

РАціонаЛЬНІ МЕТОДИ ПІДСИЛЕННЯ ПРОСТОРОВОГО КАРКАСУ КІНОКОНЦЕРТНОГО ЗАЛУ «РАЙДУГА» В УМОВАХ ЗБІЛЬШЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ

Попов В. О. к.т.н., Войцехівський О.В., к.т.н. (Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця)

Попов В. А., к.т.н., Войцеховский А.В., к.т.н. (Винницкий национальный технический университет, г. Винница)

Popov V. O., PhD, Voytchevskiy O.V., PhD, (Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa)

Узагальнено інженерний досвід, набутий при обстеженні унікальних металоконструкцій кіноконцертного залу «Райдуга», розроблено модель напружено-деформованого стану споруди, запропоновано раціональну конструкцію підсилення перевантажених елементів.

Обобщен инженерный опыт, полученный при обследовании уникальных металлоконструкций киноконцертного зала «Радуга», разработана модель напряженно-деформированного состояния сооружения, предложена рациональная конструкция усиления перегруженных элементов.

In this article have been summarized engineering experience of strengthening of unique metal constructions of concert hall "Rainbow" wich was getting after technical inspection. Have been developed the supere-element model of structures considered ways to reinforce the main load-bearing structures.

Ключові слова:

Металевий каркас, технічне обстеження, надійність.

Металлический каркас, техническое обследование, надежность.

Metal constructions, technical inspection, reliability.

Вступ. На сьогодні в більшості обласних центрів України, окрім міст-мільйонників, відсутні сучасні розважальні комплекси, які могли б вміщувати одночасно не менше 1 500 глядачів. Більшість мешканців країни не можуть насолодитися переглядом виступів зірок світової естради, адже, вартість білету приблизно рівна гонорару концертної групи, що ділиться на кількість глядацьких місць. Економічні чинники диктують умову: для зниження вартості білетів необхідно збільшувати місткість залів. В умовах тривалої економічної кризи будівництво таких потужних об'єктів «з нуля» коштує десятки мільйонів доларів і фактично неможливе без залучення іноземних інвестицій.

Однак у 70-80 рр. ХХ сторіччя, тобто за часів відносної економічної стабільності, була збудована низка великих тимчасових розважальних комплексів, в тому числі і літніх театрів. Ці унікальні споруди будувалися під проводом відомих інженерів та науковців, які зробили вагомий внесок у вітчизняну будівельну галузь. В більшості випадків несучий остов таких споруд запроєктований раціонально. Однак технічне оснащення цих будівель-гігантів безнадійно застаріло.

Таким чином, за умови актуалізації оснащення, тобто наповнення сучасними інженерними системами, зручними посадковими місцями, удосконаленням акустики, а також, створення ефективної інфраструктури поблизу споруд, оновлені «пережитки» минулого цілком можуть вирішити проблему «великих» розважальних комплексів і прикрасити місто.

Регіональна влада м. Вінниці, з огляду на викладені вище міркування, вирішила оновити літній кіноконцертний зал «Райдуга», який у 80-х роках минулого століття був збудований на території пам'ятки садово-паркового господарства ЦПКіВ ім. Горького (рис. 1).



Рис. 1. Загальний вигляд кіноконцертного залу «Райдуга» з північно-східного боку.

Авторами проекту несучих конструкцій були спеціалісти УкрНДІ «Проектстальконструкція» (м. Київ). Провідні фахівці цього інституту, а саме, А.В. Перельмутер, В.М. Гордєєв, В.М. Шимановський, О.І. Голоднов та інші і дотепер займаються питаннями проектування та оптимізації просторових конструкцій, виготовлених з металу [1 – 2].

Роботи з проектування реконструкції «Райдуги» були замовлені фірмі ТОВ «Гервін Проект» та розділенні на етапи, пов'язані з обстеженням та оцінкою технічного стану, і, власне, проектуванням реконструкції. Опис

підходів до модернізації кіноконцертного залу та принципових конструктивних рішень його осучаснення, через обмеженість обсягів статті, буде проведено у наступних публікаціях.

