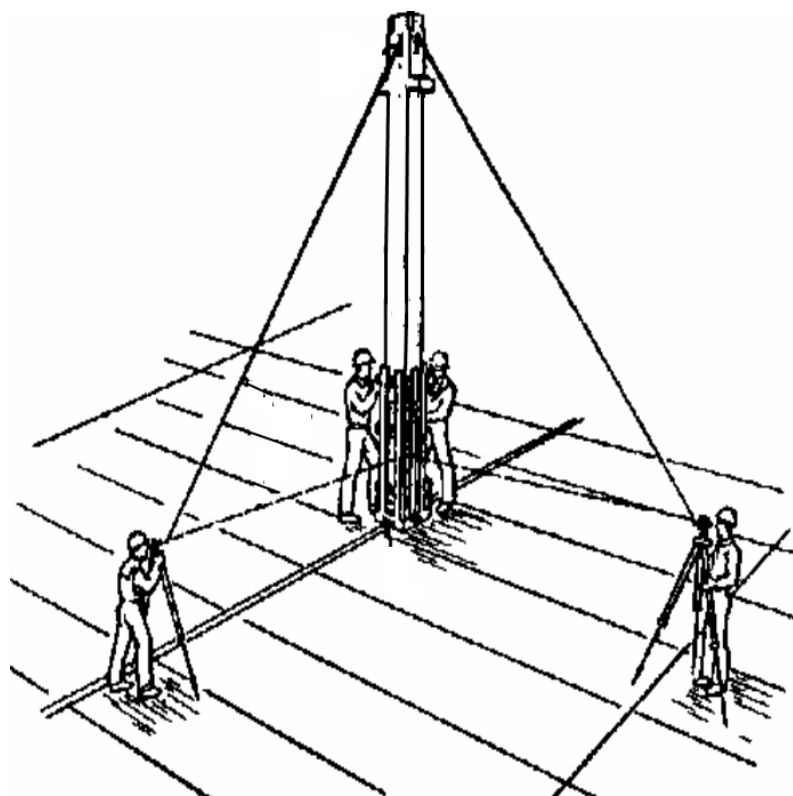


***ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ***  
***БУДІВНИЦТВА***  
***Частина 2***



Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

***ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
БУДІВНИЦТВА***

***Частина 2***

Навчальний посібник

Вінниця  
ВНТУ  
2014

УДК 528.482 (075)

ББК 38.115я73

Г35

Автори:

Ратушняк Г. С., Панкевич О. Д., Бікс Ю. С., Вовк Т. Ю.

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 11 від 26.06.2013 р.).

Рецензенти:

**І. Н. Дудар**, доктор технічних наук, професор

**М. Ф. Друкований**, доктор технічних наук, професор

**В. П. Ясній**, доктор технічних наук, професор

Г35

**Геодезичне забезпечення будівництва. Частина 2. : навчальний посібник / [Ратушняк Г. С., Панкевич О. Д., Бікс Ю. С., Вовк Т. Ю.] – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 99 с.**

В навчальному посібнику розглянуті геодезичні роботи при нульовому циклі будівництва, принципи виконання геодезичних робіт при розмічуванні споруд, геодезичне обслуговування монтажу споруд і технологічного обладнання, загальні відомості про деформації інженерних споруд та виконавчі геодезичні зйомки.

Призначений для студентів будівельних спеціальностей, рекомендується для самостійного та дистанційного навчання студентів.

Електронний варіант посібника розміщений на сайті кафедри теплогазопостачання ВНТУ, електронна адреса <http://tgp.vntu.edu.ua/>.

УДК 528.482 (075)

ББК 38.115я73

© Г. Ратушняк, О. Панкевич, Ю. Бікс, Т. Вовк, 2014

## ЗМІСТ

	ПЕРЕДМОВА.....	5
5	ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ ПРИ НУЛЬОВОМУ ЦИКЛІ БУДІВНИЦТВА.....	6
5.1	Класифікація осей будівель та споруд.....	6
5.2	Способи розмічування основних осей будівель та споруд і планового розмічування точки.....	8
5.2.1	Загальні вимоги до розмічування основних осей будівель та споруд.....	8
5.2.2	Спосіб полярних координат.....	9
5.2.3	Спосіб прямокутних координат.....	14
5.2.4	Спосіб прямої кутової засічки.....	15
5.2.5	Спосіб лінійної засічки.....	16
5.2.6	Спосіб створної засічки.....	17
5.3	Закріплення осей будівель та споруд на місцевості.....	19
5.4	Детальне розмічування елементів споруд при нульовому циклі.....	24
	Контрольні запитання для самоперевірки знань.....	36
6	ГЕОДЕЗИЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ МОНТАЖУ СПОРУД І ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	37
6.1	Завдання та зміст геодезичних робіт при виконанні монтажних робіт.....	37
6.2	Способи встановлення та вивірення конструкції у плані та по висоті.....	38
6.3	Побудова планової і висотної розмічувальної мережі на вихідному горизонті.....	42
6.4	Проектування розмічувальних осей на монтажні горизонти.....	44
6.5	Винесення будівельних осей на фундаменти.....	47
6.6	Геодезичні роботи при монтажі колон.....	48
6.7	Геодезичні роботи при монтажі технологічного обладнання.....	51
6.7.1	Геодезичні роботи при монтажі підкранових балок.....	51
6.7.2	Геодезичні роботи при монтажі підкранових рейок.....	54
6.8	Геодезичні розмічувальні роботи при монтажі ферм.....	55
6.9	Геодезичні роботи при монтажі крупнопанельних і каркасно-панельних будівель.....	56

