

528.48
832

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА
І АРХІТЕКТУРИ**

ДЕМ'ЯНЕНКО РОМАН АНАТОЛІЙОВИЧ

УДК 528.48(0)

832

**МЕТОДИКА І ТЕХНОЛОГІЯ ГЕОДЕЗИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЛІФТОВИХ КОМПЛЕКСІВ
ВИСОТНИХ СПОРУД**

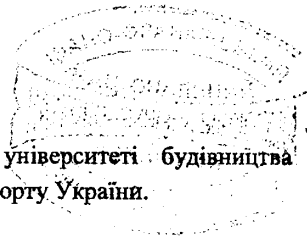
05.24.01 – Геодезія, фотограмметрія та картографія

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2011

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Київському національному університеті будівництва і архітектури, Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України.



Науковий керівник

кандидат технічних наук, доцент **Шульц Роман Володимирович**, Київський національний університет будівництва і архітектури, доцент кафедри геоінформатики і фотограмметрії.

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор **Бурачек Всеволод Германович**, Інститут землевпорядкування та інформаційних технологій при Національному авіаційному університеті, завідувач кафедри геодезії, картографії і фотограмметрії;

кандидат технічних наук, доцент **Терещук Олексій Іванович**, Чернігівський державний інститут економіки і управління, завідувач кафедри геодезії, картографії і землеустрою.

Захист відбудеться "22" квітня 2011 р., о 10⁰⁰ год., на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.056.09 в Київському національному університеті будівництва і архітектури, за адресою: 03680, м.Київ, Повітрофлотський проспект, 31, ауд. 466.

З дисертацією можна ознайомитися в науково-технічній бібліотеці Київського національного університету будівництва і архітектури за адресою: 03680, м.Київ, Повітрофлотський проспект, 31.

Автореферат розісланий "18" березня 2011 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради
кандидат технічних наук, доцент

О. П. Ісаєв



ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Сучасні умови розвитку висотного будівництва вимагають постійного вдосконалення та покращення методів інженерно-геодезичного забезпечення будівельно-монтажних робіт. Невід'ємною частиною сучасних висотних споруд є ліфти. Будівництво ліфтів можна розділити на два етапи: 1) спорудження ліфтової шахти; 2) монтаж ліфтового обладнання. Кожен з цих етапів обслуговується комплексом інженерно-геодезичних робіт, від якості виконання яких залежить безпека експлуатації ліфтів. На етапі спорудження ліфтової шахти постає задача дотримання проектної геометрії шахти. Після спорудження шахти виникає необхідність розміщення в ній ліфтового обладнання. До елементів, геометричні характеристики яких необхідно забезпечити, відносять: розміщення кабіни та противаги, напрямні кабіни та напрямні противаги. Відповідно, виникає необхідність в інженерно-геодезичному забезпеченні встановлення комплексу ліфтового обладнання в проектне положення з урахуванням індивідуальних особливостей ліфтової шахти, яка внаслідок впливу різних факторів має відхилення від проектних розмірів.

На етапі експлуатації виникає задача постійного моніторингу стану ліфтових комплексів, в тому числі їх геометричних параметрів. Збір даних та їх систематизація дозволяють швидко та оперативно приймати рішення про усунення недоліків та дефектів ліфтових комплексів.

До теперішнього часу головним нормативним документом, на який посилаються при будівництві та експлуатації ліфтів, є радянський Державний стандарт, затверджений у 1985 році. За минулий період у системі будівництва та у засобах контролю якості будівництва відбулися величезні зміни. Для будівель з кількістю поверхів більше 16 наведений нормативний документ не містить методики контролю якості будівництва ліфтових шахт та монтажу ліфтового обладнання. Отже, розроблення нових технологій та методик геодезичного забезпечення будівництва та експлуатації ліфтів в умовах сучасного будівництва є важливою і актуальною задачею інженерної геодезії.

Проблеми геодезичного забезпечення будівництва присвячені роботи багатьох вітчизняних та закордонних вчених. Серед найбільш визначних слід відмітити праці наступних вчених: Г.В. Багратуні, І.Ю. Васютинського, М.Г. Відуєва, С.П. Войтенка, В.Н. Ганьшина, Т.С. Даниленко, В.Г. Конусова, Є.Б. Ключина, М.М. Лебедева, Г.П. Левчука, В.Є. Новака, Г.Є. Рязанцева, В.С. Ситніка, Т.Т. Чмчяна та ін.

Геодезичне забезпечення ліфтових комплексів є складовою частиною більш глобальної задачі геодезичного забезпечення висотного будівництва, вирішенню якої присвячені праці В.В. Буша, О.І. Єгорова, В.В. Калугіна, М.І. Лобова, Ю.В. Поліщука, В.С. Староверова, J. Van Cranenbroeck, L. Troyer, N. Brown, C. Rizos.

Безпосередньо питання геодезичного забезпечення ліфтових комплексів розглянуті в роботах П.І. Барана, В.І. Кузьміна, Ю.К. Неумивакіна, А.Н. Сухова, Н.А. Шмеліна, Я.А. Сундакова.

