

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**ФАКУЛЬТЕТ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
ТА УПРАВЛІННЯ ТЕРИТОРІЯМИ**

Кафедра Інженерної геодезії

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

Геодезичне забезпечення будівництва житлової споруди

Палковський Ігор Євгенович

(прізвище, ім'я та по батькові студента повністю)

Київ 2023 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**ФАКУЛЬТЕТ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
ТА УПРАВЛІННЯ ТЕРИТОРІЯМИ**

Кафедра Інженерної геодезії

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ІГ

“ ___ ” _____ 2023 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

Геодезичне забезпечення будівництва житлової споруди
(назва)

Виконав студент групи ГД-41

Спеціальність: **193 «Геодезія та землеустрій»**

Спеціалізація: **193.01 «Геодезія»**

Палковський Ігор Євгенович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Керівник: Шудра Н.С.
(прізвище та ініціали)

Ідентичність підтверджую

Київ 2023 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: **Геоінформаційних систем та управління територіями**

Кафедра: **Інженерної геодезії**

Освітній рівень: **бакалавр за освітньо-професійною програмою**

Спеціальність: **193 «Геодезія та землеустрій»**

Спеціалізація: **193.01 «Геодезія»**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету ГІСУТ

“ ___ ” _____ 2023 року

**З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

Палковський Ігор Євгенович

(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи «Геодезичне забезпечення будівництва житлової споруди» затверджена наказом ректора КНУБА

№ 663/2 від “29” березня 2023 року.

2. Керівник роботи: Шудра Наталія Сергіївна

(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання студентом роботи до захисту: **20 червня**

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

1. Р. Загальні положення. Організація геодезичних робіт
2. Р. Основні геодезичні роботи
3. Р. Контроль стабільності пунктів внутрішньої планово-висотної мережі та передача координат на монтажні горизонти
4. Р. Технологія розмічування точок та осей споруди на монтажних горизонтах
5. Р. Детальні розмічувальні роботи.
6. Р. Виконавче знімання
7. Р. Розрахунок кошторисної вартості геодезичних робіт
8. Р. Техніка безпеки та охорона праці

Графічний матеріал за розділами:

- Р. 1. Загальна характеристика району робіт
- Р. 2. Розрахунок точності геодезичних робіт
- Р. 3. Проектування внутрішньої планово-висотної розмічувальної мережі
- Р. 4. Передача планових і висотних координат на монтажні горизонти
- Р. 5. Розрахунок точності та вибір методів розмічування основних точок та осей
- Р. 6. Технологія та методика геодезичного контролю
- Р.7. Кошторисна вартість геодезичних робіт

5. Календарний план виконання роботи: а) наукова частина;
б) практична частина.

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Загальні положення. Організація геодезичних робіт	
Основні геодезичні роботи	
Контроль стабільності пунктів внутрішньої планово-висотної мережі та передача координат на монтажні горизонти	
Технологія розмічування точок та осей споруди на монтажних горизонтах	
Детальні розмічувальні роботи	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	
Попередній захист роботи на кафедрі	

6. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		дата	підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			
Розділ 3.			
Розділ 4.			
Розділ 5.			

7. Дата видачі завдання: _____

Зав. кафедри ПГ _____
(підпис)

Дем'яненко Р.А. _____
(прізвище та ініціали)

Керівник _____
(підпис)

Шудра Н.С. _____
(прізвище та ініціали)

Студент _____
(підпис)

Палковський І. Є. _____
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ	
1. Загальні положення. Організація геодезичних робіт.....	8
2. Основні геодезичні роботи.....	10
2.1 Проектування внутрішньої планово-висотної розмічувальної мережі.....	12
2.2. Розрахунок точності та вибір методики виконання робіт.....	15
2.3. Підбір засобів геодезичного забезпечення та типів геодезичних центрів.....	21
3. Контроль стабільності пунктів внутрішньої планово-висотної мережі та передача координат на монтажні горизонти.....	26
3.1. Підбір геодезичного устаткування.....	26
3.2. Згущення внутрішньої геодезичної мережі на монтажних горизонтах.....	26
3.3. Підбір геодезичного устаткування.....	33
3.4. Згущення внутрішньої геодезичної мережі на монтажних горизонтах.....	35
4. Технологія розмічування точок та осей споруди на монтажних горизонтах.....	37
4.1. Технологічні вимоги та допуски при розмічуванні	37
4.2. Розрахунок точності та вибір методики.....	39
5. Детальні розмічувальні роботи.....	41
5.1. Технологічні допуски на виготовлення та встановлення конструкцій. Методи контролю	41

5.2. Точність та метод розмічувальних робіт на монтажному горизонті.....	45
5.3. Геодезичний контроль при зведенні ліфтових шахт....	54
6. Виконавче знімання.....	59
6.1. Геодезичний контроль в процесі будівельно-монтажних робіт.....	59
6.2. Технологія виконавчих знімань. Складання документації.....	61
7. Кошторис.....	63
8. Техніка безпеки та охорона праці.....	65
Висновки.....	66
Література.....	68
Додатки	

GISUIT
KNUCA
2023

ВСТУП

У представленій атестаційній бакалаврській роботі викладено питання організації та проведення геодезичного забезпечення будівництва житлової споруди. Роботу виконано на прикладі реального об'єкту – житлової споруди висотою 24 поверхи, що розташована у місті Києві. Після викладення загальних положень, в роботі розглянуто питання методики розрахунку точності геодезичних робіт. Результати попереднього розрахунку точності геодезичних робіт використано при проектуванні внутрішньої планово-висотної розмічувальної мережі, а також розрахунку точності та вибору методики виконання робіт. Відповідно до проекту мережі та методики виконання робіт було виконано підбір геодезичного устаткування та типів геодезичних центрів для закріплення пунктів мережі. Запропоновано методику контролю стабільності пунктів внутрішньої планово-висотної мережі та передачі координат на монтажні горизонти. Запропоновано технологію передачі планових і висотних координат на монтажні горизонти і наведено різні технології вертикального проектування (наскрізне та покрокове) та передачі відміток за допомогою геометричного нівелювання, використовуючи електронні рулетки та електронні тахеометри. Розглянуто технології згущення внутрішньої геодезичної мережі на монтажних горизонтах та розмічування точок та осей споруди на монтажних горизонтах. Виконано розрахунок точності та вибір методів розмічування основних точок та осей на монтажних горизонтах з використанням технологічних допусків на розмічування точок і осей. Наведено методики ведення детальних розмічувальних робіт та технологічні допуски на виготовлення та встановлення елементів конструкцій та опалубки. Для забезпечення точності розмічувальних робіт запропоновано методи контролю виготовлення елементів споруди. Призначено точність та обрано методи детальних розмічувальних робіт на монтажному горизонті.

Окремо викладено важливе питання технології та методики геодезичного контролю забезпечення зведення ліфтових шахт. На заключному етапі було виконано кошторисний розрахунок вартості геодезичних робіт та розглянуто основні вимоги до техніки безпеки та охорона праці.

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Проект виконання геодезичних робіт (ПВГР) для організації будівництва 26-поверхового, монолітно-каркасного житлового будинку по вул. Володі Дубініна, 2 у Голосіївському районі м. Києва забезпечує встановлення елементів конструкцій будівлі в проектне положення та проектні геометричні параметри споруди. Загальний вигляд зведеної споруди наведено на рис. 1.1.



Рис. 1.1. Вигляд житлової споруди, для зведення якої було розроблено проект геодезичних робіт

ПВГР є складовою частиною проекту виконання будівельно-монтажних робіт (ПВР), розроблений на основі діючої нормативної

документації та з врахуванням конструктивних, архітектурно-планувальних особливостей об'єкту згідно робочих креслень та проектної документації.

Головним завданням ПВГР є забезпечення передбачених проектом виконання будівельних робіт геометричних параметрів інженерних споруд і встановлення елементів конструкції у проектне положення із заданою точністю.

При розробці ПВГР були враховані наступні нормативні документи:

1. ДБН В.1.3-2:2010 Система забезпечення геометричних параметрів в будівництві «Геодезичні роботи у будівництві»;
2. ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 «Виконання вимірювань, розрахунок та контроль точності геометричних параметрів. Настанова»;
3. «Методичні рекомендації з виконання геодезичних робіт в будівництві», НДІБВ, 2011 р.;
4. СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции»;
5. Пособие по производству геодезических работ в строительстве (к СНиП 3.01.03-84);
6. Инструкция по нивелированию I, II, III, IV классов.

Розміщення житлової споруди відносно міської забудови наведено на рис. 1.2.

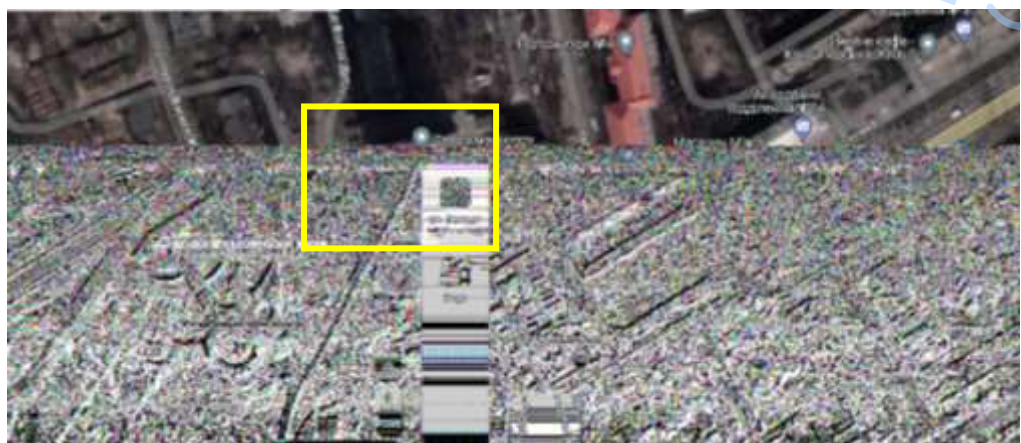


Рис. 1.2. Розміщення житлової споруди відносно міської забудови

При забезпеченні будівництва житлової споруди виконуються наступні види геодезичних робіт:

1. Створення планово-висотної розмічувальної геодезичної мережі на вихідному монтажному горизонті;
2. Передача координат планово-висотної розмічувальної геодезичної мережі на монтажні горизонти та її згущення;
3. Детальні розмічувальні роботи на вихідному та наступних монтажних горизонтах;
4. Геодезичний контроль елементів конструкцій після виконання будівельних робіт на монтажному горизонті;
5. Геодезичні виконавчі знімання.

Геодезичні роботи, передбачені пунктами 1...5 покладаються на підрядника, що виконує будівельно-монтажні роботи.

2. ОСНОВНІ ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ

До початку виконання будівництва надземної частини споруди, замовник передає по акту підряднику наступні вихідні матеріали:

- схему та каталог координат зовнішньої планово-висотної розмічувальної мережі;
- схему та порядок закріплення основних осей споруди.

Подальші геодезичні роботи мають наступні завдання та потребують дотримання наступних умов:

1. Проектна геометрія конструкцій будівлі повинна бути збережена в межах заданих допустимих відхилень згідно з проектом споруди для розміщення вузлових з'єднань та осьових ліній всіх елементів конструкцій в межах постійного навантаження.
2. В проекті виконання робіт (ПВР) повинні бути заплановані схеми та методи компенсації недопустимих відхилень від проектного положення вузлів та контрольних точок елементів конструкцій.
3. Підрядник повинен забезпечити геодезичній службі умови для виконання геодезичних розмічувальних робіт в процесі виконання будівельних

робіт в частині розміщення будівельного устаткування і сполучень елементів конструкцій.

4. Геодезичні вимірювання геометрії споруди виконуються на етапах:

- 1) розмічування проектного положення всіх елементів конструкцій;
- 2) після встановлення опалубки під бетонування конструкцій або після попереднього виведення і закріплення конструкцій в проектне положення;
- 3) після зняття опалубки або після остаточного виведення і закріплення конструкцій в проектне положення.

5. Контрольно-геодезичні вимірювання за необхідності виконуються:

- 1) після завершення робіт по бетонним конструкціям;
- 2) після установа елементів конструкції в проектне положення;
- 3) після завершення фасадних робіт.

6. ПВГР визначає порядок розмічування осей та встановлення точок системи елементів конструкцій в плані, по висоті та вертикалі з заданою точністю.

7. Підрядник повинен вказати геодезичній службі позиції з'єднувальних вузлів які підлягають корекції та визначити місця їх маркування.

8. Відхилення фактичних і теоретичних геометричних параметрів в вузлових точках конструкцій повинні узгоджуватись між проектувальником, замовником, консультантом та геодезичною службою.

9. За вимогами проектувальників підрядник або замовник за допомогою геодезичної служби створює внутрішню геодезичну розмічувальну мережу для проведення геодезичних розмічувальних робіт.

10. Геодезична мережа використовується для проведення геодезичних досліджень геометрії споруди згідно проекту:

- в період виконання будівельних робіт по колонам, пілонам та діафрагмі жорсткості;
- після завершення всіх робіт по конструкції.

11. Після завершення всіх робіт точки геодезичної мережі та марковані точки елементів конструкцій споруди передаються для проведення подальших досліджень геометрії споруди та її деформацій.

12. В результаті геодезичних вимірювань необхідно вводити поправки за вплив температури. Результати вимірів приводяться до номінальної температури встановленої в проекті. Вимірювання мірними стрічками (рулетками) виконується з номінальним натягом 5 кг. Температуру повітря вимірюють з допомогою термометра - праща.

2.1. Проектування внутрішньої планово-висотної розмічувальної мережі

Проект внутрішньої геодезичної планово-висотної мережі (далі ПВГМ) розробляється на основі існуючої проектної документації.

Вона призначається для виконання виконавчих знімань в період будівельно-монтажних робіт, створення виконавчого генплану споруди та виконання інженерно-геодезичних розмічувальних робіт і контрольних вимірювань при встановленні елементів конструкцій в проектне положення, спостереженнями за станом споруди в період експлуатації.

Особливістю проектування такої мережі є:

- вимоги до місць розміщення пунктів мережі;
- стабільність положення таких пунктів як в період зведення споруди, так і в процесі експлуатації;
- дотримання вимог до точності розмічувальних робіт найбільш відповідальних елементів та вузлів споруди;
- вибір характеристик сучасних геодезичних приладів.

