

stones. Figured paving stones are more expensive than cubic and rectangular. The dependence of the price of paving stones on the type of the original rock was revealed. The price of cobblestones is relatively low, and the price of travertine is the highest. Prospects for the use of natural stone paving stones in Ukraine are assessed. Due to its functional properties, high durability, aesthetic perfection and environmental safety, stone paving will be widely used in the future when paving roads, streets, squares and other objects.

**Key words:** pavement, paving elements, natural stone paving stones, granite, basalt, diabase, gabbro, labradorite, slate, quartzite, sandstone, travertine, durability, price.

doi.org/10.29295/2311-7257-2021-103-1-170-178

УДК 69.05

Сінякін А.Г.<sup>1</sup>, Панченко О.В.<sup>2</sup>, Собко Ю.М.<sup>3</sup>, Гладишев Г.Н.<sup>3,4</sup>, Гладишев Д.Г.<sup>3,4</sup>,  
Гладишев Р.Д.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Харківський Національний Університет будівництва та архітектури  
(вул. Сумська, 40, Харків, Україна, 61002; e-mail: [sinyakin.anatoliy@ua.sika.com](mailto:sinyakin.anatoliy@ua.sika.com);  
[orcid.org/0000-0003-0546-3074](https://orcid.org/0000-0003-0546-3074))

<sup>2</sup>ТОВ «Сіка Україна»  
(вул. Миколи Грінченка, 4, Київ, Україна, 03038; e-mail: [panchenko.aleksandr@ua.sika.com](mailto:panchenko.aleksandr@ua.sika.com);  
[orcid.org/0000-00031634-0715](https://orcid.org/0000-00031634-0715))

<sup>3</sup>Національний університет «Львівська політехніка»

<sup>4</sup>Науково-проектна фірма «Реконстрпроект»  
(вул. С. Бандери, 12, Львів, Україна, 79013; e-mail: [sobko.yuriy@ua.sika.com](mailto:sobko.yuriy@ua.sika.com); [orcid.org/0000-0002-7710-468X](https://orcid.org/0000-0002-7710-468X),  
[orcid.org/0000-0002-2671-5579](https://orcid.org/0000-0002-2671-5579), [orcid.org/0000-0003-3978-8600](https://orcid.org/0000-0003-3978-8600), [orcid.org/0000-0002-4819-5359](https://orcid.org/0000-0002-4819-5359))

## ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ СПОРУДИ, ЯКА ВТРАТИЛА СВОЮ НАДІЙНІСТЬ ЗА ЧАС ДОВГОТРИВАЛОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ У АГРЕСИВНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

У статті розглянуті деякі питання щодо послідовності виконання ремонту та хімзахисту залізобетонного стовбура технологічної башти гранулювання аміачної селітри №1 цеху М-9 ПрАТ «Азот» у м. Черкаси. Описано варіанти первинного та вторинного захисту конструкцій від корозії.

Описано дефекти, які проявляються у вторинному захисті бетону. Виявлено, що при первинному огляді залізобетонних конструкцій технологічної башти гранулювання аміачної селітри стан бетону гранбашти №1 на ряді ділянок має як поверхневі так і наскрізні руйнування.

За результатами обстеження та розрахунків, які виявили практичну відсутність резервів несучої здатності залізобетонного стовбура башти, була запропонована конструкція його підсилення. Воно було реалізоване системою вертикальних та кільцевих залізобетонних ребер жорсткості для можливості виконання його капітального ремонту. Була розроблена технологічна карта послідовності виконання ремонтних робіт. Концерном Sika запропонована система хімзахисту внутрішніх та зовнішніх бетонних поверхонь стовбура гранбашти. Запропоновано використати від дії агресивних впливів на внутрішню та зовнішню поверхні залізобетонного стовбура розглянутої споруди системи ремонтів та хімзахисту.

Використання безперервного хімічного захисту бетону зсередини та ззовні стовбура башти показало, що інноваційні продукти та інноваційні системи ремонтів Sika пробивають собі дорогу в практиці будівельного виробництва при відсутності поки нормативної бази.

**Ключеві слова:** баштова промислова споруда, хімічні впливи, технічний стан, інноваційні технології, матеріали фірми Sika, ремонт, хімзахист.

**Вступ.** Питання технічного оцінювання реального стану залізобетонних та сталевих конструкцій діючих підприємств зазвичай знаходяться у компетенції спеціальних підрозділів експлуатуючих організацій. Регулярний та своєчасний огляд дозволяє з достатньою точністю оцінити фактичний стан конструкцій за зовнішнім виглядом поверхні бетону, наявністю тріщин, прогинів та інших дефектів. Складніше, коли до елементів конструкцій не має доступу та коли крім атмосферних впливів на бетон діють різні хімічно агресивні середовища в широкому температурному діапазоні. В практиці експлуатації будівель та споруд діючих хімічних підприємств особливо важливо визначити, які саме середовища

впливають на зниження несучої здатності несучих конструкцій і відповідно, які наслідки слід очікувати.