МБА

Будівництво та експлуатація ліфтових комплексів вимагають розроблення спеціального додаткового геодезичного устаткування для виконання високоточних робіт. Розробленням спеціальних геодезичних приладів у різний час займались В.А. Афанасьєв, В.А. Боровий, В.Г. Бурачек, В.С. Плотніков, А.І. Спірідонов, Ю.Г. Якушенков, Х.К. Ямбаєв та ін.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Обраний напрям дослідження пов'язаний із реалізацією таких державних програм: рішення колегії Державного комітету України з будівництва та архітектури «Про хід експериментального будівництва висотних житлових будинків та виконання науково-дослідних і експериментальних робіт» від 25.06.2005 № 44; рішення колегії Державного комітету України з будівництва та архітектури «Про експериментальне будівництво у м. Києві висотних (вище 25 поверхів) монолітно-каркасних житлових будинків та створення в Україні нормативної бази для проектування і будівництва висотних будинків» від 19.03.2003 № 19; рішення колегії Державного комітету України у справах містобудування і архітектури від 10.12.2004 № 70 «Про хід експериментального будівництва висотних будинків у м. Києві та організацію проведення комплексу науково-технічних досліджень при їх зведенні».

Дисертаційна робота виконана згідно з планом наукової роботи кафедри інженерної геодезії Київського національного університету будівництва та архітектури.

Мета і задачі дослідження. *Метою* роботи є вирішення науково-прикладної задачі розроблення методики і технології геодезичного забезпечення геометричних параметрів ліфтових комплексів висотних споруд.

Задачі досліджень:

- аналіз існуючих методів і засобів геодезичного забезпечення геометричних параметрів ліфтових комплексів;
- розроблення методики розрахунку точності геодезичного забезпечення будівництва ліфтових шахт;
- розроблення технології визначення геометричних параметрів ліфтових шахт з використанням геодезичних, фотограмметричних та лазерних методів вимірювання;
- розроблення методики розрахунку точності геодезичних робіт при монтажі та експлуатації технологічного устаткування ліфтів з використанням теорії розмірних ланцюгів;
- розроблення технології визначення геометричних параметрів технологічного устаткування ліфтів з використанням електронних тахеометрів та автоматизованих геодезичних комплексів;
- розроблення методики визначення допустимості відхилень геометричних розмірів ліфтових шахт;
- вдосконалення методики оптимізації розташування ліфтового устаткування в конгурі шахти на стадії будівництва і експлуатації.

Об'єктом дослідження є геометричні параметри ліфтових комплексів висотних споруд.

Предметом дослідження є точність геодезичного забезпечення геометричних параметрів ліфтових комплексів висотних споруд.

Методи дослідження, використані в дисертації, забезпечують вирішення основних задач дослідження. Для розроблення методики розрахунку точності геодезичного забезпечення монтажу технологічного устаткування ліфтів використано основні положення та методи теорії розмірних ланцюгів. Для розроблення методики оптимізації розташування ліфтового устаткування в контурі шахти використано методи математичного програмування та метод найменших квадратів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в удосконаленні методики і технології геодезичного забезпечення ліфтових комплексів в умовах висотного будівництва з урахуванням сучасних досягнень геодезичного приладобудування, а саме:

- розроблено та теоретично обґрунтовано методику розрахунку точності геодезичного забезпечення будівництва ліфтових шахт, що дозволить об'єктивно визначити точність вимірювань з використанням сучасного геодезичного обладнання;

- розроблено математичну модель розрахунку точності геодезичного забезпечення монтажу та експлуатації технологічного устаткування ліфтів з використанням теорії розмірних ланцюгів, яка дає можливість встановити допуски на точність окремих видів геодезичних робіт.

- запропоновано методику визначення допустимості відхилень геометричних параметрів ліфтових шахт, яка дозволяє виконувати аналіз даних виконавчого знімання;

- вдосконалено методику оптимізації розташування ліфтового устаткування в контурі шахти з використанням методу найменших квадратів, за допомогою якого можна значно скоротити час виконання монтажних та ремонтних робіт в шахті.

Практичне значення одержаних результатів полягає в отриманні практичних рекомендацій щодо методів, способів та приладів для визначення геометричних параметрів ліфтових шахт та технологічного устаткування ліфтів. Отримані результати містять нові технічні рішення стосовно використання геодезичного устаткування, технології виконання вимірювань та алгоритми оброблення отриманих даних, які мають наступне практичне значення:

- технологія геодезичного забезпечення параметрів ліфтових шахт призначена для оперативного визначення основних геометричних характеристик ліфтової шахти і вимірювання шорсткості поверхні шахти;

- вимірювальний пристрій, до складу якого входить рухома база з відбивачами та роботизований електронний тахеометр, дозволяє визначити положення технологічного устаткування ліфтів, автоматизувати процес та підвищити точність визначення просторового положення напрямних у ліфтовій шахті;

- розроблений алгоритм визначення допустимості геометричних параметрів ліфтових шахт по результатам виконавчого знімання пропонується

використовувати для автоматизованого аналізу геометрії шахти та підвищення оперативності у виконанні робіт.

Запропоновані технологія вимірювань та вимірювальне устаткування відповідають вимогам щодо точності виконання спостережень. Результати розробок рекомендовані до застосування в практиці будівництва і експлуатації ліфтових комплексів висотних споруд.

Особистий внесок здобувача. Результати досліджень, які викладені в дисертаційній роботі, отримані автором самостійно, що підтверджується одноосібними публікаціями з ключових аспектів задачі, а саме: розроблення моделі розрахунку точності спостережень; вдосконалення методики виконання спостережень; розроблення методики оброблення даних результатів вимірювань; розроблення пристрою для виконання геодезичних спостережень.