	Контрольні запитання для самоперевірки знань.....	58
7	ГЕОДЕЗИЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ЗМІЩЕННЯМ І ДЕФОРМАЦІЯМИ СПОРУД.....	59
7.1	Загальні відомості про деформації інженерних споруд.....	59
7.2	Методи спостереження за осіданням споруди.....	63
7.3	Горизонтальні зміщення споруд та способи їх визначення.....	66
7.4	Вимірювання кренів споруд.....	69
	Контрольні запитання для самоперевірки знань.....	78
8	ВИКОНАВЧІ ГЕОДЕЗИЧНІ ЗЙОМКИ.....	79
8.1	Призначення та методи проведення виконавчих зйомок.....	79
8.2	Виконавча зйомка підземних інженерних комунікацій.....	88
8.3	Виконавча геодезична документація .....	92
	Контрольні питання для самоперевірки знань.....	95
	Список використаних джерел.....	96
	Словник.....	97

## ПЕРЕДМОВА

Проектування, будівництво та обслуговування будівельних об'єктів передбачає врахування природних та техногенних факторів на техніко-економічні характеристики споруд, їх надійність та довговічність. Якість будівництва визначається вдосконаленням технології будівельно-монтажного виробництва, невід'ємною складовою якого є геодезичні роботи. Прикладів техногенних катастроф та руйнації будівель і споруд внаслідок допущених помилок при їх проектуванні, будівництві та експлуатації більше ніж достатньо.

Проблема належної теоретичної й практичної підготовки фахівців для будівельної галузі пов'язана з отриманням ними знань з геодезичного забезпечення будівництва на всіх етапах його життєвого циклу. Розв'язання цієї задачі потребує відповідного методичного забезпечення навчального процесу, яке б сприяло розвитку інженерного мислення та актуалізації творчої самостійної діяльності в отриманні навичок та вмінь із рішення інженерно-геодезичних задач при проектуванні, будівництві та експлуатації будівельних об'єктів.

В даному навчальному посібнику викладено матеріали щодо геодезичної підготовки перенесення проекту будівництва на натуру та проектування вертикального розпланування будівельного майданчика. Розглянуто інженерно-геодезичні роботи при трасуванні лінійних споруд та загальні принципи виконання геодезичних робіт при розмічуванні споруд.

При викладенні матеріалу навчального посібника використано сучасну нормативну базу України, практичний досвід геодезичного забезпечення будівельно-монтажних робіт. Зміст навчального посібника відповідає навчальним планам підготовки фахівців за освітньо-професійною програмою напряму "Будівництво". Посібник призначений для активації самостійної роботи студентів та буде сприяти розвитку інженерного мислення в отриманні навичок та умінь з геодезичного забезпечення будівництва. В зв'язку з цим окремі положення мають специфічну методику викладання та супроводжуються прикладами, які роз'яснюють теорію та суть питань, що розглядаються.

Видання навчального посібника підготовлено колективом викладачів Вінницького національного технічного університету з врахуванням досвіду інженерно-геодезичної підготовки фахівців у провідних університетах України. Керівник авторського колективу – академік Академії будівництва України, заслужений працівник освіти України професор Г. С. Ратушняк.

Автори вдячні рецензентам за поради та зауваження, врахування яких сприяло покращенню змісту даного навчального посібника.

## 5 ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ ПРИ НУЛЬОВОМУ ЦИКЛІ БУДІВНИЦТВА

### 5.1 Класифікація осей будівель та споруд

**Вісь споруди** – це вісь, позначена на місцевості або нанесена на графічній документ чи задана просторовими координатами в цифровій моделі місцевості, визначає симетрію, форму, габаритні та розмічувальні розміри будівлі (споруди) [11].

Осі будинків та споруд поділяють на: **головні, основні та детальні**. В свою чергу їх поділяють на **поздовжні та поперечні** осі (рис. 5.1). Поздовжні осі прийнято позначати буквами українського алфавіту, поперечні осі – цифрами. На рисунку 5.1 поздовжні осі: А-А, Б-Б, В-В, Г-Г, Д-Д; поперечні осі: 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, 5-5.

