

УДК 528.48:004

ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕСТАВРАЦІЙНИХ РОБІТ НА ПРИКЛАДІ КУЛЬТУРНО-МУЗЕЙНОГО КОМПЛЕКСУ “МИСТЕЦЬКИЙ АРСЕНАЛ”

А. Тіщенко

Київський національний університет будівництва і архітектури

Ключові слова: реставраційні роботи, геодезичне забезпечення.

Як свідчать археологічні знахідки та тексти літописів, кам'яні мури навколо Києво-Печерського монастиря існували ще за часів Київської Русі, але з часом були зруйновані. На цій самій території козаки гетьмана Івана Самойловича почали будувати оборонні укріплення у 1679 році. Будівництво фортечних мурів з баштами велось протягом 1698–1700 років під керівництвом гетьмана Івана Мазепи. Під час Північної війни у 1706 році для покращання обороноздатності міста Петро I заклав тут Печерську фортецю, будівництво якої завершено у 1723 році. У 1780 році було зведено чотири порохові погреби та будинок губернатора, а у 1784–1801 роках побудовано споруду арсеналу.

Арсенал – одна з найперших споруд епохи класицизму. Внутрішнє планування споруди загального типу, з розміщеними у два ряди підпірними стовпами, що підтримують на першому поверсі склепінчасті перекриття, а на другому поверсі – плоскі.

З ініціативи Президента України В.А. Ющенка в 2005 році розпочато роботи зі створення культурно-музейного комплексу “Мистецький арсенал”.

Загальний вигляд музею-фортеці та проект реставрації території подано на рис. 1.

Геодезичне забезпечення реставраційних робіт культурно-музейного комплексу “Мистецький арсенал” здійснює науково-дослідна лабораторія “Інженерна геодезія” Київського національного університету будівництва і архі-

тектури під керівництвом доцента, канд. техн. наук М.І. Тарасенка.

Основою виконання робіт із геодезичного забезпечення реставрації було створення відповідної технологічної схеми, яка містила такі елементи:

- Створення загальної просторової геодезичної опорної основи на об'єкті реставрування.
- Виконавча зйомка монтажних горизонтів споруди та створення за її результатами математичної моделі всієї споруди.
- Аналіз отриманої моделі, оптимізація положення конструктивних елементів та узгодження проектних рішень.
- Геодезичне забезпечення монтажу конструктивних елементів споруди.
- Виконавча зйомка змонтованих конструктивних елементів споруди.
- Геодезичний контроль за деформаціями споруди під час реставрації.

Створення єдиної просторової геодезичної основи на об'єкті реставрування

Метою створення єдиної просторової геодезичної основи було відтворення системи осей існуючої споруди, точки якої були закріплені на монтажному горизонті, від яких була розвинута зовнішня геодезична основа.

Потім виконувалась геодезичні вимірювання, геодезична система була врівноважена за умови незмінності пунктів на монтажному горизонті.



Рис. 1. Фрагмент споруди та загальний вигляд проекту реставрації

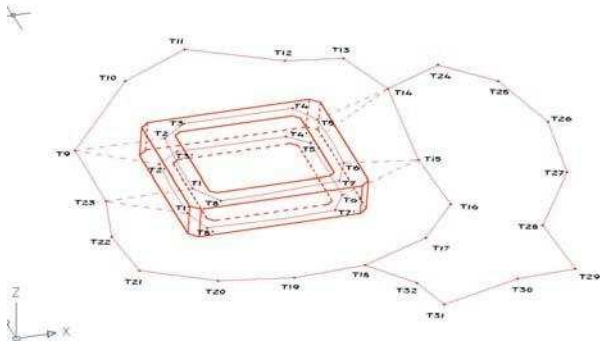


Рис. 2. Схема єдиної просторової геодезичної основи музейного комплексу "Мистецький арсенал"

Відмінністю цієї системи є те, що вона створюється за принципом від часткового до загального, а не навпаки. Спочатку вона створюється на монтажному горизонті споруди, а потім закріплюється за її межами. Це викликано тим, що найчастіше реставрована споруда має складну форму, тому геодезичне забезпечення реставраційних робіт на монтажному горизонті потребує максимальної точності. Оскільки основні елементи споруди вже існують то раціонально прив'язуватись до них, щоб система на монтажному горизонті була зручною у використанні (паралельність осей, відповідність проектним відстаням).