На етапі проектування проробляються варіанти первинного та вторинного захисту конструкцій від корозії. Більшість споруд хімічної промисловості України були побудовані у 50-60 роках минулого століття, коли вибір надійних варіантів захисту конструкцій від корозії був доволі обмеженим. Окрім цього, спостерігаються різні відхилення від первинних рекомендацій викладених у проектній документації: замість сульфатостійкого цементу в практиці будівництва використовують звичайний цемент; не витримуються відповідні параметри за міцністю, морозостійкістю та водо непроникливістю для бетонних та залізобетонних конструкцій залежно від режиму експлуатації; недоармування конструкцій на усадочні та температурні деформації; дефекти в технологічному обладнанні.

**Метою** ремонту з хімічним захистом залізобетонного стовбура башти к.631Г гранулювання аміачної селітри цеху М-9 на ПрАТ «АЗОТ» було визначення стратегії призначення систем ремонтних і захисних матеріалів та технологій їх виконання.

**Результати дослідження.** Можливі наслідки деформацій та мікротріщиноутворень в бетоні споруд, отриманих під дією температури, повзучості та усадки потрібно враховувати шляхом підбору складу бетонної суміші при проектуванні та дотриманні цих рішень на будівельному майданчику.

Дефекти, які проявляються у вторинному захисті бетону, наприклад: силові тріщини та неякісно заповнені вертикальні шви у футеруванні з кислототривкої цегли; осадочні тріщини та відсутність адгезії з бетоном полімерних захисних покриттів та інші. З часом всі ці дефекти призводять до насичення бетону конструкцій технологічними розчинами чи розплавами, які взаємодіють спочатку з компонентами бетону (в першу чергу з цементним каменем), що призводить до хімічної корозії 2-го чи 3-го типів з утворенням або сильно розчинних з'єднань, або новоутворень зі збільшенням вихідного об'єму цементного каменя, а потім, зі сталеною арматурою.

Ці процеси призводять до поступової деградації бетону конструкцій і, відповідно, до втрати міцності та несучої здатності конструкцій в цілому.

При первинному огляді залізобетонних конструкцій технологічної башти гранулювання аміачної селітри виявлено, що стан бетону гранбашти №1 на ряді ділянок має суттєві, як поверхневі так і наскрізні руйнування (рис. 1, 2).

Омивання та насичення бетону стовбура башти технологічними розчинами чи розплавами солей аміачної селітри пов'язане з фільтрацією цих розчинів і розплавів через технологічні перекриття розширеного верхнього об'єму башти та технологічного лотка під нижнім перекриттям цього об'єму.

Ділянки наскрізних пошкоджень стовбура башти за хімічною деградацією бетону на значних площах зовнішньої та внутрішньої поверхонь стовбура, практично до рівня робочої арматури, потребують не ремонту, а повної заміни деградованого бетону.

Агресивність розчину аміачної селітри по відношенню до цементного бетону цілком зрозуміла з точки зору її хімічної взаємодії з цементним каменем, з поступовою заміною продуктів гідратації легко розчинними чи аморфними з'єднаннями, які практично не мають міцності.

В результаті цього міцність бетону відібраних у 2018 році взірців, за даними [1], на окремих ділянках стовбура башти сягала <7,5 МПа, деколи 21,7-26,8 МПа, що деколи перевищувало початкову проектну марку бетону М200 ( $R \approx 20$  МПа, на сьогодні це клас С12/15). Висновки за результатами випробувань бетону [1], наступні:

- зі сторони внутрішньої поверхні стовбура башти міцність бетону не забезпечена, руйнування бетону розпочинається при мінімальному навантаженні;

- із зовнішньої сторони стовбура башти міцність бетону частково забезпечена, в цілому відповідає проектній марці бетону (М200, клас С12/15);
- у центральній частині зовнішньої сторони стовбура башти міцність бетону забезпечена з запасом (фактична марка бетону не менше М250, клас С16/20).



Рис. 1. Стовбур башти зі значними площами ділянок поверхневої деградації бетону



Рис. 2. Наскрізне руйнування стовбура, відсутність горизонтальної арматури

За результатами контролю міцності бетону, категорію технічного стану залізобетонного стовбура башти автори [1] оцінили, як 3-тю – непридатну для нормальної експлуатації.

Результати обстеження залізобетонного стовбура [2], яке було виконане в кінці 2018 року, дозволило зробити висновок про наближення технічного стану стовбура башти №1 до «аварійної» категорії технічного стану споруди. Зафіксовано, що ділянки деградації бетону на окремих відмітках стовбура башти становлять 50-60% його перерізу, що унеможливило використання традиційної технології заміни зруйнованого бетону на «новий», без улаштування надійних конструкцій підсилення.