В результаті технічного обстеження будівельних конструкцій споруди було встановлено, що за час тривалої експлуатації в умовах економічного занепаду 90-х років, споруда не тільки втратила експлуатаційну придатність, але й набула числених ознак аварійності. Отже, першим етапом проекту реконструкції стали першочергові протиаварійні заходи. Ця наукова робота в основному присвячена питанням зняття аварійності.

Мета роботи. Шляхом аналізу напружено-деформованого стану моделі металокаркасу кіноконцертного залу запропонувати раціональний варіант підсилення перевантажених несучих конструкцій. Для досягнення поставленої мети необхідно виконати комплекс задач, наведених нижче:

- розробити скінчено-елементну модель напружено-деформованого стану споруди під дією кліматичних впливів,
- виявити найбільш зношені та перевантажені ділянки металокаркасу споруди;
- запропонувати раціональні способи підсилення аварійних ділянок;
- окреслити подальші напрямки реконструкції споруди.

Основна частина. Для вирішення поставлених задач було здійснено комплексне обстеження та обміри будівельних конструкцій кіноконцертного залу згідно з нормами [3 – 8]. Будівля в плані являє собою сектор, в центрі якого передбічена сценічна частина. Будівля складається з двох функціональних частин, які конструктивно поєднані спільною стіною – адміністративної та кіноконцертної зали. Адміністративна частина, в основному – безкаркасна, стіни виконані з цегляної кладки. Кіноконцертна зала – з повним просторовим металевим каркасом. У подальшому опис виконаний тільки для глядацької зали.

Металевий каркас зали являє собою просторову стрижневу систему, яка складається з дванадцяти металевих попарно з'єднаних у просторові блоки «Г»-подібних рам, які влаштовані вздовж цифрових осей споруди. Рами жорстко кріпляться до фундаментів, та шарнірно рухомо на несучий секторіальний пілон. Рами складаються з двох частин – похилої стійки та ригеля, які, в свою чергу, вирішені у вигляді шпренгельних ферм. Бічні стінки стійки зашиті металевим листом.

В рівні нижнього поясу ригелів рам влаштовано горизонтальні зв'язкові елементи, які попарно з'єднують ригелі рам.

Конструкція покрівлі будівлі вирішена у вигляді трапецеїдальних металевих панелей, верхня поверхня яких плоска з листової сталі, підкріплена повздовжніми та поперечними балками зі швелерів. Між спареними «Г»-подібними рамами металокаркасу встановлено трапецеїдальні панелі покриття, обрамлені швелером.

Для оцінки несучої здатності металоконструкцій каркасу будівлі кіноконцертного залу «Райдуга» згідно з нормами ДБН В.1.2-14-2009 [9].

виконано скінчено-елементне моделювання у середовищі програмного комплексу «SCAD Office», що є комп'ютерною системою для структурного аналізу та проектування (рис. 2). Теоретичною основою використаної програми є метод скінчених елементів. Реалізований варіант методу скінчених елементів використовує принцип можливих переміщень. Корисне навантаження на просторову систему прийнято у відповідності із проектними впливами та згідно з технічним завданням замовника.

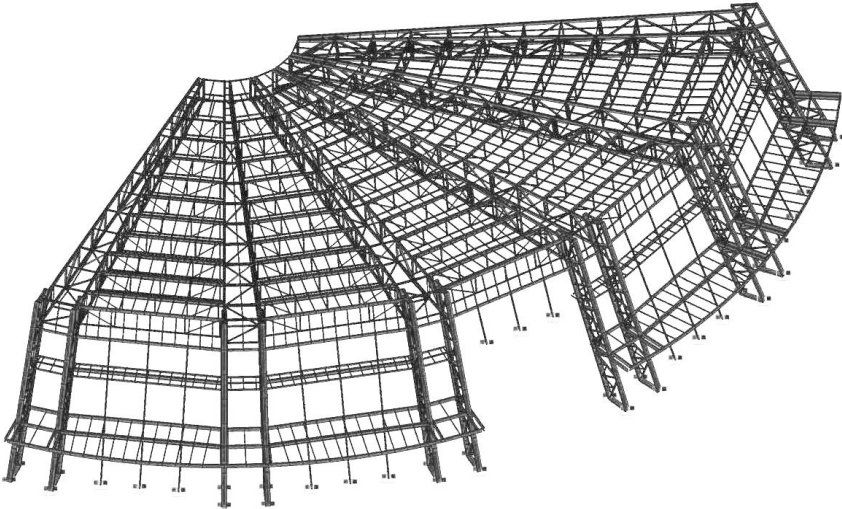


Рис. 2. Тривимірна модель металокаркасу кіноконцертної зали «Райдуга».

