

С.М. Урдзік, Півень К.А.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЛІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СУЧАСНИХ ГЕОДЕЗИЧНИХ ПРИЛАДІВ

В статті наведено послідовність виконання комплексного обстеження технічного стану будівельних конструкцій промислової будівлі, що знаходиться в експлуатації. Проаналізовано стан конструктивних елементів та представлені результати візуального обстеження будівельних конструкцій та вузлів будівлі. Наведено результати обстеження за допомогою геодезичних приладів: сканера та електронного тахеометра, які дозволили встановити проектні рішення, що не відповідають вимогам чинних нормативних документів.

Ключові слова: геодезичні прилади, інженерна споруда, вимірювання, проектні рішення, надійність, експлуатаційний стан, візуальна оцінка, деформації.

Постановка проблеми

Під час експлуатації будь-якої інженерної споруди важливим є контроль за технічним станом конструкції в цілому та її окремих елементів з метою своєчасного виявлення появи деформацій та недопущення появи руйнувань. За допомогою візуальної оцінки неможливо надати достовірну оцінку поточному стану конструкції. Сучасні геодезичні прилади та методики проведення геодезичних вимірювань значно розширюють можливості інженерів з технічного контролю.

Аналіз досліджень і публікацій

З кожним роком, все більше досліджень [1, 2] присвячується аналізу та комплексному моніторингу інженерних споруд, в яких все частіше використовуються сучасні геодезичні прилади та обладнання. Розробляються методики [3], в яких викладено алгоритм проведення натурних обстежень інженерних споруд, що знаходяться в експлуатації. Інженерна геодезія, як наука, постійно доповнює та розвиває напрямок будівельної інженерії, забезпечує науковий супровід та допомагає доповнити вже наявні дані [4-7].

Метою статті є аналіз розвитку проведення комплексного обстеження технічного стану будівель та споруд, що знаходяться в експлуатації із застосуванням геодезичного обладнання. Виділити в послідовності обстеження місце та значення геодезичної частини.

Виклад основного матеріалу

Попередній аналіз технічних рішень у напрямку промислового будівництва свідчить, що велика кількість нежитлових будівель виконана за

блочною об'ємно-планувальною схемою. В основі планувальної схеми покладені окремі блоки різної висоти та розмірів. Тому доречним є розгляд послідовності виконання обстеження саме на такому типі об'єкта. В даному випадку, об'єкт складається з трьох блоків у вигляді літери і являє собою каркасні одно- та двоповерхові зблоковані будівлі цехів загальними розмірами в плані 81×142 м. Максимальна висота об'єкта до верху гребня даху становить 15 м. (рис.1).

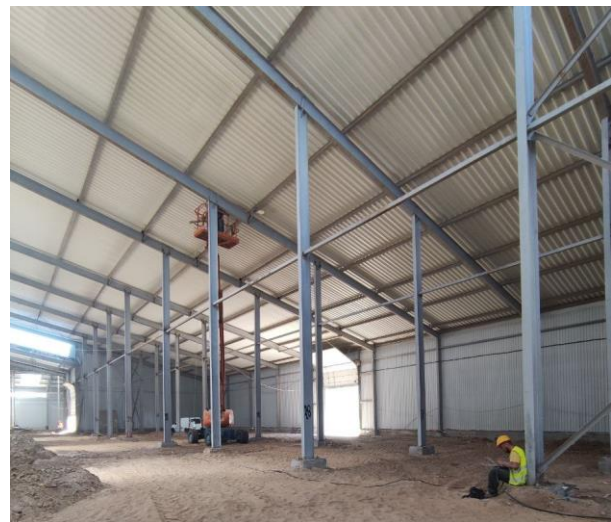


Рис. 1. Загальний вигляд будівлі

Конструктивна схема об'єкта – каркасна. Матеріал каркасу – металеві прокатні балки. Будівля складається з трьох блоків, розділених собою деформаційними швами. Жорсткість та загальна стійкість будівлі забезпечується вертикальними в'язями та розпорками між колонами, а також – вузлами сполучення конструкцій між собою.