Чітке розташування деградованих ділянок бетону та їх глибину проникнення в стовбур башти, можна повністю виявити тільки в процесі поетапного розбирання бетону та внутрішнього футерування для підготовки його поверхні до відновлення методами «сухого» чи «мокрого» торкретування.

Було прийняте рішення розробити проект з порядку розбирання і повної заміни бетону виявлених дефектних ділянок. Але для гарантування безпечності даного виду робіт, було запропоноване технічне рішення [3] улаштування підсилення самої башти, яке б сприймало навантаження та впливи від залізобетонної частини башти та елементів розташованих вище конструкцій та технологічних навантажень, які знаходяться на перекриттях верхнього розширеного об'єму башти.

Такий проект [4] був розроблений науково-проектною фірмою «Реконстрпроект» після аналізу наявної документації, інструментального обстеження та перевірочних розрахунків для визначення фактичних резервів несучої здатності послаблених дефектами перерізів стовбура башти.

Після аналізу результатів обстеження та проектної документації було прийняте рішення, що після передачі на виконані залізобетонні елементи підсилення значної частини

розрахункових навантажень від башти та діючих на неї впливів, можна буде виконувати ремонтні роботи із заміни деградованого бетону стовбура башти між елементами підсилення. В межах проектної документації, уся площа стовбура башти між елементами підсилення поділена на ділянки з нумерацією технологічної послідовності виконання на них ремонтних робіт із заміни деградованого бетону стовбура башти, навіть при наскрізній його деградації на окремих ділянках. Така технологічна послідовність виконання ремонтних робіт дала можливість забезпечити просторову жорсткість залізобетонного стовбура башти і башти в цілому.

**Технологічна карта виконання ремонтних робіт.** Розбирання бетону в місцях дефектів та корозійних пошкоджень, видалення слабких, незв'язаних часток і послаблених ділянок бетонної поверхні, усунення існуючих захисних покриттів, струменево-шліфувальне очищення (піскоструменеве) всієї поверхні бетону і розкритої арматури (до степеню Sa 2½ згідно EN (Європейським нормам ISO 8501-1)).

Було прийнято рішення, що роботи в даному випадку, технологічніше виконувати методом „сухого” торкретування, прийнявши за „опалубку” зовнішню поверхню бетону стовбура башти, потім відремонтовану внутрішню поверхню бетону стовбура башти.

Зазвичай підготовка поверхні бетону включає видалення старого «деградованого» бетону та очищення поверхні. Поверхня бетону конструкцій перед виконанням робіт перевіряється на наявність порожнин, тріщин та інших прихованих дефектів методом простукування молотком. Місця, що видають глухий звук, розчищаються до неураженого бетону.

Поверхні очищають у відповідності з планами виконання робіт. Якщо проекту виконання робіт не має, слід дотримуватись наступних інструкцій (рис. 3):

- видалення бетону необхідно виконувати в місцях конструкцій, які мають різні корозійні пошкодження, у місцях з неміцним бетоном, до «здорового» бетону. Особливо в місцях виділення солей, там, де бетон заражений на вплив корозії та карбонізації, в місцях тріщин з іржею, там де розташована арматура та закладні деталі з ознаками корозії; раковини, тріщини шириною від 0,4 мм – розшиваються;
- розкриття арматури та закладних деталей, які мають корозію, по усій довжині, включаючи не кородовані ділянки не менше 2 см у кожному напрямі. Якщо вся нижня половина розкритої ділянки стрижня арматури прокородована, необхідно розчистити шар бетону по всій даній ділянці на глибину біля 1 см за арматурний стрижень;
- по всій поверхні залізобетонної конструкції, що обробляється, виконується очищення ділянок, які забруднені залишками гідроізоляції, старої фарби, пилу та іншими речовинами (мастило, мазут, нафтопродукти, тощо). Ці забруднення знижують адгезію ремонтного шару з основою. Міцність основи на відрив повинна бути більша 1,5 МПа.

Підготовку поверхні для відновлення залізобетонних конструкцій слід проводити таким обладнанням та інструментами: молоток, зубило, кирка; металеві щітки, електро- (пневмо-) перфоратори, відбійні молотки; кордові щітки ручні та електромеханічні (пневмомеханічні); піскоструменеві, водоструменеві агрегати низького (6-8 атм.) та високого (до 4000 атм.) тиску.

Оброблена поверхня перед нанесенням адгезійного шару ремонтної суміші повинна бути продута стисненим повітрям та промита струменем води під тиском. Продування та промивання виконують безпосередньо перед нанесенням адгезійного шару. Підготовлена поверхня повинна бути захищена від повторного забруднення.

