно вибіркового ремонту, як неефективного і нефахового.
2. Комплексна організація робіт з одночасним ремонтом конструктивних елементів будинків, інженерних мереж і обладнання та впорядкування території, з ліквідацією і попередженням причин руйнації, з врахуванням взаємодії всіх чинників цих причин.
3. Забезпечення переходу на моніторингову систему проектування на основі його бази - динамічного банку даних технічних характеристик будинків і кварталів, сформованого у складі "Схеми..." як основного її розділу.

Аналіз сукупності факторів у динаміці її змін з перманентним, постійним і безперервним, відтворенням взаємозв'язків і компонентів руйнівних чинників (що, властиво, і є моніторингом) сприяє визначенню дійсного діагнозу руйнівних процесів і вибору оптимальних засобів для їх ліквідації та попередження.

Комп'ютеризація інформаційно-пошукової системи моніторингу і його бази-банку даних безумовно сприяє оперативному розгляду і вирішенню питань, підвищенню якості і прискоренню проектування, залученню і співпраці відповідного науково-технічного потенціалу.

Взагалі, перехід на моніторингову систему проектування – це не тільки прогресивний і перспективний шлях вирішення складних проблем реконструкції і збереження забудови, а й об'єктивно визначений потребами сьогодення та забезпечення перспективи.

**А. Мазурак\*, В. Барабаш,  
В. Калітовський, Я. Балабух\*\***

Львівський національний аграрний університет,  
кафедра технології та організації будівництва  
Член-кореспондент АБУ,

\*\*Львівський регіональний науково-технічний центр,  
ДерждорНДІ

## **ВИКОРИСТАННЯ ТОРКРЕТ-БЕТОНУ**

© Мазурак А., Барабаш В., Калітовський В., Балабух Я., 2010

Цементний бетон і залізобетон поряд з іншими будівельними матеріалами й сьогодні залишається дуже поширеним і універсальним матеріалом для будівництва. Експлуатація бетонних і залізобетонних конструкцій будівель та споруд часто відбувається за несприятливого поєднання динамічного навантаження і температурно-вологісного режиму, що своєю чергою спричиняє складний напружено-деформований стан і може зумовити критичні напруження, які перевищують міцність конструкції, особливо поверхневого шару – бетону. У результаті виникають повздовжні і поперечні тріщини, які призводять до корозії арматури і бетону, а також до скорочення терміну експлуатації.

Одним із ефективних методів ремонту цементно-бетонного покриття є технологія торкрет-бетонування, яка дає можливість механізувати практично всі процеси і отримати шар бетону підвищеної щільності і міцності.

Використання торкретування є надійним засобом нанесення захисних покриттів на бетонні поверхні, що піддані впливу агресивних середовищ і низьких температур, виправлення дефектів у бетоні, підсилення бетонних та залізобетонних конструкцій тощо.

Технологія торкретування в будівельній практиці використовується понад 100 років, наслідуючи загальний прогрес науки і техніки, постійно змінюючись і вдосконалюючись [1; 2].

Розвиток технології торкретування був можливим завдяки впровадженню в організаціях Мінмонтажспецбуду УРСР і Мінсільбуду УРСР під час спорудження об'єктів водоканалізаційних очисних споруд (прямокутні і радіальні відстійники, резервуари для води тощо). Прикладом високоякісного виконання торкретробіт можуть слугувати такі будівлі: трисекційний аеротенк і радіальні відстійники на очисних спорудах цукрового заводу в м. Теофіполі, Хмельницької області (ССМУ Житомирспецфундаментбуд комбінату Укрпромспецбуд), резервуари чистої води ємністю від 3000 до 10000 м<sup>3</sup> в м. Конотопі і м. Глухові, Сумської області, збірно-монолітні опускні колодязі насосних станцій в м. Городянці, Ірпіні і Боярці, Київської області і на Льодовому стадіоні в м. Києві, побудовані організаціями комбінату Київпромбуд і Київміськбуду в 1974 – 1977 рр. та інші об'єкти.

Процес торкретування в минулому використовувався вузькоспеціалізовано і обмежувався рівнем знань самого процесу виконання і малоефективним обладнанням.

Сьогодні на будівельному ринку широко представлене ефективне обладнання різних виробників для використання в технології торкретування AC-1 (Україна), ALIVA, MEYCO, Putzmeister (Швейцарія), REED (США), Werner Mador (Німеччина) тощо. Тому процес торкретування став одним з ефективних і надійних способів нанесення захисних покриттів на бетонні поверхні, що піддані впливу агресивних середовищ і низьких температур, виправлення дефектів у бетоні, підсилення бетонних та залізобетонних конструкцій тощо.