Враховуючи високі вимоги до точності положення елементів найбільш раціонально створити ПВГМ у вигляді лінійно-кутової мережі. Точність її створення слід встановити спеціальними розрахунками точності.



Рис. 1.1. Типова схеми геодезичної розмічувальної мережі

Виходячи із технології виконання будівельно-монтажних робіт планово-висотна геодезична мережа створюється на вихідному монтажному горизонті і поетапно передається на подальші монтажні горизонти для виконання розмічувальних робіт та встановлення елементів конструкцій в проектне положення з заданою точністю. Враховуючи геометрію споруди для виконання розмічувальних робіт і монтажу елементів конструкцій на вихідному монтажному горизонті запропоновано створити внутрішню планово-висотну мережу за схемою, що наведена на рис. 2.2.

Для наведеної на рис. 2.2. внутрішньої розмічувальної геодезичної мережі прийняти умовну систему координат з початком за межами будівельного майданчика. Для зручності виконання розмічувальних робіт пункту P1 присвоєно координати (100,000; 100,000).

Висоти на пункти розмічувальної мережі передають від місцевого будівельного нуля.

Планово-висотні координати пункту P1 прийнято за безпомилкові.

Для запроектованої мережі виконаємо обчислення проектних значень вимірних кутів і відстаней.

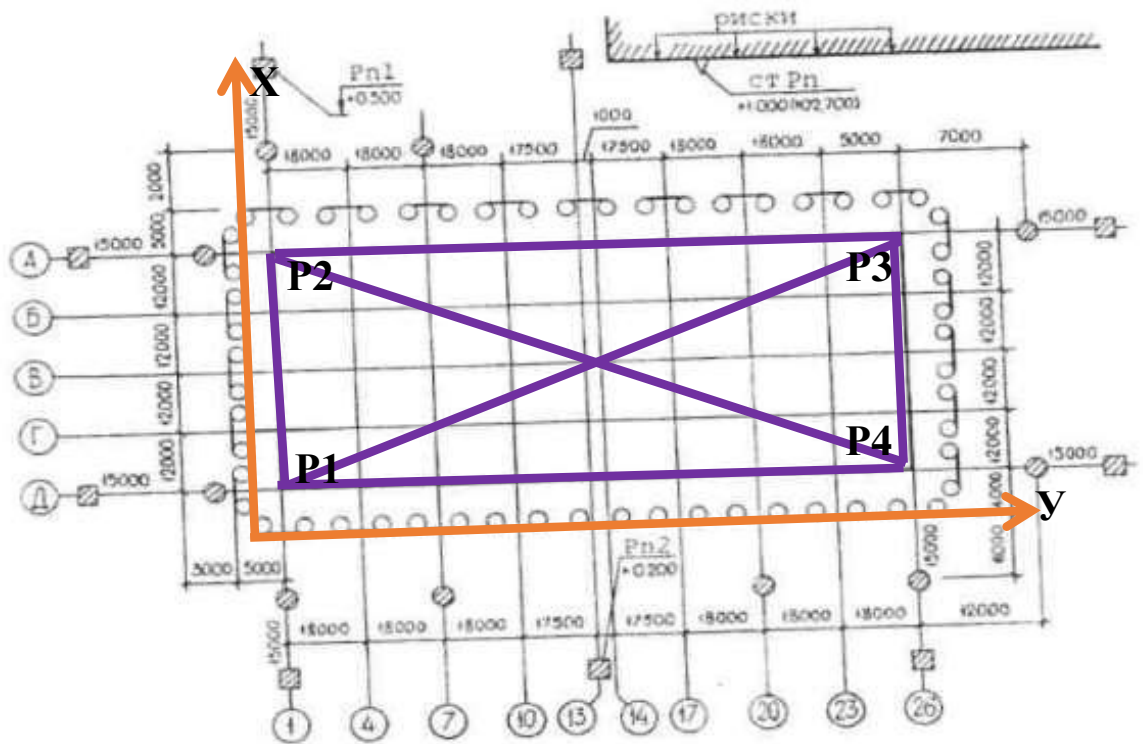


Рис. 2.2. Схема внутрішньої планово-висотної розмічувальної геодезичної мережі.

Таблиця 1

Проектні координати пунктів мережі на вихідному монтажному горизонті

Пункт	X, м	Y, м	H, м	Дирекційний кут	На пункт	Сторона
Вихідний						
P1	100,000	100,000	0,020	0°00'00,00"	P2	15,000
				58°53'16,80"	P3	38,079
				90°00'00,00"	P4	35,700
Визначувані						
P2	115,000	100,000	0,020	180°00'00,00"	P1	15,000
				121°06'43,20"	P4	38,079
				90°00'00,00"	P3	35,000

P3	115,000	135,700	0,020	270°00'00,00"	P2	35,000
				180°00'00,00"	P4	15,000
				238°53'16,80"	P1	38,079
P4	100,000	135,000	0,020	270°00'00,00"	P1	35,000
				301°06'43,20"	P2	38,079
				0°00'00,00"	P3	15,000

Геодезичну мережу на вихідному монтажному горизонті створюють до початку виконання будівельних робіт.

При визначенні місця розташування пунктів внутрішньої планово-висотної розмічувальної геодезичної мережі передбачають можливість в подальшому встановлення на них приладів вертикального проектування.

2.2. Розрахунок точності та вибір методики виконання робіт

Точність створення внутрішньої розмічувальної геодезичної мережі регламентується вимогами ДБН В.1.3-2:2010 [1].

Таблиця 2

Вимоги до створення внутрішньої геодезичної мережі

Клас	Характеристика об'єктів будівництва	Середні квадратичні похибки побудови геодезичної розмічувальної мережі будівельного майданчика, не більше		
		кутові вимірювання	лінійні вимірювання	нівелювання на 1 км подвійного ходу, мм
1	Підприємства та групи будівель (споруд) на ділянках площею більше ніж 1 км ² ; окремо розташовані будівлі (споруди) площею забудови більше ніж 100 тис. м ²	3"	2 мм для L до 50 м, L/25000 для L понад 50 м	3 (за програмою II класу у відповідності до інструкції з нівелювання)

Рекомендується виконувати побудову внутрішньої планової розмічувальної геодезичної мережі за 1-м класом точності.

Для запроектованої внутрішньої планово-висотної розмічувальної геодезичної мережі на вихідному монтажному горизонті виконаємо попередній розрахунок точності положення пунктів мережі. Вихідними даними для попереднього розрахунку точності є величини з табл. 1. За цими величинами було складено систему рівнянь поправок та виконано стандартний розв'язок за методом найменших квадратів.

Для кожного пункту було побудовано еліпси похибок (рис. 2.3) та отримано величини СКП положення пунктів (P2, P3, P4) табл. 3.

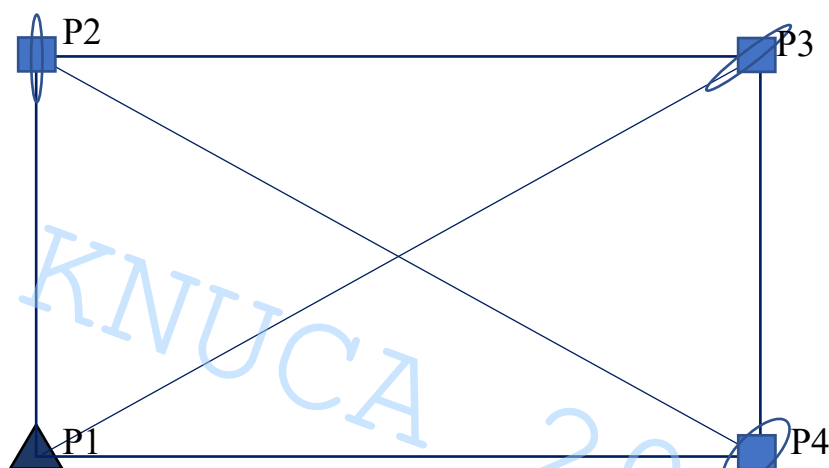


Рис. 2.3. Внутрішня планово-висотна розмічувальна геодезична мережа на вихідному монтажному горизонті

Таблиця 3

Результати попереднього розрахунку точності внутрішньої геодезичної мережі

Пункт	m , м	m_x , м	m_y , м	a , м	b , м	α
P2	0,001	0,001	0,000	0,001	0,000	1°00'58,23"
P3	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	58°58'56,90"
P4	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	58°19'41,58"

В табл. 3 a і b – велика і мала піввісі еліпсів похибок, α – дирекційний кут великої піввісі еліпсів похибок.

При розрахунку прийнято, що відстані в мережі виміряні з середньою квадратичною похибкою $m_s = 2$ мм, а кути з середньою квадратичною похибкою $m_\beta = 2''$. Такої точності дозволяють досягти більшість сучасних електронних тахеометрів.

За результатами розрахунку встановлено, що середня квадратична похибка положення кожного з пунктів не перевищує 1 мм, що відповідає вимогам розділу 3.

Дотримання необхідної геометрії мережі досягається шляхом попереднього розмічування пунктів мережі, для чого на пункті P1 встановлюють електронний тахеометр та відкладають у двох напрямках під кутом 90° проектні відстані 13,7 та 22,7 м відповідно і таким чином отримують наближене положення точок P2 та P4, які одразу закріплюються постійними знаками, що мають форму металевої пластини на якій керном намічають положення пунктів. Після чого в точці P2 виконують наведення на точку P1 і відкладають кут 90° та проектну відстань 22,7 м для отримання наближеного положення точки P3.

Значення величин проектних відстаней в запроектованій мережі може бути змінене у межах 1-2 м для забезпечення зручності підходу до пунктів та виконання робіт. Остаточне рішення про довжини сторін в мережі приймає інженер-геодезист, що виконує розмічувальні роботи. Головною умовою є дотримання форми мережі та збереження її симетрії.

На отриманих таким чином пунктах виконують побудову внутрішньої розмічувальної геодезичної мережі.

Для досягнення необхідної точності побудови геодезичної мережі необхідно:

- Побудову внутрішньої планово-висотної геодезичної мережі слід виконувати методом лінійно-кутової мережі з допусками кутових вимірювань полігонометрії 4 класу, оскільки розраховані точності відповідають точності полігонометрії 4 класу.

- Вимірювання кутів на пунктах мережі виконують способом кругових прийомів за триштативною системою. Центрування приладу та візирних марок виконують з точністю 0,5 мм.

- Перед початком робіт виконати перевірки, юстування та дослідження приладів за інструкціями виробника.

- Дотримуватись кількості прийомів у залежності від точності приладу, що застосовується, для $m_{\beta} = 2''$ кількість прийомів прийняти 4.

- Результати вимірювання окремих кутів або напрямків на пунктах мають бути в межах допусків, що наведені в табл. 4.

Таблиця 4.

Допустимі значення відхилень при вимірюваннях у внутрішній розмічувальній геодезичній мережі

Елементи вимірювання	Допуски при вимірюванні кутів приладами з точністю	
	1"	2"
Розходження між значеннями одного і того самого кута, що отримані з двох напівприймів	6"	8"
Коливання значення кута, що отримане з різних прийомів	5"	8"
Розходження між результатами спостережень на початковий напрямок на початку і в кінці напівприйому	6"	8"
Коливання значень напрямків, що приведені до спільного нуля, в окремих прийомах	5"	8"

- За наявності в групі вимірювань кутів в окремих прийомах, результати яких не відповідають установленим допускам, вимірювання повторюють.

- Лінії в мережі вимірюють електронними тахеометрами та іншими приладами, що забезпечують необхідну точність вимірювання. Відносна СКП вимірювання ліній при побудові геодезичної мережі повинна бути не більше $\frac{1}{25000}$.

- Вимірювання ліній електронними тахеометрами слід виконувати двома прийомами. Між прийомами виконують повторне центрування приладу та візирних цілей.

- Коливання результатів вимірювань у прийомах не повинні бути більшими $2,5 m_s$, де m_s — середня квадратична похибка вимірювання відстані, що взята з паспорта приладу.

- Кожен пункт мережі закріплюють трьома клейкими марками на пілонах та колонах вихідного монтажного горизонту.

- На марки на пілонах та колонах передаються координати з пунктів P1-P4.

- Визначення координат марок виконують з контролем шляхом порівняння відстаней між марками, що отримані з обчислень за координатами з виміряними безпосередньо рулеткою відстанями.

- У випадку втрати пунктів P1-P4 їх положення відновлюють геодезичними засічками методом редукування від марок на пілонах і колонах.

- Вирівнювання геодезичної мережі необхідно виконувати за програмним забезпеченням, в якому реалізовано строгий спосіб вирівнювання.

Отримані значення координат точок внутрішньої геодезичної мережі порівнюють з проектними, і за необхідності в положення цих точок вводять редуційні поправки (редукції).

Для введення редуцій на міліметровому папері складають редуційні листи, що містять порядковий номер точки, дійсне та теоретичне положення, напрямки не менше ніж на два пункти мережі, лінійні та кутові значення редуцій.

Редуції в координати точок побудованої мережі вводять

наступним чином. Зображення дійсного положення точки на редуційному листі суміщають з положенням точки в натурі. Далі редуційний лист орієнтують по одному з напрямків, а за іншим напрямком контролюють орієнтування. Теоретичне положення точки з редуційного листа переносять (переколюють) на металеву пластину пункту. За лінійним та кутовим значенням редукції перевіряють положення точки на вихідному монтажному горизонті і остаточно закріплюють точку.

Після введення редукцій виконують контрольні вимірювання сторін в мережі. Відхилення між виміряними та теоретичними значеннями сторін не повинні перевищувати величини:

$$\Delta_{x,y} = \frac{S_{x,y}}{T}, \quad (2.1)$$

де $S_{x,y}$ - найбільша відстань між осями споруди; T - знаменник допустимої відносної похибки взаємного положення точок геодезичної розмічувальної мережі.

Для споруди на рис. 2.2 та запроектованої на рис. 2.3 геодезичної розмічувальної мережі матимемо $S_{x,y} = 36$ м; $T = 45000$; $\Delta_{x,y} = 0,8$ мм. При допустимих розходженнях фактичних та теоретичних координат положення точки зміщають на половину відхилення і остаточно закріплюють дюбелем або керном та маркують фарбою.

Висоти пунктів Р1-Р4 визначаються методом геометричного нівелювання за програмою III класу.