Наносити ремонтні шари на незволожену поверхню не можна, так як при цьому відбувається втрата води з матеріалу, який щойно вкладений, що різко знижує міцність бетону. Для виготовлення конструкцій підсилення використовувався монолітний бетон

модифікований хімічними домішками Sika, для забезпечення високої водонепроникності та хімічної стійкості:

Таблиця 1 – Орієнтовний склад бетону для ремонту та його характеристики B40, F200, W8

Матеріал	К-сть
Цемент М500, кг	440
Вода на 1 куб.м. бет см., л	160
Крупний заповнювач, щебінь 5-20 мм, кг	1130
Дрібний заповнювач (піску), кг	660
Добавка SikaPlast®-2508 (1%), кг.	4,4
SikaFume®, кг	12,5
Поліпропіленова фібра SikaFiber® PPM-12, кг	0,6

Для відновлення зруйнованих залізобетонних поверхонь використовують технологію «сухого» торкретування з використанням модифікованих добавками складів бетону з характеристиками не менше C25/30, F200, W8.

Поверхневий ремонт виконують згідно технології (рис. 4):

- знепилити, промити та зволожити поверхню залізобетонної конструкції, що підлягає ремонту;

- адгезійний шар для технології «сухого» торкретування не використовується, нанести з торкрет-машини шар торкрет-бетону з деяким надлишком на всю поверхню, після чого зайве зрізати ручним інструментом, «затирати» торкрет-шар забороняється.

На рис. 5 зображений поздовжній розріз башти гранулювання аміачної селітри та її поперечний переріз 1-1 на відм. +7,580 з розташуванням ребер підсилення за її периметром.

На рис. 6, для прикладу, наведений вузол «1» на якому представлено комплексне вирішення поєднання внутрішніх металевих конструкцій башти з внутрішньою поверхнею її стовбура за допомогою матеріалів компанії Sika.

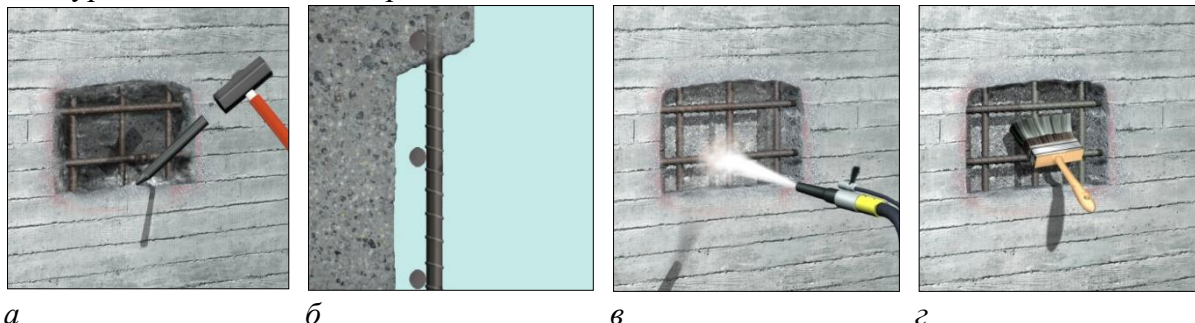


Рис. 3. Послідовність розбирання бетону в місцях дефектів та корозійних пошкоджень:

а – розбирання бетону за допомогою механізованих способів, пошкоджені ділянки, видалення незв'язаних частинок або повне розбирання бетону (за необхідності); б – якщо на пошкодженій ділянці знаходиться прокородована арматура, необхідно забезпечити доступ до неї зі всіх сторін не менше 10 мм та не більше 20 мм; в – очищення арматури від корозії до стану Sa 2<sup>1/2</sup> (металевий блиск). Виконувати це можливо за допомогою пікоструменевої машини або вручну, за допомогою металевих щіток; г – нанесення захисного антикорозійного шару для сталевих арматури SikaTop®-Armatec® 110 EpoCem® (A+B+C) або Sika® MonoTop®-910 Eco. Антикорозійний захист розкритої арматури – негайно після її очищення (товщина захисного шару після висихання – мінімум 1 мм): 2 x SikaTop®-Armatec® 110 EpoCem® (A+B+C). Наступні ремонтні шари наносять після 12-24 годин витримки захисного шару.





а



б



в

Рис. 4. Послідовність виконання ремонтних робіт

а – промивання та зволоження поверхні, що ремонтується; б – для механізованого ремонту застосувати торкретбетон: готова торкрет-суміш Sikagunit®-03, в цьому випадку адгезійний шар не потрібен; в – забезпечення «вологісного» догляду за бетоном до набирання ним 50% міцності.