**Головними осями** називаються осі симетрії будівлі або поздовжні осі лінійних споруд.

**Основними осями** називаються осі, що визначають форму та габаритні розміри будівель та споруд в плані.

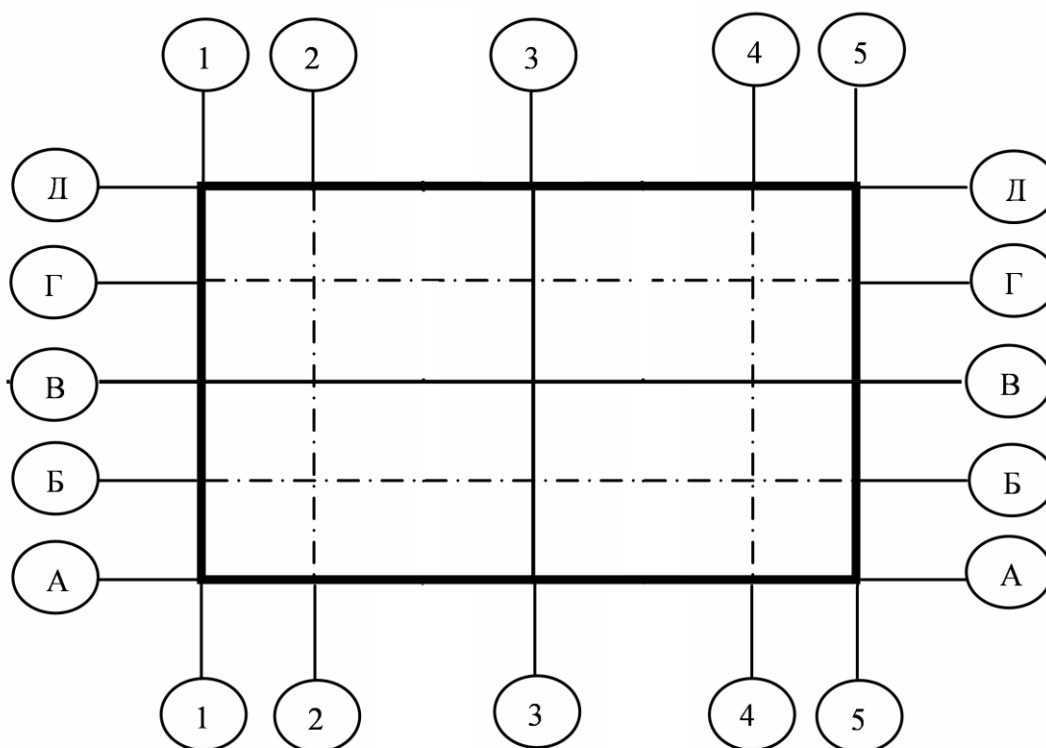


Рисунок 5.1 – Осі споруди: 3-3, В-В – головні осі, 1-1, 5-5, А-А, Д-Д – основні осі, 2-2, 4-4, Б-Б, Г-Г – детальні осі.

До **детальних осей** відносяться усі інші осі, які визначають планове положення окремих елементів конструкцій споруди.

Вихідними даними для розмічування головних осей слугують:

- генеральний план будівельного майданчика;

– робочі і розмічувальні креслення, забезпечені координатами будівельної сітки і координатами перетину поздовжніх і поперечних осей.

При розмічуванні осей як контроль використовуються розміри споруд.

Взаємне розміщення головних і основних осей визначається з точністю вищою, ніж похибка положення пунктів розмічувальної основи. Для цього від вихідних пунктів розмічувальної основи виносять на натуру тільки одну із основних осей, від якої надалі будують всі осі будинку або споруди.

Детальні осі розмічують від основних осей. Перетини осей утворюють точки, координати яких позначаються А/1, Д/1, А/9, Д/9 і т. д.

В практиці розмічувальних робіт основні і детальні осі можуть бути зміщені на деяку відстань. Такі зміщені осі називають паралелями.

Вісь споруди, відносно якої в розмічувальних кресленнях наведено дані для винесення споруди на натуру, називають **розмічувальною віссю**.

На забудованій території осі будинків та споруд розмічають відносно червоних ліній (рис. 5.2).

**Червоною лінією** називається лінія, яка проходить по зовнішній стороні фасадів будинків, обернених до проїзної частини (вулиці).

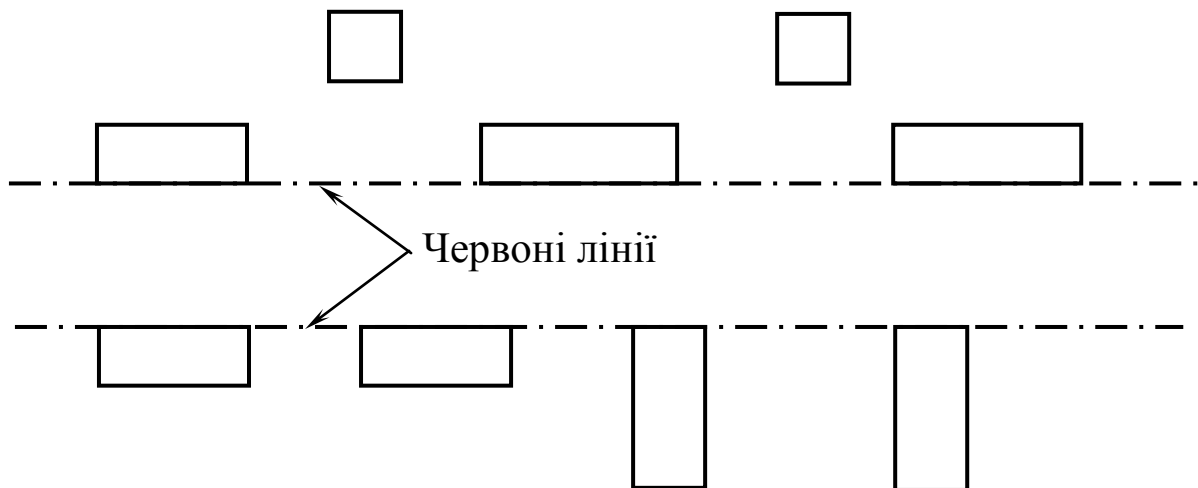


Рисунок 5.2 – Схема розміщення червоних ліній

На місцевості поблизу споруди розмічають і закріплюють точку на висоті нульового горизонту. Її називають **будівельним нулем** (рис. 5.3). Це значно спрощує подальші розмічування і встановлення елементів конструкцій на висоті.



