УДК 624.04

DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2019.36.6>

Григоровський П.Є.

д.т.н., перший заступник директора

ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва», м. Київ

Гладишев Г.М.

к.т.н., доцент кафедри «Будівельні конструкції та мости»,

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

Гладишев Д.Г.

к.т.н., доцент кафедри «Архітектурне проектування та інженерія»,

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

Гладишев Р.Д.

магістр кафедри «Будівельні конструкції та мости»,

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНОГО МОНІТОРИНГУ ПІД ЧАС КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ БАШТОВОЇ ПРОМИСЛОВОЇ СПОРУДИ

Анотація. Експлуатація старої промислової забудови хімічних підприємств наблизилась або навіть перевищила умовний максимальний 40-річний термін експлуатації, який у нормативній документації має ще мінімальне обмеження 20 років, яке пов'язане з умовами їх експлуатації. Промислові будівлі, які вже давно перевищили ці терміни експлуатації, підлягають обстеженню не тільки у кінці умовних експлуатаційних термінів, а практично регулярно візуально відповідним підрозділом підприємства та більш ретельно сертифікованими спеціалістами за відповідним регламентом підприємства. Результати виконаних обстежень необхідні для можливого продовження терміну надійної експлуатації будівлі, щодо якої виникли питання до її технічного стану. Класифікація ознак технічного стану баштових промислових будівель необхідна для визначення напрямку їх капітального ремонту, реконструкції, а за необхідності, і підсилення.

Автори наводять приклад проведення практично регулярних обстежень однієї баштової будівлі у складі промислової споруди, періоди між якими регулярно зменшувались із погіршенням її технічного стану. На базі аналізу проведеного обстеження у 2018 році виникла необхідність виконати капітальний ремонт із підсиленням залізобетонної циліндричної 45 метрової оболонки стовбура будівлі діаметром 12 м.

Автори пропонують принципи підходу до геодезичного моніторингу під час дослідження вертикальних та горизонтальних переміщень трьох баштових будівель за етапами виконання робіт у процесі капітального ремонту з підсиленням циліндричної залізобетонної оболонки однієї з трьох баштових будівель, які об'єднані технологічними галереями та через основу в одну промислову споруду.

З урахуванням категорії технічного стану окремої баштової будівлі визначення значень її вертикальних та горизонтальних переміщень дасть вихідні дані для прийняття необхідної точності у попередньо визначеному діапазоні для геодезичних замірів цієї будівлі та інших двох, які об'єднані в одну технологічну споруду.

Ключові слова: капітальний ремонт, баштова споруда, геодезичний моніторинг, точність геодезичних вимірів.

Постановка проблеми. Обґрунтуванням для виконання геодезичного моніторингу технічного стану трьох баштових будівель, об'єднаних між собою у технологічну споруду галереями та фундаментами через основу, є необхідність проведення контролю впливу етапів виконання капітального ремонту однієї баштової будівлі на стан деформування двох інших баштових будівель.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Технічний стан практично усіх промислових споруд, побудованих у 70-ті роки, після довготривалої їх експлуатації, потребує суттєвих капіталовкладень на капітальний ремонт конструктивних елементів та підсилення їх несучих конструкцій для продовження граничних термінів експлуатації таких споруд. Безумовно, це в передусім стосується споруд, які експлуатувалися в агресивному середовищі. Однією з таких технологічних споруд є група з трьох баштових будівель (к.631Г, к.631Д, к.631В) для гранулювання аміачної селітри ПАТ «АЗОТ» у м. Черкаси (рис. 1).

Згідно зі стандартом [1] основою організації геодезичного моніторингу залізобетонного стовбура башти гранулювання аміачної селітри к. 631Г є продовження загального моніторингу, виконаних обстежень та реконструкцій цієї башти за 46 років її життєвого циклу, починаючи від вводу башти в експлуатацію у 1972 році до її зупинки у березні 2018 року.

За життєвий цикл цієї технологічної споруди, для забезпечення її експлуатаційної безпеки в межах загального моніторингу об'єкта, обстеження башти к.631Г спеціалізованими організаціями проводилося регулярно.