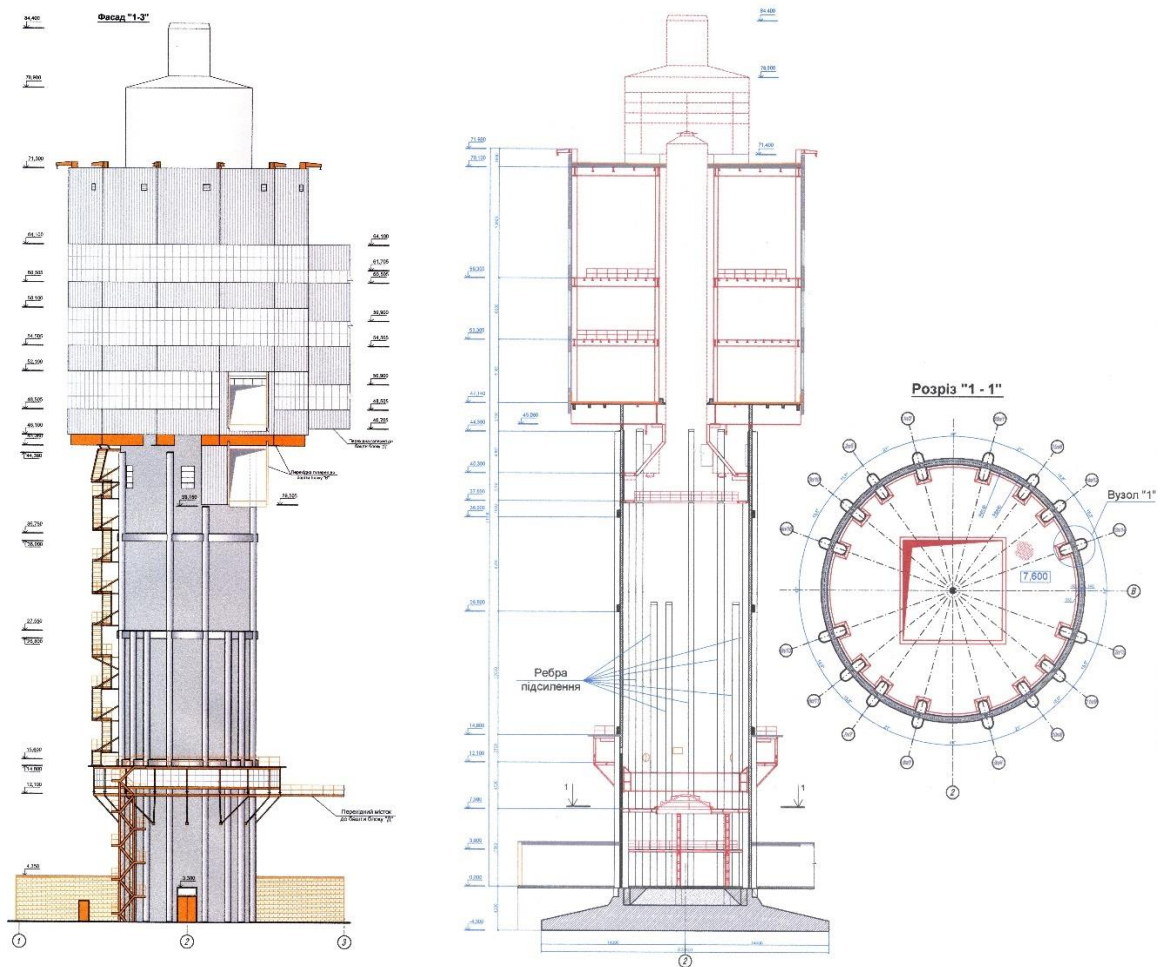


Рис. 5. Фасад та поздовжній і поперечний розрізи бапти гранулювання аміачної селітри

