

# Досвід ремонту та хімзахисту залізобетонного стовбура технологічної башти гранулювання аміачної селітри №1 цеху М-9 ПрАТ «Азот» у м. Черкаси

*Анатолій Сінякін<sup>1</sup>, Олександр Панченко<sup>2</sup>, Дмитро Гладішев<sup>3</sup>,  
Юрій Собко<sup>4</sup>, Роман Гладішев<sup>5</sup>*

<sup>1</sup>Харківський Національний Університет будівництва та архітектури  
40, Сумська, Харків, Україна, 61002

<sup>2</sup>ТОВ «Сіка Україна»

4, Миколи Грінченка, Київ, Україна, 03038

<sup>3,5</sup>Національний університет «Львівська політехніка»

12, С.Бандери, Львів, Україна, 79013

<sup>4</sup> ТОВ «Сіка Україна»

169, Зелена, Львів, Україна, 79068

<sup>1</sup>[sinyakin.anatoliy@ua.sika.com](mailto:sinyakin.anatoliy@ua.sika.com), [http:// orsid.org/ 0000-0003-0546-3074](http://orsid.org/0000-0003-0546-3074)

<sup>2</sup>[panchenko.aleksandr@ua.sika.com](mailto:panchenko.aleksandr@ua.sika.com), [http:// orsid.org/ 0000-00031634-0715](http://orsid.org/0000-00031634-0715)

<sup>3</sup>[dmytro.h.hladyshev@lpnu.ua](mailto:dmytro.h.hladyshev@lpnu.ua), [http:// orsid.org/ 0000-0003-3978-8600](http://orsid.org/0000-0003-3978-8600)

<sup>4</sup>[sobko.yuriy@ua.sika.com](mailto:sobko.yuriy@ua.sika.com), [http:// orsid.org/ 0000-0002-7710-468X](http://orsid.org/0000-0002-7710-468X)

<sup>5</sup>[hladyshverd@gmail.com](mailto:hladyshverd@gmail.com), [http:// orsid.org/ 0000-0002-4819-5359](http://orsid.org/0000-0002-4819-5359)

DOI: 10.32347/2522-4182.7.2020.109-120

**Анотація.** У роботі розглянуті деякі питання щодо досвіду ремонту та хімзахисту залізобетонного стовбура технологічної башти гранулювання аміачної селітри №1 цеху М-9 ПрАТ «Азот» у м. Черкаси, завдання технічного оцінювання реального стану залізобетонних та сталевих конструкцій діючих підприємств. Описано варіанти первинного та вторинного захисту конструкцій від корозії.

Більшість споруд хімічної промисловості України були побудовані у 50-60 роках минулого століття і в умовах хімічних впливів, поверхневі шари бетону стовбура башти суттєво втратили свою проектну міцність. Також виявлено 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 суттєві, як поверхневі так і наскрізні руйнування.

За результатами обстеження була запропонована конструкція посилення стовбура башти системою радіальних та вертикальних ребер жорсткості, що потребувало суттєвого розвантаження всієї башти. Розроблена технологічна карта виконання ремонтних робіт, а також фі-



**Анатолій Сінякін**

доцент кафедри фізико-хімічної механіки та технології будівельних матеріалів, к.т.н., доцент



**Олександр Панченко**

директор ТОВ «Сіка Україна», к.т.н.



**Дмитро Гладішев**

доцент кафедри архітектурного проектування та інженерії, к.т.н., доцент



**Юрій Собко**

Керівник західного відділення ТОВ «Сіка Україна», к.т.н., доцент



**Роман Гладішев**

магістр 1 р./н. кафедри будівельних конструкцій та мостів

нішне захисне покриття бетонних внутрішніх поверхонь стовбура гранбашти.

Концерн Sika, який є одним із світових лідерів у галузі розроблення та впровадження інноваційних технологій та матеріалів для будівництва і промисловості, з успіхом реалізує свої напрацювання в Україні. Для розглянутої споруди фірма Sika запропонувала системи ремонтів та хімзахисту від агресивних впливів внутрішньої та зовнішньої поверхонь залізобетонного стовбура башти. Використання безперервного хімічного захисту бетону зсередини та зовні гранбашти з використанням інноваційних продуктів, систем та рішень Sika дозволяє сформулювати висновок, що інноваційні рішення пробивають собі дорогу в практиці будівельного виробництва, не дивлячись на відсутність адекватної нормативної бази.