Торкрет-бетонування під час капітального ремонту чи реконструкції дозволяє максимально зберегти існуючі конструкції та забезпечити їх ефективну роботу в складі конструкцій, що реконструюються, а також забезпечує мінімальну тривалість періоду реконструкції [3,4].

Харківська фірма Альпсервіс, яка належить до концерну **КЕМВА** (Kharkiv Equipment and Machine Builders Association), що займається промисловим альпінізмом, пріоритетним напрямом діяльності якої є торкретування і антикорозійний захист бетонних поверхонь. Ця фірма займається реконструкцією будівель та споруд, з використанням новітніх технологій. Як відремонтовані об'єкти числяться: реакторне відділення Південноукраїнської АЕС; димова труба Харківської ТЕЦ; телебашні: Київська, Харківська, Одеська; велика кількість заводів нафтопродуктів; мости і дороги.

Сіка Україна в 2008 році використала технологію мокрого торкретування під час влаштування підпірної стіни на вул. Глибочицька в м. Києві [5].

Проте ще й сьогодні до кінця не вивчені умови бетонування під час ремонту горизонтальних і вертикальних поверхонь і отримання однорідного за складом шару торкрет-бетону із забезпеченням міцності зчеплення нового і старого бетону.

Досвід використання торкретування свідчить, що на міцнісні характеристики торкрет-бетону і втрати матеріалу у вигляді відскоку значний вплив мають такі технологічні фактори, як водоцементне відношення, кут нахилу і відстань від сопла до поверхні, яку бетонують, і швидкість виходу струменя тощо.

Стан поверхні затверділого бетону перед вкладанням нового вважається одним із основних факторів впливу на міцність зчеплення (таблиця).

#### Міцність зчеплення торкрету порівняно з міцністю монолітного бетону

№	Дослідні зразки	Міцність зчеплення, %
1	Монолітні зразки	100
2	Поверхня насічена і покрита розчином	74
3	Не насічена поверхня і покрита розчином	72
4	Поверхня насічена, суха	61
5	Поверхня насічена, змочена водою	55
6	Поверхня ненасічена, суха	52
7	Поверхня ненасічена, змочена водою	45

Одним із ефективних способів підготовки поверхні старого бетону є промивання цементним тістом або розчином.

Незважаючи на підвищення якості бетону за рахунок широкого застосування поверхнево-активних і комплексних добавок, проблема попередження і відновлення поверхонь сьогодні є однією з актуальних.

У сучасній технології бетону створена і має широке застосування велика кількість комплексних додатків різних видів і призначень, що дозволяє спрямовано впливати на властивості цементного каменю і затверділого бетону та підвищувати їх якість.

Введення хімічних добавок в бетон з метою підвищення зчеплення пропонують багато дослідників. Необхідно відзначити, що результати щодо значень міцності зчеплення модифікованого бетону в 1,5 раза вищі за звичайний.

Вітчизняний та закордонний досвід використання адгезійних обмазок між старим і новим бетоном невеликих вузьких ділянок збірних і монолітних конструкцій, доводить, що адгезійний прошарок із полімерів між старим і новим бетоном значно підвищує міцність зчеплення між ними. Використання полімерів на основі епоксидних смол з метою омоноличення старого бетону з новим дає можливість отримати максимальну міцність стику обох поверхонь.

Вибір складу торкрет-бетонної суміші, зокрема заповнювачів, води і будь-яких добавок або армувального волокна, повинен забезпечувати всі технологічні властивості і експлуатаційні характеристики, задані для свіжовкладеного і затверділого торкрет-бетону.

Проектуючи склад торкрет-бетону, необхідно враховувати такі чинники: співвідношення між цементом і наповнювачем; гранулометричний склад наповнювача; обладнання його характеристики тощо.