Така просторова геодезична основа використовувалась як для забезпечення виконавчих знімів, розмічувальних робіт на монтажному горизонті споруди, так і за її межами при спостереженні за деформаціями під час реставрації, а також благоустрою території та ведення чергових топографічних планів.

Завдяки такій постановці запропонована геодезична основа забезпечила гнучкість щодо ведення будь-якого типу геодезичних робіт та можливість відновлення кожного елемента без особливих зусиль.

Виконавче знімання монтажних горизонтів споруди

При зніманні монтажного горизонту другого поверху споруди "Мистецького арсеналу" основним завданням було визначення децентрацій колон відносно вже існуючого металокаркасу даху. Мета знімання полягала в об'єктивному відображенні наявних елементів споруди для подальшого ефективного аналізу і визначення оптимального положення осей металокаркасу відносно наявних стін та колон споруди.

Виконавча зйомка виконувалась електронним тахеометром TOPCON 3005N з точок просторової геодезичної основи у координат-

ному режимі із застосуванням триштативної системи. Координуванню підлягали: існуючі центри цегляних колон на рівні підлоги (в місцях прикладання механічних навантажень), центри пілястр на стінах, внутрішня частина стін на рівні залізобетонного пояса з усіма виступаючими частинами. Всі центри стін та колон були заздалегідь нанесені графічно.

Результати виконавчого знімання експортувались з електронного тахеометра у програмний модуль Credo DAT 3.0, у якому опрацьовувались результати. Наступним етапом був імпорту даних у програму AutoCAD 2008 і розроблення креслень (див. рис. 3).

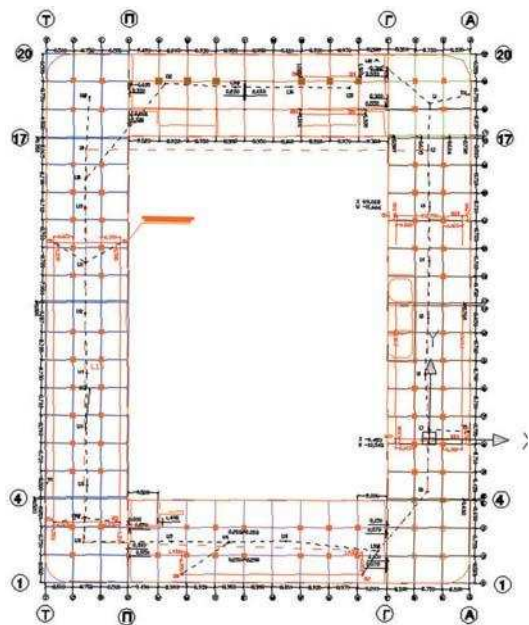


Рис. 3. Схема виконавчого знімання монтажного горизонту другого поверху музейного комплексу "Мистецький арсенал"

Аналіз отриманих результатів, оптимізація положення конструктивних елементів та узгодження проектних рішень

Після обробки результатів виконавчого знімання вирішувалась проблема оптимізації положення вже виготовлених раніше конструктивних елементів споруди "Мистецького арсеналу" відносно існуючих стін та колон споруди.

Проблема ускладнювалась архітектурними особливостями споруди, а саме споруда має вигляд неправильного чотирикутника, між фактичними осями якого немає чіткої паралельності чи перпендикулярності. Всі чотири секції будівлі між собою не паралельні, цегляні колони розміщені не модульно, тобто мають різну величи-

ну зміщення одна відносно одної, яка коливається в межах від 5 до 25 сантиметрів. Крім того, зазначимо, що основна частина металокопструкції даху на момент досліджень була виготовлена. Під час роботи аналізувалось декілька методів математичної оптимізації розміщення конструктивних елементів металокопструкції даху з опиранням їх на стіни та колони споруди: за методом найменших квадратів, методом нелінійного програмування. На жаль, в умовах обмеженого часу й архітектурної складності споруди ці методи виявились нераціональними, тому був застосований графічний метод оптимізації.