У працях, опублікованих у співавторстві, дисертанту належить: [4] – запропонована математична модель оброблення результатів спостережень; [5; 6] – технологія виконання спостережень; [7; 11] – виконання експериментального моделювання результатів спостережень.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації доповідались і обговорювались на щорічних науково-практичних конференціях Київського національного університету будівництва і архітектури (м. Київ, 2005–2010 рр.), науково-практичних конференціях молодих вчених Київського національного університету будівництва і архітектури (м. Київ, 2006–2010 рр.), Міжнародній науково-практичній конференції «Геодезія і маркшейдерська справа» (м. Донецьк, 2009 р.), XV Міжнародному науково-технічному симпозиумі «Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища: GPS і GIS – технологій» (АР Крим, м. Алушта, 2010 р.).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 12 друкованих праць, у тому числі 7 – у фахових наукових виданнях, визнаних ВАК України, і 5 – у матеріалах конференцій.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, загальних висновків і списку використаної літератури. Обсяг роботи становить 143 сторінки, у тому числі – 39 сторінок рисунків, – 19 сторінок таблиць. Список використаних джерел займає 10 сторінок (97 найменувань).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету та методи її досягнення, визначено наукову новизну та практичне значення досліджень, коротко розкрито основний зміст роботи.

В розділі 1 «Аналіз сучасного стану геодезичного забезпечення монтажу та експлуатації ліфтових комплексів» проведено аналіз сучасного стану геодезичного забезпечення монтажу та експлуатації ліфтових комплексів, існуючих технологій забезпечення геометричних параметрів ліфтів, наведено класифікацію ліфтів та проаналізовано нормативну та тематичну літературу.

В результаті аналізу виявлено недосконалість існуючих методів та засобів для визначення геометричних характеристик ліфтових шахт та устаткування у

сучасних умовах висотного будівництва. Враховуючи технічні характеристики сучасних високотехнологічних ліфтів, постає проблема розроблення нових підходів до геодезичного забезпечення будівництва і експлуатації ліфтів з використанням новітніх досягнень в галузі геодезичного приладобудування з розробленням нових та удосконаленням існуючих методик і технологій.

При розгляді проблеми геодезичного забезпечення будівництва ліфтів у висотних спорудах можна виділити наступні етапи:

- геодезичне забезпечення будівельно-монтажних робіт при зведенні ліфтової шахти;

- визначення геометричних характеристик ліфтової шахти перед монтажем технологічного устаткування або під час ремонтних робіт в ліфтах, які експлуатуються;

- визначення геометричних характеристик технологічного устаткування ліфтів на етапі будівництва та експлуатації;

- оптимізація розташування кабіни ліфта та технологічного устаткування в контурі ліфтової шахти.

Встановлено, що основні проблеми геодезичного забезпечення будівництва та експлуатації ліфтів викликані відсутністю:

- а) методики розрахунку точності геодезичного забезпечення будівництва ліфтових шахт висотних споруд;

- б) сучасних технологій визначення геометричних параметрів ліфтових шахт та ліфтового устаткування з використанням геодезичних, фотограмметричних та лазерних методів вимірювання;

- в) методики розрахунку точності геодезичних робіт при монтажі та експлуатації ліфтового устаткування;

- г) методики визначення допустимості відхилень геометричних розмірів ліфтових шахт.

Отримані в дисертаційній роботі результати дозволяють вирішити поставлені проблеми та вдосконалити методики і технології геодезичного забезпечення будівництва та експлуатації ліфтів в умовах висотного будівництва.

В розділі 2 «Розроблення методів та засобів визначення геометричних параметрів ліфтових шахт» представлено методику розрахунку точності геодезичних робіт при будівництві ліфтових шахт та технології інженерно-геодезичного забезпечення будівництва і експлуатації ліфтових шахт з використанням сучасних геодезичних приладів.

Початковим етапом будівництва ліфтів є спорудження ліфтової шахти, в роботі запропоновано методику розрахунку точності геодезичних робіт при монтажі ліфтових шахт. Згідно з основними положеннями теорії похибок вимірювань, допустиме відхилення встановлення будівельних конструкцій в проектне положення знаходять за виразом:

$$\delta = \sqrt{\sum_{i=1}^k c_{\text{ВИГ}}^2 \delta_{\text{ВИГ}}^2 + \sum_{i=1}^k c_{\text{МОНТ}}^2 \delta_{\text{МОНТ}}^2 + \sum_{i=1}^k c_{\text{ГЕОД}}^2 \delta_{\text{ГЕОД}}^2 + \sum_{i=1}^k c_{\text{ТЕМП}}^2 \delta_{\text{ТЕМП}}^2} \quad (1)$$

де $\delta_{\text{ВИГ}}$ – допустиме відхилення виготовлення конструкцій; $\delta_{\text{МОНТ}}$ – допустиме

відхилення будівельно-монтажних робіт; $\delta_{\text{ГЕОД}}$ – допустиме відхилення геодезичних робіт; $\delta_{\text{ТЕМП}}$ – допустиме відхилення внаслідок впливу температурної деформації конструкцій, c – нормовані коефіцієнти, що залежать від умов виконання робіт. Точність виконання геодезичних робіт призначають залежно від технології виконання монтажу або бетонування шахти. Основні елементи геодезичного забезпечення монтажу наведено на рис. 1.