Впродовж 46 років у спостереженнях за змінами показників параметрів стану споруди та оцінювання визначених змін приймали участь 7 спеціалізованих організацій, які після 1985 року стабільно фіксували третю категорію технічного стану залізобетонного стовбура башти к.631Г [2]. Перелік організацій та об'єм виконаного ними аналізу показників параметрів стану за

лізобетонного стовбура башти к.631Г проаналізований у роботі [2]

Періоди між проведеними обстеженнями башти к.631Г, починаючи від її вводу в експлуатацію у 1972 році та за 46-річний період її експлуатації, відображені на графіку (рис. 2). Побудований графік за періодичністю між термінами обстеженнями залізобетонної циліндричної оболонки стовбура башти к.631Г показує, що поступово, протягом 46 річної експлуатації, періоди між обстеженнями її стовбура поступово скорочувались. Категорія технічного стану за проведеними обстеженнями стабільно класифікувалася як третя – непридатна до нормальної експлуатації.

З аналізу графіка (рис. 2) видно, що різке погіршення категорії технічного стану башти почалося у 2017 році, бо їй почали приділяти більше уваги і це потребувало більш кардинальних дій.

Згідно з нормами [3] та [4] орієнтовний термін експлуатації споруд баштового типу, залежно від умов їх експлуатації, становить 20–40 років. Для збереження довговічності споруди норми [4] пропонують скорочувати періоди між термінами обстежень споруд залежно від умов їх експлуатації в агресивному середовищі.

Згідно з діючими нормативними документами за конструктивною безпекою зазначені споруди підлягають обов'язковому регулярному обстеженню для визначення фактичного технічного стану. Характерні терміни обстеження в процесі експлуатації зазначених залізобетонних інженерних споруд за різними нормативними документами досить різні. Наприклад, терміни планових обстежень башт, за стандартом [5], залежно від призначення, прийняті 3–4 роки. В діючих нормативних документах немає одностайної думки з цього питання.

Метою роботи є розробка методики, яка дасть можливість на час обстеження та виконання капітального ремонту визначити фактичні просторові переміщення від взаємовпливу трьох башт, технологічно згрупованих в межах однієї промислової споруди.

Задачею досліджень є – за розробленою методикою отримати експериментальні результати, які зафіксують деформований стан окремих баштових будівель, технологічно зв'язаних в одну промислову споруду, в процесі розвантаження від власної ваги та капітального ремонту однієї з башт.

Результати досліджень.

1. Коротка характеристика технологічно згрупованих баштових будівель.

Грануляційні технологічні башти к.631Г та к.631Д з відм. $\pm 0,00$ м до відм. +47,140 м виконані з монолітного залізобетону і мають циліндричний обрис із зовнішнім діаметром 12,88 м, залізобетонну фундаментну плиту діаметром 24,0 м та висотою 4,15 м. Стовбури цих башт мають внутрішнє футерування. Між відм. +12,10 м відм. +14,75 м вони мають оглядові кільцеві галереї.

Верхня частина башт з відм. +46,10 до відм. +71,30 м (верх парапету) виконані у металевому каркасі, мають діаметр по осі колон 22,56 м, а за обрисом мають в плані правильну призму у вигляді 12-тикутника. Навісна фасадна система верхньої частини цих башт виконана з стінових керамзитобетонних панелей.

Власна вага башти к.631Г після її розвантаження від керамзитобетонних навісних стінових панелей і внутрішнього футерування стовбура башти та довантаження після виконання підсилення її залізобетонного стовбура та його капітального ремонту не збільшується. Виникнення небезпечних геологічних процесів, які можуть бути ініційовані підсиленням та капітальним ремонтом залі-

Рис. 1. Фотофіксація групи баштових будівель к.631Г, к.631Д, к.631В для виробництва аміачної селітри, об'єднаних у технологічну споруду

зобетонного стовбура грануляційної башти к.631 Г у фіксованій геологічній будові ділянки, малоймовірно.

Підсобно-виробнича і одночасно комунікаційна башта к.631В, виконана з монолітного залізобетону, має циліндричний обрис, зовнішній діаметр 12,88 м, 18-ть поверхів, висоту 68 м, монолітну залізобетону фундаментну плиту діаметром 24,0 м.

2. Основна мета та призначення виконання робіт з моніторингу.

Метою моніторингу є спостереження технічного стану об'єкта будівництва з урахуванням відстеження впливу об'єкта, на якому будуть виконані будівельні роботи з капітального ремонту та підсилення, на прилеглі до нього споруди, для спостереження величини можливих відхилень від нормального функціонування досліджуваних об'єктів.

Стандарт [1] поширюється на споруди класу відповідальності за можливими наслідками ССЗ. Він встановлює загальні вимоги до проведення моніторингу технічного стану конструктивних елементів будівель та інженерних споруд на різних етапах їх життєвого циклу.

