

Корисна модель належить до способів усунення дефектів капітелей колон підсилоного поверху збірних силосних корпусів зернового елеватора.

У збірних силосних корпусах зернового елеватора найчастіше відзначається утворення вертикальних тріщин та сколів на ділянці стику капітелі колони з конструкцією днища силосного корпусу. Ці тріщини, як правило, не виходять за межі капітелей, але їх розкриття іноді досягає 10 мм і загрожує цілісності всієї будівлі. Якщо в одному силосному корпусі щонайменше 30 % капітелей колон мають тріщини з шириною розкриття більше 0,5 мм, і ці колони розташовані сконцентровано, такий силосний корпус вважається аварійним і не використовується. Крім того, ширина розкриття тріщини однієї капітелі більше 3 мм може обмежити працездатність всього силосного корпусу більш ніж на 70 %.

На сьогоднішній день для усунення дефектів квадратних і восьмикутних капітелей серії 3.702 залізобетонних колон типу К1 і К2 збірних силосних корпусів типу СКС існує відомчий документ від ЦНІПРОМЗЕРНОПРОЕКТ, який називається "Вказівки щодо підвищення експлуатаційної надійності елеваторних споруд".

Згідно з цими Вказівками при виявленні тріщин або деформацій колон, запропоновано 4 варіанти посилення, кожен з яких слід застосовувати залежно від ступеня руйнування колон, тобто від розмірів та кількості тріщин або характеру деформацій та руйнувань. Проте суть всіх 4-х варіантів зводиться до вибору бандажу (обойми у вигляді сталевого бандажу БС в горизонтальній площині, обойми у вигляді просторового каркасу УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, СР-1 та КР-1 типу "Кошик" тощо) або до омонолічування (залізобетоном в опалубці ОБ-1, ОБ-2, або залізобетоном в незнімній металевій обоймі ОУ, або торкретуванням).

Отже, всі варіанти, запропоновані в цих Вказівках, зводяться до збільшення перерізу колон, тобто до посилення конструкції, що характеризується низкою недоліків, таких як подовжені строки ремонту, збільшені матеріаловитрати, а отже, і зростання вартості ремонту, зміна інженерних розрахунків та підвищене навантаження на фундамент.

В джерелі мережі Інтернет ([https://www.alp-prom.com.ua/services/repair.html#galery\[img_1\]/183/](https://www.alp-prom.com.ua/services/repair.html#galery[img_1]/183/)) міститься інформація про здійснення робіт з ремонту капітелей колон підприємством "Альп-Пром". Зокрема описується можливість усунення тріщин за допомогою ін'єктування у них епоксидної двокомпонентної суміші, міцність та адгезія якої є вищою за міцність бетону капітелі. При цьому вказується, що головним фактором при виборі матеріалу для ін'єктування є зміна ширини тріщини, причини якої можуть бути короткостроковими (навантаження від руху транспорту), щоденними (нагрівання променями сонця) або довготривалими (сезонні зміни), а також що сам спосіб ін'єктування може бути використаний для заповнення тріщин тільки у разі встановлення та усунення причини їх виникнення, що обумовлене можливістю швидкого утворення нових.

Надана інформація є загальною: рішення звертає увагу на важливість усунення причин дефектів, але не надає детального опису самих причин та способів їх усунення. Крім того, не зазначаються конкретні суміші або їх склади, які можна використовувати для ін'єктування в тріщини з метою їх заповнення, а також обладнання, яке при цьому використовується. Це викликає сумніви щодо можливості досягнення якісного результату.

Таким чином, задачею корисної моделі є розробка такого способу усунення дефектів капітелей колон, реалізація етапів якого дозволить досягти технічного результату, що полягає у забезпеченні довготривалого підвищення експлуатаційної надійності капітелі колони.

Поставлена задача вирішується тим, що розроблено спосіб усунення дефектів капітелі колони підсилоного поверху збірного силосного корпусу, що включає ін'єктування у тріщини капітелі епоксидної двокомпонентної суміші, міцність та адгезія якої є вищою за міцність бетону капітелі, причому ін'єктування у тріщини капітелі епоксидної двокомпонентної суміші здійснюють за допомогою поршневого або мембранного ін'єкційного насоса, як епоксидну двокомпонентну суміш використовують епоксидну смолу Sikadur-52 Injection фірми Sika, а перед вказаним ін'єктуванням у тріщини капітелі епоксидної двокомпонентної суміші здійснюють ін'єктування у порожнини стику капітелі колони з конструкцією днища силосного корпусу полімер-цементного розчину за допомогою шнекового ін'єкційного насоса.