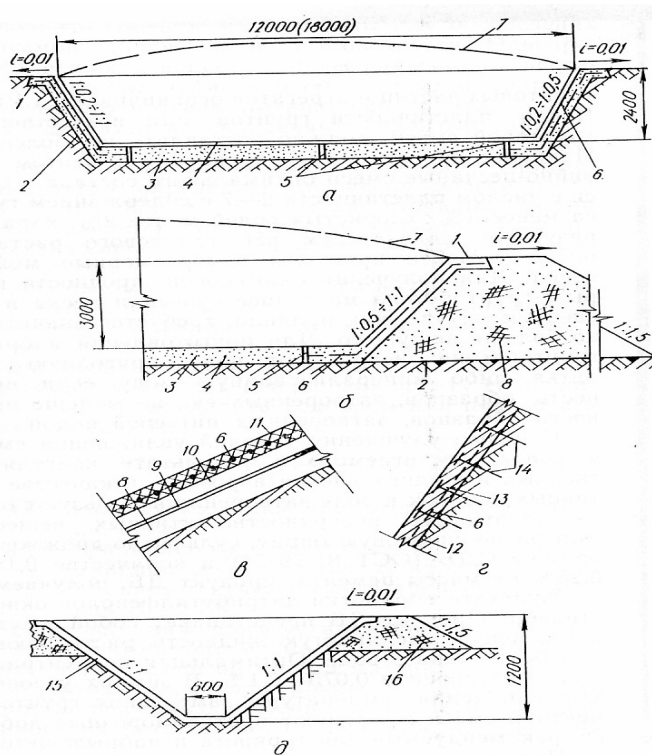


Рис. 1. Конструкції облицювань з торкрет-грунтбетону:  
 а – облицювання заглибленого силососховища; б – те саме, наземного силососховища; в – кріплення укосу греблі шламобасейну; г – суцільне кріплення укосу насипу; д – облицювання зрошувального каналу; 1 – відмостка;  
 2 – облицювання стіни  $d = 70$  мм;  
 3 – те саме, днища  $d = 130$  мм;  
 4 – антикорозійне покриття;  
 5 – температурно-усадочний шов;  
 6 – арматурна сітка; 7 – рівень завантаження силосу; 8 – ущільнений ґрунт;  
 9 – плівка ПВХ  $2 \times 0,2$  мм;  
 10 – захисний шар піску  $100$  мм;  
 11 – торкрет-грунтбетон  $d = 100$  мм;  
 12 – поверхня укосу; 13 – торкрет-грунтбетон  $d = 60$  мм;  
 14 – монтажний анкер; 15 – торкрет-грунтбетон  $d = 40-60$  мм; 16 – насип

Процес торкретування можна використовувати в різних сферах:

- будівництво резервуарів, ємностей, веж;
- гідроізоляція гідротехнічних споруд, тунелів і колекторів;
- будівництво елементів гідротехнічних споруд, їх ремонт;
- реконструкція залізничних і автомобільних тунелів;
- підсилення конструкцій з цегли та бетону;
- підсилення сталевих конструкцій;
- відновлення захисного шару бетону;
- кріплення будівельних котлованів;
- кріплення скельних стін і відкосів;
- вогнетривке облицювання;

- усунення дефектів будівництва бетонних споруд;
- ремонт пошкоджених поверхонь будівель і споруд.

Особливо ефективно торкретування можна використовувати в сільськогосподарському будівництві під час облицювання ґрунтових споруд. Облицювання з торкрет-ґрунтобетону можна застосовувати як:

- покриття земляних конструкцій сховищ сільськогосподарського призначення (фуражні ємкості і резервуари, гноєзбірники, гноєсховища тощо);
- захисні і протифільтраційні конструкції водоутримуючих споруд (укоси дамб і гребель, екрани водосховищ і накопичувачів відходів, басейнів для штучного поповнення запасів ґрунтових вод, одягу зрошувальних каналів тощо);

суцільного покриття для захисту укосів і схилів насипів і виїмок від порушень місцевої стійкості під впливом погодно-кліматичних чинників (рис.1).

Львівський регіональний науково-технічний центр ДерждорНДІ проводить підсилення і відновлення несучої здатності мостових конструкцій на багатьох об'єктах, використовуючи технологію торкретування (рис. 2).



а



б

*Рис. 2. Зовнішній вигляд балочної конструкції моста через ріку Думниця у с. Дідилів, Кам'яно-Бузького району, Львівської області: а – до ремонту; б – після ремонту*

З метою оцінки напружено-деформованого стану підсилених торкретуванням залізобетонних конструкцій, було проведено серії експериментальних досліджень підсилення залізобетонних балок за технологією торкретування, лабораторні дослідження яких проведені у ЛНАУ (рис.3).



Рис. 3. Видяк дослідної підсиленої торкретуванням залізобетонної балки в лабораторних умовах

Одним із ефективних і найпоширеніших вирішень проблеми підвищення теплоізоляційної здатності існуючих огорожуючих конструкцій є додаткове утеплення стін за методом скріпленої теплоізоляції, яке полягає у прикріпленні спеціальним клеєм теплоізоляційних плит до поверхні фасаду, захисті поверхні тонкошаровими композиціями, армованими склосіткою, і нанесенні шару декоративного оздоблення.