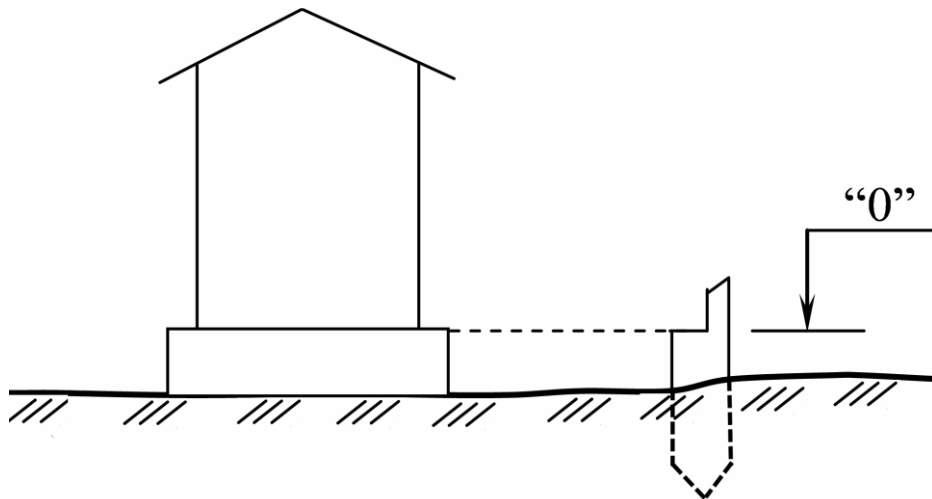


Рисунок 5.3 – Схема закріплення будівельного нуля

**Монтажним горизонтом** називають умовну площину на рівні низу монтованих елементів конструкцій. Як правило, це відповідає верхній позначці перекриття певного поверху споруди (наприклад горизонт монтажу колон, панелей і т. ін.).

Для встановлення елементів конструкцій по висоті на кожному монтажному горизонті закріплюють “висотні маяки”. **Висотним маяком** називають точку з максимальною позначкою в межах монтажного горизонту.

## 5.2 Способи розмічування основних осей будівель та споруд та планового розмічування точки

### 5.2.1 Загальні вимоги до розмічування основних осей будівель та споруд

Геодезична мережа, що створюється для перенесення проекту на натуру (червоні лінії, будівельна сітка) з прив'язкою до опорної геодезичної мережі, називається **геодезичною розмічувальною мережею будівельного майданчика**.

Розмічування на місцевості будівель та споруд виконують за принципом «від загального до часткового», тобто спочатку розмічують основні осі, які утворюють зовнішній контур будинку або споруди, а потім проміжні або додаткові.

Вихідними даними для розмічування основних осей будинків і споруд слугують:

- пункти геодезичної сітки;
- капітальні будинки і споруди;
- червоні лінії забудови;
- пункти будівельної сітки.

Для розмічування основних осей використовують робоче креслення будівлі, з якого роблять копію в будь-якому масштабі, де показують:

- розміри по осях;
- координати кутів будинків і споруд;
- вихідні геодезичні пункти лінії;
- необхідні кутові і лінійні величини для прив'язки осей до пунктів опорної геодезичної сітки.

Спосіб розмічування основних осей обирають, виходячи з умов місцевості, розмірів, типу споруди, яка потребує точності.

Найбільш часто використовують:

- способи прямокутних і полярних координат;
- способи кутової і лінійної засічки.

Розмічування запроєктованих будинків або споруд полягає у визначенні на місцевості їх характерних точок і ліній, по яких в процесі будівництва за допомогою простих пристосувань визначають положення всіх частин будинків і споруд.

Розмічування ведеться з пунктів геодезичної основи, що створена ще при зйомці місцевості для проектування або до початку будівництва.

Способи перенесення точок споруд на натуру аналогічні способам визначення положення точок при зйомці (способи полярних і прямокутних координат, кутової, лінійної і створної засічок, замкнутого прямокутника, проектного полігона і т. д.)

Спосіб розмічувальних робіт вибирають залежно від необхідної точності розмічування точки, наявності геодезичних пристроїв, умов місцевості, способу ведення будівельних робіт, кваліфікації персоналу.

Розрізняють методи: безпосереднього розмічування і редуціювання.

Метод безпосереднього розмічування полягає в безпосередній побудові розмічувальної величини з заданою точністю. Застосовують при роботах невеликої точності.

Метод редуціювання засновується на попередньому розмічуванні точки з положення, близького до проектного, та наступному її зміщенні в проектне положення. Застосовують на об'єктах, які потребують високої точності розмічування.

### **5.2.2 Спосіб полярних координат**

Застосовується на відкритій і порівняно рівній місцевості. Споруда поблизу геодезичної розмічувальної сітки.

При цьому потрібно побудувати заданий полярний кут  $\beta$  і довжину радіус-вектора  $d$ .