Серед найбільш суттєвих причин утворення тріщин у капітелях колон слід зазначити неякісне виконання стику капітелі колони з конструкцією днища силосного корпусу, зокрема через нещільне заповнення вказаного стику цементно-піщаним розчином і наступною зачekanкою порожнин по зовнішньому контуру. Вказані стики інакше можна назвати надкапітельними швами. Неякісне виконання такого стику призводить до того, що навантаження на капітель передається не по всій її площі, а виявляється зосередженим на окремих ділянках, найчастіше на краях капітелі. У свою чергу, порожній стик виключає з роботи колону в принципі, при цьому збільшується навантаження на сусідні колони.

Таким чином, перед тим, як здійснити заповнення вже наявних тріщин капітелі колони, для уникнення формування нових тріщин необхідним є заповнення порожнини стику капітелі колони з конструкцією днища силосного корпусу. Було встановлено, що здійснення такого ін'єктування полімер-

цементним розчином призведе до довготривалого усунення нещільного заповнення вказаного стику, а, отже, попередить утворення нових тріщин капітелі колони, адже ін'єктований розчин після полімеризації, по суті, буде виконувати функцію прокладки між капітеллю колони та конструкцією днища, що спирається на неї.

Використання на кожному етапі ремонту певних типів насосів обумовлене вимогами до ін'єктування: необхідністю дотримання відповідної продуктивності й тиску при певній консистенції суміші та розчину, що ін'єктуються, а також необхідністю врахування розмірів отворів та ширини розкриття тріщин. Так, при заповненні стику необхідне глибоке рівномірне механізоване ін'єктування полімер-цементного розчину через отвори діаметром 12 мм, у які встановлені пакери, спеціалізовані пристрої для ін'єктування, а ін'єктування тріщин важливо виконати з першого разу без порожнеч або пропусків, оскільки після полімеризації епоксидної двокомпонентної суміші докачати нову суміш не вдасться, і ділянка непроклеєної тріщини залишиться назавжди, що веде до виникнення зростання існуючої тріщини та/або виникнення нових.

Що стосується використання як епоксидної двокомпонентної суміші епоксидної смоли Sikadur-52 Injection фірми Sika, були проведені інженерні дослідження з розрахунку міцності пошкоджених колон типу K1 підсилюючого поверху будівлі типового силосного корпусу СКС-3×96, монолітність яких відновлена методом ін'єктування вказаною епоксидною смолою Sikadur-52 Injection, що визначило придатність Sikadur-52 Injection для відновлення суцільності та безперервності залізобетонних капітелей колон.

Епоксидна смола Sikadur-52 Injection містить у своєму складі два компоненти - компоненти А та В. Компонент А містить біс-[4-(2,3-епоксипропоксифеніл)пропан у кількості від 60 % до менше 80 % за масою, епоксидну смолу на основі бісфенолу F та епіхлоргідрину в кількості від 5 % до менше 10 % за масою, біс(ізопропіл)нафталін у кількості від 5 % до менше 10 % за масою та моно-С₁₂₋₁₄-алкілоксиметильні похідні оксирану в кількості від 5 % до менше 10 % за масою (див. Паспорт безпеки (Safety Data Sheet) продукту Sikadur®-52 Injection Normal/LP Part A, виробник Sika, версія 1.0, дата перегляду 30.04.2021). Компонент В містить бензиловий спирт у кількості від 25 % до менше 40 % за масою, 3-амінометил-3,5,5-триметилциклогексиламін у кількості від 10 % до менше 20 % за масою, поліетиленполіамінову фракцію триетилентетраміну в кількості від 10 % до менше 20 % за масою, (1-метилетил)-1,1'-біфеніл у кількості від 10 % до менше 20 % за масою, 2,4,6-трис(диметиламінометил)фенол у кількості від 5 % до менше 10 % за масою та епоксидно-аміний аддукт у кількості від 5 % до менше 10 % за масою (див. Паспорт безпеки (Safety Data Sheet) продукту Sikadur®-52 Injection Normal Part B, виробник Sika, версія 1.0, дата перегляду 30.04.2021). Двокомпонентна суміш має в'язкість близько 430 мПа·с за температури +20 °С, причому міцність суміші на стиск становить 55 Н/мм² після 7 днів за температури +23 °С, а міцність адгезії суміші до бетону при розтягу вища за 4 Н/мм² після 7 днів за температури +23 °С.

Таким чином, ін'єктування у порожнини стику капітелі колони з конструкцією днища силосного корпусу полімер-цементного розчину усуває причину тріщин, в той час як ін'єктування у тріщини капітелі епоксидної смоли Sikadur-52 Injection фірми Sika усуває самі тріщини, відновлюючи суцільність і безперервність капітелі колони та повертаючи її у працездатний стан, який був до виникнення тріщин, а не посилюючи капітель (бандажем або омонолічуванням). Отже, досягається довготривале підвищення експлуатаційної надійності капітелі колони.