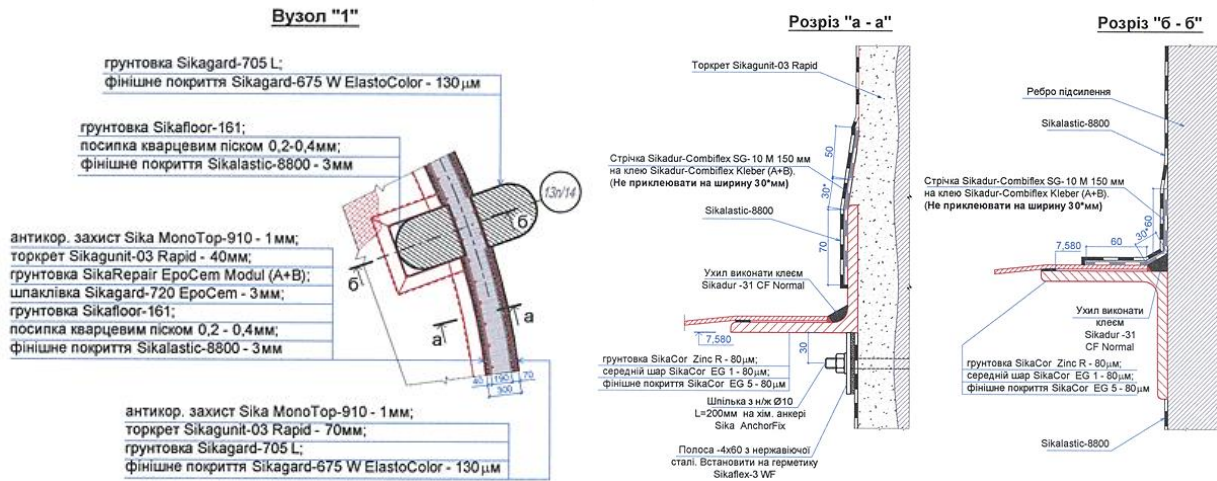


Рис. 6. Вузол «1» – рішення поєднання внутрішніх металевих конструкцій башти з внутрішньою поверхнею її стовбура за допомогою систем матеріалів компанії Sika

### Фінішне захисне покриття бетонних внутрішніх поверхонь стовбура башти.

Для подальшої безаварійної роботи залізобетонної оболонки гранбашти необхідно було усунути просочування води та технологічних розчинів в «тіло» бетону з подальшою деградацією бетону шляхом улаштування надійної, хімічно стійкої ізоляції всередині гранбашти, а також приведення до ладу всіх технологічних трубопроводів та переливів.

Було прийнято рішення застосувати хімічний захист внутрішньої поверхні без використання футерування з кислототривкої цегли, а використати сучасні захисні покриття з високою хімічною стійкістю.

Для даної зони було запропоновано спеціальне покриття для подібних споруд на основі полісечовини Sikalastic®-8800, яке забезпечить надійний захист бетону та сталі в даних умовах. Але в будь-якому випадку потрібна підготовка поверхні під нанесення даної системи. Для нанесення полісечовини потрібне спеціальне устаткування (двокомпонентний реактор).

Крім цього необхідно повністю очистити поверхню бетону від цементного молочка та продуктів корозії, залишків захисних покриттів. Для прискорення ремонтних робіт ліпше використовувати шпаклювання Sikagard®-720 EpoCem. Після затвердіння шпаклювання наноситься у 2 шари епоксидне ґрунтування Sikafloor®-161, останній шар посипається кварцовим піском крупністю 0,4-0,8 мм, який утворює своєрідний механічний «анкер» для фінішного покриття з матеріалу Sikalastic®-8800.

**Висновки.** Багаторічний досвід (більше 20 років) використання в Україні системи для ремонту та підсилення залізобетонних конструкцій Sika дозволяє інтерполювати його на нові задачі. Наприклад, використання спеціальних цементно-полімерних адгезійних шарів між «старим» та «новим» бетоном Sika Mono Top®-910, SikaTop® Armatec-110 EpoCem®, SikaDur-32 в поєднання з СУБС (СамоУщільнююча Бетонна Суміш), дозволяє виконувати ремонти як горизонтальних, так і вертикальних і криволінійних залізобетонних конструкцій зі значними корозійними пошкодженнями.

Використання технології торкретування, а саме готових сухих сумішей Sikagunit®-03 дозволяє без використання опалубки забезпечити отримання криволінійних залізобетонних конструкцій потрібного профілю з високими експлуатаційними характеристиками. Результати незалежних випробувань контрольних взірців, виконаних з фрагментів конструкцій, виготовлених методом «сухого» торкретування показали, що бетон має клас C40/50, що вище заявленого в технічній карті.