**Ключеві слова:** баштова промислова споруда; хімічні впливи; технічний стан; дефекти бетону; інноваційні технології; матеріали і системи фірми Sika; посилення; 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.

## МЕТА

Метою ремонту з посиленням і 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 використання.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Наслідки деформацій отриманих під дією температури, повзучості та усадки потрібно враховувати шляхом підбору складу бетонної суміші при проектуванні та додержанні 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 сталевую арматурою.

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

Так 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 – 5).



**Рис. 1.** Стівбур башти зі значними площами ділянок поверхневої деградації бетону  
**Fig. 1.** The tower trunk with large areas of concrete surface degradation

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 дося-

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.

гала  $<7,5$  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;

- з 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. 2.** Ділянки поверхневої деградації бетону у нижній частині стовбура башти

**Fig. 2.** Areas of surface concrete degradation in the lower part of trunk



**Рис. 3.** Відсутність захисного шару бетону

**Fig. 3.** Lack of a concrete protective layer



**Рис. 4.** Наскрізне руйнування стовбура, відсутність горизонтальної арматури

**Fig. 4.** Full destruction of trunk, absence of horizontal reinforcement



**Рис. 5.** Наскрізне руйнування стовбура біля ко-  
робу, відсутність шару бетону за арматуру  
зовнішньої сітки

**Fig. 5.** Through destruction of a trunk near a box,  
absence of a concrete layer

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, яке було виконане [2] 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 (див. рис. 1÷5), 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 (рис. 6), можна повністю виявити тільки в процесі поетапного розбирання бетону та внутрішнього футеру-

вання для підготовки його поверхні до відновлення методами „сухого” чи „мокрого” торкретування.



**Рис. 6.** Приклад глибини деградації бетону в межах товщини стовбура башти  
**Fig. 6.** Example of concrete degradation depth within the thickness of the tower trunk

Було прийняте рішення розробити проєкт з порядку розбирання і повної заміни бетону виявлених дефектних ділянок. Але для гарантування безпечності даного виду робіт, було запропоноване технічне рішення [3, 4] 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 проєкт [4] був розроблений спеціалізованою проєктною організацією після аналізу наявної документації, інструментального обстеження та перевірочних розрахунків [2] для визначення фактичних резервів несучої здатності послаблених дефектами перерізів стовбура башти.

Після аналізу результатів обстеження [2] та проєктної документації було прийняте рішення, що після передачі на виконані залізобетонні елементи підсилення значної частини розрахункових навантажень від башти та діючих на неї впливів, можна бу-