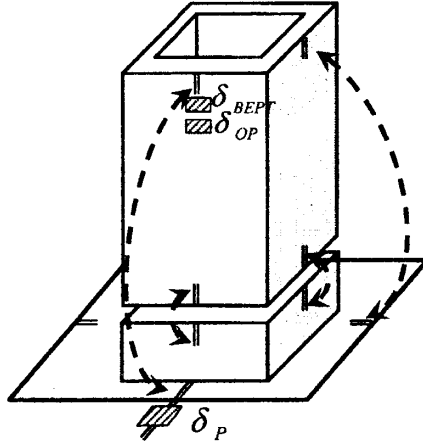


Рис. 1. Основні елементи геодезичного забезпечення монтажу ліфтових шахт

В роботі отримано вирази розрахунку точності геодезичних робіт для різних варіантів монтажу. Для варіанту, що наведений на рис. 1, розрахунок виконують за формулою:

$$\delta_{\text{ШАХТИ}}^2 = \delta_0^2 + 2\delta_{\Pi}^2 + 2\delta_{\text{Р}}^2 + 2\delta_{\text{ВЕРТ}}^2 + 2\delta_{\text{ОР}}^2, \quad (2)$$

де δ_0 – допустиме відхилення геодезичної основи на вихідному горизонті; δ_{Π} – допустиме відхилення проектування геодезичної основи на монтажний горизонт; $\delta_{\text{Р}}$ – допустиме відхилення розмічувальних робіт; $\delta_{\text{ВЕРТ}}$ – допустиме відхилення встановлення верху елемента (вертикальність); $\delta_{\text{ОР}}$ – допустиме відхилення розмітки орієнтирних рисок на конструкціях.

За результатами розрахунку точності геодезичних робіт при будівництві ліфтів запропоновано наступні технології визначення геометричних параметрів ліфтової шахти:

– з використанням електронних тахеометрів.

Для визначення геометричних параметрів ліфтових шахт та технологічного устаткування в дисертації розроблено та досліджено технологію, яка базується на використанні високоточних роботизованих електронних тахеометрів. Основними

складовими розробленого вимірювального комплексу є: центрувальний столик, електронний тахеометр, штанга з палетками і лазерні прилади вертикального проектування (рис. 2).

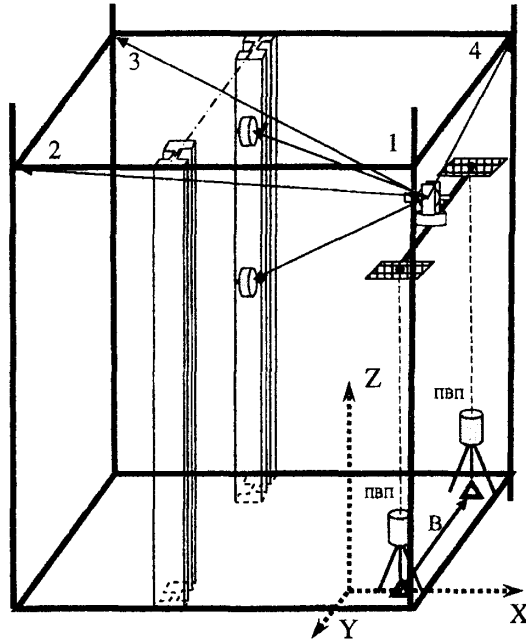


Рис. 2. Схема визначення координат точок шахти та напрямних

В результаті попереднього розрахунку точності геодезичних робіт СКП визначення контрольних точок (1–4) ліфтової шахти на висоті 120 м складає 2,5 мм в безрефлекторному режимі вимірювань відстані, що задовольняє нормативним вимогам.

– з використанням методів наземної фотограмметрії.

При визначенні значної кількості точок шахти рекомендується використовувати метод наземної фотограмметрії, який дозволяє визначити шорсткість поверхні ліфтової шахти. В роботі виконано розрахунок параметрів фотографування та визначені умови використання фотограмметричного методу. Наведено можливі схеми виконання фотографічних робіт та основні вирази для розрахунку точності фотограмметричного методу. Розрахунок очікуваної точності вимірювань на останньому ярусі шахти рекомендовано виконувати за формулою накопичення похибок в маршрутній фототріангуляції:

$$m_n^2 = m_1^2 \frac{2n^3 + 3n^2 + n}{6}, \quad (3)$$

де m_n – СКП точок кінцевої моделі ряду; m_1 – СКП вимірювання точок на моделі; n – кількість моделей.

За даними попереднього розрахунку точності встановлено, що необхідної точності визначення координат можна досягти на відстані до 15 м.

– з використанням наземного лазерного сканування.

Перспективним для визначення геометрії ліфтової шахти є використання методу наземного лазерного сканування. В роботі виконано розрахунок параметрів сканування, а саме кількості станцій сканування та базису сканування. При перекритті між сусідніми сканами 20 % кількість станцій сканування розраховують за формулою:

$$N' = \frac{H + (N - 1)}{2D \operatorname{tg} \Delta} 0.2S, \quad (4)$$

де Δ – допустимий кут між лінією сканування по нормалі до поверхні шахти і лінією сканування до точки; D – відстань між станцією сканування і поверхнею шахти; $S = 2D \operatorname{tg} \Delta$ – захват; H – висота шахти; N – кількість станцій сканування без перекриття.

Виконано попередній розрахунок точності лазерного сканування ліфтової шахти. Точність визначення координат точок за результатами розрахунку дорівнює 4 мм, що задовольняє нормативним вимогам.

Для запропонованих технологій визначення геометричних параметрів ліфтових шахт було виконано експериментальні дослідження точності методу визначення геометричних параметрів з використанням електронних тахеометрів та наземного лазерного сканування.

При дослідженні методу визначення геометричних параметрів з використанням електронних тахеометрів визначено, що найбільший вплив на точність визначення координат має похибка вимірювання ліній. Встановлено, що при вимірюванні коротких відстаней електронним тахеометром в безрефлекторному режимі при ортогональності візирного променя до елементів ліфтових напрямних реальна точність визначення координат знаходиться в межах 0,4–0,6 мм.

