

УДК 528.48

В.Я. Ковтун, А. БаланГС Українське товариство геодезії та картографії, м. Київ;
Джозель ван Краненбрук, CGEOS

ГЕОДЕЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ. АВТОМАТИЗОВАНИЙ МОНІТОРИНГ. СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ГЕОІНДУСТРІЇ: НОВИЙ ПІДХІД ДО ДЕФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА МОНІТОРИНГУ ІНФРАСТРУКТУРНИХ СПОРУД

Анотація: У статті розглянуто сучасні технології деформаційного моніторингу складних інженерних споруд що споруджуються в сучасних умовах. В процесі будівництва та експлуатації виявляються деформації, які потребують подальших спостережень, застосування сучасних технологій і вимірювальних приладів та відповідного обладнання. Виконанням високоточного деформаційного моніторингу стану споруд, є надзвичайно актуальним та необхідним завданням.

Ключові слова: моніторинг, деформація споруд, геодезична мережа, електронний тахеометр, нівелір, датчик

Постановка проблеми. Проблеми, що виникають при будівництві та експлуатації споруд є питанням збереження об'єктів шляхом моніторингу за їхніми деформаціями. Об'єкти відносяться до сучасної забудови, мають статус унікальних споруд спеціального призначення побудованих в складних гідрогеологічних умовах місцевості. Ці та інші умови спонукають до впровадження сучасних ефективних технологій деформаційного моніторингу.

Аналіз останніх досліджень. За результатами проведеного аналізу досліджень стає очевидним той факт, що подальше вдосконалення та впровадження сучасних технологій, пов'язаних з виконанням високоточного моніторингу деформаційного стану споруд, що будуються та експлуатуються, є надзвичайно актуальним та потрібним.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Дослідження об'єктів та матеріалів при будівництві і експлуатації таких унікальних споруд, як мостові переходи (Рис.1), арокні мости, ГЕС, ви-

сотні будівлі-хмарочоси тощо, показують, як різко зростають вимоги до забезпечення їх стійкості. На сьогоднішній день в Україні маємо розроблений діючий нормативний документ ДБН "Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві" ДБН В.1.3-2:2010 (Зміна № 1 ДБН В.1.3-2:2010, затверджена наказом Мінрегіону України від 27.12.2017 року №340), який містить розділ 8, геодезичний моніторинг будівель (споруд).

Проведений аналіз дає змогу визначити загальний стан використання сучасних технологій деформаційного моніторингу, що застосовуються на вітчизняних та закордонних об'єктах, а саме розуміння структурної та екологічної поведінки сьогодні являє собою цілу галузь нових викликів для інженерів, будівельних компаній та проєктантів у всьому світі.

Нові будівлі та вежі проєктуються вище й вище, нові мости легше і довше, тунелі розробляються у більш ризикованих умовах і для цих проєктів є мало



Рис 1. Мостовий перехід м. Київ, Україна



Рис.1. Обвал віадука в м.Генуя, Італія

або взагалі немає досвіду в тому, як буде відбуватися прогин та рух під час та після будівництва та експлуатації.

Світова економіка сьогодні базується на зв'язку та чутливій інфраструктурі таких як високошвидкісні залізниці, мости, тунелі, греблі гідроелектростанцій, лінії електропередач, трубопроводи, що повинні постійно контролюватися, аби зберегти їх використання довше, ніж спочатку очікувалося.

Ріст населення та розширення міст триває і зараз ми маємо справу з тим, що будівлі та інфраструктури з'являються в околицях критичних областей, що схильні до зсувів землі, близькі до активних сейсмічних розломів, вулканів або безпосередньо біля великих водосховищ та атомних електростанцій.

Крім того, в західних країнах багато інфраструктурних об'єктів старіє швидше (втомленість мостів, наприклад, через зміну навантаження дорожнього руху) і навіть доходять до кінця планового життєвого циклу, тоді як в країнах з економікою, що розвивається, таких як Китай, розвиток інфраструктури є швидким та часто ризикованим, ніж донині, тому найважливішим питанням є безпечне обслуговування таких споруд.

Тому моніторинг стає важливим інструментом для захисту величезних інвестицій, необхідних для побудови інфраструктури, для зменшення впливу потенційних аварій на населення, захисту навколишнього середовища та забезпечення стабільної економіки.

В даний час багато уваги приділяється профілактичному управлінню ризиками для найважливіших та чутливих інфраструктур, де збій не тільки може вплинути на населення за рахунок втрат та людських жертв, але може зруйнувати економіку регіону, країни або нації.

У випадку катастрофи, ЗМІ часто демонструють вражаючі картини, пов'язані з видимою драматичною ситуацією, але рідко коментують вплив на глобальну економіку. Наприклад, коли відбувається зсув або землетрус, звіт показує зображення спустошення та руйнування будівель та об'єктів, а вплив життєво

важливих інфраструктур не лише вплине на служби порятунку та екстреність, а й на економіку у довгостроковій перспективі.

