

УДК 528.482:624

СУЧАСНИЙ СТАН ПИТАННЯ ГЕОМОНІТОРИНГУ У ЦИВІЛЬНОМУ БУДІВНИЦТВІ

А. М. Лобикіна, студ. гр. ПІЗ21, С. В. Бєгічев, к. т. н., доц.,
Г. С. Ішутіна¹, к. т. н., доц.

¹ishutina.hanna@pdaba.edu.ua

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

Постановка проблеми. Інженерно-геодезичні роботи є складовою технологічного процесу при виконанні інженерно-будівельних робіт і монтажу технологічного устаткування. Методи виконання геодезичних робіт застосовують на всіх етапах будівництва починаючи з вишукувань, відведення земельної ділянки, проектувань, продовжують на етапах зведення та експлуатації інженерних споруд і технологічного устаткування. Наразі часто зустрічаються випадки, коли геодезичними спостереженнями за деформаціями основ і фундаментів споруд нехтують задля економії бюджету. Це призводить до випадків, коли розвиток осідань, планових зміщень та кренів інженерних (висотних) споруд виявляють запізно. Отже геомоніторинг дозволяє своєчасно виявити деформації та виконати наукове обґрунтування розробки методичних рекомендацій щодо підвищення стійкості споруд для прийняття необхідних заходів та захисту будівель у разі виявлення недопустимих деформацій. Багаторічний досвід виконання геодезичного моніторингу показує, що необхідно ще на стадії проектування планувати закладку пунктів майбутньої геомоніторингової мережі. Особливої уваги заслуговує оптимально підібрані геодезичні пункти (репери, марки), що повинні бути запроектовані та внесені заздалегідь у розроблені ескізи фасадів споруд з метою проведення геомоніторингу протягом перших двох місяців з моменту експлуатації будівель. Це дозволить забезпечити єдиний підхід оформлення зовнішнього вигляду будівель та споруд, покращити архітектурний вигляд та благоустрій території населених пунктів.

Мета дослідження. Метою даної роботи є дослідження існуючих методів геомоніторингу та пропозиції щодо їх використання (вдосконалення).

Результати дослідження. Згідно із ДБН В.1.3-2:2010 [1] комплекс робіт з геодезичного моніторингу виконується для спостереження за деформаціями основи, фундаменту, надземної частини та інженерних мереж. При геодезичному моніторингу визначають такі характеристики деформацій:

для основ:

- вертикальні і горизонтальні деформації ґрунту;

для фундаментів:

- абсолютне осідання, середнє осідання, нерівномірне осідання, відносне нерівномірне осідання;

для наземної частини будинку:

- відхилили від вертикалі (крен) будівельних конструкцій (осей колон, стін, ліфтових шахт тощо) або будівлі (споруди) в цілому;
- деформації колон і інших бетонних конструкцій;
- розкриття тріщин, динаміка їх розвитку.

Існує багато методів проведення геодезичного моніторингу деформацій будівель та споруд [2], кожен з яких має свої переваги та недоліки:

- високоточне нівелювання дозволяє виявити деформації фундаменту споруд;
- лінійно-кутові вимірювання – осідання та деформації споруд різних типів;
- спосіб GPS-вимірювань – деформації багатоповерхівок;
- наземне лазерне сканування – кренів споруд та об'ємне деформування;
- інклінометрія – контроль горизонтального зміщення споруд;
- виміри датчиками розкриття тріщин – контроль у режимі реального часу;
- стереофотограмметричний – визначення деформацій фасадів споруд.

За даними геодезичних вимірів можна визначити досить малі, рознесені за часом переміщення точок об'єкта, що дозволяє оцінити його стан у цілому. Фотограмметричні методи точності поступаються геодезичним, але вони дозволяють фіксувати положення точок об'єкта, що вивчається, в один фізичний момент, що дає можливість оцінити взаємну деформацію точок об'єкта в цілому і окремих його частин.

При великій кількості визначених точок фотограмметричні методи більш економічні та продуктивні, ніж геодезичні, тому вони знаходили у минулому широке практичне застосування для визначення деформацій інженерних споруд, будівельних конструкцій, вузлів та моделей при випробуванні статичними навантаженнями та динамічними впливами. Фотографії отримували, як правило, за допомогою фототеодолітної зйомки.

Принцип визначення деформацій цим методом полягає в багаторазовому отриманні координат точок об'єкта, що досліджується, за вимірюваннями наземних знімків і порівнянні їх з вихідними або проектними даними.

У наземній фотограмметрії вивчення деформації об'єкта може проводитися за вимірами одиночних знімків або за результатами вимірів знімків стереопари. Перший метод визначення деформацій називають *фотометричним* (метод нульового базису), а другий – *стереофотограмметричним*.