Експериментальне дослідження точності методу наземного лазерного сканування для визначення параметрів ліфтових шахт було виконано за результатами апроксимації стінок поверхні шахти площиною. В результаті отримано середню квадратичну похибку одиниці ваги 6 мм.

Результати експериментальних досліджень підтверджують результати попереднього розрахунку та задовольняють нормативним вимогам до точності визначення геометричних параметрів ліфтової шахти.

В розділі 3 «Розроблення методики визначення геометричних параметрів ліфтового устаткування» представлено методику розрахунку точності геодезичних робіт при визначенні положення ліфтового устаткування на основі теорії розмірних ланцюгів, технологію визначення геометричних параметрів технологічного устаткування з використанням електронного тахеометра та автоматизованих систем спостереження.

Розрахунок точності геодезичних робіт при встановленні ліфтового устаткування запропоновано виконувати методом розмірних ланцюгів. Для

спрощення аналізу просторовий розмірний ланцюг представлено у вигляді декількох лінійних розмірних ланцюгів. Розмірний ланцюг для визначення поздовжнього зміщення ліфтового устаткування наведено на рис. 3.

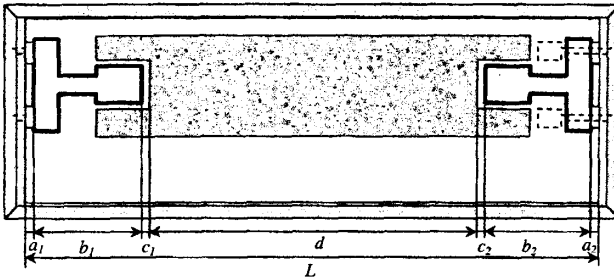


Рис. 3. Розмірний ланцюг для поздовжнього зміщення

Розмірний ланцюг представлено рівнянням:

$$a_1 + a_2 = L - b_1 - b_2 - c_1 - c_2 - d. \quad (5)$$

Рівняння похибок для замикаючої ланки матиме вигляд:

– при розрахунку за теоретико-ймовірнісним методом

$$\Delta_L = 2t\sqrt{2m_a^2 + m_{\text{вигот}}^2 + 2m_c^2}, \quad (6)$$

– при розрахунку методом максимуму-мінімуму

$$\Delta_L = 2\Delta_a + 2\Delta_b + 2\Delta_c + \Delta_d. \quad (7)$$

Прийнявши допуски: виготовлення $\Delta_b = \Delta_d = 1$ мм; геодезичних робіт $\Delta_a = 2$ мм; монтажу $\Delta_c = 1$ мм отримаємо поле допуску замикаючої ланки (рис. 4, 5):

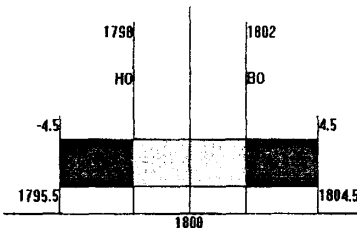


Рис. 4. Поле допуску для замикаючої ланки, отримане методом максимуму-мінімуму

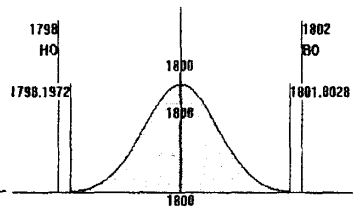


Рис. 5. Поле допуску для замикаючої ланки, отримане теоретико-ймовірнісним методом

Розмірний ланцюг ланки-компенсатора для поперечного зміщення ліфтового устаткування наведено на рис. 6.

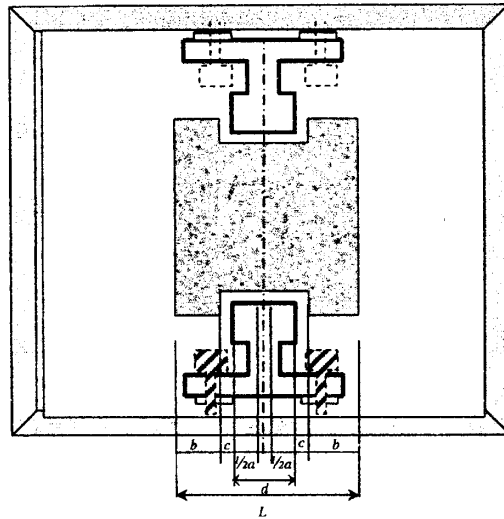


Рис.6. Розмірний ланцюг при розрахунку на співвісність

Розмірний ланцюг представлено рівнянням:

$$a = 2b + 2c + d - L. \quad (8)$$

Після переходу до допустимих значень отримують:

$$\Delta_a = 2\Delta_b + 2\Delta_c + \Delta_d - \Delta_L. \quad (9)$$

В результаті переходу до середніх квадратичних похибок отримують:

$$m_a^2 = m_L^2 + 2m_b^2 + 2m_c^2 + m_d^2. \quad (10)$$

За виразами (8–10) виконано розрахунок точності встановлення напрямних з урахуванням допуску на співвісність. Виконано розрахунки поля допуску замикаючої ланки теоретико-ймовірнісним методом з урахуванням різних законів розподілу складових похибок. Отримані результати дозволяють зробити висновок, що неврахування законів розподілу похибок виготовлення конструкції може призвести до зміни фактичного поля допуску результуючої ланки і, як наслідок, помилкового призначення точності вимірювання складових розмірного ланцюга.