Значення кута  $\beta$  і довжину радіус-вектора  $d$  отримують розв'язанням оберненої геодезичної задачі (рис. 5.4) по координатах пункту геодезичної розмічувальної сітки  $P_1$  і проектної точки споруди  $C$  за формулами:

$$\operatorname{tg} \alpha_{P_1 C} = \frac{Y_C - Y_{P_1}}{X_C - X_{P_1}}, \quad (5.1)$$

$$d = \frac{Y_C - Y_{P_1}}{\sin \alpha_{P_1 C}} = \frac{X_C - X_{P_1}}{\cos \alpha_{P_1 C}}, \quad (5.2)$$

$$\beta = \alpha_{P_1 P_2} - \alpha_{P_1 C}. \quad (5.3)$$

Послідовність побудови точки  $C$  така:

- встановлюють теодоліт в пункті  $P_1$  і, суміщаючи відліки лімба та аліадади, зорову трубу направляють на пункт  $P_2$ ;
- відкріплюють аліададу і по лімбі, рухом аліадади, відраховують кут при КП, потім при КЛ, при кожному відкладанні кута будують лінію довжиною  $d$ ;
- шукана точка  $C$  буде по центру лінії  $C_1 C_2$ .

Кут  $CP_1 P_2$  – проектний кут  $\beta$ ,  $P_1 C$  – проектна відстань  $d$ .

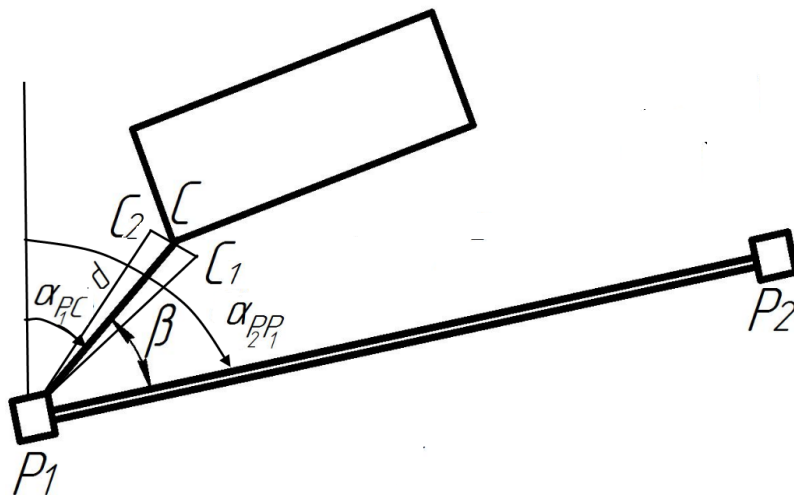


Рисунок 5.4 – Схема для розрахунку:  $\alpha_{P_1 P_2}$  – дирекційний кут сторін розмічувальної геодезичної сітки;  $\alpha_{P_1 C}$  – дирекційний кут напрямку  $P_1 C$  обчислений за формулою (5.1).

Основні похибки полярної побудови, не враховуючи похибки пунктів розмічувальної сітки  $P_1$  і  $P_2$ , центрування теодоліта і редуції візирних марок:

- похибка побудови проектного кута  $m_\beta$ ;
- похибка відкладання проектної відстані  $m_d$ ;
- похибка фіксації точки  $C$  на місцевості  $m_\phi$ .

Загальна середня квадратична похибка побудови точки  $C$  дорівнює

$$m_c = \sqrt{m_d^2 + m_\phi^2 + d^2 \frac{m_\beta^2}{\rho^2}}, \quad (5.4)$$

де  $\rho = 206265''$  – число секунд в радіанах;  
 $d$  – довжина лінії.

При перенесенні на натуру основних осей полярним способом підготовку початкових даних виконують графоаналітичним способом у певній послідовності.

1. Виконують розрахунок розмічувальних елементів.

Розрахунок розмічувальних елементів (рис. 5.5) полягає у багаторазовому розв'язуванні оберненої геодезичної задачі, що виконують в такій послідовності: визначають тангенси румбів (5.1) за координатами опорних геодезичних точок:

$$tgr_{P_1P_2} = \frac{Y_{P_2} - Y_{P_1}}{X_{P_2} - X_{P_1}};$$

$$tgr_{P_1D} = \frac{Y_D - Y_{P_1}}{X_D - X_{P_1}};$$

$$tgr_{P_2C} = \frac{Y_C - Y_{P_2}}{X_C - X_{P_2}};$$

$$tgr_{DC} = \frac{Y_C - Y_D}{X_C - X_D}.$$

За відомим значенням тангенса румба визначають величини румбів та дирекційних кутів відповідних напрямів. Наприклад,  $r_{P_1P_2} = \arctg(-1,5) = 56^\circ 18'$ . Назву румба та величину дирекційного кута  $\alpha$  визначають за знаками приростів координат.