2.3. Підбір геодезичного устаткування та типів геодезичних центрів

Виконання вимірювань при побудові планової мережі та виконанні розмічувальних робіт запропоновано вести електронним тахеометром типу Leica TCRP1202+ R400. Основна перевага TCRP1202+ R400 - здатність автоматично встановлювати вісь інструменту в заданому напрямі. Така функція найбільш необхідна при роботах з розмічування, при винесенні точок в натуру, де потрібне багатократне повторення стандартних операцій.



Рис. 2.4. Електронний тахеометр Leica TCRP1202+ R400

Унікальний імпульсний далекомір RL, реалізований в TCRP1202+ R400, має велику потужність, і здатний проводити вимірювання без допомоги відбивача (у режимі PinPoint) на відстані до 400 метрів. Радіус лазера має дуже малий діаметр, що дозволяє проводити вимірювання на невеликі за розміром об'єкти.

Тахеометр Leica TCRP1202+ R400 обладнаний лазерним центриром, що дозволяє швидко і точно встановити прилад над точкою мережі.

Технічні характеристики

Точність кутових вимірювань	2"
Компенсатор	двохосьовий $\pm 4'$
Точність лінійних вимірювань на відбивач	відбивач 1 мм + 1.5 ppm
Дальність вимірювань без відбивача	400 м
Точність лінійних вимірювань без відбивача	2 мм + 2 ppm

Використання тахеометра дозволяє визначати координати вимірюваних точок і зберігати у внутрішній пам'яті пристрою. Зафіксовану і збережену в пам'яті електронного тахеометра інформацію можна перенести в комп'ютер для подальшої обробки. Виміри забезпечуються завдяки безвідбивачевому далекоміру, що дозволяє проводити виміри об'єктів, не доступних для звичайного вимірювання. Тахеометр придатний для виконання робіт в умовах недостатньої освітленості, оскільки оснащення приладу лазерним покажчиком дозволяє не дивитися в зорову трубу при її наведенні на об'єкт.

Для визначення відміток пунктів внутрішньої розмічувальної геодезичної мережі та передачі відміток на монтажні горизонти використовують метод геометричного нівелювання, яке виконують за допомогою оптичних або цифрових нівелірів, що забезпечують СКП на один кілометр подвійного хода 2-3 мм/км.



Рис. 2.5. Цифровий нівелір Trimble DiNi 22

Великі переваги має використання цифрових нівелірів, наприклад Trimble DiNi 22 та інварних штрих-кодових рейок. Нівелір Trimble DiNi 22 є модифікацією цифрових нівелірів Zeiss. Нівеліри серії DiNi мають цілий ряд технічних особливостей: покращена система автоматичного зняття відліку по рейці з спеціальним штрих-кодом, точне вимірювання відстаней, карта пам'яті для зберігання даних, нескінченний гвинт точного наведення та компенсатор. Завдяки високій точності, компенсатору та автоматичному введенні атмосферних і інструментальних поправок в результати вимірювань, цифрові

нівеліри серії DiNi дозволяють проводити роботи по нівелюванню 1 і 2 класів точності.

Програмне забезпечення нівелірів Trimble DiNi має різні функції вимірювань: передача висот, розмічувальні роботи, нівелювання пікетів, контроль при прокладанні нівелірних ходів. Для вирівнювання окремих ходів та нівелірних мереж дані можна завантажувати в Trimble Geomatics Office, CREDO DAT.

Таблиця 5

Технічні характеристики DiNi 22

Точність вимірювання перевищень СКП на 1 км подвійного ходу	По штрих-кодовій рейці	0.7 мм
	По звичайній рейці	1.3 мм
Точність вимірювання відстаней	По високоточній рейці	25 мм
	По звичайній рейці	30 мм
Діапазон робочих температур		От -20 до 50°C

Для забезпечення необхідної точності нівелювання та передачі відміток застосовують різні типи нівелірних рейок. В нашому випадку це штрих-кодові рейки з (BAR) градуюванням: рейки алюмінієві складні 3-и метрові (LD 23) рис. 2.6. а та рейки інварні цільні 2-метрові (LD 12) рис. 2.6. б.



а)



б)

Рис. 2.6. Комплекти рейок для нівелювання

Контроль виконання вимірювань виконують за допомогою лазерної рулетки DISTO D2 (рис. 2.7)



Рис. 2.7. Лазерна рулетка Disto D2

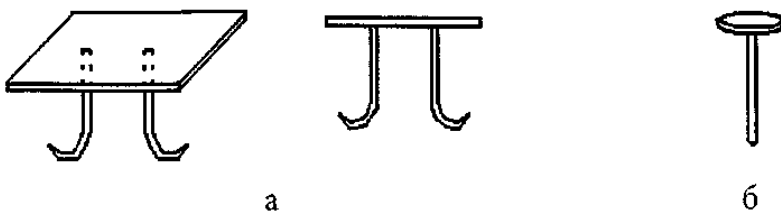
Рулетки даного класу дозволяють:

- вимірювати відстані до 60 м без відбивача;
- точність вимірювань $\pm 1,5$ мм;
- функціональні клавіші для слідкування, віднімання, розрахунку площі та об'єму;
- опосередковані вимірювання (теорема Піфагора) для визначення висоти;
- функція виносу в натуру;
- визначення мінімальної/максимальної відстані (функція трекінгу).

Всі наведені вище прилади дозволяють вирішити поставлені в даному проекті задачі та відповідають вимогам точності вимірювань.

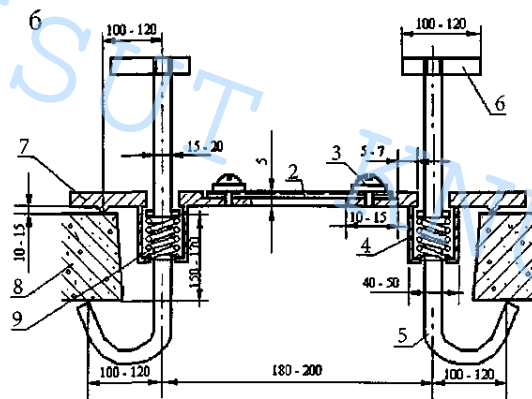
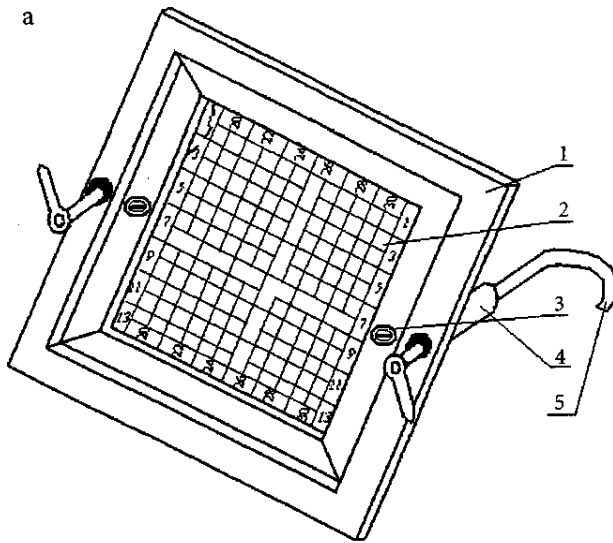
Пункти внутрішньої розмічувальної геодезичної мережі Р1-Р4 закріплюються на бетонних опорних поверхнях вихідного монтажного горизонту [20].

Закріплення внутрішньої геодезичної розмічувальної мережі на вихідному горизонті



а – металева пластина розміром 150×200 ; б – дюбель

Координатна палетка для передачі координат та тимчасового закріплення пунктів внутрішньої геодезичної розмічувальної мережі на монтажному горизонті



а – загальний вигляд палетки; б – розріз; 1 – рамка; 2 – палетка; 3 – утримуючий гвинт; 4 – напрямна втулка; 5 – гачок; 6 – ручка гачка; 7 – упори; 8 – плити перекриття; 9 – пружини

Рис. 2.8 Закріплення пунктів внутрішньої геодезичної мережі на вихідному монтажному горизонті.

3. КОНТРОЛЬ СТАБІЛЬНОСТІ ПУНКТИВ ВНУТРІШНЬОЇ ПЛАНОВО-ВИСОТНОЇ МЕРЕЖІ ТА ПЕРЕДАЧА КООРДИНАТ НА МОНТАЖНІ ГОРИЗОНТИ

3.1. Періодичність контролю

За результатами багатьох досліджень встановлено, що через усадку бетону та зміну його температури відбувається рівномірне стиснення всієї геодезичної мережі на вихідному монтажному горизонті. Таке стиснення досягає величини 0,12 мм на 1 м за 2 місяці і 0,17 мм на 1 м за 4 місяці [15].

Зміна розмірів геодезичної мережі на вихідному монтажному горизонті призводить до поступового зміщення пунктів на всіх наступних монтажних горизонтах, що призводить до утворення пірамідальності споруди.

При наблизеній довжині сторін внутрішньої розмічувальної геодезичної мережі 20 м взаємні зміщення пунктів зміщення можуть досягти:

2,4 мм за 2 місяці;

3,4 мм за 4 місяці.

Передбачаючи можливу деформацію пунктів, рекомендується виконувати повторні спостереження та обчислення координат та висот пунктів внутрішньої розмічувальної геодезичної мережі. В разі зміни координат за межі точності вимірів слід корегувати значення координат та висот пунктів внутрішньої розмічувальної мережі.

Періодичність перевірки внутрішньої розмічувальної геодезичної мережі приймають рівною 2 місяці.

Допустимі відхилення координат пунктів від координат, що отримані при перевірці приймають рівними ± 2 мм.

3.2. Передача планових і висотних координат на монтажні горизонти

Після остаточного закріплення пунктів геодезичної розмічувальної мережі на вихідному монтажному горизонті складається технічна

документація, в якій містяться: схема закріплення пунктів, журнали перевірок, вимірювання кутів, ліній та перевищень, відомість вирівнювання мережі.

При будівництві споруди виконують вертикальне проектування точок з вихідного монтажного горизонту на наступні монтажні горизонти за допомогою приладів вертикального проектування (ПВП) [10].

Для цього у напрямку вертикального проектування над кожною точкою геодезичної мережі на вихідному монтажному горизонті на всіх поверхах залишають в перекриттях технологічні отвори розміром 20x20 см.

При застосуванні способу вертикального проектування можливі два випадки: наскрізний - коли з вихідного горизонту точки проектуються послідовно на всі монтажні горизонти; кроковий - коли проектування ведеться з вихідного на перший монтажний горизонт, з першого на другий і т.д. В обох випадках методика проектування однакова. ПВП центрують над вихідною точкою, візирний промінь приводять у вертикальне положення за допомогою оптичного компенсатора або точних рівнів.

На горизонті будівельних робіт розміщують прозору палетку із квадратною сіткою, по якій беруть відліки, що визначають положення проекції вертикальної оптичної осі зеніт-приладу. Необхідна точність вертикального проектування встановлюється ДБН В.1.3-2:2010 [1]. Рекомендується призначити точність вертикального проектування, що відповідає будівництву споруд висотою понад 100 м.

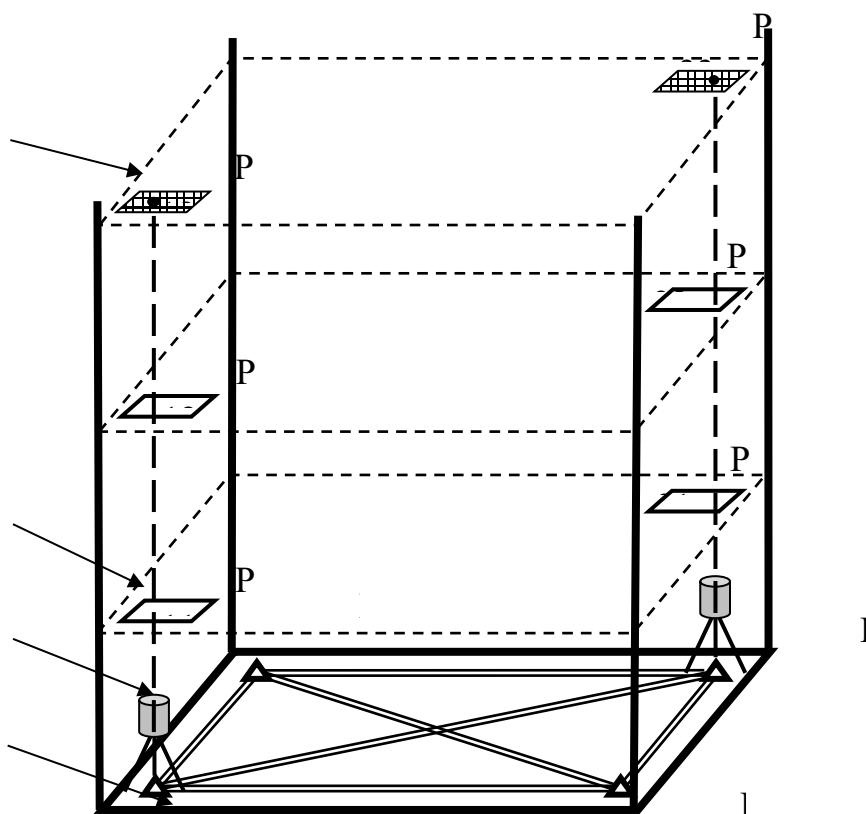


Рис. 3.1. Схема переносу точок з вихідного на монтажний горизонт вертикальним проектуванням

1 – пункт геодезичної мережі на вихідному горизонті; 2 – прилад вертикального проектування; 3 – технологічні отвори; 4 – палетка.

Вертикальне проектування виконується при 4-х положеннях приладу ($0, 90, 180$ та 270°). При можливих залишкових похибках положення оптичного або лазерного променя його проекція розташується на поверхні конуса з вершиною в пункті геодезичної мережі на вихідному монтажному горизонті, а чотири спроектовані точки утворять квадрат на перетині діагоналей якого знаходиться шукана точка проектування. Міра відхилення від квадратної форми дозволяє перевірити якість проектування.