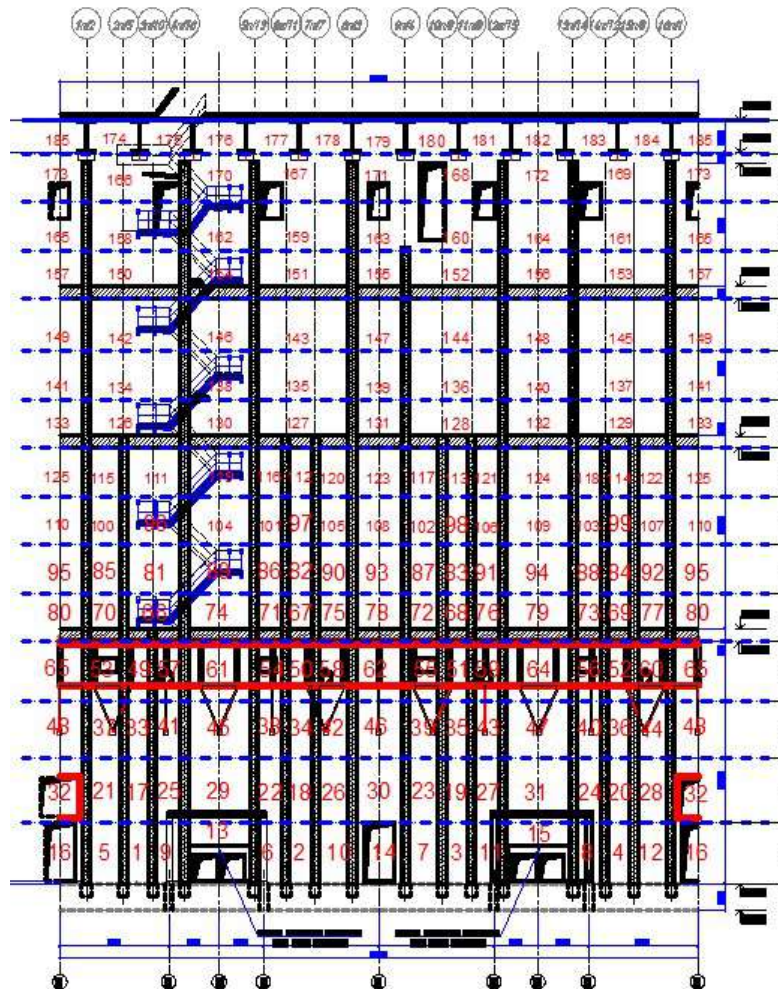
де виконувати ремонтні роботи із заміни деградованого бетону стовбура башти між елементами підсилення. В межах проєктної документації, уся площа стовбура башти між елементами підсилення поділена на ділянки з нумерацією технологічної послідовності виконання на них ремонтних робіт із заміни деградованого бетону стовбура башти, навіть при наскрізній його деградації на окремих ділянках (рис. 7). Така технологічна послідовність виконання ремонтних робіт дасть можливість забезпечити просторову жорсткість залізобетонного стовбура башти і башти в цілому.

Розроблена 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 (піско-струменево) всієї поверхні бетону і розкритої арматури (до степеню Sa 2 ½ згідно EN (Європейським нормам ISO 8501-1).



Було прийнято рішення, що роботи в даному випадку, технологічніше виконувати методом „сухого” торкретування, прийнявши за «опалубку» зовнішню

бетону стовбура башти, потім відремонтовану внутрішню поверхню бетону стовбура башти.



**Рис. 7.** Схема розгортки зовнішньої поверхні оболонки стовбура башти з розташуванням ділянок послідовності виконання ремонту стовбура між виконаними елементами підсилення

**Fig. 7.** The scanning scheme of tower trunk shell outer surface with sections location of repair sequence between the reinforcing elements

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:

- видалення бетону необхідно вико-

нувати в місцях конструкцій, які мають різні корозійні пошкодження, у місцях зі слабким бетоном, до «здорового» бетону. Особливо в місцях виділення солей, там де бетон наражений 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 принаймні 1,5 МПа.

Підготовку поверхні для відновлення залізобетонних конструкцій слід проводити таким обладнанням та інструментами: молоток, зубило, кирка; металеві щітки, електро- (пневно-) перфоратори, відбійні молотки; кордові щітки ручні та електро-механічні (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 незволоженому поверхню не можна, так як при цьому відбувається втрата води з матеріалу, який щойно вкладений, що різко знижує міцність бетону.

Антикорозійний захист розкритої арматури – негайно після її очищення (товщина захисного шару після висихання – мінімум 1 мм): 2 x SikaTop®-Armotec® 110 EpoCem® (A+B+C).

«Механізований» ремонт з відновлення внутрішньої та зовнішньої поверхонь залізобетонної оболонки гран башти.

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:

- забезпечити розбирання пошкодженого бетону з обов'язковим очищенням арматури від корозії і попереднім нанесенням захисного шару з інгібіторами корозії сталі Sika® MonoTop®.