Перевірка несучої здатності і стійкості конструкцій виконана відповідно до діючого нормативного документа ДБН В.2.6-198:2014 [5].

Матеріали основних елементів металокаркасу будівлі прийняті у відповідності з проектним рішенням.

При обстеженні та розрахунку скінчено-елементної моделі виявлено, що стан споруди вцілому, внаслідок перевантаження основних несучих конструкцій металокаркасу, понаднормативного зміщення рухомих шарнірів рам, не достатньої жорсткості системи вцілому, критичного зносу окремих опорних балок та стійок, які підтримують перекриття холу – аварійний. Основною причиною аварійності є:

- зростання нормативного коефіцієнту надійності (відповідальності) γ_n , яке для кіноконцертного залу складає 1,25 (ДБН В.1.2-14-2009);
- зростання нормативного снігового навантаження (ДБН В.1.2-2-2006);
- знос будівельних конструкцій та монтажні дефекти.

Виконані розрахунки довели, що найбільш небезпечним для подальшої експлуатації будівлі є деформаційний фактор. Шарнірно-рухомі опорні конструкції рам при накопиченні розрахункових значень снігових відкладень в умовах інтенсивного замочування талою водою зміщуються від монтажного

положення на 100 ... 150 мм. Оскільки при виконанні будівельно монтажних робіт зі зведення споруди були допущені значні відхилення опорних подушок шарнірно опор у невідгідний бік, місцями до 200 мм, існує реальна небезпека зіскакування опорних вузлів рам з конструкцій несучого бетонного пілону. Опосередковано це підтверджуються зрізом та понаднормативним вигином анкерних болтів (рис. 3).



Рис. 3. Типовий стан шарнірно-рухомих опори металевих ферм каркасу. Руйнування анкерних болтів.

Для стабілізації споруди вцілому та зняття аварійності існуючих шарнірно рухомих опор було запропоновано використати раціональний варіант підсилення цих вузлів влаштуванням циліндричних котків між опорними «лижами», які приєднуються до існуючих опорних систем. Принципова конструкція вузлів підсилення з котками показана на рис. 4. Основна ідея підсилення полягає у збільшенні ефективної площі контакту опорних вузлів з пілоном та, внаслідок цього, унеможливлення зіскокування опори, навіть за появи аварійних ситуацій.

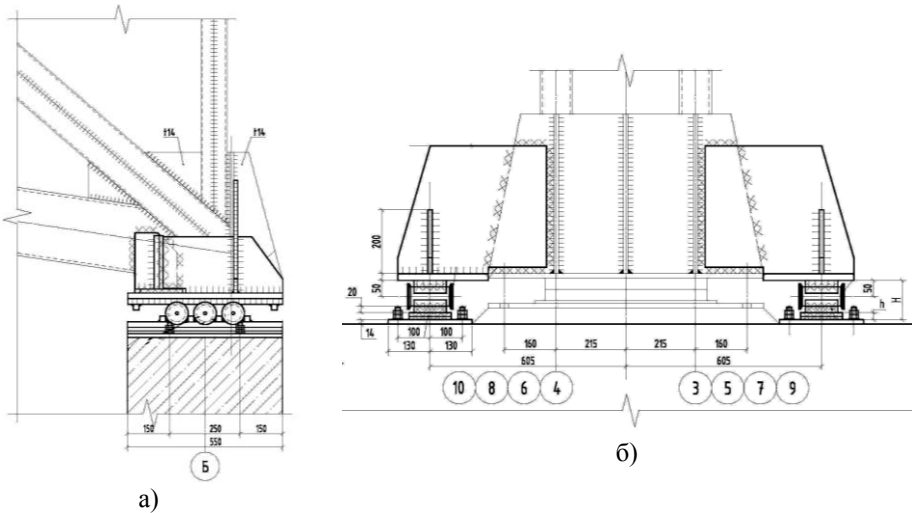


Рис. 4. Принципове рішення підсилення шарнірно-рухомих вузлів ферм парними додатковими опорами на циліндричних котках: а – виз збоку, б – задній вид.