Використання безперервного хімічного захисту бетону зсередини та ззовні гранба-  
шти з використанням інноваційних продуктів, систем та рішень Sika дозволяє сформулю-  
вати висновок, що інноваційні рішення пробивають собі дорогу в практиці будівельного  
виробництва, не дивлячись на відсутність адекватної нормативної бази.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Отчет по результатам инструментального обследования бетона грануляционных башен производства аммиачной селитры (корпус 631Г) ПАО «Азот». Шифр: 197/1889-2018-ОБ-00.01-18. Днепр: ГВУЗ ПГАСиА. Лаборатория исследования атомных и тепловых электростанций, 2018.
2. Звіт про НДР «Розробка проектної докумен-  
тації щодо ремонту (підсиленню) та хімзахис-  
ту залізобетонного стовбура башти грану-  
лювання аміачної селітри к.631Г цеху М-9 ви-  
робництва аміачної селітри ПАТ «АЗОТ» в м.  
Черкаси», том №1 «Аналіз матеріалів обсте-  
жень за період експлуатації башти к.631Г та  
додаткове обстеження для розробки робочого  
проекту на її підсилення, ремонт та хімзахист»  
Інв. № 509-413-07.08.18- ОБ. Львів: ТзОВ  
«Науково-проектна фірма «Реконстрпроект»,  
2018. 285 с.
3. Гладисhev Д.Г., Гладисhev Г.М. Патент 141504  
Україна, МПК E04G23/02 (2006.01) Залізобе-  
тонна конструкція підсилення тонкостінних  
кругло-циліндричних оболонок споруд башто-  
вого типу. u201910327; заявл. 11.10.2019;  
опубл. 10.04.2020, бюл. №7/2020.
4. Робочий проект «Капітальний ремонт (підси-  
лення) та хімзахист залізобетонного стов-  
бура башти гранулювання аміачної селітри  
к.631Г цеху М-9 виробництва аміачної селі-  
три ПАТ «АЗОТ» в м. Черкаси». Інв. №509-  
413-07.08.18-ПЗ, №509-413-07.08.18-КРБ-01,  
№509-413-07.08.18-КРБ-02. Львів: ТзОВ «На-  
уково-проектна фірма «Реконстрпроект».  
2019.
5. Панченко О., Собко Ю., Гладисhev Г., Гладис-  
hev Д., Гладисhev Р. Продовження життєвого  
циклу баштової промислової споруди за тех-  
нологіями Sika. Будівельні конструкції. Теорія  
та практика: збірник наукових праць. Київ:  
КНУБА, 2020. С.4-11.
6. Basheer P.A.M., Basheer L., Cleland D.J. and  
Long A.E. Surface treatments for concrete: as-  
sessment methods and reported performance,  
*Construction and Building Materials*, 1997. 11.  
7-8. pp. 413-429.
7. Thompson J.L., Silsbee M.R., Gill P.M. and  
Scheetz B.E. Characterization of silicate sealers  
on concrete. *Cement and Concrete Research*,  
1997. 27. 10. pp. 1561-1567.
8. Delucchi M., Barbucci A. and Cerisola G. Study  
of the physico-chemical properties of organic

REFERENCES:

1. Otchet po rezultatam instrumentalnogo  
obsledovaniya betona granulyatsionnyih bashen  
proizvodstva ammiachnoy selitryi (korpus 631G)  
PAO «Azot». Shifr: 197/1889-2018-OB-00.01-  
18. Dnepr: GVUZ PGASiA. Laboratoriya  
issledovaniya atomnyih i teplovyih  
elektrostantsiy, 2018.
2. ZvIt pro NDR «Rozrobka proektnoYi  
dokumentatsIYi schodo remontu (pIdsilennyu) ta  
hImzahistu zalIzobetonnoYi stovbura bashti  
granulyuvannya amlachnoYi selltri k.631G tsehu  
M-9 virobnitstva amlachnoYi selltri PAT  
«AZOT» v m. Cherkasi», tom #1 «Anallz  
materIalIv obstezhen za perIod ekspluatatsIYi  
bashti k.631G ta dodatkovye obstezhennya dlya  
rozrobki robochogo proektu na YIYi pIdsilennya,  
remont ta hImzahist» Inv. # 509-413-07.08.18-  
OB. LvIv: TzOV «Naukovo-proektna fIrma  
«Rekonstrproekt», 2018. 285 c.
3. Gladishev D.G., Gladishev G.M. Patent 141504  
Ukrayina, MPK E04G23/02 (2006.01) ZalIzobetonna  
konstruktsIya pIdsilennya tonkostInnih  
kruglo-tsIlndrichnih obolonok sporud bashtovogo  
tipu. u201910327; zayavl. 11.10.2019; opubl.  
10.04.2020, byul. №7/2020.
4. Robochiy proekt «KapItalnyi remont  
(pIdsilennya) ta hImzahist zalIzobetonnoYi  
stovbura bashti granulyuvannya amlachnoYi  
selltri k.631G tsehu M-9 virobnitstva  
amlachnoYi selltri PAT «AZOT» v m.  
Cherkasi». Inv. #509-413-07.08.18-PZ, #509-  
413-07.08.18-KRB-01, #509-413-07.08.18-  
KRB-02. LvIv: TzOV «Naukovo-proektna fIrma  
«Rekonstrproekt». 2019.
5. Panchenko O., Sobko Yu., Gladishev G.,  
Gladishev D., Gladishev R. Prodovzhennya  
zhIttevogo tsiklu bashtovoYi promislovoYi  
sporudi za tehnologIyami Sika. BudIvelnI  
konstruktsIYi. TeorIya ta praktika: zbIrnik  
naukovih prats. KiYiv: KNUBA, 2020. C.4-11.
6. Basheer P.A.M., Basheer L., Cleland D.J. and  
Long A.E. Surface treatments for concrete: as-  
sessment methods and reported performance,  
*Construction and Building Materials*, 1997. 11. 7-  
8. pp. 413-429.
7. Thompson J.L., Silsbee M.R., Gill P.M. and  
Scheetz B.E. Characterization of silicate sealers  
on concrete. *Cement and Concrete Research*,  
1997. 27. 10. pp. 1561-1567.
8. Delucchi M., Barbucci A. and Cerisola G. Study  
of the physico-chemical properties of organic