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

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

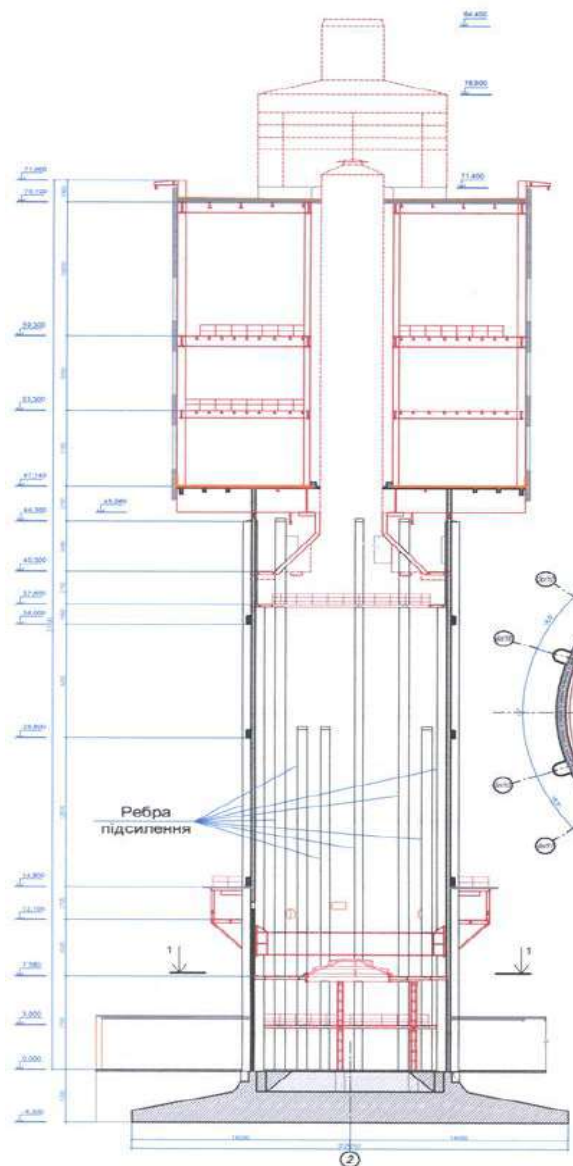
Захист зовнішніх поверхонь бетону від карбонізації та корозії виконували наступною системою матеріалів:

- ґрунтування: Sikagard®-705 L. Для бетону з В/Ц від 0,7 до 0,45 глибина просочування бетону складає від 10 мм до 12 мм, що за даними досліджень [6...21] дає змогу захистити конструкції більше ніж на 20 років.

- покриття: Sikagard®-675 W ElastoColor однокомпонентне еластичне на основі дисперсії стиролакрилату для захисту та покращення чистоти поверхні бетону. Sikagard®-675 W ElastoColor можна наносити поверх існуючих покриттів або безпосередньо на бетонні поверхні. Sikagard®-675 W ElastoColor відповідає вимогам EN 1504-2 як захисне покриття.

На рис. 8 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. 9, 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. 8.** Поздовжній розріз башти гранулювання аміачної селітри та її поперечний переріз 1-1 на відм. +7,580

**Fig. 8.** Longitudinal section of the ammonium nitrate granulation tower and its cross section 1-1 at mark +7,580

Фінішне захисне покриття бетонних внутрішніх поверхонь стовбура гранбашти.