Для підсилення перевантажених конструкцій «Г»-подібних рам було запропоновано влаштувати тимчасові підпірки, які, на зимовий час встановлюються під рамами та знижують напруження у перевантажених елементах споруди до допустимого рівня (рис. 5).

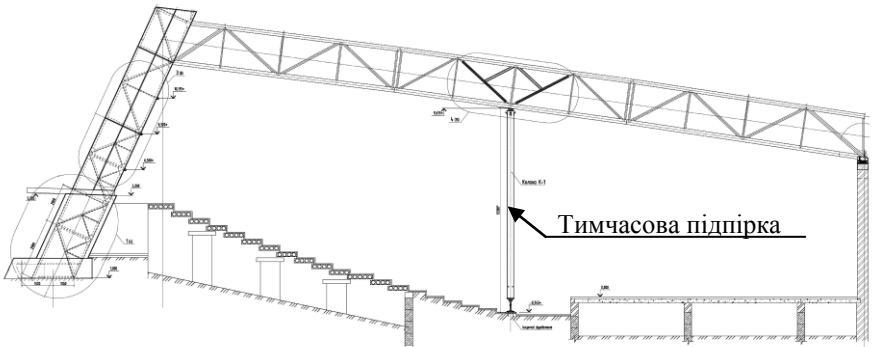


Рис. 5. Принципове рішення підсилення перевантажених «Г»-подібних рам встановленням тимчасової підпірки.

Висновки. В результаті проведених досліджень моделі напружено-деформованого стану металокаркасу глядацької зали набув подальшого розвитку метод моделювання великопролітних споруд з металевим каркасом.

Аналіз результатів розрахунку моделі та узагальнення результатів обстеження дозволили рекомендувати:

- для забезпечення живучості будівлі до виконання комплексних робіт з реконструкції необхідно силами обслуговуючого персоналу кіноконцертного залу здійснювати регулярне очищення металевої покрівлі залу від снігових наметів;

- під час виконання протиаварійних робіт здійснити комплексні конструктивні заходи для недопущення зісакування опорних конструкцій «Г»-подібних рам з опорних поверхонь пілону, а саме: збільшити опорні площадки шарнірно рухомих опор влаштуванням системи котків (див. рис. 4);

- влаштувати тимчасові розвантажуючі підпірки (рис. 5), які слід встановлювати у зимовий період року, коли будівля не експлуатується та демонтувати у літній період, тобто на час експлуатації літньої кіноконцертної зали.

1. Ярошенко М.М., Гордеев В.Н., Лебедич И.Н.. Тайны стальных конструкций. – К.: Сталь, 2004. – 306 с. 2. Попов В.О. Безфундаментні башти-атракціони з високоточним стовбуром. Монографія / В.О. Попов, І.П. Кондратенко, А.П. Ращепкін. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. – 208 с. 3. Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій і основ промислових будинків та споруд. ДБН В.3.1-1-2002. Держкомітет України з будівництва і архітектури. Київ. 2003 – 82 с. 4. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення: ДБН В.2.2-9-2009. - [Чинний від 01.07.2010]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 47 с. – (Національні стандарти України). 5. Сталеві конструкції. Норми проектування. ДБН В.2.6-198:2014. К.: Мінрегіон України, 2014. – 199 с. 6. Барашиков А.Я., Мальшев О.М. Оценка технического состояния строительных конструкций, зданий и сооружений. – К.: НМЦ Держнаглядохоронпраці України, 1998. – 23 с. 7. Будинки і споруди. Культурно-видовищні та дозвіллеві заклади. ДБН В.2.2-16-2005. Київ, Держбуд України, 2005 – 65 с. 8. Прогини і переміщення. Вимоги проектування. ДСТУ Б В.1.2-3:2006. Введ. 31 січня 2007 р. на заміну розділу 10 СНиП 2.01.07-85. К.: Мінбуд України, 2006. – 10 с. 9. Система забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. ДБН В.1.2-14-2009. К.: Мінбуд України, 2009. – 37 с.