Середні квадратичні похибки виконання розмічувальних робіт

Характеристика будівель, споруд, будівельних конструкцій	Середні квадратичні похибки розмічувальних робіт, не більше				
	лінійні вимірювання	кутові вимірювання	нівелювання на станції на вихідному та монт. горизонтух, мм	передача позначок на монтажний горизонт відносно вихідного, мм	передача точок, осей по вертикалі, мм
Металеві конструкції з фрезерованими контактними поверхнями; збірні залізобетонні конструкції, які монтуються методом самофіксації у вузлах; будівлі та споруди висотою понад 100 м або із прогонами від 30 м до 36 м	1 мм для L до 15 м, L/15000 для L понад 15 м	5"	1	2 + 10 x Н	1+2 x Н
Будинки вище ніж 15 поверхів; будівлі та споруди висотою від 73,5 м до 100 м або із прогонами від 18 до 30 м	2 мм для L до 20 м, L /10000 для L понад 20 м	10"	2	4 + 15 x Н	2 + 3 x Н
<p>Примітка 1. Величини СКП (колонки 2-4) призначаються залежно від наявності однієї з характеристик, що зазначені в колонці 1; при наявності двох і більше характерних величин СКП призначаються за тією характеристикою, якій відповідає вища точність.</p> <p>Примітка 2. Н- різниця позначок двох будь-яких монтажних горизонтів виражена в сотнях метрів (100 м = 1)</p>					

Виконаємо розрахунок точності проектування при наскрізному методі.

Точність вертикального проектування залежить від помилок зеніт-приладу і прийнятого способу проектування.

Похибка передачі координат точки на палетку розраховується як:

$$m_T^2 = m_{вих}^2 + m_{ц}^2 + m_{пр}^2 + m_{ф}^2 \quad (3.1)$$

де $m_{вих} = \sqrt{m_X^2 + m_Y^2}$ - СКП похибка вихідних даних; $m_{ц}$ - СКП

центрування лазерного приладу вертикального проектування;

$m_{пр} = 0,27 + 0,0141H$ - СКП проектування точки на монтажний горизонт;

$m_{\phi} = 0,5H^{-5} + 1$ - СКП фіксації положення лазерної плями на палетці.

Зобразимо на графіку у вигляді кривої залежності похибок проектування координат від висоти споруди

За результатами підрахунків видно, що даний спосіб теоретично задовольняє вимоги стандарту, але практично за умови наскрізного проектування з першого поверху на висоту 50 метрів, промінь візування при проходженні через технологічні отвори буде зазнавати значного викривлення за рахунок рефракції.

ТОЧНІСТЬ ПРОЕКТУВАННЯ			
Висота монтажного горизонту, м	Вимоги ДБН	Точність PZL (похибка, мм)	
		Наскрізний метод	Кроковий метод
30	1,6	1,4	1,1
50	2,0	1,6	1,6
70	2,4	1,8	2,1
90	2,8	2,0	2,7
110	3,2	2,3	3,3
130	3,6	2,5	3,8
150	4,0	2,8	4,4
170	4,4	3,1	5,0
190	4,8	3,3	5,6
210	5,2	3,6	6,1
230	5,6	3,9	6,7
250	6,0	4,2	7,3
270	6,4	4,4	7,9
290	6,8	4,7	8,4
310	7,2	5,0	9,0
330	7,6	5,3	9,6
350	8,0	5,6	10,2

Рис. 3.2. Співвідношення між точністю проектування наскрізним методом , кроковим методом та вимогами ДБН для споруд висотою понад 100 м.

При виконанні робіт в літню пору року при значних перепадах температур необхідно використовувати поетапний метод. В такому випадку:

$$m^2 = m_{вих}^2 + (m_u \times n)^2 + (m_{np} \times n)^2 + (m_\phi \times n)^2 \quad (3.2)$$

З графіку видно, що накопичення похибок при послідовній передачі координат від одного горизонту до іншого даним способом можливо забезпечити будівництво висотою починаючи з 100 метрів.

Отже проектування необхідно вести наскрізним методом з вибором часу передачі, в який вплив рефракції є найменшим. У вранішні часи, через годину після сходу Сонця та ввечері припиняючи вимірювання за годину до заходу Сонця. Результатами розрахунків підтверджено, що при наскрізному методі проектування забезпечується необхідна точність проектування, що встановлена в розділі 3 і не протирічить вимогам ДБН.

На кожному монтажному горизонті влаштовують не менше двох робочих реперів, спираючись на які в подальшому ведуть всі висотні розмічувальні роботи.

Відмітки робочих реперів на монтажних горизонтах визначають одним з наступних методів.

Передача відмітки за допомогою підвішеної рулетки (рис. 3.4, а). Відмітку H_M робочого репера M на монтажному горизонті визначають за формулою:

$$H_M = H_O + a + |c - b| - d,$$

де H_O – відмітка вихідного репера O ; a, d – відліки, отримані нівеліром; c, b – відліки по рулетці.

Передача відмітки за допомогою лазерної рулетки (рис. 3.4, б).

Лазерною рулеткою 3 (рис. 3.4, б) вимірюють довжину l по прямовисній лінії між закріпленою внизу точкою 3 (пластина пункту внутрішньої розмічувальної мережі) та нижньою поверхнею закріпленої зверху пластини 2.

Відмітку робочого репера на монтажному горизонті визначають за формулою:

$$H_M = H_O + a - b + l + c - d,$$

де a , b , c , d – відліки отримані нівеліром; l – вертикальна відстань, виміряна лазерною рулеткою.

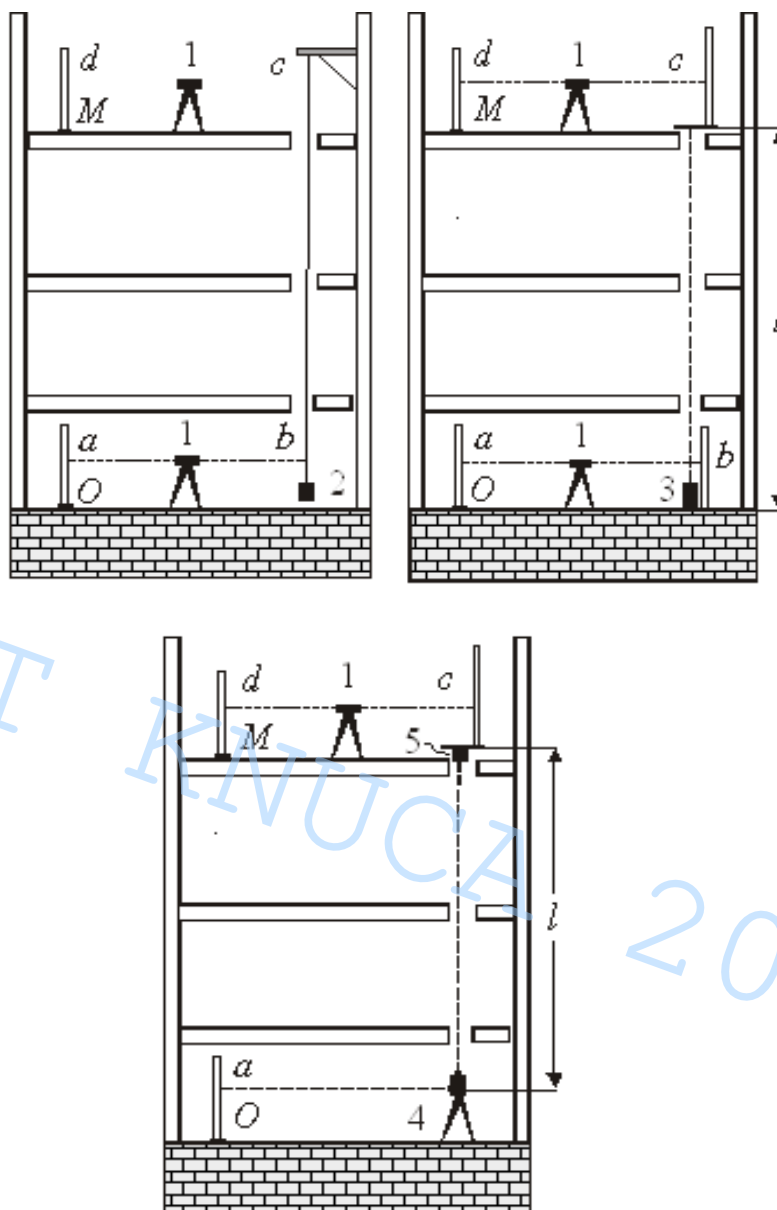


Рис. 3.4 Передача відмітки на монтажний горизонт за допомогою:

a – рулетки; b – лазерної рулетки; c – електронного тахеометра.

l – нівелір; 2 – вантаж; 3 – лазерна рулетка; 4 – електронний тахеометр; 5 – відбивач

Передача відмітки за допомогою електронного тахеометра (рис. 3.4, в).

Відмітку робочого репера на монтажному горизонті визначають за формулою:

$$H_M = H_O + a + l + c - d,$$

де a , b , c – відліки отримані нівеліром; l – вертикальна відстань, виміряна електронним тахеометром.

Вибір методу передачі відмітки робить геодезист на будівельному майданчику в залежності від умов та наявного вимірювального обладнання.

Необхідно дотримуватись точності передачі, що регламентована в табл. 6.

3.3. Підбір геодезичного устаткування

Для проектування точок на монтажні горизонти необхідно використовувати сучасні прилади лазерного проектування, бажано з лазерною індикацією. Перелічені вище характеристики мають наступні ПВП.

Лазерний прилад вертикального проектування (ПВП) FOIF JC-100 має вбудований лазерний випромінювач 2-класа, що дає можливість проводити вимірювання за допомогою лазерного променя і передавати планове положення точки в зеніт з точністю 1 мм на 100 м. В комплект приладу FOIF JC-100 входить пульт дистанційного керування, що дає можливість на відстані керувати роботою приладу. Використовуючи або кнопки керування, розташовані на панелі корпусу приладу, можна від'юстувати лазерний промінь по осях "X" та "Y". FOIF JC-100, застосовується для контролю вертикальності шахт ліфтів, висотних та багатоповерхових споруд, при будівництві яких, необхідний постійний вертикальний контроль. Стандартний комплект FOIF JC-100 включає: ПВП FOIF JC-100, акумулятор, зарядний пристрій, футляр, мішень, пульт-ДК, пентапризму, керівництво користувача.



Рис. 3.5. ПВП FOIF JC-100

Технічні характеристики ПВП FOIF JC - 100

Технічні характеристики	FOIF JC - 100
Точність вгору	± 1 мм/100м
Точність вниз	± 1 мм/1.5м
Дальність лазерного променя	150м(вгору), 1.5м(вниз)
Діаметр лазерної плями	20мм/100м
Діапазон роботи компенсатора	$\pm 3^\circ$
Вага	4.5кг



Рис. 3.6. ПВП LV1

Технічні характеристики ПВП LV1

LV1		
Точність проектування	зеніт	2.5 мм на 100 м
	надир	1.5 мм на 5 м
Діаметр променя	зеніт (100 м)	7 мм
	надир (5 м)	2 мм
Робоча відстань	зеніт	100 м
	надир	5 м
Діапазон роботи компенсатора		$\pm 10'$
Діапазон робочих температур		от -10°C до $+50^\circ\text{C}$
Вага		2.5 кг



Рис. 3.7. ПВП FG-L100

Таблиця 9

Технічні характеристики ПВП FG-L100

FG-L100	
Мінімальна відстань	2.2 м
Точність проектування	± 1 мм на 100м
Діапазон роботи компенсатора	$\pm 10'$
Діапазон робочих температур	от -25°C до $+45^{\circ}\text{C}$
Вага	3.5 кг

Будь-який з наведених приладів придатний для вирішення поставленої задачі.

3.4. Згущення внутрішньої геодезичної мережі на монтажних горизонтах

При неможливості влаштування технологічних отворів над кожним пунктом мережі, необхідно обов'язково виконувати вертикальне проектування мінімум двох пунктів геодезичної мережі з вихідного монтажного горизонту, з подальшим згущенням мережі на монтажному горизонті (рис. 3.8).

На монтажних горизонтах в процесі виконання інженерно-геодезичних розмічувальних робіт в оптимальних місцях рекомендується виконувати згущення мережі, шляхом використання вільних станцій.

Координати та висоти пунктів вільних станцій визначати за вигідною геометричною схемою від пунктів внутрішньої мережі, переданих на монтажний горизонт.

Такі віртуальні пункти будуть створювати найвигідніші умови для виконання геодезичних розмічувальних робіт та контрольо-монтажних вимірів.

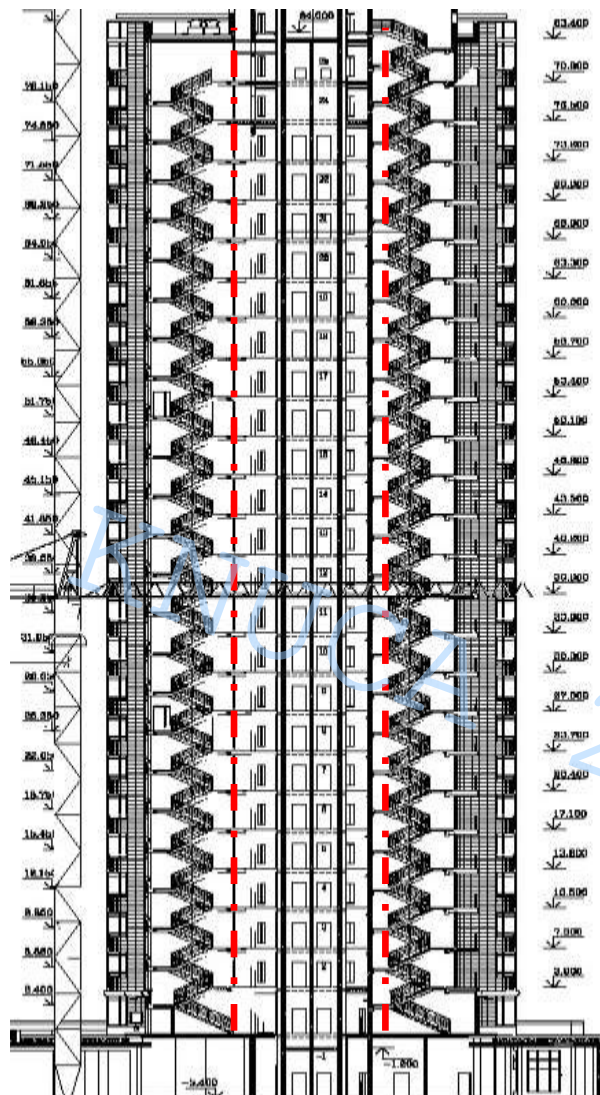


Рис. 3.8. Вертикальне проектування двох пунктів внутрішньої геодезичної розмічувальної мережі

Вимірювання напрямків на вільній станції виконувати не менше ніж на 3 пункти геодезичної основи. Результати вимірювань підлягають строгому вирівнюванню в системі координат пунктів геодезичної мережі.