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

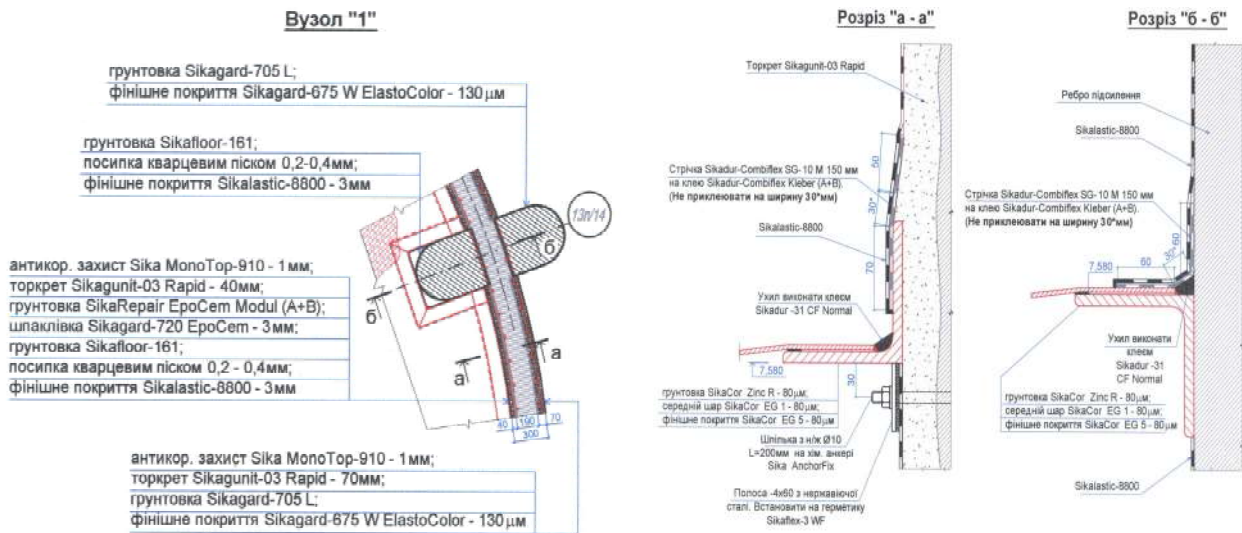
використання футерування з кислототривкої цегли, а використати сучасні захисні покриття з високою хімічною стійкістю.

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 кварцевим піском крупністю 0,4 - 0,8 мм, який утворює своєрідний механічний «анкер» для фінішного покриття з матеріалу Sikalastic®-8800.



**Рис. 9.** Вузол «1» - рішення поєднання внутрішніх металевих конструкцій башти з внутрішньою поверхню її стовбура за допомогою систем матеріалів компанії Sika

**Fig. 9.** Detail "1" - solution of internal steel structures fleshing with an internal surface of its trunk by means of Sika company materials systems

## 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 поєднанні 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 фрагмен-

тів конструкцій, виготовлених методом «сухого» торкретування показали, що бетон має клас С40/50, що вище заявленого в технічній карті.

Використання безперервного хімічного захисту бетону зсередини та ззовні гранбашти з використанням інноваційних продуктів, систем та рішень Sika дозволяє сформулювати 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, 2018г
2. **Звіт про НДР** «Розробка проектної документації щодо ремонту (підсилення) та хімзахисту залізобетонного стовбура башти гра-