Величину оберненого дирекційного кута деякого напрямку  $BA$  визначають за формулами

$$\alpha_{BA} = 180^\circ + \alpha_{AB} \text{ (при } \alpha_{AB} < 180^\circ); \quad (5.5)$$

$$\alpha_{BA} = \alpha_{AB} - 180^\circ \text{ (при } \alpha_{AB} > 180^\circ). \quad (5.6)$$

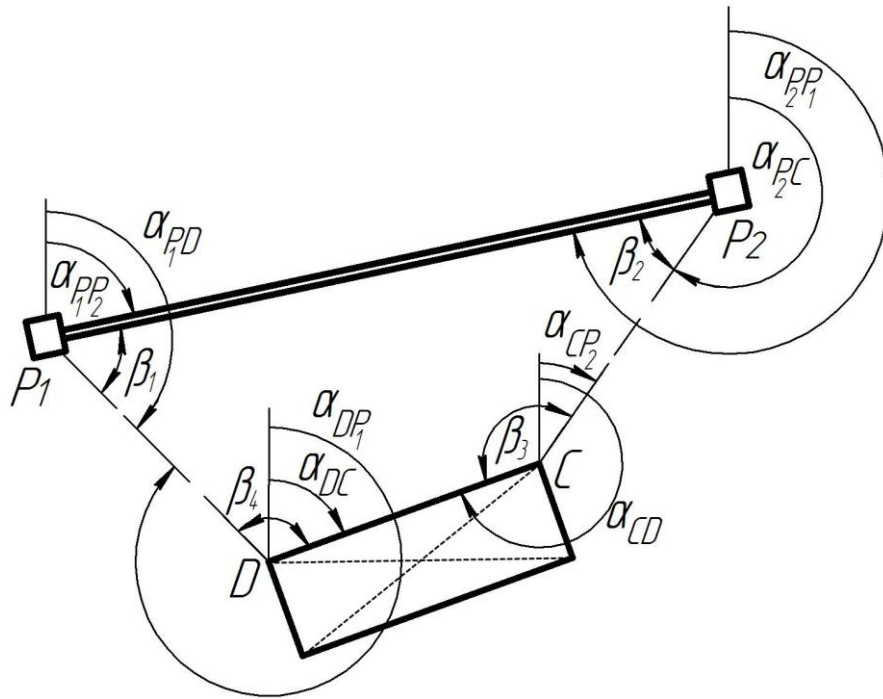


Рисунок 5.5 – Схема до визначення полярних координат і контролю обчислення дирекційних кутів

Визначають полярні кути  $\beta$  відповідних напрямів. Для схеми на рис. 5.5 полярні кути:

$$\begin{aligned}\beta_1 &= \alpha_{PD} - \alpha_{PP_2}; \\ \beta_2 &= \alpha_{P_2P_1} - \alpha_{P_2C}; \\ \beta_3 &= 180^\circ + \alpha_{P_2C} - \alpha_{CD}; \\ \beta_4 &= 180^\circ + \alpha_{DC} - \alpha_{PD}.\end{aligned}$$

Контролем визначення кутів для замкненого чотирикутника є рівність їх теоретичної  $\sum \beta_T$  та практичної  $\sum \beta_{np}$  сум:

$$\sum \beta_T = \sum \beta_{np}, \quad (5.7)$$

$$\sum \beta_T = 180^\circ (n - 2) = 360^\circ 00'; \quad (5.8)$$

$$\sum \beta_{np} = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4. \quad (5.9)$$

Визначають горизонтальні відстані (5.2). Наприклад, для схеми на рис. 5.5 для напрямку  $P_1D$ :

$$\begin{aligned}d'_1 &= d'_{PD} = (Y_D - Y_{P_1}) / \sin r_{PD}; \\ d''_1 &= d''_{PD} = (X_D - X_{P_1}) / \cos r_{PD};\end{aligned}$$

$$d_1 = d_{P_1D} = 0,5(d'_{P_1D} + d''_{P_1D}).$$

Точність визначення положення точки способом полярних координат оцінюють середньою квадратичною похибкою (5.4).

2. Складають розмічувальне креслення для винесення основних осей (рис. 5.6).