4. ТЕХНОЛОГІЯ РОЗМІЧУВАННЯ ТОЧОК ТА ОСЕЙ СПОРУДИ НА МОНТАЖНИХ ГОРИЗОНТАХ

4.1. Технологічні вимоги та допуски при розмічуванні

При розробці проектів інженерних споруд на кресленнях показують номінальні (проектні) розміри. Практично при виготовленні, розмічуванні та монтажі виникають відхилення від номінальних розмірів. Виміряні розміри називають дійсними розмірами. Таким чином точність характеризує ступінь наближення дійсних розмірів до номінальних.

Точність геометричних параметрів в будівництві визначають функціональними та технологічними допусками.

Функціональний допуск регламентує точність зібраної конструкції при умовах забезпечення її функціональних потреб.

Технологічний допуск встановлює точність виконання окремого технологічного процесу.

Система допусків в будівництві створена за принципом групування в класи точності. Клас точності містить сукупність значень технологічних допусків для номінальних значень геометричних параметрів.

Згідно ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 [2] величина технологічного допуску обчислюється за формулою

$$\Delta = i \times K, \quad (4.1)$$

де i – одиниця допуску; K - коефіцієнт точності.

Одиниця допуску i визначається залежно від розміру параметрів, виду його, методів виконання геодезичних і монтажних робіт.

Коефіцієнт точності K встановлює число одиниць допуску i в даному класі точності.

Згідно з “Системою забезпечення точності геометричних параметрів в будівництві” розроблені нормативи на технологічні допуски для окремих технологічних параметрів: виготовлення елементів конструкцій; виконання геодезичних та монтажних робіт.

ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 встановлює допуски залежно від виду геодезичних робіт: розмічування точок і осей у плані; передачу точок і осей по вертикалі; розмічування створних точок; розмічування висотних відміток на відстані L; передачу висотних відміток по вертикалі Н; розмічування взаємно перпендикулярних осей. Одиниця допуску обчислюється за формулою

$$i = \alpha \cdot L, \quad (4.2)$$

де α – коефіцієнт, що залежить від виду розмічувальних робіт; L – довжина (або висота Н) розмічування (передачі,) м.

В табл. 10 наведено значення коефіцієнтів K і α для визначених стандартом 6-ти класів точності

Таблиця 10

Значення коефіцієнтів K і α для геодезичних розмічувальних робіт

Показники	Клас точності					
	1	2	3	4	5	6
Коефіцієнт K	0,25	0,4	0,6	1,0	1,6	2,5
Коефіцієнт α	1,0	0,4	0,25	0,6	0,25	0,4

Обчислення допусків Δ для розмічування точок і осей у плані, по вертикалі і передачі висотних відміток, встановлено для інтервалів до 2500-4000-8000-16000-25000-40000-60000-100000-160000 мм. При розмічуванні створних точок – відповідно для інтервалів до 4000 – 8000 – 16000 - 25000 – 40000 – 60000 – 100000 мм; а для розмічування перпендикулярності осей – до 8000 – 16000 – 25000 – 40000 – 60000 – 100000 – 160000 мм.

При виконанні бетонних робіт приймають 3-4 класи точності.

Для 4-го класу точності матимемо:

- розмічування осей на монтажному горизонті від вихідного пункту геодезичної розмічувальної мережі на відстані L = 36 м отримаємо:

- одиниця допуску $i = \alpha \cdot L = 0,6 \cdot 36 = 21,6$ мм;

- допуск $\Delta = K \cdot i = 1 \cdot 21,6 = 21,6$ мм;

- СКП розмічування $m = \Delta / 5 = 4$ мм

Така точність розмічування досягається рекомендованими приладами.

4.2. Розрахунок точності та вибір методики

Основним способом розмічувальних робіт та контрольно-монтажних вимірів в плані варто прийняти полярний спосіб, для особливо відповідальних вузлів конструкції споруди можуть застосовуватись способи прямої кутової та лінійно-кутової засічки.

На точність визначення координат контрольних точок впливають похибки:

- вихідних даних розмічувальної геодезичної мережі (m_v);
- положення розмічуваних пунктів вільних станцій (m_s);
- вимірювання кутів (m_β);
- вимірювання ліній (m_d);
- центрування приладів ($m_{\text{ц}}$);
- редукції візорних цілей (m_r);
- фіксації (m_f)

СКП положення точки осі при полярному способі визначається за формулою:

$$m_r = \sqrt{m_v^2 + m_s^2 + \frac{dm_\beta''}{\rho''} + m_d^2 + m_{\text{ц}}^2 + m_r^2 + m_f^2} \quad (4.3)$$

За розрахунками для рекомендованих приладів: $m_\beta = 2''$, $m_v = 1,5$ мм, $m_d = 1$ мм, похибка вільної станції становитиме в $\sqrt{2}$ більше за похибку (m_v), тобто $m_s = 1,5\sqrt{2} = 2,1$ мм.

Для сучасних приладів маємо $m_{\text{ц}} = m_r = m_f = 0,5$ мм.

Тоді згідно формули (4.3) положення точки в найбільш віддаленому місці складе **2,9 мм**, що менше **4 мм**.

Для підвищення точності розмічувальних робіт та контрольно-монтажних вимірів необхідно вести вимірювання у 2-3 прийомами.

Основними способами розмічувальних робіт по висоті є методи геометричного та тригонометричного нівелювання.

На точність розмічування точок то висоті впливають похибки:

А) Геометричне нівелювання:

- похибка вихідних пунктів m_B ;
- відліків на передню та задню рейку $m_a = m_B$;
- фіксації точки m_ϕ ;

Середня квадратична похибка винесення проектних перевищень визначається за формулою:

$$m_h = \sqrt{m_B^2 + m_a^2 + m_B^2 + m_\phi^2} \quad (4.4)$$

При довжині візирного променя $d = 35$ м, збільшенні зорової труби $V=30'$, величині найменшої поділки рейки $t = 10$ мм, похибки компарування рейки $0,1$ мм отримаємо похибку відліків по рейці – $0,5$ мм.

При СКП $m_B = 0.2$ мм, $m_\phi = 0.3$ мм за формулою (4.4) отримаємо:

$$m_h = 0.9 \text{ мм.}$$

В разі використання проміжних станцій при $n = 2 \div 3$, СКП перевищень складе $m_h = 1.6$ мм,

Б) Тригонометричне нівелювання:

Використовується при застосуванні високоточних електронних тахеометрів для визначення висот недоступних в просторі точок.

На визначення перевищення впливають похибки:

- вимірювання відстані m_d ;
- вимірювання зенітної відстані m_z ;
- вимірювання висоти приладу m_i .

СКП винесення проектних перевищень визначається за формулою:

$$m_h = \sqrt{(m_d \cos z)^2 + \left(\frac{d \sin z}{\rho''} m_z\right)^2 + m_i^2} \quad (4.5)$$

При максимальних значеннях $d = 35$ м, $z = 20^\circ$, $m_d = 1$ мм, $m_z = 3''$, $m_i = 0,5$ мм, отримаємо $m_h = 1,2$ мм.

5. ДЕТАЛЬНІ РОЗМІЧУВАЛЬНІ РОБОТИ

5.1. Технологічні допуски на виготовлення та встановлення елементів конструкцій.

Монтаж будівельних елементів виконують суміщенням їх у плані та по висоті відносно точок ліній або площин, що винесені на поверхні будівельних конструкцій при виконанні геодезичних розмічувальних робіт.

ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 встановлює два види монтажних допусків: суміщення орієнтирів (рисок на вихідній поверхні та на елементі); на симетричність взаємного встановлення вихідного і монтажного елемента.

Одиниця допуску і розраховується за формулою (5.1), а величина допуску Δ – за формулою (5.2). Стандартом встановлено 6-ть класів точності для монтажних робіт. Значення коефіцієнтів K та α наведені в таблиці 11.

Таблиця 11

Значення коефіцієнтів K та α для монтажних робіт

Суміщення орієнтирів $\alpha = 1,6$						
Симетричність встановлення $\alpha = 0,6$						
Клас точності	1	2	3	4	5	6
Коефіцієнт K	0,25	0,4	0,6	1,0	1,6	2,5

При суміщенні орієнтирів допуски розраховують для інтервалів до 120 – 250 – 500 – 1000 – 1600 мм; а для симетричності встановлення – до 2500 – 4000 – 8000 – 16000 – 25000 – 40000 – 60000 мм.

Симетричність монтажу елементів передбачає варіанти суміщення осей симетрії двох конструкцій, осі конструкції з віссю створу, осей двох створів як з перекриттями, так із щілинами.

Приведені допуски будівельно-монтажних робіт характеризують точність монтажу елементів після їх закріплення. При тимчасовому закріпленні залежно від способу кріплення точність монтажу потрібно брати на 1-2 класи вищою.

В якості монтажних орієнтирів приймають грані або осі елементів, причому, точність нанесення останніх встановлюється вимогами нормативів [16,17].

Таблиця 12

Допустимі значення відхилень при монтажі конструктивних елементів

Технічний показник	Допустимі значення (в мм) при довжині (в м) елементів			
	До 4	4 - 8	8 - 16	16 - 25
Відхилення осі колони одноповерхової будівлі від вертикалі	20	25	30	40
Відхилення осі колони багатоповерхової будівлі у верхньому перерізі від вертикалі	12	15	20	25
Різниця відмітки верху колони або опорної площадки одноповерхової будівлі	14	16	20	24
Відхилення від симетричності при встановленні ригелів ферм, перекриття і напрямків прольотів	5	6	8	10
Відхилення геометричної осі (орієнтира) встановленого елемента у нижньому перерізі від розмічувальної вісі	8			
Різниця відмітки верха колони багатоповерхової будівлі на ярусі	$12 \div 2$			

Слід підкреслити, що допустимі відхилення, наведені в таблиці 12, застосовуються при монтажі ліфтових шахт із збірних елементів.

Величини технологічних допусків приймають з врахуванням можливостей виробництва.

Таблиця 13

Технологічні допуски виготовлення конструкцій (лінійні розміри)

№ ПП	Інтервал номінального розміру, мм	Значення допуску Δ (в мм) для класу точності								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	120 - 250	0.5	0.8	1.2	2.0	3	5	8	12	20
2	250 - 500	0.6	1.0	1.6	2.4	4	6	10	16	24
3	500 - 1000	0.8	1.2	2.0	3.0	5	8	12	20	30
4	1000 – 1600	1.0	1.6	2.4	4.0	6	10	16	24	40
5	1600 – 2500	1.2	2.0	3.0	5.0	8	12	20	30	50
6	2500 – 4000	1.6	2.4	4.0	6.0	10	16	24	40	60
7	4000 - 8000	2.0	3.0	5.0	8.0	12	20	30	50	80
8	8000 - 16000	2.4	4.0	6.0	10.0	16	24	40	60	100
9	16000 - 25000	3.0	5.0	8.0	12.0	20	30	50	80	120
10	25000 - 40000	4.0	6.0	10.0	16.0	24	40	60	100	160
11	40000 - 60000	5.0	8.0	12.0	20.0	30	50	80	120	200

Таблиця 14

Технологічні допуски виготовлення конструкцій (непрямолінійність)

№	Інтервал номінального розміру, мм	Допустиме значення Δ (в мм) для класу точності					
		1	2	3	4	5	6
1	До 1000	2,0	3	5	8	12	20
2	1000 - 1600	2,4	4	6	10	16	24
3	1600 - 2500	3,0	5	8	12	20	30
4	2500 – 4000	4,0	6	10	16	24	40
5	4000 – 8000	5,0	8	12	20	30	50

6	8000 – 16000	6,0	10	16	24	40	60
7	16000 - 25000	8,0	12	20	30	50	80
8	25000 - 40000	10,0	16	24	40	60	100
9	40000 - 60000	12,0	20	30	50	80	120

Таблиця 15

Технологічні допуски монтажу конструкцій (суміщення орієнтирів)

№	Інтервал номінального розміру, мм	Допустиме значення Δ (в мм) для класу точності					
		1	2	3	4	5	6
1	500 - 1000	3,0	5	8	12	20	30
2	1000 – 1600	4,0	6	10	16	24	40
3	1600 – 2500	5,0	8	12	20	30	50
4	2500 – 4000	6,0	10	16	24	40	60
5	4000 - 8000	8,0	12	20	30	50	80
6	8000 - 16000	10,0	16	24	40	60	100
7	16000 - 25000	12,0	20	30	50	80	120
8	25000 – 40000	16,0	24	40	60	100	160
9	40000 - 60000	20,0	30	50	80	120	200

Таблиця 16

Технологічні допуски (симетричність встановлення)

№	Інтервал номінального розміру, мм	Допустиме значення Δ (в мм) для класу точності					
		1	2	3	4	5	6
1	До 2500	2,0	2	5	8	12	20
2	2500 – 4000	2,4	4	6	10	16	24
3	4000 – 8000	3,0	5	8	12	20	30
4	8000 – 16000	4,0	6	10	16	24	40
5	16000 - 25000	5,0	8	12	20	30	50

6	25000 - 40000	6,0	10	16	24	40	60
7	40000 - 60000	8,0	12	20	30	50	80

При монолітному будівництві основні вимоги висуваються до виготовлення та встановлення елементів опалубки.

Таблиця 17

Допуски на виготовлення та встановлення опалубки

№	Характеристики	Допустиме значення, мм
1	Розмір щита опалубки і каркасу для нього	1-2
2	Відхилення розмірів блок-форми	3-5
3	Відхилення від вертикалі площини опалубки	5-15
4	Зміщення осі опалубки від проектного положення	8-15
5	Зміщення осі опалубки відносно осі споруди	10

5.2. Точність та метод розмічувальних робіт на монтажному горизонті

Точність геодезичних розмічувальних робіт приймається в залежності від кількості етапів, висоти споруд та її конструкцій, способів виконаних з'єднань, сполучень вузлів згідно будівельних норм і правил ДБН В.1.3-2:2010 "Геодезичні роботи у будівництві", наведених в таблиці 18.

Під час виконання розмічувальних робіт користуються допустимим відхиленням

$$\delta = \pm tm,$$

де m – середня квадратична похибка вибирається з таблиці 18; t – параметр, що вибирається із таблиць функції Лапласа і для заданих довірчих ймовірностей p дорівнює: при $p = 0,9973$ $t = 3$; при $p = 0,95$ $t = 2,5$ та при $p = 0,90$ $t = 2$.