- coatings for concrete degradation control, *Construction and Building Materials*, 1997. 11. 7-8. pp. 365-371.
9. Seneviratne A.M.G., Sergi G. and Page C.L. Performance characteristics of surface coatings applied to concrete for control of reinforcement corrosion, *Construction and Building Materials*, 2000. 14. pp. 55-59.
10. Almusallam A.A., Khan F.M., Dulaijan S.U. and Al-Amoudi O.S.B. Effectiveness of surface coatings in improving concrete durability, *Cement and Concrete Composites*, 2003. 25, pp. 473-481.
11. Moon H.Y., Shin D.G. and Choi D.S. Evaluation of the durability of mortar and concrete applied with inorganic coating material and surface treatment system, *Construction and Building Materials*, 2007. 21. pp. 362-369.
12. Medeiros M.H.F. and Helene P. Efficacy of surface hydrophobic agents in reducing water and chloride ion penetration in concrete, *Materials and Structures*, 2008. 41. 1. pp. 59-71.
13. Pfeifer D.W. and Scali J. *Concrete Sealers for Protection of Bridge Structures*. Department of Transportation, NCHRP 244, Washington DC. 1981.
14. Woo R.S.C., Zhu H., Chow M.M.K., Leung C.K.Y. and Jang-Kyo K. Barrier performance of silane-clay nanocomposite coatings on concrete structure, *Composites Science and Technology*, 2008, 68. pp. 2828-2836.
15. Yang C.C., Wang L.C. and Weng T.L. Using charge passed and total chloride content to assess the effect of penetrating silane sealer on the transport properties of concrete, *Materials Chemistry and Physics*, 2004. 85. pp. 238-244.
- coatings for concrete degradation control, *Construction and Building Materials*, 1997. 11. 7-8. pp. 365-371.
9. Seneviratne A.M.G., Sergi G. and Page C.L. Performance characteristics of surface coatings applied to concrete for control of reinforcement corrosion, *Construction and Building Materials*, 2000. 14. pp. 55-59.
10. Almusallam A.A., Khan F.M., Dulaijan S.U. and Al-Amoudi O.S.B. Effectiveness of surface coatings in improving concrete durability, *Cement and Concrete Composites*, 2003. 25, pp. 473-481.
11. Moon H.Y., Shin D.G. and Choi D.S. Evaluation of the durability of mortar and concrete applied with inorganic coating material and surface treatment system, *Construction and Building Materials*, 2007. 21. pp. 362-369.
12. Medeiros M.H.F. and Helene P. Efficacy of surface hydrophobic agents in reducing water and chloride ion penetration in concrete, *Materials and Structures*, 2008. 41. 1. pp. 59-71.
13. Pfeifer D.W. and Scali J. *Concrete Sealers for Protection of Bridge Structures*. Department of Transportation, NCHRP 244, Washington DC. 1981.
14. Woo R.S.C., Zhu H., Chow M.M.K., Leung C.K.Y. and Jang-Kyo K. Barrier performance of silane-clay nanocomposite coatings on concrete structure, *Composites Science and Technology*, 2008, 68. pp. 2828-2836.
15. Yang C.C., Wang L.C. and Weng T.L. Using charge passed and total chloride content to assess the effect of penetrating silane sealer on the transport properties of concrete, *Materials Chemistry and Physics*, 2004. 85. pp. 238-244.

**Sinyakin A., Panchenko A., Sobko Y., Hladyshev H., Hladyshev D., Hladyshev R. THE COHERENCE OF STRUCTURE RENOVATION THAT HAS LOST ITS RELIABILITY DURING LONG-TERM OPERATION IN AN AGGRESSIVE ENVIRONMENT.** The article considers some issues concerning the coherence of repair and chemical protection of the RC technological tower shaft of granulation of ammonium nitrate №1 of the workshop M-9 of PJSC "Azot" in Cherkasy. Variants of primary and secondary structures protection against corrosion are described. Defects that are manifested in the secondary protection of concrete are described. It was revealed that during the initial inspection of the RC technological tower structures of ammonium nitrate granulation, the concrete condition of the tower №1 in a number of sections has both surface and through destruction. According to the results of the survey and calculations, which revealed the practical absence of reserves of RC tower trunk bearing capacity, the design of its reinforcement was proposed. It was implemented by a system of vertical and annular reinforced concrete stiffeners for the possibility of its overhaul. A technological map of repair works sequence was developed. Sika Group offers a system of chemical protection of internal and external concrete surfaces of the trunk of the Tower. It is offered to use from action of aggressive influences on an internal and external surface of a RC trunk of the considered construction of system of repairs and chemical protection. The use of continuous chemical protection of the concrete inside and outside the tower trunk has shown that Sika's innovative products and innovative repair systems are making inroads in the practice of construction production in the absence of a regulatory framework.

**Keywords:** tower industrial construction, chemical influences, technical condition, innovative technologies, Sika materials, repair, chemical protection.