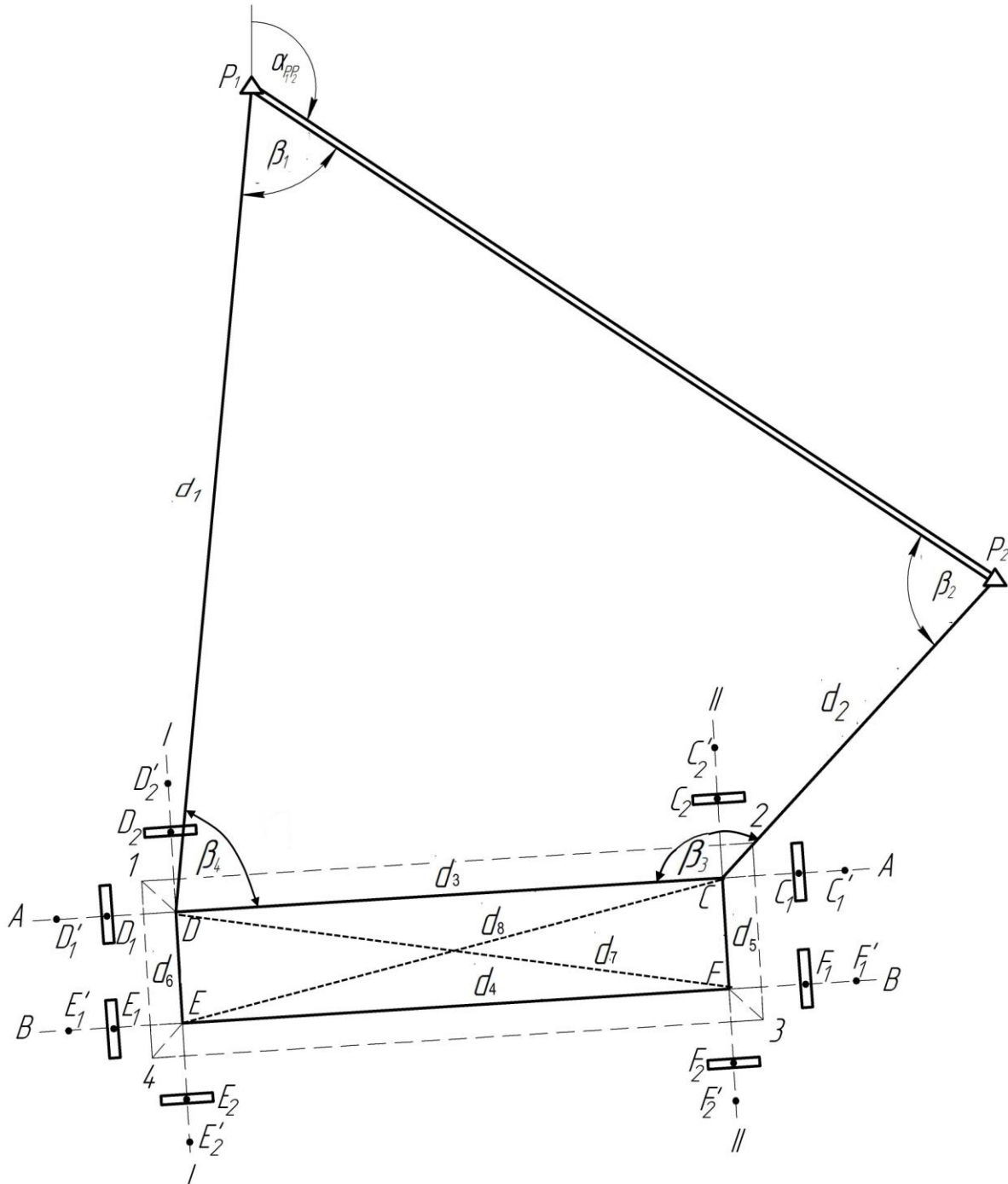


Рисунок 5.6 – Креслення розмічування основних осей

3. Виконують винесення основних і детальних осей будівлі (споруди) на місцевість.

Розмічування контурів будівлі виконують відповідно до вимог побудови проектних кутів і ліній на місцевості:

- переносять на натуру полярним способом точки  $C$  і  $D$  (рис. 5.6);
- роблять контроль їх розмічування вимірюванням кутів  $\beta_3$  і  $\beta_4$ , довжини лінії  $DC$  і зіставляють їх з розрахунковими даними;
- з точок  $D$  і  $C$  лінії  $DC$  при КП та КЛ встановлюють перпендикуляри і відкладаю по них відстані  $d_5$  та  $d_6$ , закріплюють точки  $E$  і  $F$ ;
- вимірюючи лінії  $d_3$ ;  $d_4$ ;  $d_5$ ;  $d_6$ ;  $d_7$ ;  $d_8$  і, зіставляючи їх з розрахунковими даними, роблять контроль винесення контурів будівлі на натуру.

4. Виконують розрахунок точності розмічувальних робіт.

Контроль розмічування осей будівлі повинен бути таким, щоб повністю виключити можливість залишити непоміченими неприпустимі помилки в розмічуванні.

5. Складають виконавчу схему розмічування.

Головні осі закріплюють на місцевості знаками, які мають бути надійними і забезпечувати збереження закріплення осей на весь період будівництва. Знаки встановлюються на відстані 3-5 метрів від вершин контуру будівлі.

### 5.2.3 Спосіб прямокутних координат

Застосовується за наявності на будмайданчику будівельної сітки або закріплених на місцевості червоних ліній забудови.

Для побудови точки уздовж сторони розмічувальної сітки  $P_1P_2$  відкладають відстань  $d_1$  (рис. 5.7).

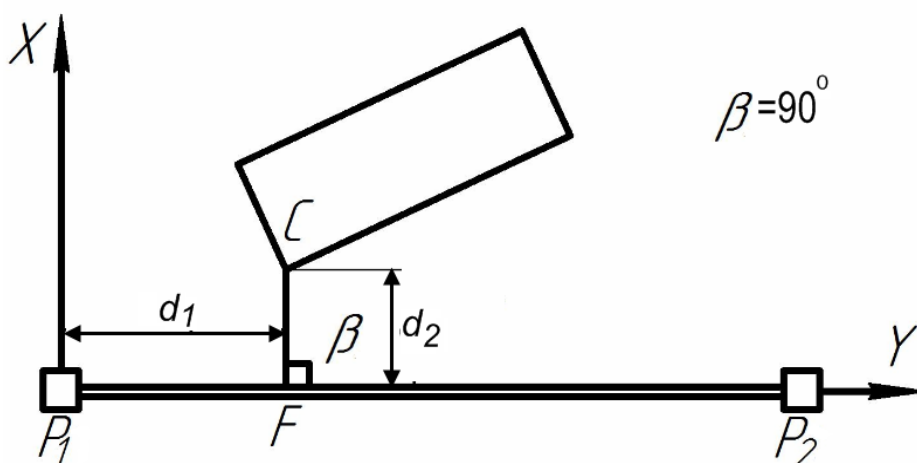


Рисунок 5.7 – Спосіб прямокутних координат

З кінцевої точки  $F$  відновлюють теодолітом перпендикуляр і в цьому напрямі відкладають відстань  $d_2$ . Координата точки  $C$ , тобто відстані  $d_1$  і  $d_2$  визначають за формулами:

$$d_1 = (x_c - x_{p_1}) \cos \alpha_0 + (y_c - y_{p_1}) \sin \alpha_0, \quad (5.10)$$

$$d_2 = (y_c - y_{p_1}) \cos \alpha_0 + (x_c - x_{p_1}) \sin \alpha_0, \quad (5.11)$$