Розрахунком підтверджено, що використовуючи для призначення точності геодезичних робіт вираз $m_{\text{геод}} = \frac{1}{6} \Delta$, можна правильно встановити точність геодезичного забезпечення ліфтового устаткування, при цьому залишається запас точності.

В результаті значного падіння точності при відхиленні візирного променя від нормалі до поверхні вимірювань представлена технологічна схема визначення положення напрямних, при якій за основу береться технологія визначення геометрії шахти та напрямних за допомогою електронного тахеометра та додається додатковий пристрій з відбивачами, який дозволяє підвищити точність визначення взаємного положення напрямних.

Для визначення геометрії напрямних в ліфтах, які експлуатуються, схема передбачає встановлення в приямку шахти високоточного роботизованого тахеометра з автоматизованим наведенням на призму (рис.7).

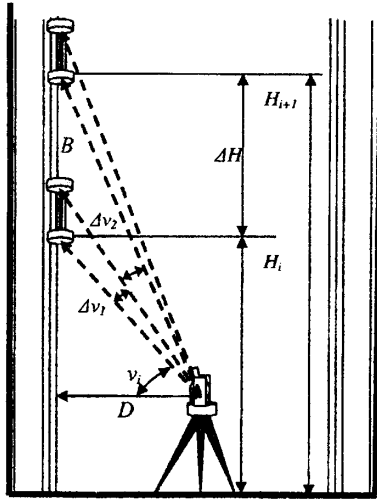


Рис. 7. Схема визначення координат напрямних роботизованим тахеометром

Наведена схема дозволяє виконувати визначення геометрії напрямних в ліфтах, які вже експлуатуються, та підвищити точність визначення просторових координат точок ліфтових напрямних. В результаті проведених розрахунків рекомендована максимально допустима висота спостереження дорівнює 250 м.

В розділі 4 «Оптимізація розміщення ліфтового устаткування в контурі шахти» розроблено методику аналізу допустимості відхилень геометрії шахти та досліджено методи оптимізації встановлення ліфтового обладнання в шахті з використанням методів математичного програмування і найменших квадратів.

Для оцінки геометричних параметрів шахти та подальшої оптимізації монтажу ліфтового обладнання розроблено методику визначення допустимості відхилень ліфтових шахт. Розроблена методика дозволяє визначати недопустимі значення відхилень лінійних розмірів ліфтової шахти від проектних значень. Розроблено алгоритм для автоматизованого аналізу допустимості геометрії шахти. Алгоритм аналізу допустимості відхилень передбачає накладення наступних умов:

- габарити ліфтової шахти за лінійними розмірами

$$0 \leq \Delta_{(1-2)_i} \leq 30; \quad 0 \leq \Delta_{(4-3)_i} \leq 30; \quad 0 \leq \Delta_{(1-4)_i} \leq 30; \quad 0 \leq \Delta_{(2-3)_i} \leq 30;$$

- умова рівності діагоналей $0 \leq \Delta d \leq 25$,

де Δ_{ji} – різниця між фактичною та проектною довжиною сторони шахти, мм.

З набору поярусних точок обирають екстремальні значення координат контрольних точок (1–4), які знаходяться на одній вертикалі, проекція їх на горизонтальну площину дає переріз, з чотирьох екстремальних точок, який має мінімальні розміри.

Аналіз вертикальності шахти рекомендується проводити за різницею координат контрольних точок попарних перерізів відносно відповідного середнього значення координат з набору контрольних точок по всіх ярусних перерізах, які визначаються за формулами:

$$\left. \begin{aligned} \Delta x_{1i} = x_{1i} - \bar{X}_j; \Delta x_{2i} = x_{2i} - \bar{X}_j; \Delta x_{3i} = x_{3i} - \bar{X}_j; \Delta x_{4i} = x_{4i} - \bar{X}_j, \\ \Delta y_{1i} = y_{1i} - \bar{Y}_j; \Delta y_{2i} = y_{2i} - \bar{Y}_j; \Delta y_{3i} = y_{3i} - \bar{Y}_j; \Delta y_{4i} = y_{4i} - \bar{Y}_j, \end{aligned} \right\}, \quad (11)$$

де $\bar{X}_j = \frac{1}{m} \sum x_{ji}$; $\bar{Y}_j = \frac{1}{m} \sum y_{ji}$.

Після проведеного аналізу на допустимість розмірів ліфтової шахти постає питання оптимального розміщення ліфтового обладнання, а саме kabіни ліфта, напрямних kabіни та противаги в контурі ліфтової шахти. Досліджено методику оптимізації ліфтового обладнання методом математичного програмування та методом найменших квадратів. За результатами дослідження встановлено, що метод лінійного програмування не придатний для оптимізації розміщення kabіни ліфта в контурі шахти. Тому для оптимізації розміщення обладнання запропоновано використовувати метод найменших квадратів.

Запропоновано використовувати рівняння перетворення координат на площині без зміни масштабу:

$$\begin{aligned} X_{\text{kabіни}} &= X_{\text{шахти}} \cos \varphi - Y_{\text{шахти}} \sin \varphi + X_0 \\ Y_{\text{kabіни}} &= X_{\text{шахти}} \sin \varphi + Y_{\text{шахти}} \cos \varphi + Y_0 \end{aligned} \quad (12)$$

У виразах (12) координати шахти відповідають екстремальним значенням, які отримані в результаті аналізу допустимості геометрії шахти, а φ -дирекційному куту kabіни. За отриманими виразами в роботі виконано розрахунок оптимального положення ліфтової kabіни в контурі шахти 12- поверхового будинку.