- нулювання аміачної селітри к.631Г цеху М-9 виробництва аміачної селітри ПАТ «АЗОТ» в м. Черкаси, том №1 «Аналіз матеріалів обстежень за період експлуатації башти к.631Г та додаткове обстеження для розробки робочого проекту на її підсилення, ремонт та хімзахист» / ТЗОВ «Науково-проектна фірма «Реконстрпроект». – Львів, 2018. 285 с. Інв. №509-413-07.08.18- ОБ.
3. Патент 141504 Україна, МПК E04G23/02 (2006.01) Залізобетонна конструкція підсилення тонкостінних кругло-циліндричних оболонок споруд баштового типу / Гладишев Д.Г., Гладишев Г.М.; заявник: національний університет „Львівська політехніка”; патентовласник: Гладишев Д.Г., Гладишев Г.М. – *u201910327; заявл. 11.10.2019; опубл. 10.04.2020, бюл. №7/2020.*
  4. Робочий проект «Капітальний ремонт (підсилення) та хімзахист залізобетонного стовбура башти гранулювання аміачної селітри к.631Г цеху М-9 виробництва аміачної селітри ПАТ «АЗОТ» в м. Черкаси» / ТЗОВ «Науково-проектна фірма «Реконстрпроект». – Львів, 2019. Інв. №509-413-07.08.18-ПЗ, №509-413-07.08.18-КРБ-01, №509-413-07.08.18-КРБ-02.
  5. О. Панченко, Ю. Собко, Г. Гладишев, Д. Гладишев, Р. Гладишев. Продовження життєвого циклу баштової промислової споруди за технологіями Sika / *Будівельні конструкції. Теорія та практика: збірник наукових праць.* – Київ: КНУБА, 2020. Вип.6 – С.4-11.
  6. Basheer P.A.M., Basheer L., Cleland D.J. and Long A.E. 1997, Surface treatments for concrete: assessment methods and reported performance, *Construction and Building Materials*, 11, 7 – 8, pp. 413 – 429.
  7. Thompson J.L., Silsbee M.R., Gill P.M. and Scheetz B.E. 1997, Characterization of silicate sealers on concrete, *Cement and Concrete Research*, 27, 10, pp. 1561 – 1567.
  8. Delucchi M., Barbucci A. and Cerisola G. 1997, Study of the physico-chemical properties of organic coatings for concrete degradation control, *Construction and Building Materials*, 11, 7 – 8, pp. 365 – 371.
  9. Seneviratne A.M.G., Sergi G. and Page C.L. 2000, Performance characteristics of surface coatings applied to concrete for control of reinforcement corrosion, *Construction and Building Materials*, 14, pp. 55 – 59.
  10. Almusallam A.A., Khan F.M., Dulaijan S.U. and Al-Amoudi O.S.B. 2003, Effectiveness of surface coatings in improving concrete durability, *Cement and Concrete Composites*, 25, pp. 473 – 481.
  11. Moon H.Y., Shin D.G. and Choi D.S. 2007, Evaluation of the durability of mortar and concrete applied with inorganic coating material and surface treatment system, *Construction and Building Materials*, 21, pp. 362 – 369.
  12. Medeiros M.H.F. and Helene P. 2008, Efficacy of surface hydrophobic agents in reducing water and chloride ion penetration in concrete, *Materials and Structures*, 41, 1, pp. 59 – 71.
  13. Pfeifer D.W. and Scali J. 1981, Concrete Sealers for Protection of Bridge Structures, Department of Transportation, NCHRP 244, Washington DC.
  14. Woo R.S.C., Zhu H., Chow M.M.K., Leung C.K.Y. and Jang-Kyo K. 2008, Barrier performance of silane-clay nanocomposite coatings on concrete structure, *Composites Science and Technology*, 68, pp. 2828 – 2836.
  15. Yang C.C., Wang L.C. and Weng T.L. 2004, 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*, 85, pp. 238 – 244.
  16. Ibrahim M., Al-Gahtani S., Maslehuddin M. and Almusallam A.A. 1997, Effectiveness of concrete surface treatment materials in reducing chloride-induced reinforcement corrosion, *Construction and Building Materials*, 11, pp. 443 – 451.
  17. Al-Zahrani M.M., Al-Dulaijan S.U., Ibrahim M., Saricimen H. and Sharif F.M. 2002, Effect of waterproofing coatings on steel reinforcement corrosion and physical properties of concrete, *Cement and Concrete Composites*, 24, pp. 127 – 137.
  18. A. Johansson, Impregnation of Concrete Structures - Transportation and Fixation of Moisture in Water Repellent Treated Concrete, Licentiate Thesis, TRITA-BKN. Bulletin 84, ISSN 1103-4270, ISRN KTH/BKN/B-84—SE. (2006).
  19. A. Johansson, M. Janz, J. Silfwerbrand, and J. Tragardh, Moisture Transport in Impregnated Concrete – Moisture Diffusion Coefficient, Modelling, Measurements and Verification, International Journal on Restoration of Buildings and Monuments, Vol. 12, No. 1, pp. 13-24. (2006)

20. **H. Sadouki and F. H. Wittmann**, Influence of Water Repellent Treatment on Drying of Concrete, Proceedings, pp.177-188 in Hydrophobe II-Second International Conference on Water Repellent Treatment of Building Materials, Zurich, September 10-11, Aedificatio Publishers, Freiburg. (1998).
21. **H. Kus**, Long-Term Performance of Water Repellants on Rendered Autoclaved Aerated Concrete, PhD-Thesis, Centre for Built Environment, Materials Technology, University of Gavle, ISBN 91-7283-352-1. (2002).