Суть методу графічної оптимізації полягала в оптимальному розміщенні елементів металокопструкції відносно вже існуючих стін та колон першого та другого поверхів з мінімально допустимими децентраціями, значення яких визначались за матеріалами виконавчого знімання за допомогою програмного модуля Auto CAD 2008. Були зазначені необхідні умови оптимізації, тобто максимальні значення децентрацій колон та величини мінімального опирання металокопструкцій на стіни. Ці параметри визначались механічними навантаженнями існуючих копструкцій споруди. Так, для колон це значення не перевищувало 12 см, для стін – 7 см.

Спочатку була спроба оптимізувати всі елементи разом для всієї споруди, але це виявилось неможливим й оптимізацію виконували для кожної секції окремо.

Передусім оптимізація здійснювалась на довгих секціях (1-20...А-Г та 1-20...П-Т див. рис. 3), що дало змогу розв'язати найскладнішу задачу і надати необхідний обсяг робіт монтажним організаціям, а потім оптимізували маленькі секції (1-4...А-Т та 17-20...А-Т див. рис. 3), враховуючи опирання на колони та стіни першого і другого поверхів. У деяких окремих частинах будівлі оптимізація виявилась неможливою і єдиним рішенням залишалось виготовлення нових металокопструкцій.

Усі вихідні дані відхилень відображались графічно на схемі виконавчого знімання (див. рис. 4).

Геодезичне забезпечення монтажу конструктивних елементів споруди

Після оптимізації положення металокопструкції даху відносно існуючих стін та колон і розроблення розмічувальних креслень здійснювали закріплення оптимізованого положення осей металокопструкцій на монтажному горизонті.

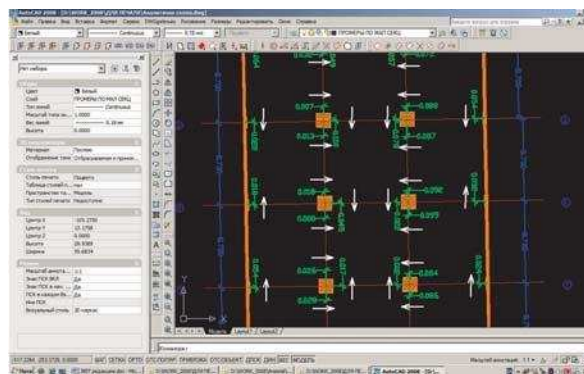


Рис. 4. Приклад графічної оптимізації за допомогою програмного модуля AutoCad 2008

На розмічувальному кресленні були вказані зміщення осей металокопструкцій відносно вже закоординованих центрів стін та колон. Величини цих зміщень відкладались від фактичних центрів стін та колон і закріплювались. Положення закріплених елементів перевірялось лінійними промірами. Загальна похибка закріплення проектних осей металокопструкцій не перевищила 3 мм. Геодезичне забезпечення виконувалось електронним тахеометром TOPCON 3005N.

Виконавче знімання результатів монтажу металокопструкцій

Після винесення оптимізованих осей металокопструкцій і встановлення металевих копструкцій на монтажному горизонті здійснювалось поточне виконавче знімання з метою виявлення всіх розбіжностей між фактичним та проектним положенням елементів металокопструкції даху. Це виконавче знімання відображало результати послідовного процесу монтажу. Отримані результати цього знімання містили дані для корегування технологічних процесів на кожному етапі робіт і забезпечення якісного монтажу збірних металевих копструкцій. Особлива увага зверталась на елементи споруди, які після завершення будівництва будуть недоступні для вимірювань (металеві колони, обшиті цеглою, забетоновані елементи тощо).