В одному з переважних варіантів здійснення для отримання полімер-цементного розчину використовують суміш OXAL VP III HS торгової марки MC-Bauchemie. Вказана суміш являє собою низьков'язку суспензію на цементній основі для силового, зміцнюючого заповнення тріщин, швів і пустот у спорудах і містить портландцемент у кількості від 30 % до 60 % за масою та летючу золу портландцементу в кількості від 30 % до 60 % за масою (див. Паспорт безпеки продукту Oxal VP III HS, виробник MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG, версія № 22, дата перегляду 17.01.2024). Суміш має міцність на стиск 30 Н/мм² через 28 діб, час розтікання конуса згідно з DIN EN 14117 близько 99 с і характеризується зміною об'єму 0 %. Вказана суміш на практиці показала свою ефективність у заповненні порожнини стику капітелі колони з конструкцією днища силосного корпусу.

Переважно як шнековий ін'єкційний насос використовують насос IZOPRESS 600S, що являє собою шнековий електричний насос низького тиску для ін'єкції і заповнення мінеральними матеріалами, що характеризується плавним регулюванням продуктивності в діапазоні від 0,5 до 12 л/хв і максимальною фракцією зерна 2,5 мм. Вказаний насос виконує механізовану подачу полімер-цементного розчину сметаноподібної консистенції з продуктивністю 6 л/хв і тиском до 25 бар. Він є оптимальним з точки зору співвідношення забезпечуваних тиску та продуктивності, а також вартості та розмірів (в кожен стик закачується від 3 до 12 літрів розчину).

Переважно як мембранний ін'єкційний насос використовують насос IZOPRESS 400. Вказаний насос являє собою професійний насос високого тиску та продуктивності для виконання ін'єкційних робіт у галузі гідроізоляції та відновлення конструкцій і придатний для застосування з епоксидними смолами. Його максимальний робочий тиск складає 230 бар, а швидкість подачі матеріалу - 4 л/хв. Насос IZOPRESS 400 дає змогу заповнення тріщини капітелей епоксидною смолою Sikadur-52

Injection, що має консистенцію "рідкий мед", у досить вузькі тріщини (з шириною розкриття від 0,5 мм до 5,0 мм).

Корисна модель далі більш детально буде описана за допомогою наступних графічних матеріалів:

Фіг. 1 - схематичний вигляд збоку дефектної ділянки стику капітелі колони з конструкціями двох днищ силосного корпусу;

Фіг. 2 - схематичний вигляд збоку дефектної ділянки стику капітелі колони з конструкцією днища силосного корпусу при ін'єктуванні у порожнини стику полімер-цементного розчину;

Фіг. 3 - схематичний вигляд у розрізі наведеної на Фіг. 2 дефектної ділянки стику капітелі колони з конструкцією днища силосного корпусу при ін'єктуванні у порожнини стику полімер-цементного розчину.

На Фіг. 1 зображено колону 1 з капітеллю 2 та встановленою на капітелі 2 конструкцією 3 двох днищ силосного корпусу. На стику 4 капітелі 2 колони з конструкцією 3 днища силосного корпусу наявна порожнина 5. Крім того, у капітелі 2 утворені тріщини 6.

На Фіг. 2 та 3 показані пакери 7 та шнековий ін'єкційний насос 8, що використовуються при ін'єктуванні у порожнину 5 стику 4 полімер-цементного розчину.

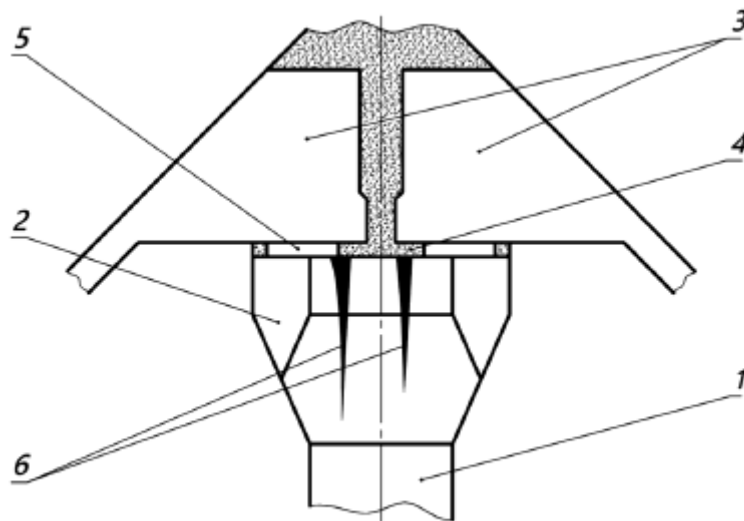
Заявлений спосіб переважно здійснюється наступним чином:

Спочатку проводять гідроструминну зачистку та детальний огляд капітелей 2 колон 1 підсилосного поверху збірного силосного корпусу та формування дефектної відомості кожної капітелі 2 з метою визначення ступеня заповнення цементно-піщаним розчином кожного стику 4 капітелі 2 колони 1 з конструкцією 3 днища силосного корпусу з усіх боків, наявності порожнин 5 усередині стику 4 та тріщин 6 капітелей 2. Після виявлення всіх вказаних дефектів планують дії по їх усуненню та здійснюють ремонт.