Фундаменти – стовпчасті з монолітного бетону. Основу каркаса складають металеві рами з колон та балок покриття. В межах рам колони встановлені з кроком від 5,9 до 14 м, крок рам вздовж блоків становить 6 м. Зовнішні стіни та покриття запроектовані з профільованих металевих листів із закладеним між ними жорстким пінополістирольним утеплювачем.

У відповідності до ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013 [8], об'єкт відноситься до класу відповідальності «СС2, середні наслідки (medium consequence class СС2)» за ступенем важливості відмов та їх економічним, соціальним та екологічним наслідкам (табл. 1, ДБН В.1.2-14–2009 [9]).

Проведення комплексного обстеження з залученням геодезичних приладів обумовлене необхідністю розроблення проекту переоснащення об'єкта з урахуванням його фактичного стану та вимог діючих нормативних документів [10, 11, 12].

В процесі обстеження були виконані роботи з візуальної оцінки будівельних конструкцій та вузлів їх з'єднань між собою, встановлені відхилення від проектних рішень та норм проектування, проведений аналіз просторового положення конструкцій та відхилення від проекту та нормативних показників. Також визначені дефекти та пошкодження будівельних конструкцій та аналіз їхнього впливу на безпечну та надійну експлуатацію об'єкта (рис. 2).



Рис. 2. Дефекти, що виявлені в результаті візуального обстеження

Для уточнення конструкцій фундаментів та встановлення їх відповідності проектним даним, були виконані шурфи в місцях, регламентованими технічним завданням. Шурфи виконувались комбінованим способом (з використанням механізації та ручним інструментом) на глибину закладання фундаментів. В процесі вибіркового обстеження фундаментів були виконані наступні роботи:

- проконтрольовані геометричні параметри конструкцій;
- визначені міцнісні характеристики бетону фундаментів;
- здійснено розкриття бетону та встановлені параметри армування.

За результатами детальних обстежень фундаментів у шурфах встановлено наступне:

- конструкція фундаментів та їхні геометричні параметри відповідають проектним кресленням;
- армування підшви фундаментів здійснено сітками з арматурних стрижнів діаметрами Ø10 та Ø14;
- крок стрижнів в сітках становить 150÷250 мм.



Рис.3. Загальний вигляд шурфа

Геодезична частина проведення обстеження складається з лазерного сканування та тахеометричного знімання.

За результатами лазерного сканування було зафіксовано просторове положення конструкцій на виконавчих схемах. Сканування проводилось по трьох блоках. Для оцінки відхилень від граничних нормативних показників був виконаний аналіз результатів сканування планового положення несучих конструкцій будівлі [10] (рис. 4).

На рисунку 4, червоним кольором зазначені понаднормативані відхилення стійок від проектного положення. Жовтою заливкою позначені максимальні відхилення стійок.

Блок №1

Ось	X	Y	Ось	X	Y	Ось	X	Y	Ось	X	Y
У1	32	16	У3	31	41	У5	0	41	У7	14	34
Т1	0	21	Т3	22	20	Т5	15	10	Т7	10	0
С1	16	0	С3	10	15	С5	10	24	С7	8	0
Н1	13	29	Н3	15	20	Н5	17	30	Н7	3	41
М1	12	0	М3	4	17	М5	8	26	М7	12	28
Л1	15	16	Л3	17	19	Л5	7	19	Л7	11	22
К1	7	11	К3	13	22	К5	6	28	К7	9	24
И1	6	30	И3	10	14	И5	17	14	И7	11	27
Ж1	18	23	Ж3	16	27	Ж5	9	13	Ж7	8	0
Г.З	12	20	Г.Б	22	12						
В.З	12	17	В.Б	24	12						
Б.З	6	18	Б.Б	13	9						

Рис.4. Значення відхилення стійок від проектного положення по блоку №1

В результаті аналізу результатів лазерного сканування встановлено наступне:

- максимальне зміщення несучих стійок каркасу в з розбивочних осей будівлі становить 170 мм;
- максимальне зміщення несучих стійок каркасу у верхньому перерізі становить 223 мм;
- максимальне зміщення балок покриття з осей стійок становить 88 мм;
- максимальне відхилення відстані між балками покриття становить 101 мм;
- максимальне зміщення їздових балок з поздовжньої осі становить 160 мм.