Геодезичний моніторинг залізобетонного стовбура грануляційної башти к.631 Г, від відмітки $\pm 0,000$ м до відмітки +47,140 м, слід розглядати в межах етапів підсилення та капітального ремонту стовбура башти, які зафіксовані у розробленому ТЗОВ «НПФ „Реконстрпроект“» робочому проекті «Капітальний ремонт (підсилення) та хімізахист залізобетонного стовбура башти гранулювання аміачної селітри К.631.Г цеху М-9 виробництва аміачної селітри».

Геодезичний моніторинг цього етапу слід розглядати як продовження загального моніторингу будівельних об'єктів – башт к.631Г, к.631Д та к.631В, який пов'язаний з виконанням завдань інструментального обстеження

технічного стану залізобетонного стовбура башти к.631Г під час виконання будівельних робіт з його підсилення і капітального ремонту та спостереження за впливом цього процесу на взаємодію башти к.631Г з прилеглими баштами через технологічні галереї.

Зміст і обсяг робіт визначаються технічним завданням на виконання геодезичного етапу моніторингу [6] відповідно до вимог проектної документації та програми геодезичного супроводу будівельних робіт на об'єкті.

3. Перелік параметрів, що підлягають контролю, та їх допустимі значення.

Допустимі значення інформативних індикаційних показників, сукупність яких репрезентативно фіксує стан досліджуваних об'єктів моніторингу, за якими оцінюють рівень небезпеки, приймаються за даними, визначеними у нормативній та проектній документації.

Максимальні значення вертикальних та горизонтальних переміщень, отримані в процесі виконання геодезичного моніторингу, повинні бути зафіксовані кутом до розбивочних осей за їх напрямками.

Слід отримані дані порівнювати у процентному відношенні до граничних значень осідання $s_{m,u}$ та кренів i_u , зафіксованих у [7], де s_u не більше 20 см, а i_u не більше 0,004.

На зафіксованих відмітках горизонтів контрольованих точок спостереження абсолютні значення граничних кренів i башти к.631Г на відм. +7,00 м; +17,00 м; +29,00 м; +39,00 м – відповідно набувають значення: 0,028 м; 0,068 м; 0,116 м; 0,165 м.

Граничні значення осідань $s_{m,u}$ слід порівняти з розрахунковими даними s , які визначені для розрахунку діапазону вимірювання осідань. Під час геодезичного моніторингу слід приймати менші з наведених значень осідань (розрахункових та граничних). Точність вимірювань горизонтальних переміщень ± 2 мм, а вертикальних переміщень ± 1 мм.

4. Кількість контрольних точок на досліджуваних об'єктах.

На час початку геодезичного моніторингу кількість і види контрольованих параметрів визначаються результатами виконаних обстежень. За результатами проаналізованих обстежень по башті к.631Г, виконаних розрахунків залізобетонного стовбура башти розроблена проектна документація на підсилення стовбура (після зазначеного вище рівня розвантаження башти від власної ваги), його капітального ремонту та хімзахисту для забезпечення умов збереження експлуатаційних властивостей цього об'єкта та забезпечення його експлуатаційної безпеки впродовж наступного життєвого циклу.

Контрольні точки спостереження повинні бути розташовані між зовнішніми елементами підсилення, з урахуванням їх габаритів для зручності зняття показів.

По висоті стовбура башти к.631Г відмітки горизонтів контрольованих точок спостереження розташовані на відм. +7,00 м; +17,00 м; +29,00 м; +39,00 (рис. 3). Кутова прив'язка контрольованих точок за периметром стовбура башти показана на розрізі «1-1» (рис. 4).

За результатами «нульових» даних виконаних замірів на початок прийнятого рівня розвантаження башти к.631Г від власної ваги, за контрольними точками спостереження, розраховуються фактичні напрямки кренів башт за фіксованими відмітками розташування контрольних точок.

Етапи замірів вертикальних та горизонтальних переміщень в процесі виконання робіт з геодезичного моніторингу слід пов'язати з забезпеченням установ техніки безпеки на будівельному майданчику на час розвантаження башти к.631Г від керамзитобетонних стінових панелей, внутрішнього футерування стовбура, послідовності виконання елементів підсилення залізобетонного стовбура та етапами капітального ремонту.