## REFERENCES

1. **Otchet po rezultatam instrumentalnogo obsledovania** betona granulacionnykh bashen proizvodstva ammiachnoy selitry (korpus 631Г) PAO «Azot». Shyfr: 197/1889-2018-OB-00.01-18. – Dnipro, GVUZ PGASiA. Laboratoria isliedovania atomnykh i teplovykh elektrostancij, 2018.
2. **Zvit pro NDR** «Rozrobka proektnoi dokumentatsii shchodo remontu (pidsylenniu) ta khimzakhystu zalizobetonnoho stovbura bashty hranuliuvannia amiachnoi selitry k.631H tsekhu M-9 vyrobnytstva amiachnoi selitry PAT «AZOT» v m. Cherkasy, tom №1 «Analiz materialiv obstezhen za period ekspluatatsii bashty k.631H ta dodatkovye obstezhennia dlia rozrobky robochoho proektu na yii pidsylennia, remont ta khimzakhyst» / TzOV «Naukovo-proektna firma «Rekonstrproekt». – Lviv., 2018. 285 s. Inv. №509-413-07.08.18- OB.
3. **Patent** 141504 Ukrayina, MPK E04G23/02 (2006.01) Zalizobetonna konstruktsiya pidsylennya tonkostinnykh kruhlo-tsylindrychnykh obolonok sporud bashtovoho typu / Hladyshev D.H., Hladyshev H.M.; zayavnyk: natsional'nyy universytet „L'vivs'ka politekhnika”; patentovlasnyk: Hladyshev D.H., Hladyshev H.M. – u201910327; zayavl. 11.10.2019; opubl. 10.04.2020, byul. №7/2020.
4. **Robochyy proekt** «Kapital'nyy remont (pidsylennya) ta khimzakhyst zalizobetonnoho stovbura bashty hranulyuvannya amiachnoyi selitry k.631H tsekhu M-9 vyrobnytstva amiachnoyi selitry PAT «AZOT» v m. Cherkasy» / TzOV «Naukovo-proektna firma «Rekonstrproekt». – Lviv, 2019. Inv. №509-413-07.08.18-PZ, №509-413-07.08.18-KRB-01, №509-413-07.08.18-KRB-02.
5. **O. Panchenko, YU. Sobko, H. Hladyshev, D. Hladyshev, R. Hladyshev**. Prodozhennya zhyttyevoho tsykladu bashtovoyi promyslovoyi sporudy za tekhnolohiyamy Sika / Budivel'ni konstruktsiyi. Teoriya ta praktyka: zbirnyk naukovykh prats'. – Kyiv: KNUBA, 2020. – S.4- 11.
6. **Basheer P.A.M., Basheer L., Cleland D.J. and Long A.E.** 1997, Surface treatments for concrete: assessment methods and reported performance, *Construction and Building Materials*, 11, 7 – 8, pp. 413 – 429.
7. **Thompson J.L., Silsbee M.R., Gill P.M. and Scheetz B.E.** 1997, Characterization of silicate sealers on concrete, *Cement and Concrete Research*, 27, 10, pp. 1561 – 1567.
8. **Delucchi M., Barbucci A. and Cerisola G.** 1997, Study of the physico-chemical properties of organic coatings for concrete degradation control, *Construction and Building Materials*, 11, 7 – 8, pp. 365 – 371.
9. **Seneviratne A.M.G., Sergi G. and Page C.L.** 2000, Performance characteristics of surfacecoatings applied to concrete for control of reinforcement corrosion, *Construction and Building Materials*, 14, pp. 55 – 59.
10. **Almusallam A.A., Khan F.M., Dulaijan S.U. and Al-Amoudi O.S.B.** 2003, Effectiveness of surface coatings in improving concrete durability, *Cement and Concrete Composites*, 25, pp. 473 – 481.
11. **Moon H.Y., Shin D.G. and Choi D.S.** 2007, Evaluation of the durability of mortar and concrete applied with inorganic coating material and surface treatment system, *Construction and Building Materials*, 21, pp. 362 – 369.
12. **Medeiros M.H.F. and Helene P.** 2008, Efficacy of surface hydrophobic agents in reducing water and chloride ion penetration in concrete, *Materials and Structures*, 41, 1, pp. 59 – 71.
13. **Pfeifer D.W. and Scali J.** 1981, Concrete Sealers for Protection of Bridge Structures, Department of Transportation, *NCHRP 244, Washington DC*.
14. **Woo R.S.C., Zhu H., Chow M.M.K., Leung C.K.Y. and Jang-Kyo K.** 2008, Barrier performance of silane-clay nanocomposite coatings on concrete structure, *Composites Science and Technology*, 68, pp. 2828 – 2836.
15. **Yang C.C., Wang L.C. and Weng T.L.** 2004, 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*, 85, pp. 238 – 244.