На завершальному етапі було проведено тахеометричне знімання за допомогою електронного тахеометра.



Рис. 5. Загальний вигляд несучих стійок каркасу

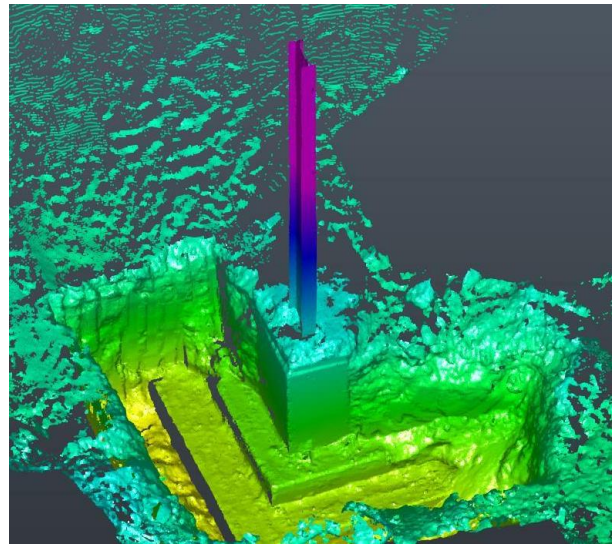


Рис. 6. Результати лазерного сканування несучих стійок каркасу



Рис.7. Проведення тахеометричного знімання

За результатами тахеометричного знімання були встановлені проектні рішення, що не відповідають вимогам чинних нормативних документів в плані належного кріплення конструкцій між собою та неврахування умови забезпечення жорсткості конструкцій, що може призвести до зниження загальної жорсткості каркасу та стали причиною виникнення понаднормативних деформацій. Також були встановлені відхилення, що кратно перевищують граничні параметри, унормовані положеннями [13], знижують загальну стійкість, та жорсткість каркасу будівлі, сприяють появі додаткових, непередбачених проектом навантажень на конструкції, підвищують ризик руйнування конструкцій, негативно впливають на загальний рівень надійності та безпеки об'єкта.



Рис.8 Місця невідповідності проектним рішенням, що встановлені за результатами тахеометричного знімання

Висновки

Таким чином, за результатами проведеного комплексного обстеження з залученням геодезичного обладнання, було встановлено окремі вузи та елементи промислової будівлі, в яких застосовані недосконалі проектні рішення в плані належного кріплення конструкцій між собою та невраховані умови забезпечення жорсткості конструкцій на етапах монтажу. Це призводить до зниження загальної жорсткості каркасу та може бути передумовою виникнення понаднормативних деформацій. Застосування сучасних електронних геодезичних приладів дозволяє значно розширити можливості інженерів з технічного контролю, надають значно більше можливостей для встановлення дефектів, деформацій та ушкоджень конструктивних елементів інженерних споруд, що в подальшому дозволяє уникнути незворотних руйнувань.