Оптимальне положення напрямних з урахуванням мінімуму елементів рихтування запропоновано визначати за допомогою рівнянь прямих в просторі. Для забезпечення взаємного розташування напрямних kabіни та противаги запропоновано використовувати наступні обмеження:

1. Рівність проектних відстаней L між напрямними. Якщо прийняти, що площини, які проходять через напрямні, паралельні осям прийнятої системи координат, отримаємо:

$$X_3 - X_1 = L; \quad Y_2 - Y_1 = L \quad X_4 - X_2 = L. \quad (13)$$

2. Направні повинні бути взаємно паралельними. Для паралельності напрямних використовують критерій пропорційності коефіцієнтів двох прямих:

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{m_1}{m_2} = \frac{n_1}{n_2} = \lambda. \quad (14)$$

Використовуючи результати виконавчого знімання ліфтової шахти висотою 50 м, виконано оптимізацію напрямних в шахті. За результатами оптимізації отримано СКП одиниці ваги $\mu = 11$ мм. Отримані результати свідчать про наявність відхилень геометрії напрямних від проектного положення та необхідність проведення ремонтних робіт.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. В результаті аналізу встановлено, що потребують перегляду діючі в Україні норми геодезичного забезпечення геометричних параметрів ліфтових комплексів. Значну увагу слід зосередити на вирішенні питання визначення геометрії напрямних під час будівництва та експлуатації ліфтів. До теперішнього часу це питання залишається у сфері не геодезичної, а ліфтової служби, хоча за результатами попереднього аналізу встановлено, що забезпечити необхідну точність вивірки напрямних в умовах висотного будівництва традиційними методами ліфтових служб неможливо.

2. Запропоновано методика попереднього розрахунку точності геодезичних робіт при будівництві ліфтових шахт з урахуванням способу монтажу ліфтових блоків або способу встановлення опалубки при монолітному будівництві. Отримано вирази для різних варіантів спорудження ліфтових шахт.

3. Розроблено технологію та методика визначення геометричних параметрів ліфтових шахт з використанням електронних тахеометрів, наземного фотограмметричного знімання та наземного лазерного сканування. Отримана в результаті попереднього розрахунку точність свідчить про те, що запропоновані способи придатні для контролю геометричних розмірів ліфтових шахт. В результаті експериментальних досліджень встановлено, що дані технології дозволяють надійно визначати основні геометричні параметри шахти та нерівність поверхні ліфтової шахти.

4. Розроблено методика розрахунку точності геодезичних робіт при монтажі та експлуатації ліфтового устаткування з використанням теорії розмірних ланцюгів. Отримані результати підтверджують, що встановлений рівень точності геодезичних робіт задовільняє вимогам до точності встановлення напрямних kabіни ліфта та протитваги.

5. Запропонована технологія та методика контролю положення технологічного устаткування з використанням електронних тахеометрів та автоматизованих систем, яка дозволяє вирішити складну задачу забезпечення будівництва ліфтів у висотних будівлях. Дана технологія дозволяє визначати одночасно всі геометричні характеристики напрямних та їх взаємне положення в ліфтовій шахті на стадії монтажу та експлуатації.

6. Розроблено методика визначення допустимості відхилень геометричних параметрів ліфтової шахти для подальшого оптимального монтажу технологічного устаткування. Досліджено методи оптимізації розташування ліфтового устаткування методами математичного програмування та найменших квадратів. Рекомендовано використовувати метод найменших квадратів для розташування kabіни в контурі шахти та метод найменших квадратів з обмеженнями для оптимального розташування ліфтового обладнання.

7. Отримані результати в подальшому можуть бути використані для комплексного вирішення проблеми геодезичного забезпечення висотного будівництва загалом і монтажу та експлуатації ліфтового устаткування зокрема. Найбільш перспективним напрямком подальших досліджень слід визнати

використання автоматизованих систем спостережень для геодезичного забезпечення ліфтових комплексів висотних споруд.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. *Дем'яненко Р. А.* Методика діагностики кондиційності геометричних параметрів ліфтових шахт / Дем'яненко Р. А. // Вісник геодезії і картографії. – К., 2007. – № 3. – С. 14–18.
2. *Дем'яненко Р. А.* Стан метрологічного забезпечення інженерно-геодезичних робіт у будівництві / Дем'яненко Р. А., Войтенко С. П. // Інженера геодезія. – К., 2007. – № 53. – С. 36–43.
3. *Дем'яненко Р. А.* Принциповий розв'язок задачі оптимізації при будівництві та експлуатації ліфтів методами математичного програмування / Дем'яненко Р. А. // Містобудування та територіальне планування. – К., 2007. – № 36. – С. 166–175.
4. *Дем'яненко Р. А.* Оптимизация расположения направляющих в лифтовой шахте / Дем'яненко Р. А., Шульц Р. В. // Вісник Донецького національного технічного університету. Серія «Гірничо-геологічна». – Донецьк, 2008. – С. 40–43.
5. *Дем'яненко Р. А.* Технологія визначення геометричних параметрів ліфтових шахт з використанням електронних тахеометрів / Дем'яненко Р. А., Шульц Р. В. // Інженера геодезія. – К., 2008. – № 54. – С. 321–330.
6. *Дем'яненко Р. А.* Геодезичний контроль ліфтового устаткування в умовах висотного будівництва / Дем'яненко Р. А., Шульц Р. В., Медведський Ю. В. // Містобудування та територіальне планування. – К., 2010. – № 38. – С. 589–597.
7. *Дем'яненко Р. А.* Визначення положення ліфтової шахти стереофотограмметричним методом / Дем'яненко Р. А., Шульц Р. В. // Містобудування та територіальне планування. – К., 2009. – № 38. – С. 470–477.
8. *Дем'яненко Р. А.* Методика діагностики кондиційності геометричних параметрів ліфтових шахт / Р. А. Дем'яненко // Тези доповідей наук. конф. молод. вчених і студ. – К., КНУБА, 2007. – С. 150–151.
9. *Дем'яненко Р. А.* Сучасні геодезичні технології визначення геометричних параметрів ліфтових шахт / Р. А. Дем'яненко // Тези доповідей наук. конф. молод. вчених і студ. – К., 2009. – С. 129–130.
10. *Дем'яненко Р. А.* Методика геодезичного контролю ліфтового устаткування в умовах висотного будівництва / Р. А. Дем'яненко // Тези доповідей наук. конф. молод. вчених і студ. – К., 2010. – С. 92–93.
11. *Дем'яненко Р. А.* Определение неровности поверхности лифтовых шахт по данным наземного лазерного сканирования / Дем'яненко Р., Шульц Р., Комісаров А. // Тези доповідей міжнародної наук.-практ. конф. «Геоінформаційний моніторинг. GPS і ГІС-технології». – Алушта, 2010. – С. 191–194.
12. *Дем'яненко Р. А.* Принциповий розв'язок задачі оптимізації при будівництві та експлуатації ліфтів методами математичного програмування / Р. А. Дем'яненко // Тези доповідей наук. конф. молод. вчених, аспірантів і студ. – К., 2006. – С. 143–144.