16. **Ibrahim M., Al-Gahtani S., Maslehuddin M. and Almusallam A.A.** 1997, Effectiveness of concrete surface treatment materials in reducing chloride-induced reinforcement corrosion, *Construction and Building Materials*, 11, pp. 443 – 451.
17. **Al-Zahrani M.M., Al-Dulaijan S.U., Ibrahim M., Saricimen H. and Sharif F.M.** 2002, Effect of waterproofing coatings on steel reinforcement corrosion and physical properties of concrete, *Cement and Concrete Composites*, 24, pp. 127 – 137.
18. **A. Johansson**, Impregnation of Concrete Structures - Transportation and Fixation of Moisture in Water Repellent Treated Concrete, *Licentiate Thesis, TRITA-BKN. Bulletin 84, ISSN 1103-4270, ISRN KTH/BKN/B-84—SE. (2006).*
19. **A. Johansson, M. Janz, J. Silfwerbrand, and J. Tragardh**, Moisture Transport in Impregnated Concrete – Moisture Diffusion Coefficient, Modelling, Measurements and Verification, *International Journal on Restoration of Buildings and Monuments*, Vol. 12, No. 1, pp. 13-24. (2006).
20. **H. Sadouki and F. H. Wittmann**, Influence of Water Repellent Treatment on Drying of Concrete, Proceedings, pp.177-188 in Hydrophobe II-Second International Conference on Water Repellent Treatment of Building Materials, Zurich, September 10-11, Aedificatio Publishers, Freiburg. (1998).
21. **H. Kus**, Long-Term Performance of Water Repellants on Rendered Autoclaved Aerated Concrete, *PhD-Thesis, Centre for Built Environment, Materials Technology, University of Gavle, ISBN 91-7283-352-1. (2002).*

**Repair and chemical protection experience of technological tower №1 rc trunk of granulation ammonium nitrate of the workshop m-9 of pjsc "Aazot" in Cherkasy city**

*Anatoliy Sinyakin, Oleksandr Panchenko, Dmytro Hladyshch, Yuriy Sobko, Roman Hladyshch*

**Summary.** The paper considers some issues related to the experience of repair and chemical

protection of the RC trunk of the technological tower of granulation of ammonium nitrate №1 workshop M-9 PJSC "Azot" in Cherkasy City, the task of technical assessment of the actual condition of RC and steel structures of existing enterprises. Variants of primary and secondary protection of structures against corrosion are described.

Most of the buildings of the chemical industry of Ukraine were built in the 50-60s last century and under the chemical influences the surface layers of the concrete of the tower trunk significantly lost their design strength. Defects that are manifested in the secondary protection of concrete have also been identified. It was revealed that during the initial inspection of the RC structures of the technological tower of ammonium nitrate granulation, the concrete condition of the tower №1 in a number of sections has significant, both surface and through destructions.

According to the results of the survey, the design of strengthening the tower trunk by a system of radial and vertical stiffeners was proposed, which required a significant unloading of the entire tower. The technological map of repair works, and also a finishing protective covering of concrete internal surfaces of a trunk tower is developed.

Concern Sika, which is one of the world leaders in the development and implementation of innovative technologies and materials for construction and industry, is successfully implementing its developments in Ukraine. For the considered construction Sika offered systems of repairs and chemical protection against aggressive influences of internal and external surfaces of RC tower trunk. The use of continuous chemical concrete protection inside and outside the tower with the use of innovative products, systems and solutions Sika allows us to conclude that innovative solutions are making their way in the practice of construction, despite the lack of adequate regulatory framework.

**Keywords.** Industrial tower construction; chemical effects; technical condition; concrete defects; innovative technologies; Sika materials and systems; strengthening; repair, chemical protection.