Норми точності геодезичних розмічувальних робіт в процесі будівництва

Характеристика будівель, споруд, будівельних конструкцій	Середні квадратичні похибки			
	лінійні виміри, відносні похибки	кутові виміри "	перевищення на станції, мм	риски на монтажному поверсі, мм
Збірні залізобетонні конструкції, що монтуються методом само фіксації у вузлах з прогонами 30..36 м, споруди висотою 100..120 м	$\frac{1}{15000}$	5	1	6

Результати геодезичних розмічувальних робіт повинні фіксуватись по кожній ділянці будівельних робіт і кожному монтажному горизонту безпосередньо на робочих кресленнях, які використовувались при розмічуванні або шляхом складання схем закріплення осей і позначок.

Допустимі похибки вимірювання розраховані для температури оточуючого повітря $t = (20 \pm 8) \text{ }^\circ\text{C}$ і різниці температур об'єкта і засобу вимірювання, рівній $2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Для побудови проектного кута відносно відомого напрямку (рис. 5.1) та відомої величини кута, тахеометр встановлюють над точкою В і приводять його в робоче положення. Перехрестя сітки ниток наводять на точку А і беруть відлік по горизонтальному кругу приладу, до цього відліку додають проектний кут β і встановлюють цей відлік по лімбу, при цьому візирна вісь вказує напрямок BC_1 . Виконують аналогічні дії в два прийоми, одержують точку C_2 . Із відліків на C_1 та C_2 визначають середнє, фіксують точку С і кут АВС приймають за проектний.

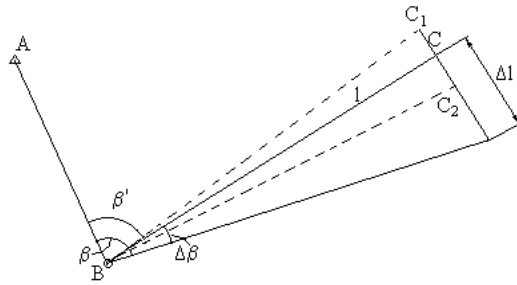


Рис. 5.1 Побудова проектного кута

Для збільшення точності побудови кута кут ABC вимірюють декількома прийомами та підраховують більш точне значення.

Для виносу в натуру проектної лінії $l_{пр}$ (рис. 5.2) від вихідної точки в заданому напрямку відкладають відстань рівну проектній та одержують точку B' . При вимірюванні відрізка компарованими приладами вводять поправки на нахил, температуру і одержують точку B .

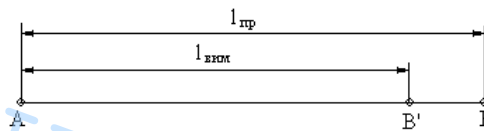


Рис. 5.2. Побудова проектного відрізка

Якщо дозволяють умови будівництва, то розмічування ведуть від пунктів геодезичної розмічувальної мережі методом прямокутних координат (рис. 5.3). Для виносу точки F споруди на точку A встановлюють тахеометр і перехрестя сітки ниток наводять на точку D . Від точки A в створі AD відміряють відстань l_1 і одержують положення точки E . Потім тахеометр встановлюють на точку E , перехрестя сітки ниток наводять на точку A і повертають на кут 90° . Відкладають відстань l_2 і одержують точку F та фіксують її.

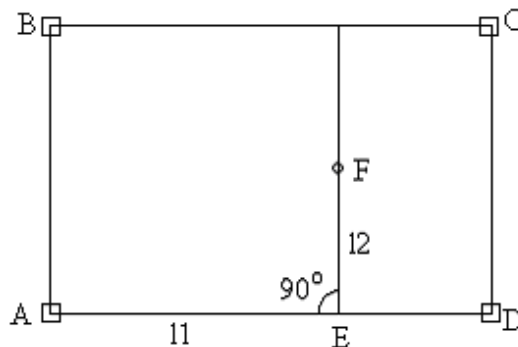


Рис. 5.3. Метод прямокутних координат

Метод прямої кутової засічки (рис. 5.4.) застосовують для визначення точки С шляхом відкладання в опорних точках А та В кутів α_1 та α_2 . Базою є сторона геодезичної розмічувальної мережі АВ, а проектні кути α_1 та α_2 визначають по проектним координатам вихідних пунктів та точки, яка визначається.

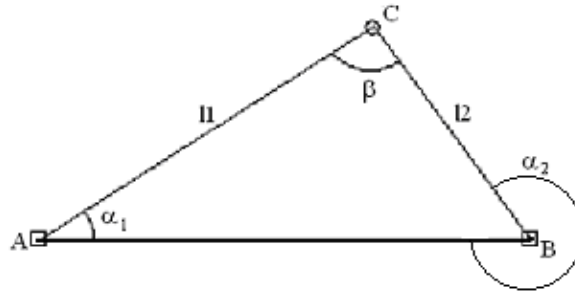


Рис. 5.4. Метод прямої кутової засічки

Метод оберненої кутової засічки (рис. 5.5) полягає у знаходженні на місцевості наближеного положення проектної точки D'. Над точкою D' встановлюють тахеометр і з необхідною точністю вимірюють напрямки β_1 та β_2 від точки В на опорні точки А, С з відомими координатами.

За результатами вимірювання визначають координати точки D' та порівнюють їх з координатами проектного значення. По різниці координат знаходять величини α та l .

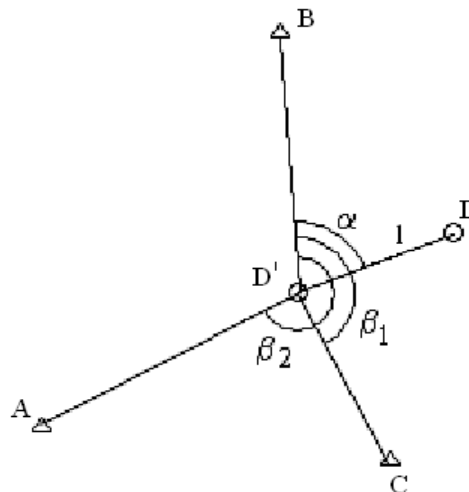


Рис. 5.5. Метод зворотної кутової засічки

Метод лінійної засічки (рис. 5.6) застосовують для розмічування будівельних конструкцій при l_1 та l_2 менше довжини мірного приладу (рулетки). Положення проектної точки С визначають на перетині проектних

відстаней l_1 та l_2 .

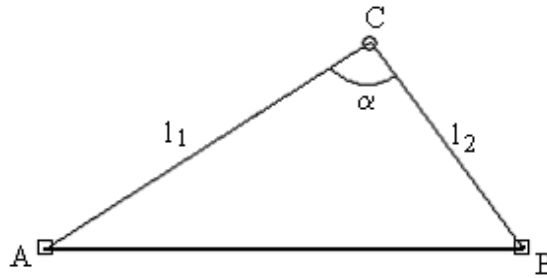


Рис. 5.6 Метод лінійної засічки

Якщо існує можливість виконання розмічувальних робіт безпосередньо з розмічувальних осей, то постає завдання встановлення тахеометра в створ осі або на продовженні створу.

Електронний тахеометр встановлюють на продовженні створу в точці C (рис. 5.7), почерговим візуванням на дальню та ближню точки осі. Внаслідок похибок візування прилад може виявитись зміщеним в точку C' , на лінійну величину e_n .

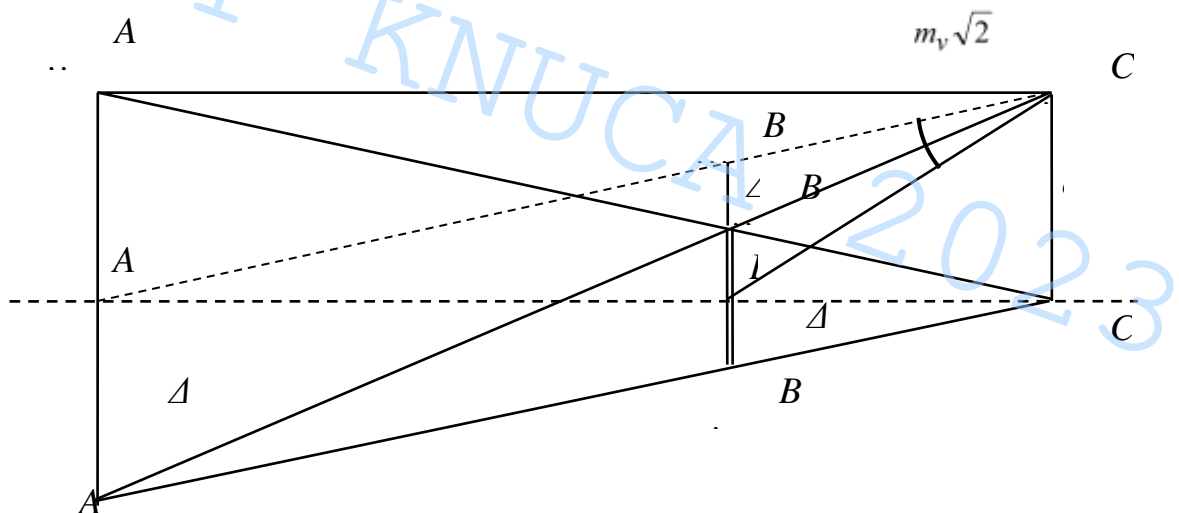


Рис. 5.7 Встановлення тахеометра на продовженні створа

При візуванні на точку A труба тахеометра займе азимутальний напрямок з СКП m_v . Візування на точку B при незмінному азимутальному положенні труби виконують з тією ж похибкою.

Промінь відхилиться від істинного положення на величину Δ і може співпасти послідовно з точками A і B , при цьому вісь обертання інструмента буде знаходитись в стороні від створу.

$$e_n = \Delta \frac{S_1}{S_1 - S_2}.$$

СКП цієї величини з врахуванням похибок візування буде,

$$m_{e_n} = \sqrt{2} \frac{S_1 S_2}{S_1 - S_2} \frac{m_v}{\rho}.$$

При встановленні тахеометра намагаються досягти в першому напівприйомі відхилення візирного променя від другої точки створу на величину не більше $2m_{e_n}$.

На точність встановлення інструмента в створі впливають: колімаційна похибка труби, нахил горизонтальної осі обертання труби, нахил осі обертання інструменту і зовнішні умови (головним чином бокова рефракція). Необхідно передбачити всі умови для зменшення впливу цих похибок.

В створі між точками A і B (рис. 5.8), тахеометр можна встановити з дуже малим відхиленням e_c в точці D . Після візування на точку A і побудови кута рівного 180° з точністю, що дорівнює точності вимірювання кута, внаслідок неминучої похибки візирний промінь може мати напрямок DB а не DB' , відхилившись на малий кут ε .

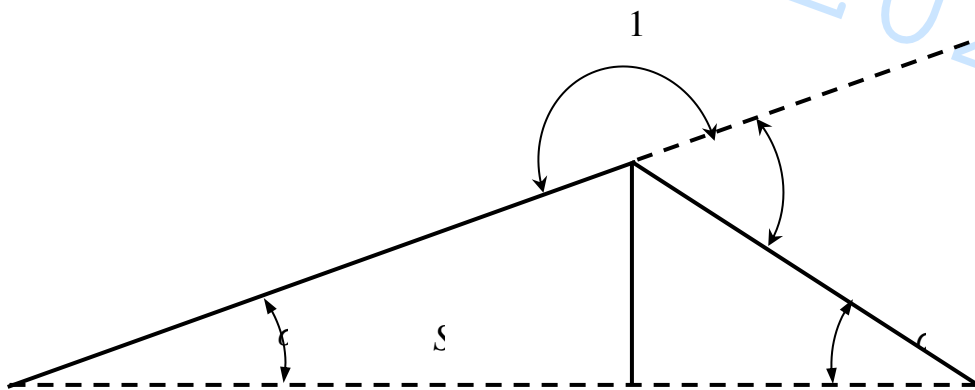


Рис. 5.8. Встановлення тахеометра в

Позначимо через S_1 і S_2 відстані від інструмента до точок A і B , а через σ_1 і σ_2 — кути редукції в точках A і B ,

$$\varepsilon = \sigma_1 + \sigma_2.$$

При малих значеннях кутів

$$\varepsilon'' = \rho \left(\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} \right) e_c, \text{ а } e_c = \frac{\varepsilon''}{\rho''} \left(\frac{S_1 S_2}{S_1 + S_2} \right).$$

Середня квадратична похибка

$$m_{e_c} = \frac{m_{\varepsilon''}}{\rho''} \left(\frac{S_1 S_2}{S_1 + S_2} \right).$$

Практично інструмент встановлюють в створ методом послідовних наближень. Інструмент приводять в робоче положення, відкладають кут рівний 180° , і дивляться в трубу, чи проходить візирний промінь через іншу точку створу. Якщо цього немає, вимірюють кут відхилення від створу і обчислюють за формулою величину e_c на яку тахеометр пересувають по головці штатива в сторону створу.

На точність встановлення інструмента в створі впливають: колімаційна похибка труби, нахил горизонтальної осі обертання труби, нахил осі обертання інструменту і зовнішні умови (головним чином бокова рефракція). Необхідно передбачити всі умови для зменшення впливу цих похибок.

Для розмічування точок в важкодоступних місцях, коли інші методи застосовувати неможливо, застосовують метод вільної станції.

При відсутності можливості безпосереднього встановлення в створ або на продовженні створу, встановлення виконують в координатному режимі. Методом зворотної лінійно-кутової засічки мінімум від 3-х пунктів визначають координати вільної станції.

При детальному розмічуванні будівельних конструкцій та встановленні конструкцій в проектне положення може застосовуватись метод бокового нівелювання (рис. 5.9). Перетин точки С лінії АВ з конструкцією визначають відкладанням від точок А та В відрізка l , при цьому одержують лінію А'В', яка паралельна АВ. Над точкою А' встановлюють тахеометр і перехрестя ниток наводять на точку В'. До конструкції в горизонтальному положенні встановлюють рейку та переміщують її так, щоб відрізок був рівний l . П'ята рейки дасть положення точки С.

Рис. 5.10 Винос в натуру проектної позначки

При виносі на місцевість невеликого числа точок використовується метод горизонтального променя (рис. 5.10). Точка А закріплена і знаходиться на проектній висоті H_A . По заданому напрямку відкладають відстані l та відмічають на місцевості точки 1..n. Нівелір встановлюють поблизу середини АВ, беруть відлік по рейці в точці А. Потім рейку встановлюють в точку 1, так щоб відлік по рейці був рівний $h_1 = h_A - \Delta$. Положення п'яти рейки фіксують. Аналогічно визначають і інші точки.