Геодезичний контроль за деформаціями споруди під час реставрації

Під час робіт з монтажу металокопструкції виникали додаткові навантаження на несучі стіни та колони споруди “Мистецький арсенал”. Тому для визначення можливих деформаційних процесів було прийнято рішення виконати комплекс спостережень за деформаціями реставрова-

ної споруди, а саме спостереження за осіданням споруди та положенням вертикальності стін.

Спостереження за осіданням несучих стін та колон споруди охоплювало такі етапи:

- створення жорсткої зовнішньої висотної основи;
- закріплення контрольних марок на монтажному горизонті;
- передача відмітки на монтажний горизонт і спостереження.

Висотна основа створювалась зовні споруди, як вихідні пункти були взяті чотири настінні пункти полігонометрії, відмітки яких були зрівняні. Від цих пунктів була згущена мережа навколо споруди, яка відповідала нівелюванню другого класу.

Висотні марки розміщувались на кожній колоні і симетричній їй пілястрі стіни монтажного горизонту споруди. Як марки використовувались будівельні дюбелі.

Під час спостережень відмітка кожний раз передавалась на монтажний горизонт з пунктів зовнішньої основи. Всі вимірювання велись за допомогою високоточного нівеліра Ni007 та інварних рейок.

Спостереження за деформаціями стін “Мистецького арсеналу” являло собою складний комплекс геодезичних робіт, який складався з таких етапів:

- згущення існуючої просторової геодезичної основи ;
- закріплення контрольних точок на стінах (на рівні цоколя та центральних пілястр карнизу);
- спостереження з точок згущеної основи.

Згущення існуючої просторової геодезичної основи здійснювали у внутрішньому дворі споруди, з урахуванням вибору найефективніших місць використання приладу та пересуванням будівельних механізмів і людей.

Як контрольні точки були використані світловідбиваючі марки. Крім того, контрольні точки були продубльовані монтажними дюбелями, закріпленими по всьому периметру зовнішніх стін “Мистецького арсеналу” на рівні цоколя та карнизу другого поверху.

Спостереження виконувались з пунктів згущеної просторової основи, тахеометром TOPCON 3005N, у двох рівнях: на рівні цоколя та центральних пілястр карнизу. Спочатку координуванню підлягали пункти низу центральної пілястри карнизу другого поверху, а потім координувались пункти, закріплені марками.

Література

1. ГОСТ 24848-95 Грунты. Методы измерения деформаций основ зданий и сооружений. – М., 1996.
2. ДБН.В.1.1-3-97. Инженерный захист території будинків і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення. – Київ, 1998.
3. Усова Н.В. Геодезия для реставрации: Учебник. – М.: Архитектура-С, 2004. – 224 с.
4. Скогорева Р.Н. Современные методы обмеров памятников архитектуры: Учебник. – М.: Недра, 1990.
5. Видув Н.Г., Баран П. И., Войтенко С.П. Геодезические разбивочные работы. – М.: Недра, 1978. – 212 с.

Геодезичне забезпечення реставраційних робіт на прикладі культурно-музейного комплексу “Мистецький арсенал”

Наведено приклад геодезичного забезпечення реставраційних робіт історичних споруд на прикладі культурно-музейного комплексу “Мистецький арсенал”. Описано технологічну схему геодезичного забезпечення реставрації, наведено нові технічні рішення.

Геодезическое обеспечение реставрационных работ на примере культурно-музейного комплекса “Художественный арсенал”

А. Тищенко

Приведен пример геодезического обеспечения реставрационных работ исторических сооружений на примере культурно-музейного комплекса “Художественный арсенал”. Описана технологическая схема геодезического обеспечения реставрации, приведены новые технические решения.

Geodesic providing of restorations works on the example of in a civilized manner-museum complex the “Artistic arsenal”

A. Tischenko

In the article make an example of the geodesic providing of restorations works of historical buildings on the example of in a civilized manner-museum complex the “Artistic arsenal” was describe. The flowsheet of conduct of the geodesic is providing of restoration, a was make new technical decisions.