АНОТАЦІЯ

Дем'яненко Р. А. Методика і технологія геодезичного забезпечення геометричних параметрів ліфтових комплексів висотних споруд. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.24.01 – Геодезія, фотограмметрія та картографія. – Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, 2011.

Запропоновано методику попереднього розрахунку точності геодезичних робіт при будівництві ліфтових шахт.

Розроблено технологію та методику визначення геометричних параметрів ліфтових шахт з використанням електронних тахеометрів.

Вдосконалено технологію визначення геометрії ліфтової шахти з використанням наземного фотограмметричного знімання.

Розроблено технологію та методику визначення геометрії ліфтових шахт з використанням наземного лазерного сканування.

Розроблено методику розрахунку точності геодезичних робіт при монтажі ліфтового устаткування з використанням теорії розмірних ланцюгів.

Розроблено методику визначення допустимості відхилень геометричних параметрів ліфтової шахти для монтажу технологічного устаткування.

Виконано дослідження методів оптимізації розташування ліфтового устаткування в контурі ліфтової шахти.

Ключові слова: ліфт; ліфтова шахта; ліфтове устаткування; геодезичне забезпечення ліфтів; розмірний ланцюг.

АННОТАЦИЯ

Демьяненко Р. А. Методика и технология геодезического обеспечения геометрических параметров лифтовых комплексов высотных сооружений. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.24.01 – Геодезия, фотограмметрия и картография. – Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев, 2011.

Предложена методика предварительного расчета точности геодезических работ при строительстве лифтовых шахт с учетом способа монтажа лифтовых блоков или способом установки опалубки при монолитном строительстве.

Разработана технология и методика определения геометрических параметров лифтовых шахт на монтажных горизонтах с использованием безотражательного режима измерений электронным тахеометром.

Усовершенствована технология определения геометрии лифтовой шахты с использованием наземной фотограмметрической съемки. Что позволяет определять координаты контрольных точек лифтовой шахты, а также неровность поверхности шахты в промежуточных точках.

Разработана технология и методика определения геометрических параметров лифтовых шахт с использованием наземного лазерного сканирования.

Разработана методика расчета точности геодезических работ при монтаже и эксплуатации лифтового оборудования с использованием теории размерных

целей. Пространственную размерную цепь представлено в виде поперечной и продольной линейной размерной цепи.

Предложена технология и методика контроля положения технологического оборудования с использованием электронных тахеометров и автоматизированных систем.

Разработана методика определения допустимости отклонений геометрических параметров лифтовой шахты для возможности последующего монтажа технологического оборудования в контуре лифтовой шахты.

Выполнено исследование методов оптимизации расположения лифта методами математического программирования и методом наименьших квадратов в контуре шахты.

Ключевые слова: лифт; лифтовая шахта; лифтовое оборудование; геодезическое обеспечение лифтов; размерная цепь.

ANNOTATION

Dem'yanenko R. A. Method and technology of the geodesic providing of geometrical parameters of elevator complexes in height buildings. – Manuscript.

Dissertation on competition of scientific degree of candidate of engineering sciences in speciality 05.24.01 – Geodesy, photogrammetry and cartography. – Kyiv national university of construction and architecture, Kyiv, 2011.

The method of preliminary calculation of accuracy of geodesic works is offered at building of elevator mines.

Technology and method of determination of geometrical parameters of elevator mines is developed with using of total station.

Technology of determination geometry of elevator mine is improved with the use of close-range photogrammetry.

Technology and method of determination of geometrical parameters of elevator mines is developed with the use of terrestrial laser scanning.

The method of calculation of accuracy of geodesic works is developed at editing and exploitation of elevator equipment with the use of theory of size chains.

Technology and method to controlling position of technological equipment is offered with using of total station and automatized systems.

The method for determination admission rejections of geometrical parameters of elevator mine is developed.

Optimization methods (the mathematical programming and least squares) for location elevator equipment inside mine are researched.

Key words: elevator; elevator mine; elevator equipment; geodesic providing of elevators; size chain.