5.3. Геодезичний контроль при зведенні ліфтових шахт

Основним нормативним документом, який регламентує вимоги до точності та якості зведення ліфтових комплексів є ГОСТ 22845-85 [12, 13]. В цьому стандарті вказано нормативні вимоги до точності дотримання геометричних параметрів ліфтових шахт та монтажу напрямних кабіни і напрямних противаги. У відповідності з цим документом встановлено вимоги до:

- відхилення від перпендикулярності внутрішньої поверхні стінок ліфтової шахти відносно горизонтальної площини підлоги (прямку) повинна бути не більше 30 мм;
- відхилення дійсних внутрішніх розмірів стінок шахти (в плані) від номінальних, що вказані в робочих кресленнях повинні бути не більше + 30 мм;
- різниця довжин діагоналей шахти в плані повинна бути не більше 25 мм;
- відхилення від симетричності сталевих закладних, що призначені для кріплення кронштейнів напрямних кабіни і противаги відносно загальної осі їх встановлення повинно бути не більше ± 10 мм.
- відхилення висотної позначки сталевих закладних деталей, що призначені для закріплення напрямних кабіни і противаги повинно бути не більше ± 80 мм;

- відхилення розмірів, які визначають положення сталевих закладних виробів, що призначені для кріплення обладнання ліфта, окрім того, яке вказане раніше, повинно не перевищувати ± 10 мм;

- відхилення розмірів отворів в підлозі машинного відділення і блочного приміщення від номінальних, що вказані в робочих кресленнях, повинно бути не більше +10 мм;

- відхилення розмірів між опорною поверхнею під буфер і рівнем чистої підлоги нижньої зупинки від номінальних, що вказані в робочих кресленнях повинні бути не більше 10 мм;

- відхилення від симетричності осі прорізу дверей шахти відносно вертикальної осі їх встановлення повинно бути не більше 10 мм.

При установці тьюбінгів у проектне положення стежать за тим, щоб зсув стінок верхнього тьюбінга відносно стінок нижнього тьюбінга не перевищував 10 мм, а відхилення шахти від вертикалі - 30 мм.

Якщо ліфтова шахта споруджується зі збірних елементів, то ліфтові тьюбінги встановлюють так, щоб габарит шахти на наступних ярусах, спроектований на горизонтальну площину, не виходив за межі відхилення від проектних осей більш ніж на 20 мм. Положення осей ліфтових тьюбінгів визначають промірами від розмічувальних осей, винесених на перекриття поверху. На кожному поверсі в безпосередній близькості від дверей шахти повинні бути винесені позначки чистої підлоги, по яких встановлюють пороги і портали.

Після установки кожного пояса перевіряють шахту по діагоналі, а горизонтальність поясів - за рівнем.

Основою геодезичного контролю ліфтових шахт служать осі ліфтової шахти, винесені на її прямику фарбою. Такі осі виносять при виконанні геодезичного контролю монтажу стін нульового циклу будинку.

При контролі висотного положення верху порогів ліфтових шахт за основу приймають висотну позначку верху перекриття ліфтового холу, ліфтової площадки кожного поверху будинку.

При монтажі висотних будинків необхідно вирівнювати монтажний горизонт кожного поверху будинку не від умовного горизонту, а від проектного, що виноситься від реперів висотної геодезичної основи будинку.

Виконавче геодезичне знімання вертикальності стін ліфтових шахт виконується від тієї ж основи, що створюється для контролю їхнього монтажу. Однак монтажні організації часто застосовують для знімання ліфтових шахт шаблони з дротяними висками, які розміщуються по кутах шахти.

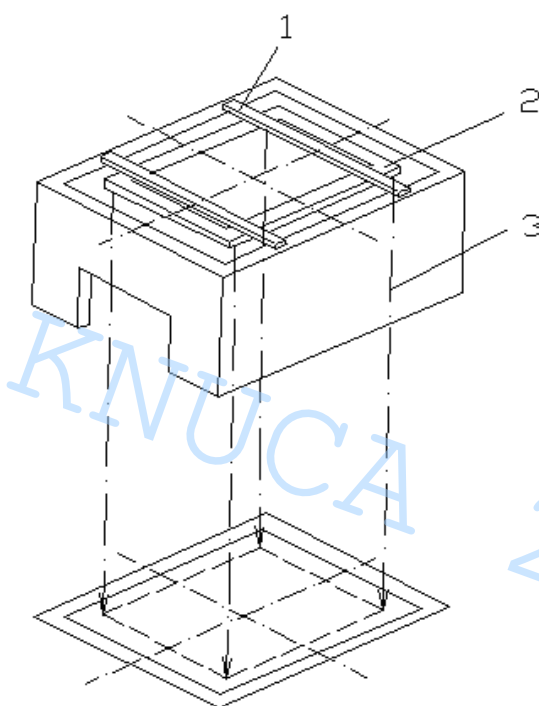


Рис. 5.11. Шаблон для вивіряння шахти 1 – балка, 2 – шаблон, 3 – висок

Такий прийом рекомендований у технічній літературі, що розрахована на фахівців організацій, зайнятих монтажем ліфтового устаткування. Але для контролю шахт висотних будинків ці рекомендації не мають достатнього теоретичного обґрунтування. Експериментальні дослідження показали, що виски, встановлені в ліфтовій шахті великої висоти, мають горизонтальні переміщення, а їхні нитки, на яких вони підвішені, вигини. Такі вигини і коливання мають різну амплітуду залежно від інтенсивності повітряних потоків, що виникають у шахті. Спроби стабілізувати виски установкою їх у ємності із рідиною не усувають

довгоперіодичних коливань висків і короткоперіодичних коливань їхніх ниток. Отже, геодезичне обґрунтування виконавчого знімання шахт у вигляді висків не завжди може забезпечити необхідну точність вимірів, особливо при зведенні висотних будинків.

Найкращим варіантом контролю положення ліфтової шахти визнано використання лазерних ПВП, що встановлені на нижньому поверсі ліфтової шахти і утворюють чотирикутник. Від кожного лазерного променя виконують відповідні контрольні виміри до контрольних точок ліфтової шахти (рис. 5.12).

Кількість контрольних точок може бути збільшена в залежності від розмірів ліфтової шахти та її форми.

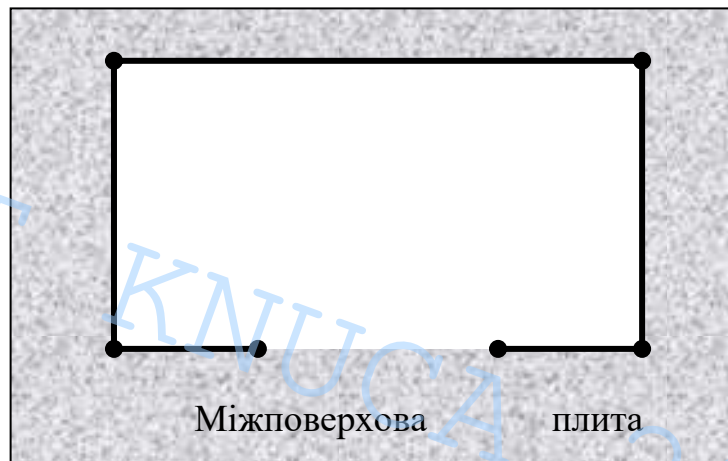


Рис.5.12. Схема розташування контрольних точок ліфтової

Геодезичне знімання виконують від вертикалей, що задаються, за допомогою ПВП. При зніманні за повною схемою прилади встановлюють по чотирьох кутах ліфтової шахти так, щоб лінії, що з'єднують точки, де встановлені прилади, утворили правильний чотирикутник. Підтвердженням правильності побудови чотирикутника служить рівність його діагоналей.

При зніманні за скороченою схемою прилад встановлюють в одній точці. У цьому випадку стає неможливим визначити такі параметри положення стін шахти, як розворот або кручення, внаслідок лише однієї базисної вертикалі. Однак таке знімання доводиться робити, коли не можна ввійти в шахту через відсутність у ній спеціальних настилів. При цьому прилад розташовують ближче до центра дверного прорізу шахти так, щоб можна було виміряти відстані від вертикалі до стін шахти, не заходячи в

неї. У цьому випадку до кожної стіни шахти приставляють рейку і беруть відліки.

Виконаємо попередній розрахунок точності визначення координат контрольних точок.

Похибки координат точки спостережень отримують через похибки орієнтування приладу в точці спостережень за зображеннями лазерних променів на рейках 1, 2. Відповідно до цього розрахуємо похибку визначення координат на рейці 1. Отже до похибки визначення координат точки лазерної плями на рейці:

$$m_{ВИХ1} = \sqrt{m_{X1}^2 + m_{Y1}^2} - \text{похибка вихідних даних, викликана похибками в}$$

побудові геодезичної основи або монтажного базису на першому поверсі ліфтової шахти;

$$m_{ВИХ1} = \sqrt{m_{X1}^2 + m_{Y1}^2} - \text{похибка центрування лазерного приладу}$$

вертикального проектування;

$$m_{ПР4} = 0.27 + 0.0141H - \text{похибка проектування точки на монтажних}$$

горизонт;

$$m_{\phi1} = 0,5H^{-5} + 1 - \text{похибка фіксації положення лазерної плями на рейці};$$

Для отримання похибки координат лазерної плями на рейці отримаємо наступний вираз для розрахунку точності:

$$m_{ПЛ1} = \sqrt{m_{ВИХ1}^2 + m_{Ц1}^2 + m_{ПР1}^2 + m_{\phi1}^2} \quad (5.1)$$

Виконаємо попередній розрахунок точності визначення координат контрольних точок. Результати розрахунків зведемо до табл. 19.

Таблиця 19

Розрахунок точності визначення координат контрольних точок

Висота споруди Н, м	$m_{ВИХ}$	$m_{Ц}$	$m_{ПР}$	m_{ϕ}	$m_{ЕІ}$
40	0,5	0,5	0,8	1,2	1,6
80	0,5	0,5	1,4	1,4	2,1
100	0,5	0,5	1,8	1,5	2,4

У відповідності до ГОСТ такий метод контролю геометричних параметрів ліфтових шахт дозволяє забезпечити визначення:

- відхилення дійсних внутрішніх розмірів стінок шахти в плані $+30$ мм, різниця діагоналей 25 мм;
- відхилення від симетричності сталевих закладних виробів відносно загальної вертикальної осі ± 10 мм;
- відхилення від симетричності осі отвору дверей шахти відносно загальної вертикальної осі ± 10 мм.

За результатами контрольних вимірювань складають схему виконавчого знімання згідно з ДБН [1].

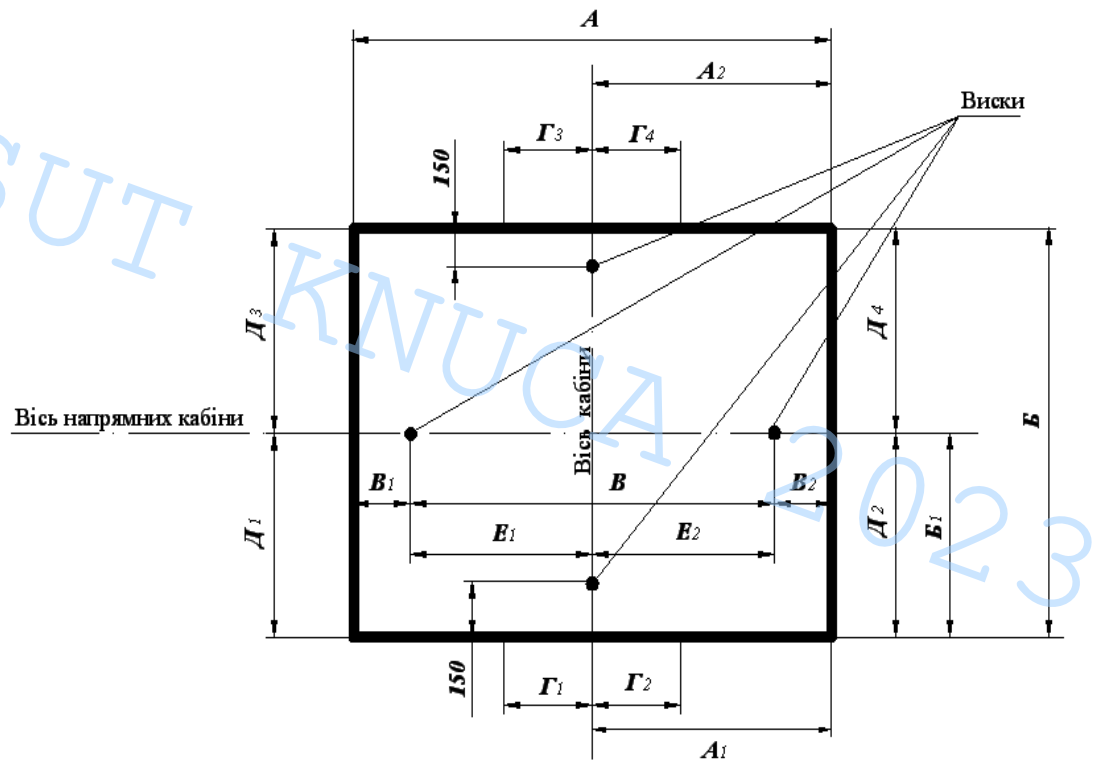


Рис. 5.14. Схема контрольних вимірювань ліфтової шахти

A , B - розміри, що визначаються монтажним кресленням. Розмір B дорівнює відстані між напрямними кабіни мінус 50 мм; A_2 , G_3 , G_4 - розміри для ліфта з прохідною кабіною; E_1 , E_2 - розміри для ліфта з розсувними дверима шахти

Іноді складають виконавчі схеми вертикальних розрізів шахти, які дають більш наочне представлення про величину відхилень її розмірів від

проекту. Габаритні лінії конструкцій на таких розрізах орієнтують так, щоб відхилення убік звуження шахти були однаковими по обидва боки.

Необхідно особливо підкреслити, що придатність шахти до монтажу устаткування можна встановити тільки при одночасному виконанні двох вимог: вертикальності і розмірів перерізів. Дотримання однієї вимоги недостатньо.

Якщо відхилення позитивні то шахта придатна для монтажу. Негативні значення відхилень вказують місце і величину необхідного виправлення для надання перерізу шахти необхідної форми і розмірів. Окрім того, виконується контроль ширини та співвідношенні дверного отвору кожного ярусу рис. 5.14 розміри $G1 - G2$, а у випадку прохідної kabіни $G1 - G4$.