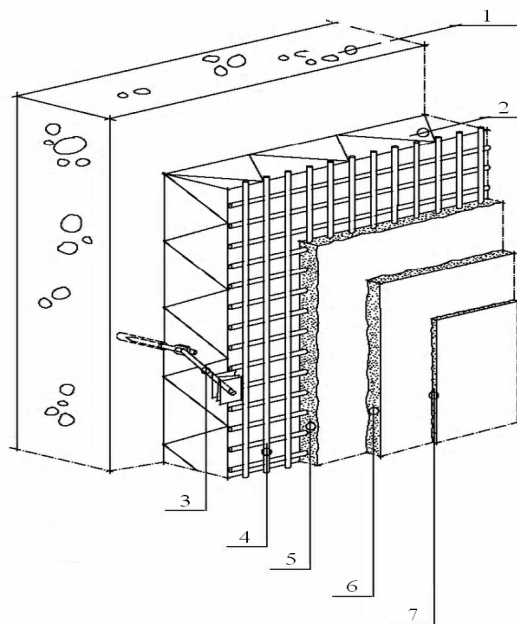


Рис. 4. Теплоізоляційна штукатурна конструкція:  
1 – зовнішня стіна; 2 – утеплювач; 3 – елемент кріплення; 4 – штукатурна сітка;  
5 – торкретбетон; 6 – вирівнюючий шар;  
7 – шар оздоблення

Системи утеплення поділяють залежно від виду теплоізоляційного матеріалу і декоративної штукатурки. Однак послідовність виконання робіт і технологія для кожного виду матеріалів є практично однаковою.

Зважаючи на наведене, проблема влаштування скріпленої теплоізоляції потребує ретельного вивчення, дослідження всіх особливостей влаштування і експлуатації, а також предметного аналізу причин пошкоджень і способів запобігання їм.

Запобігти негативним явищам, які виникають під час виконання суцільної теплоізоляції тонкошаровими композиціями, може система суцільної теплоізоляції без порожнин торкретуванням по шару теплоізоляційного матеріалу (рис.4). Технологічна послідовність виконання низки процесів запропонованої технології аналогічна до методу скріпленої, за винятком процесів армування і торкретування.

Для дослідження міцнісних характеристик і відпрацювання технологічних параметрів виконання в лабораторних умовах ЛДАУ були

підготовлені дослідні зразки розмірами 600х600мм, до яких були закріплені пінополістирольні плити наклеюванням і механічними дюбелями, а також пласти підготовленої, соломи закріпленої сіткою і дюбелями, з масиву зразків випущені металеві анкери, що виступають на поверхні утеплювача до 35-40 мм. Армування поверхні виконано плоскими металевими сітками діаметром  $d=3$  мм, розмірами комірок 50 х 50 мм (рис. 5).



Рис. 5. Дослідні зразки із соломи, пінополістиролу, цегли і пінобетону, підготовлені під торкретування

Торкретування доцільно виконувати в два шари. Перший шар торкрету, що наноситься на стіну, повинен бути завтовшки мінімум 2 см (аж до сполучної сітки) і на 1 см менше від загальної товщини торкрету. Цей шар може мати більшу товщину, оскільки виконує функції: перенесення навантаження з плити на стіни; утворення твердої поверхні для нанесення другого шару і власне самого скелету захисного покриття. Другий шар укладається як вручну, так і за допомогою торкретування. Ручне укладання тонкого шару розчину (бетону) є доцільнішим. Цей шар укладається в межах маяків, які видаляються після завершення роботи.

Характеристики міцності дослідних зразків забезпечили розрахункові параметри, технологічна послідовність виконання всіх процесів, а також оздоблення, підтвердила оптимальність прийнятої технології утеплення. Належна якість оздобленої поверхні забезпечена відсутністю перших усадочних тріщин, однорідністю міцної торкретованої поверхні. Наступний етап – оцінка експлуатаційних характеристик при різних навантаженнях і впливах зовнішнього середовища.

**Висновки.** Сьогодні назріла необхідність у зміні стереотипів щодо використання нових прогресивних технологій торкретування, а також розробленні та виданні вітчизняних нормативів, які б регламентували проектування і виконання цих робіт з врахуванням науково-дослідних розробок і будівельної практики.

Як показали результати досліджень, торкретування дає можливість забезпечити приріст міцності вже під час виконання робіт. Торкрет-бетон дозволяє розширити сферу використання технології бетонування, оскільки покращуються фізико-механічні властивості бетону: міцність на згин – на 40% і більше; міцність на стиск – на 15% і більше.

1. George D. Yogy «The history of shotcrete» 2005.
2. Ростовцев Л.С. Торкрет-бетонные работы в Щербиновском рудоуправлении Донугля / «Инженерный работник». – №10, 11. – 1926. – С. 23–26.
3. В.Г. Артюх, Санников І.В. Торкрет-бетон у цивільних будинках, що реконструюються // Будівництво України. – 2007. – №3. – С.11–13.
4. Торкрет-бетон ТУ 5745-001-16216892-06. – М.:ЗАО «Служба защиты сооружений». 2006. – 10 с.
5. Технология «мокрого» торкретирования // Бетон №2. 2008. – С.14–16.