Рис. 2. Графік зміни кількості виконаних обстежень з визначення категорії технічного стану залізобетонного стовбура башти, за 46 річний період її експлуатації

Початком робіт з геодезичного моніторингу переміщень залізобетонних стовбурів трьох башт повинна бути фіксація фактичних («нульових») геодезичних координат (значень та напрямків відхилення від вертикалі) за фіксованими точками спостереження, розташованими на залізобетонних стовбурах башт.

Фіксовані «нульові» точки спостереження повинні бути розташовані безпосередньо на або біля бетонної поверхні стовбурів башт і жорстко закріплені на поверхні двома дюбелями довжиною не менше 10 см (це пов'язано із нерівностями поверхні залізобетонної оболонки башти та можливістю відшарування ремонтного шару або захисного шару бетону).

Відхилення від початкових значень фіксованих точок слід виконувати з точністю до 2 мм для горизонтальних замірів та з точністю до 1 мм для вертикальних замірів

і обов'язково пов'язувати з етапами виконання капітального ремонту за календарним графіком.

5. Рекомендовані етапи геодезичного моніторингу.

Здійснення моніторингу в процесі підсилення та капітального ремонту залізобетонного стовбура башти к.631Г можна поділити на етапи:

- обробка та оперативний аналіз результатів моніторингу по трьох баштах після кожного фіксованого етапу виконання будівельних робіт;
- опрацювання результатів спостережень та підготовка відповідних висновків на паперовому та електронному носіях;
- оцінка впливу капітального ремонту башти к.631Г у процесі виконання робіт з підсилення та капітального ремонту її залізобетонного стовбура на існуючі споруди – башту к.631В та башту к.631Д, які технологічно поєднані з баштою к.631Г;

Рис. 3. Відмітки горизонтів розташування точок спостереження на стовбурі башт к.631Г та к.631Д (відмітки горизонтів на стовбурі башти к.631В аналогічні башті к.631Д)

Рис. 4. Кутова прив'язка точок спостереження до розбивочних осей башт згідно з розрізом «1-1» (рис. 3)

– спостереження за деформаціями башти протягом стабілізаційного періоду.

За стабілізаційний період у цьому разі береться період стабілізації деформацій (вертикальних та горизонтальних переміщень фіксованих точок спостереження на стовбурі башти) після повного завершення підсилення та капітального ремонту залізобетонного стовбура башти к.631Г та початку вводу об'єкта в експлуатацію. Вважається, якщо протягом трьох циклів спостережень, визначених технічним завданням на геодезичний моніторинг об'єкта (рівномірно, на протязі одного року, вважати за один етап), значення вимірюваних величин деформацій будуть коливатися в межах заданої точності вимірювань, то стабілізація деформацій вважається завершеною.

6. Визначення крену грануляційної башти 631Г та 631Д.

Визначення крену виконане на основі результатів визначених відхилень башт від вертикальної осі, наданих ПАТ «АЗОТ» у вересні 2018 р.

За цими даними абсолютний крен, заміряний на ділянці довжиною 24 м по висоті стовбура башти к.631 Г, становить 0,030 м.

Відносний крен башти к.631Г у північно-західному напрямку становить $i = 0,03 \text{ м} / 24 \text{ м} = 0,00125$, що значно менше граничного значення $i_u = 0,004$ згідно з нормами [7].

Абсолютний крен, заміряний на ділянці довжиною 24 м по висоті стовбура башти к.631Д, становить 0,080 м. Відносний крен башти к.631Д становить $i = 0,08 \text{ м} / 24 \text{ м} = 0,0033$, що менше граничного значення $i_u = 0,004$ згідно з [7].

За результатами виконаних перевірок розрахунків взаємодії «основа-споруда» на різні рівні експлуатаційних навантажень отримано значення розрахункового крену $i = 0,00147$, який менше граничного $i_u = 0,004$, та значення осадки $s = 74,31 \text{ мм}$, яка також менша за граничне значення $s_u = 200 \text{ мм}$ [7].

Отримані розрахункові значення крену „i” та осадки „s” забезпечують надійність основи та фундаменту башти к.631Г на всі комбінації експлуатаційних навантажень за порівняння їх з граничними значеннями.

Отримані теоретичні діапазони розрахункових значень вертикальних та горизонтальних переміщень елементів споруди дозволяють прийняти необхідну точність геодезичних замірів у попередньо визначеному їх діапазоні для оптимізації методики проведення геодезичного моніторингу.

У зв'язку з цим слід досить ретельно підбирати обладнання для моніторингу, наприклад, датчика нахилу будівлі. Технічні характеристики датчика нахилу, запропонованого фірмою “SIXENSE”, мають діапазон вимірювання нахилу не менше $\pm 5^\circ$.