6. ВИКОНАВЧЕ ЗНІМАННЯ

6.1. Геодезичний контроль будівельно-монтажних робіт

У процесі зведення споруд, монтажу конструкцій та прокладки інженерних мереж будівельно-монтажною організацією (генпідрядником, субпідрядником) варто проводити геодезичний контроль точності геометричних параметрів споруд, що є обов'язковою складовою частиною виробничого контролю якості.

Геодезичний контроль точності геометричних параметрів споруд полягає в:

1. геодезичній (інструментальній) перевірці відповідності положення елементів, конструкцій і частин споруд і інженерних мереж проектним вимогам у процесі їхнього монтажу і тимчасового закріплення (при операційному контролі);
2. виконавчому геодезичному зніманні планового і висотного положення елементів, конструкцій і частин споруд, постійно закріплених по закінченні монтажу (установки, укладання), а також фактичного положення підземних інженерних мереж.

Контрольовані в процесі виконання будівельно-монтажних робіт геометричні параметри споруд, методи геодезичного контролю, порядок і обсяг його проведення встановлюються проектувальником разом з інженером-геодезистом.

Геодезичний контроль точності геометричних параметрів споруд, у тому числі виконавчі геодезичні знімання на всіх етапах будівництва, варто здійснювати організаціям, що виконують ці роботи.

Планове і висотне положення елементів, конструкцій і частин споруд, їхня вертикальність, положення анкерних болтів і закладних деталей варто визначати від знаків внутрішньої розмічувальної геодезичної мережі або орієнтирів, які використовувалися при виконанні робіт.

Перед початком робіт необхідно перевірити незмінність положення пунктів мережі і орієнтирів.

Похибка вимірів у процесі геодезичного контролю точності геометричних параметрів споруд, у тому числі при виконавчих зніманнях інженерних мереж, повинна бути не більше 0,2 величини відхилень, що допускають будівельними нормами і правилами, державними стандартами або проектною документацією.

З вільної станції перевіряють проектне положення точок фактичне положення яких наносять на виконавче креслення. Допустимі відхилення розраховують за умови, що граничне допустиме відхилення для точок дорівнює:

$$\pm \delta = \frac{\Delta}{2} = 5 \text{ мм},$$

тоді для контрольних вимірювань,

$$\delta_K = \frac{\delta}{5} = 1,0 \text{ мм}.$$

За наявності прямої видимості контрольні виміри виконують з пунктів геодезичної мережі. Виміри виконують трьома наведеннями. Відхилення у вимірних відстанях від середнього не повинні перевищувати δ_K .

Результати геодезичної (інструментальної) перевірки при операційному контролі повинні бути зафіксовані в загальному журналі робіт.

При прийманні робіт з будівництва споруд і інженерних мереж замовник, що здійснює технічний нагляд за будівництвом, повинен виконувати контрольне геодезичне знімання для перевірки відповідності побудованих споруд і інженерних мереж їхньому відображенню на пред'явлених підрядником виконавчих кресленнях.

Всі зміни, внесені в проектну документацію у встановленому порядку, і допущені відхилення варто фіксувати на виконавчому генеральному плані.

6.2. Технологія виконавчих знімань та складання виконавчої документації

Виконавчому зніманню підлягають конструктивні елементи, від точності положення яких залежить виконання вимог до точності монтажу конструкцій на наступних етапах роботи.

Планове виконавче знімання виконується з пунктів геодезичної мережі та з “вільних станцій” – за допомогою комплексу електронного тахеометра. Висотне виконавче знімання положення конструкцій виконується методом геометричного нівелювання від пунктів висотної основи або “вільних станцій” методом тригонометричного нівелювання за допомогою електронного тахеометра.

Точність вимірів при виконавчому зніманні повинна бути не нижче точності виконання розмічувальних робіт. Контроль правильності виконання виконавчого знімання здійснюється вимірами у натурі відстаней між контрольними точками на елементах конструкцій і порівнянням їх з аналогічними відстанями за результатами знімання.

Результати виконавчого знімання будівельних конструкцій та елементів наносяться на виконавчі схеми. На них вказуються всі проектні розміри конструкцій, відстані між осями, проектні позначки, фактичні розміри

конструкцій, напрямки і величини відхилень елементів від проектного положення.

Виконавчі знімання здаються в 4-х екземплярах по блоках.

1. Для підшивки в документи на задачу конструктивного елементу;
2. Інспекторові технічного нагляду;
3. Геодезистові організації, що здійснює технічний нагляд;
4. Авторському нагляду;

Виконавчі знімання здаються не пізніше початку монтажу наступних конструктивних елементів. Виконавчі знімання повинні бути підписані виконавцем робіт (геодезистом будівельної організації, головним інженером та представником організації, що здійснює технічний нагляд).

Виконавчі схеми і креслення, складені за результатами виконавчого знімання, варто використати при приймальному контролі, складанні виконавчої документації та оцінці якості будівельно-монтажних робіт.

Графічне оформлення результатів виконавчих знімань варто здійснювати на основі стандартів із використанням при необхідності Правил накреслення умовних знаків на топографічних планах масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500.

7. КОШТОРИС

Всього всі процеси геодезичних робіт було розділено на 4 розрахунки:

- РОЗРАХУНОК №1 на створення опорної та зовнішньої геодезичних мереж і спостереження за її сталістю (згідно вимог ДБН В.1.3-2:2010, §§4,5,6,14);

- РОЗРАХУНОК №2 на виконання спостережень за деформаціями будинку, що споруджується та будівель і споруд, що знаходяться в зоні деформації (згідно вимог ДБН В.1.3-2:2010, §§4,6), Періодичність спостережень: 1 раз на місяць. Кількість циклів спостережень: 12. Всього: $2+12=14$ (2 первинних);

- РОЗРАХУНОК №3 на виконання контрольно-геодезичного знімання інженерних мереж (тепломережі, телефон, електромережі, водопровід, водовідвід, каналізація, 6 інженерних мереж по 150м кожна, 900м) (згідно вимог ДБН В.1.3-2:2010, §§7,13)

- РОЗРАХУНОК №4 на виконання детальних розмічувальних і контрольних інженерно-геодезичних робіт при будівництві житлового будинку (згідно до вимог ДБН В.1.3-2:2010, § 4.7).

Виконані розрахунки дозволили отримати загальні кошторисні показники.

1. Загальна вартість геодезичних робіт: розрахунок №1 (8237 грн.) + розрахунок №2 (25858 грн.) + розрахунок №3 (8154 грн.) + розрахунок №4 (1244572 грн.) = 1286821 грн.

2. Вартість геодезичних робіт за 1 м²: 1286821 грн. / 18765 м² (695м² x 27 поверхів) = 68,57 грн. /м²

Вартість геодезичних робіт по видам наведена в таблиці.

Таблиця

№	Найменування робіт	Обсяг	Вартість робіт, грн.	
			Всього	за 1 м ²
1	Створення опорної та зовнішньої геодезичних мереж і спостереження за її сталістю	Загальна площа поверху 525 м ²	7875	15
2	Спостереження за деформаціями	-//- 525 м ²)	21000	40
3	Контрольно-геодезичне знімання інженерних мереж	-//- (525 м ²)	6825	13
4	Виконання детальних інженерно-геодезичних і знімальних робіт при будівництві житлового будинку	-//- 525 кв.м x (26+1) =14175 м ²	992250	70
Σ:			1027950	72,50

Таким чином вартість інженерно-геодезичних робіт на 1 м² споруди склала 72,50 грн.

8. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

Геодезичні роботи виконуються в період денної видимості, з розрахунку забезпечення фронту будівельно-монтажних робіт не менш ніж на 3 зміни.

На об'єкті повинна працювати група геодезистів у складі:

Інженер-геодезист.....2 чол.

Технік-робочий..... до 6 чол.

Геодезичній групі повинно бути відведене місце для виконання обчислень, складання схем, зберігання технічної й виконавчої документації, приладів та устаткування. Прилади повинні зберігатися в сейфі й переноситися в штатних футлярах.

Геодезична група повинна забезпечити проектну точність зведення споруди і дотримання геометричних параметрів, закладених у проекті. Досягається це шляхом своєчасного забезпечення групи робочими кресленнями, розмічувальними даними, контролем за точністю будівельно-монтажних робіт.

Геодезичні роботи повинні виконуватися з дотриманням правил техніки безпеки праці (СНиП-111-IV-80*). Геодезисти і техніки повинні пройти вступний інструктаж з техніки безпеки, а також пройти інструктаж безпосередньо на робочому місці і при переході з одного виду роботи на інший.

Перебуваючи на будівельному майданчику, необхідно бути уважним до сигналів і руху транспорту, будівельних механізмів. Не ходити в місцях, не призначених для проходу. Дотримуватися правил протипожежної безпеки і дотримуватися виробничу дисципліну.

Забороняється перебувати в зоні дії баштового крана або автомобільного крана.

Забороняється робити лінійні виміри в місцях, де виконується електрообігрівання бетону.

При виконанні робіт на висоті більше 1 м, при відсутності на настилах огорожень, робітники повинні мати запобіжні пояси та для них повинні бути зазначені майстром або виконробом, місця кріплення запобіжного пояса.

При виконанні геодезичних робіт на відкритому повітрі забороняється виконувати роботи при сильному, поривчастому вітрі (силою 3 бала і більше), снігопаді, дощі, тумані, ожеледі.

Забороняється перебування людей на конструкціях, матеріалах під час їх підйому, переміщення та монтажу.

При монтажі різних конструкцій геодезичні прилади повинні бути встановлені на відстані полуторної висоти від елемента конструкції, що монтується. Виконуючи роботи на будівельному майданчику, геодезист повинен перебувати за межами небезпечної зони.

При введенні на будівництві нових прийомів праці або нового обладнання, геодезичні роботи повинні вестися відповідно до інструктивних вказівок, розроблених спеціально для цих випадків і затверджених у відповідному порядку.

Виконання заходів по техніці безпеки входить в обов'язки керівника будівельної організації, який зобов'язаний організувати щорічну перевірку знань геодезистами правил техніки безпеки.

ВИСНОВКИ

1. У бакалаврській роботі представлено проект геодезичного забезпечення будівництва житлової споруди, на прикладі житлової споруди висотою 24 поверхи, що розташована у місті Києві. Споруда відноситься до типу висотних, що вимагає детального підходу до розроблення проекту виконання геодезичних робіт.

2. В роботі розглянуто питання попереднього розрахунку точності геодезичних робіт при створенні та проектуванні внутрішньої геодезичної мережі, виконанні геодезичних розмічувальних робіт та контрольно-

виконавчого знімання. Точність робіт було розраховано за нормативними вимогами ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 «Виконання вимірювань, розрахунок та контроль точності геометричних параметрів. Настанова».

3. Зроблено рекомендації щодо закріплення пунктів геодезичної мережі та приладів для створення геодезичної мережі (точний електронний тахеометр) , перенесення координат пунктів на монтажні горизонти (прилад вертикального проектування, покроковим методом та цифровий нівелір з електронною рулеткою) та виконання розмічувальних робіт (точний електронний тахеометр).

4. Наведено методики ведення детальних розмічувальних робіт та технологічні допуски на виготовлення та встановлення елементів конструкцій та опалубки. Запропоновані методики узгоджено із точністю ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009. Для забезпечення точності розмічувальних робіт запропоновано методи контролю виготовлення елементів споруди. Виконано розрахунок точності для технології контролю зведення ліфтових шахт.

5. Виконано кошторисний розрахунок вартості геодезичних робіт, що включає не тільки геодезичні роботи при зведенні житлової споруди, а також і необхідний геодезичний моніторинг протягом року після завершення будівництва. Загальна кошторисна вартість склала 1 286 821 грн.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.1.3 - 07:2010. Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві. К., Мінрегіонбуд, 2010.
2. ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 «Виконання вимірювань, розрахунок та контроль точності геометричних параметрів. Настанова»
3. «Методичні рекомендації з виконання геодезичних робіт в будівництві», НДІБВ, 2011 р.;
4. Инструкция по нивелированию I, II, III, IV классов
5. СНиП 3.03.01-87 “Несущие и ограждающие конструкции”;
6. Пособие по производству геодезических работ в строительстве (к СНиП 3.01.03-84) Госстрой СССР - М., ЦИТЛ Госстроя СССР 1985 г.;
7. Инструкция по нивелированию I, II, III, IV классов. М., 1986;
8. Практикум по прикладной геодезии под редакцией Лебедева Н.Н. М.:Недра, 1977;
9. Справочник по инженерной геодезии под редакцией Видуева Н.Г., К.: Вища школа, 1978;
10. Справочное руководство по инженерно-геодезическим работам под редакцией Большакова В. Д. и Левчука Г. П., М.: Недра, 1980;
11. Інженерна геодезія: підручник / С.П. Войтенко. – К.: Знання, 2009.
12. Лифты электрические пассажирские и грузовые. Правила организации, производства и приемки монтажных работ ГОСТ 22845-85 М., Госстройиздат, 1986.
13. ВСН 210-80 Инструкция по монтажу лифтов. Министерство монтажных и специальных строительных работ СССР. М. 270 с.
14. МДС 11-19.2009. Временные рекомендации по организации технологии геодезического обеспечения качества строительства многофункциональных высотных зданий. Москва 2009.
15. Сытник В.С., Ключин Е.Б. Геодезический контроль точности возведения монолитных зданий и сооружений.- М.: Стройиздат, 1981.

16. Климов О.Д., Калугин В.В., Писаренко В.К. Практикум по прикладной геодезии. Изыскание, проектирование и возведение инженерных сооружений. – М.: ИД «Альянс», 2008. – 271 с.
17. Чмчян Т.Т. Геодезические работы на строительной площадке (жилищно-гражданские здания и сооружения). К., «Будівельник», 1979, 152 с.
18. Войтенко С.П. Інженерна геодезія: підручник / С.П. Войтенко. – К.: Знання, 2009. – 557с.
19. Ключин Е.Б., Михелев Д.Ш., Барков Д.П. и др. Практикум по прикладной геодезии: геодезическое обеспечение строительства и эксплуатации инженерных сооружений. – М.: Недра, 1993. – 275 с.
20. Сундаков Я.А. Геодезические работы при возведении крупных промышленных сооружений и высотных зданий М.: Недра, 1972 - 362с.

GISUT
КНУСА
2023