Велику практичну цінність має застосування фотограмметрії у архітектурно-будівельних обмірках для реконструкції будівель. Зазвичай натурні методи виконання обмірів вимагають великих витрат часу та коштів, особливо у випадках, коли для обмірних робіт складних споруд необхідно зводити будівельні риштування.

Наразі з розвитком технологій та появі сучасного обладнання поширеного використання набув комбінований метод геомоніторингу, що включає поєднання тахеометричної зйомки з наземним лазерним скануванням, що дозволяє отримати об'ємну 3D картину деформацій всієї будівель (як

фундаментів, так і стін). Аналогом цього методу є застосування традиційних наземних методів – нівелювання та планово-висотної зйомки, а прототипом – наземної стереофотозйомки.

Принцип роботи лазерного сканера аналогічний принципу роботи безвідбивачевого електронного тахеометра і полягає у вимірі часу проходження лазерним променем відстані від випромінювача до поверхні, що відбиває і назад до приймача [3]. Результатом роботи сканера є масив (хмара) точок лазерних відображень від об'єктів, що знаходяться в полі зору сканера, з п'ятьма характеристиками, а саме просторовими координатами (x, y, z), інтенсивністю і реальним кольором.

Сканер складається з лазерного далекоміра, адаптованого для роботи з високою частотою і блоку розгортки лазерного променя. В електронних тахеометрах відстані вимірюються за різницею фаз випускаючого і відбитого променя (фазовий метод), а іноді (у деяких сучасних моделях) – за часом проходження променя лазера до відбивача і назад (імпульсний метод).

До переваг лазерного сканування можна віднести [4]:

- можливість виконання робіт при будь-якому освітленні;
- швидке отримання результатів;
- зниження витрат при виконанні виконавчої і топографічної зйомки;
- визначення «мертвих зон» на стадії виконання польових робіт, завдяки тривимірній візуалізації у реальному часі;
- використання отриманих результатів сканування 3D для рішення інженерних завдань;
- сканування точок об'єкта лише з одного центру проектування;
- висока міра деталізації та підвищення якості результату;
- безпека при зйомці небезпечних районів та зон, які важкодоступні.

В наш час лазерне сканування застосовують у наступних сферах [4]:

- створення тривимірних моделей складних інженерних споруд і технологічного обладнання з високим ступенем деталізації і точності;
- зйомка фасадів історичних будівель, пам'яток та унікальних об'єктів для їх реконструкції;
- дорожня зйомка та зйомка тунелів;
- гірничодобувна промисловість;
- моніторинг будівель і споруд;
- визначення обсягів земляних робіт і / або технологічних ємностей;
- документування наслідків надзвичайних ситуацій.

Отже шляхом використання сучасних геодезичних методів моніторингу з інноваційними сучасними технологіями (електронного тахеометра, лазерного сканера) можна отримати об'ємну картину зрушення будівель та споруд (об'ємний вигляд деформацій) задля вживання своєчасних заходів для боротьби з ними та захисних мір запобігання подальшого руйнування будівель. Рекомендується також в процесі будівництва закладати у будівлі та споруди геодезичні пункти для моніторингової мережі, щоб не псувати на стадії експлуатації їх архітектурний вигляд.

Висновки. Застосування методу 3D сканування, на сьогоднішній день є одним з найефективнішим для отримання даних, щодо об'єктів будівництва. Своєчасно виконаний геомоніторинг будівель та споруд дозволяє виявити розвиток деформацій та застосувати технічні рішення з інженерного захисту будівлі, а отримана об'ємна 3D картина за результатами фасадної зйомки будівлі дозволяє визначити всі недоліки чи переваги елементів фасаду. Лазерне тривимірне сканування дає більш повну та точну інформацію та уявлення про об'єкт аж до міліметрів. Велика кількість вимірів з малим проміжним кроком допомагає отримати детальну інформацію про вигини, вади.

Список використаних джерел

1. ДБН В.1.3-2:2010. Геодезичні роботи у будівництві. URL: https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/04/13_2_2010.pdf (дата звернення: 13.04.2023).
2. Беля-Кемінь М. В., Ничвид М. Деформації історичних будівель та споруд, під техногенним навантаженням. URL: <https://surl.li/gielo> (дата звернення: 12.04.2023).
3. Принцип лазерного сканування. URL: https://ngc.com.ua/ua/info/whats_hds.html (дата звернення: 12.04.2023).
4. Лазерне сканування. URL: <http://surl.li/vngy> (дата звернення: 12.04.2023).