Література

1. Ковтун В.Я. Геодезичний моніторинг. автоматизований моніторинг. сучасні виклики геоіндустрії: новий підхід до деформаційного моделювання та моніторингу інфраструктурних споруд. / В.Я. Ковтун, А.В. Балан // Будівельне виробництво, НДІБВ, 2018. №64. с.15-18.
2. Войтенко С.П. Комплексний аналіз дослідження деформацій інженерних споруд. / С.П. Войтенко // Будівельне виробництво, НДІБВ, 2018. №64. с.28-30.
3. Ворошинов С. Методика проведення натурних обстежень насосних станцій та гідротехнічних споруд на магістральних каналах меліоративних систем. / С. Ворошинов, Я. Шевчук, О. Ігнатова, Т. Міхоніша. Державне агентство водних ресурсів України, 2012. 29 с.
4. Hofmann – Wellenhof, B. *Physical Geodesy* / B. Hofmann – Wellenhof, H. Morit. - Wien New York, 2005. 403 p.
5. Galda, M. *Geodezja I miernictwo budowlane* / M. Galda, E. Kujawski, S. Przewlocki – Warszawa – Wrocław, 2000. 402 с.
6. Osada, E. *Geodezja*. / E. Osada, Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2001. – 223 с.

7. Richard H. Rapp. *Geometric geodesy. Part 1.* / H. Rapp Richard. The Ohio State University. 1991. 189 p.
8. ДСТУ 8855:2019 Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності) ОП НДІБВ та ін. Розроб: Технічний комітет стандартизації. Затвердж: Наказ Мінрегіону України від 24.06.2019 № 175 Київ: 2013.
9. ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ». Розроб: ВАТ УкрНДІСК ім.Шимановського. Затвердж: наказом Мінрегіонбуду України №709 від 30.12.2008 р.
10. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 «Настанова щодо обстеження будівель та споруд для визначення та оцінки їх технічного стану». Розроблено: НДІБВ, НДІБК, КНУБіА, НАУ та ін. Прийнято на надано чинності: наказ Мінрегіонбуду України від 02.07.2016 р. № 213. Київ: 2017.
11. ДБН В.1.2-6-2008 «Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість». Розроблено: Державний НДІБК Мінрегіонбуду України. Затверджено наказом Мінрегіонбуду України від 26.02.2008 р. №37. Київ: 2008.
12. ДБН В.1.2-9:2008 «Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека експлуатації». Розроблено: Державний НДІБК Мінрегіонбуду України. Затверджено наказом Мінрегіонбуду України від 26.02.2008 р. №37. Київ: 2008.
13. ДСТУ Б В.2.6-200:2014 Конструкції металеві будівельні. Вимоги до монтажу/Розроб: УкрНДІСК ім. В.М. Шимановського (УкрНДІПроектстальконструкція) Затв.: наказ Мінрегіонбуду України від 22.12.2014 № 365, Київ: 2015.

References

1. Kovtun V., Balan A. (2018) Geodetic monitoring. monitoring automation. current geoindustry wikis: a new approach to deformation modeling and monitoring of infrastructure spores. *Building production, NDIBV, No. 64.* pp.15-18.
2. Voitenko S. (2018) Comprehensive analysis of the study of deformations of engineering spores. *Building production, NDIBV, No. 64.* pp.28-30.
3. Voroshnov S, Shevchuk I, Ignatova O, Mikhonsha T. (2012) Methodology for carrying out natural gaskification of pumping stations and hydrotechnical spores on the main canals of reclamation systems. *State Agency for Water Resources of Ukraine*, 29 p.
4. Hofmann – Wellenhof B. (2005). *Physical Geodesy. Wien New York*, 403 p.
5. Galda M., Kujawski E., Galda M., Kujawski E. (2000). *Geodezja I miernictwo budowlane. Warszawa. Wrocław*, 402 p.
6. Osada E. (2001) *Geodezja. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej*, 223 p.
7. Richard H. Rapp. (1991) *Geometric geodesy. Part 1. The Ohio State University*, 189 p.
8. DSTU 8855:2019 Budivli ta sporudi. Vznachennya class naslidkiv (vidpovidalnosti) OP NDIBV and in. (2019) Rozrob: Technical committee of standardization. Confirmed: Order of the Ministry of Region of Ukraine issued on 24.06.2019 No. 175.
9. DBN V.1.2-14:2018 "The main principles of security of reliability and constructive security of life, spores, life designs and foundations." (2008) Rozrob: VAT UkrNDISK im.Shymanovsky. Confirmed: by order of the Ministry of Regional Development of Ukraine No. 709 dated December 30.
10. DSTU-N B V.1.2-18:2016 "Nastanovka schodo obstezhennya budivel i sporud for vyznachennya and assessment of ix technical stan". (2017) Distributed by:

NDIBV, NDIBK, KNUBIA, NAU and other. Adopted on nadan chivalry: order of the *Ministry of Regional Bud of Ukraine dated 02.07.2016. No. 213.*

11. DBN V.1.2-6-2008 "Main aids for the future. Mechanical Opir and Stability". (2008) Broken down: Sovereign NDIBK of the Ministry of Regional Development of Ukraine. Approved by order of the *Ministry of Regional Development of Ukraine on 26.02.2008. No. 37.*

12. DBN V.1.2-9:2008 "Main aids for the next few days. Safe operation". (2008) Broken down: Sovereign NDIBK of the Ministry of Regional Development of Ukraine. Approved by order of the *Ministry of Regional Development of Ukraine on 26.02.2008. No. 37.*

13. DSTU B V.2.6-200:2014 Structures of metal houses. Wimogi before installation (2015) Rozrob: UkrNDISK im. V.M. Shimanovsky (UkrNDIproektsteelkonstruktsiya) Decree: Order of the *Ministry of Regional Development of Ukraine dated December 22, 2014 No. 365.*

Рецензент: д-р техн. наук проф. С.О. Бугаєвський, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна.

Автор: УРДЗІК Сергій Миколайович
доцент кафедри проектування доріг, геодезії і землеустрою

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

E-mail - urdzik@khadi.kharkov.ua

ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6914-1221>

Автор: ПІВЕНЬ Кирило Ахмедович
магістрант кафедри проектування доріг, геодезії і землеустрою

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

E-mail - pivenkirill24@gmail.com

ASSESSMENT OF THE TECHNICAL CONDITION OF THE BUILDING USING MODERN GEODESIC INSTRUMENTS

S. Urdzik, K. Piven

Kharkiv National Automobile and Highway University, Ukraine

The article is devoted to the topic of a comprehensive survey of engineering structures that are in operation. It has been established that with the help of visual assessment it is impossible to give a reliable assessment of the current state of the structure. Modern geodetic instruments significantly expand the capabilities of engineers for technical control, therefore, in the article, special attention is paid to this type of work.

The survey is carried out on the example of a building that was erected according to a block space-planning scheme. The planning scheme is based on separate blocks of different heights and sizes. This is the reason for considering the sequence of performing the survey on this type of object. In the course of the survey, work was carried out on a visual assessment of building structures and their joints between each other, deviations from design solutions and design standards were established, an analysis of the spatial position of structures and deviations from the project and standard indicators was carried out. To clarify the structures of the foundations and establish their compliance with the design data, pits were made in places regulated by the terms of reference. The pits were carried out in a combined way to the depth of laying the foundations. According to the results of laser scanning, the spatial position of the structures on the executive diagrams was recorded. Scanning was carried out in three blocks. To assess deviations from the boundary normative indicators, an analysis of the results of scanning the planned position of the building's supporting structures was performed. Based on the results of the tachometric survey, design solutions were established that do not meet the requirements of the current regulatory documents in terms of proper fastening of structures to each other and disregard for the conditions for ensuring the rigidity of structures, which can lead to a decrease in the overall rigidity of the frame and cause excessive deformations. Deviations were also established that are a multiple of the limiting parameters normalized by the regulations, reduce the overall stability and rigidity of the building frame, contribute to the appearance of additional, unforeseen design loads on structures, increase the risk of structural failure and negatively affect the overall level of reliability.

Based on the results of the research, it was concluded that the use of modern electronic geodetic instruments can significantly expand the capabilities of engineers for technical control.

Keywords: *geodetic devices, engineering construction, measurement, design solutions, reliability, operational condition, visual assessment, deformations.*