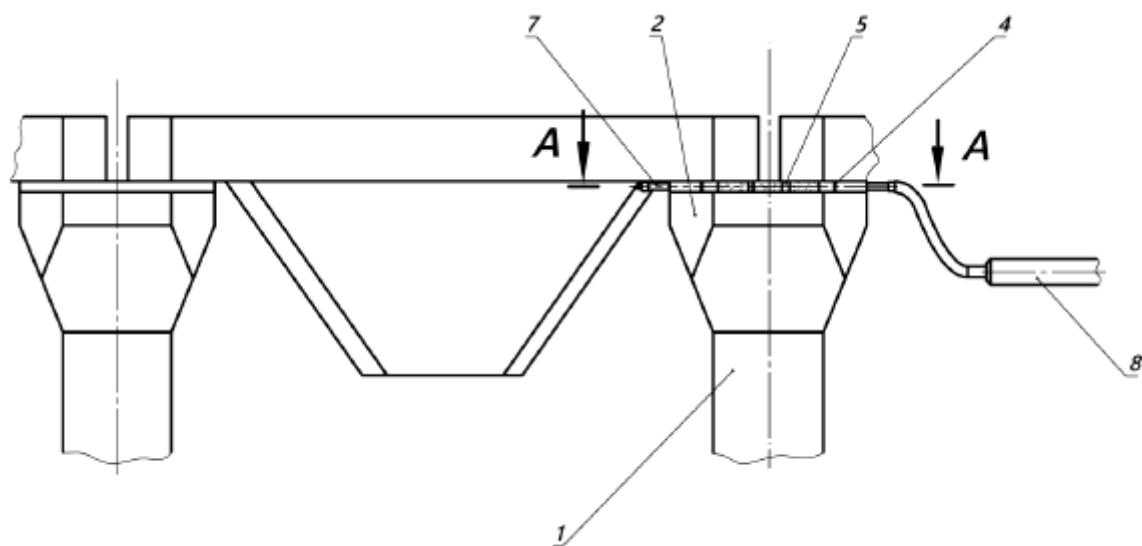
Для цього, в першу чергу, здійснюють ін'єктування у порожнину 5 стику 4 капітелі 2 колони 1 з конструкцією 3 днища силосного корпусу полімер-цементного розчину, для отримання якого використовували суміш OXAL VP III HS торгової марки MC-Bauchemie. Вказаний розчин ін'єктують за допомогою шнекового ін'єкційного насоса IZOPRESS 600S.

Після заповнення порожнини 5 переходять до усунення тріщин 6. Для цього здійснюють ін'єктування у тріщини 6 епоксидної смоли Sikadur-52 Injection фірми Sika. Вказану смолу ін'єктують за допомогою мембранного ін'єкційного насоса IZOPRESS 400. Таким чином виконують відновлення суцільності та монолітності капітелі 2.

Таким чином, розроблено такий спосіб усунення дефектів капітелей колон, реалізація етапів якого дозволить досягти технічного результату, що полягає у забезпеченні довготривалого підвищення їх експлуатаційної надійності.

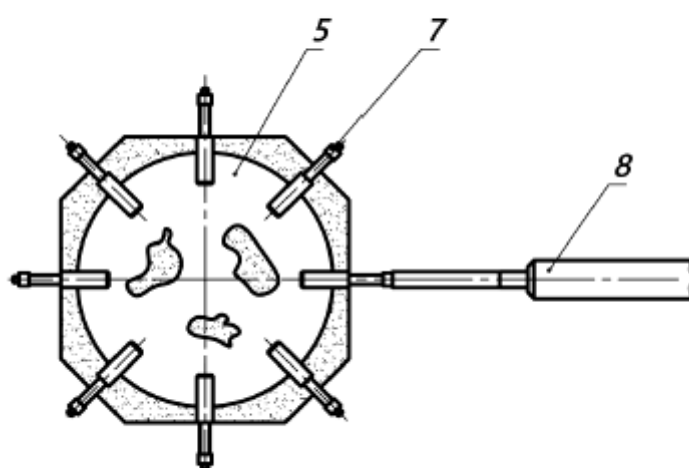


Фіг. 1



Фиг. 2

A - A



Фиг. 3