Виклад основного матеріалу. Важливо враховувати, що пошкоджені дороги та руйнування ліній залізниці будуть ізолювати територію та всю економіку на деякий час, не враховуючи телекомунікації та збій енергопостачання. Про вплив на життєво важливу інфраструктуру в більшості випадків не повідомляється, в той час це має набагато більше катастрофічні наслідки ніж перші години після події форс-мажору. Недавній трагічний приклад — обвал віадука в Генуї, Італія. (Рис.2). Прямим наслідком є втрата людських життів та інфраструктури, а непрямий вплив на національну та європейську економіку (транспорт) ще довгий час впливатиме на місцеве населення.

Управління ризиками, пов'язане з інфраструктурою, сьогодні є частиною належного врядування. Системи моніторингу в майбутньому будуть відігравати вирішальну роль для підтримки інфраструктури на службу та зміцнювати розуміння потенційних ризиків, пов'язаних із природними небезпеками.

Сутність системи моніторингу полягає у вчасному забезпеченні точних та достовірних даних для правильної оцінки параметрів деформаційної моделі, яка буде використовуватися для прогнозування небезпечної події із певним рівнем вірогідності, попереджуючи владу та надаючи їм необхідний час та ресурси для реалізації та активізації своїх планів безпеки.

Для успішного надання достовірної інформації для моделі деформації, проект моніторингу потребує правильного оформлення, де геодезичні та геотехнічні датчики будуть обиратися та розташовуватися відповідно до величини та швидкості деформації, а інфраструктура зв'язку, що призначена для забезпечення високонадійної передачі даних у реальному часі, та система живлення мають бути відповідно налагодженими. На цьому етапі також буде вирішено, чи використовуватиметься локальне обладнання для запису, або централізований підхід. Врешті-решт бу-

дуть надані результати моделювання, що запевнити у відповідності вірного та комплексного проектування системи перед будь-яким розгортанням у полі.

Інноваційне керівництво для належного та ефективного проектування полягає в тому, щоб розглянути комбінацію різних датчиків (в нашому випадку геодезичні та геотехнічні) для забезпечення надмірності та оптимальної оцінки даних, які будуть передаватися до моделі деформації.

При розробці ефективної системи моніторингу з геодезичними та геотехнічними датчиками існує дві основні стратегії:

- фізична інтеграція (суміщення) датчиків на об'єкті;
- змішування даних у центрі керування, яке автори називають "методом взаємозміщення".

Вся ця система повинна бути поєднуватись та контролюватись GPS станціями, автоматизованими електронними тахеометрами, нівелірами та іншими контрольними пристроями і передавати дані в єдиний інформаційний центр даних моніторингу.

Висновки. По результатам проведених досліджень моніторингу за об'єктами інфраструктури можна зробити висновок про важливість виявлення та запобігання ознак деформаційних процесів для попередження аварійних і катастрофічних процесів.

В зв'язку з цим сучасні об'єкти інфраструктури потребують сучасних рішень до геоіндустрії, деформаційного моделювання та моніторингу на протязі всього життєвого циклу інженерних споруд.

Література

1. О.Терещук, В.Ковтун. "Впровадження ефективних інженерно-геодезичних технологій деформаційного моніторингу при будівництві в історичній частині міста Києва" // "Новітні досягнення геодезії, геоінформатики та землепорядкування – Європейський досвід": GEOSPHERE - 2016 // Чернівці, 2016, с.7–10.
2. Brown, N., Kaloustian, S., Roeckle M. — 2008. *Monitoring of Open Pit Mines using Combined GNSS Satellite Receivers and Robotic Total Stations.*
3. Brown, N., Troyer Lienhart, Zelzer, O., Van Cranenbroeck, J. — 2006. *Advanced in RTK and Post Processed Monitoring with Single Frequency GPS. Journal of Global Positioning Systems, Vol 5, N°. 1-2:145-151*
4. Van Cranenbroeck, J., Brown N. — 2004. *Networking Motorized Total Stations and GPS Receivers for Deformation Measurement. FIG Working Week, Athens, Greece.*

Валентин Ковтун, Джоель ван Краненбрук, Андрей Балан

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ МОНИТОРИНГ. СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ ГЕОИНДУСТРИИ: НОВЫЙ ПОДХОД К ДЕФОРМАЦИОННОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ И МОНИТОРИНГУ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Аннотация: В статье рассмотрены современные технологии деформационного мониторинга сложных инженерных сооружений сооружаемых в современных условиях. В процессе строительства и эксплуатации оказываются деформации, которые требуют дальнейших видеонаблюдений, применение современных технологий и измерительных приборов и соответствующего оборудования. Выполнением высокоточного деформационного мониторинга состояния сооружений, является чрезвычайно актуальным и необходимым заданием.

Ключевые слова: мониторинг, деформация сооружений, геодезическая сеть, электронный тахеометр, нивелир, датчик

Valentyn Kovtun, Joel van Cranenbroeck, Andriy Balan

GEODESIC MONITORING. AUTOMATED MONITORING. CURRENT CHALLENGES OF GEOINDUSTRY: A NEW APPROACH TO DEFORMATION MODELING AND MONITORING OF INFRASTRUCTURE SPORTS

Annotation: The article deals with modern technologies of deformation monitoring of complex engineering structures under construction in difficult conditions. In the process of construction and operation deformations are found that require further monitoring, the use of modern technologies and measuring instruments. Execution of high-precision engineering-geodetic deformation monitoring of the state of buildings is extremely urgent and unhelpful.

Key words: monitoring, deformity buildings, geodetic network, electronic total station, leveling