Відносний крен башти к.631Г у північно-західному напрямку становить $i=0,00125$, що відповідає куту нахилу башти $\alpha=0,0715^\circ$. У зв'язку з цим для замірів фактичного крену башти та його приросту під час етапів підсилення залізобетонного стовбура башти к.631Г та під час капітального їх ремонту, фактична точність замірів кута датчиком нахилу повинна бути значно нижча за фактично заміряне значення $\alpha = 0,0715^\circ$.

Граничне значення крену $i_u=0,004$ відповідає куту нахилу $\alpha=0,23^\circ$, який також менше діапазону вимірювання запропонованого датчика нахилу ($\pm 5^\circ$).

Висновки. Неодноразові обстеження розглянутої промислової споруди завершувалися висновками, які однозначно підтверджували незадовільну (непридатну до нормальної експлуатації) категорію технічного стану однієї з будівель в межах розглянутої споруди. Заміри нахилів та їх напрямів по трьох будівлях були виконані тільки у вересні 2018 року.

За показниками фактичних просторових деформацій груп баштових будівель, отриманими в межах однієї промислової споруди, в реальних умовах експлуатації та різними геодезичними методами, можна отримати багато інформації для аналізу технічного стану споруди.

Інтегральний метод підходу до визначення фактичних переміщень у системі взаємовпливу висотних будівель через основи та технологічні зв'язки між ними для оцінки їх фактичного технічного стану не потребує на

перших етапах обстеження попереднього визначення розрахункового розподілу вертикальних нормальних напружень в плані та по глибині основи та впливу проміжних зв'язків, наприклад, технологічних галерей.

Для проведення геодезичного моніторингу висотних споруд на перший план виходять теоретичні розрахунки їх вертикальних та горизонтальних переміщень (осадок та кренів).

Визначення теоретичних переміщень кожної з трьох будівель як складників розглянутої споруди необхідні для аналізу проміжних і кінцевих результатів їх інтегральних переміщень та взаємовпливів для прийняття необхідної точності в необхідному діапазоні геодезичних замірів.

Дані геодезичного моніторингу логічно використовувати для уточнення розрахункових схем «основа – фундамент – споруда» і отримання вичерпної контрольної інформації для визначення характеру взаємодії елементів висотних споруд через основу та технологічні зв'язки. Це необхідно для коригування виконаних перевірок розрахунків за матеріалами обстежень, згідно з наведеною у нормативі [7] методики.

Попередні отримані від ПАТ «АЗОТ» значення горизонтальних переміщень вертикальних осей трьох розглянутих баштових будівель, які сумісно працюють в межах промислової споруди, не перевищують граничні значення для промислових об'єктів баштового типу.

Література

1. Настанова щодо науково-технічного моніторингу будівель та споруд: ДСТУ-Н Б В.1.2-17:2016. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. (Стандарт України).
2. Розробка проектної документації щодо ремонту (підсилення) та хімзахисту залізобетонного стовбура башти гранулювання 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»: звіт про НДР / ТзОВ «Науково-проектна фірма «Реконстрпроект»»; кер. Гладисhev Г.М. Львів, 2018. 285 с. Інв. №509-413-07.08.18-ОБ.
3. Система забезпечення надійності та безпеки об'єктів. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки: ДБН В.1.2-12-2008. Київ : Мінбуд України, 2008. (Будівельні норми України).
4. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд: ДБН В.1.2-14:2018. Київ : Мінбуд України, 2018. (Будівельні норми України).
5. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану: ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. (Стандарт України).
6. Система забезпечення надійності та безпеки об'єктів. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки: ДБН В.1.2-12-2008. Київ : Мінбуд України, 2008. (Будівельні норми України).
7. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення: ДБН В.2.1-10:2018. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. (Будівельні норми України).

References

1. Nastanova shchodo naukovo-tekhnichnoho monitorynhu budivel ta sporud [Guidance on scientific and technical monitoring of buildings and structures]. (2016). DSTU-N B V.1.2-17:2016. Kiev : Standard of Ukraine. [in Ukraine].
2. Hladyshch, H.M. (2018). Rozrobka proektnoi dokumentatsii shchodo remontu (pidsylenniu) ta khimzakhystu zalizobetonnoho stovbura bashty hranulivannia amichnoi selitry k.631 G tsekhu M-9 vyrobnytstva amichnoi selitry PAT „AZOT” v m. Cherkasy, tom №1 „Analiz materialiv obstezhen za period ekspluatatsii bashty k.631G ta dodatkovye obstezhennia dlia rozrobky robochoho proektu na yii pidsylennia, remont ta khimzakhyst” (№509-413-07.08.18-OB). Lviv: LLC „Project scientific and design firm “Rekonstrproekt”. [in Ukraine].
3. Systema zabezpechennia nadiinosti ta bezpeky ob'ektiv. Budivnytstvo v umovakh ushchilnenoi zabudovy. Vymohy bezpeky [A system for ensuring the reliability and security of objects. Construction in the conditions of compacted development. Security requirements]. DBN V.1.2-12-2008. Kiev: Building norms of Ukraine [in Ukraine].
4. Systema zabezpechennia nadiinosti ta bezpeky budivelnikh ob'ektiv. Zahalni pryncypy zabezpechennia nadiinosti ta konstruktyvnoi bezpeky budivel i sporud [System ensure the reliability and safety of construction projects. General principles of reliability and constructive safety of buildings and constructions]. (2018). DBN V.1.2-14-2018. Kiev: Building norms of Ukraine [in Ukraine].
5. Nastanova shchodo obstezhennia budivel i sporud dlia vyznachennia ta otsinky yikh tekhnichnoho stanu [Guidelines for inspection of buildings and structures to determine and evaluate their technical condition]. (2017). DSTU-N B V.1.2-18:2016. Kiev: Standard of Ukraine. [in Ukraine].
6. Systema zabezpechennia nadiinosti ta bezpeky ob'ektiv. Budivnytstvo v umovakh ushchilnenoi zabudovy. Vymohy bezpeky [A system for ensuring the reliability and security of objects. Construction in the conditions of compacted development. Security requirements]. (2008). DBN V.1.2-12-2008. Kiev: Building norms of Ukraine [in Ukraine].
7. Osnovy ta fundamenti sporud. Osnovni polozhennia proektuvannia [Bases and foundations of buildings. General design]. (2018). DBN V.2.1-10-2018. Kiev: Building norms of Ukraine [in Ukraine].

IMPROVEMENT OF THE METHOD OF GEODETIC MONITORING IN MAJOR REPAIRS OF THE TOWER INDUSTRIAL BUILDING

Abstract. *The operation of the old chemical industry industrial building is close to, or has exceeded, the conditional maximum 40-year service life, which in the regulatory documentation has a minimum restriction of 20 years, which is related to the conditions of their operation.*

Industrial buildings that have long exceeded these service life are subject to inspection not only at the end of the conditional service life, but practically regularly visually by the relevant unit of the enterprise and more carefully certified specialists under the relevant regulations of the enterprise. The results of the inspections are necessary for the possible extension of the reliable operation of the building, which raised questions about its technical condition. The classification of the signs of the technical condition of tower industrial buildings is necessary to determine the direction of their overhaul, reconstruction, and if necessary, reinforcement.

The authors give an example of practically regular surveys of one tower building within an industrial structure, the periods between which were regularly reduced with the deterioration of its technical condition. Based on the analysis of the survey in 2018, it became necessary to perform major repairs with the reinforcement of a reinforced concrete cylindrical 45 meter shell of the trunk of a building with a diameter of 12 m.

The article proposes the principles of the approach to geodetic monitoring in the study of vertical and horizontal displacements of three tower buildings by stages of repair work with reinforcement of a cylindrical reinforced concrete shell of one of three tower buildings, which are combined by technological and technological bases.

Taking into account the category of technical condition of the individual tower building and determining the values of its vertical and horizontal displacements, it will provide the initial data to obtain the required accuracy in the pre-determined range for the geodetic measurements of this building and the other two, which are combined into one technological structure.

Key words: *overhaul, tower structure, geodetic monitoring, accuracy of geodetic measurements.*

Hrihorovskyi P.Ye.

Doctor of Technical Sciences, First Deputy Director,
State Enterprise "Scientific Research Institute of Building Production", Kyiv

Hladyshev H.M.

Ph.D., Associate Professor of the Department of Construction Structures and Bridges,
Lviv National Polytechnic University, Lviv

Hladyshev D.H.

Ph.D., Associate Professor of the Department of Architectural Design and Engineering,
Lviv National Polytechnic University, Lviv

Hladyshev R.D.

Master of the Department Construction Structures and Bridges,
Lviv National Polytechnic University, Lviv