де  $x_{p_1}, y_{p_1}, x_c, y_c$  – координати пункту розмічувальної мережі і проектної точки;

$\alpha_0$  – дирекційний кут лінії  $P_1P_2$ .

Перпендикуляр по довжині не повинен перевищувати довжину мірного приладу.

Джерела похибок при використанні способу прямокутних координат:

- похибки відкладання відстаней  $m_{d_1}$  і  $m_{d_2}$ ;
- похибка побудови прямого кута  $m_{90^\circ}$ ;
- похибка фіксації точки  $m_\phi$ .

Середня квадратична похибка

$$m_c = \sqrt{m_{d_1}^2 + m_{d_2}^2 + m_\phi^2 + d_2^2 \frac{m_{90^\circ}^2}{\rho^2}}, \quad (5.12)$$

де  $d_2$  – довжина перпендикуляра;

$\rho$  – число секунд в радіані ( $\rho = 206265$  с).

#### 5.2.4 Спосіб прямої кутової засічки

Застосовується за наявності місцевих перешкод, коли безпосередні вимірювання лінії неможливі або коли визначувані точки розташовані на різних рівнях і віддалені від опорних точок на значні відстані. Такі умови зустрічаються при будівництві мостів і гідроспоруд.

Суть способу полягає у тому, що положення точки  $C$  на місцевості визначається відкладанням кутів  $\beta_1$  і  $\beta_2$  від відомого базису (рис. 5.8). Значення кутів  $\beta_1$  і  $\beta_2$  визначають з розв'язку оберненої геодезичної задачі як різниці кутів дирекцій.

$$\beta_1 = \alpha_{P_1P_2} - \alpha_{P_1C}, \quad (5.13)$$

$$\beta_2 = \alpha_{P_2P_1} - \alpha_{P_2C}. \quad (5.14)$$

де  $\alpha_{P_1P_2}, \alpha_{P_2P_1}$  – прямий та зворотний дирекційні кути базисної сторони;



$\alpha_{P_1C}$ ,  $\alpha_{P_2C}$  – дирекційні кути сторін, що визначені шляхом розв’язування оберненої геодезичної задачі за відомими координатами пунктів  $P_1$  і  $P_2$  та проектними координатами точки  $C$ .

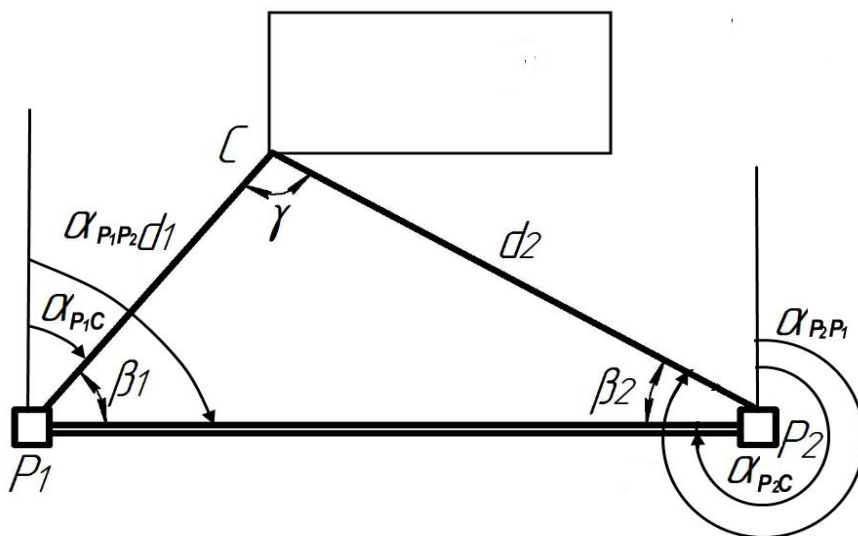


Рисунок 5.8 – Спосіб прямої кутової засічки

Точність побудови точки  $C$  залежить від похибок побудови кутів  $\beta_1$  і  $\beta_2$ . Середня квадратична похибка прямої кутової засічки з урахуванням фіксації на місцевості точки  $C$ .

$$m_c = \sqrt{m_\beta^2 \frac{d_1^2}{\rho^2} + m_\beta^2 \frac{d_2^2}{\rho^2} + m_\phi^2}. \quad (5.15)$$

Без урахування похибки фіксації точки  $C$

$$m_c = \frac{m_\beta}{\rho \sin \gamma} \sqrt{d_1^2 + d_2^2}, \quad (5.16)$$

де  $\gamma$  – кут, утворений двома дугами напрямків  $P_1C$  і  $P_2C$  з вершиною в точці їх перетину.

Дослідженнями встановлено, що найбільша точність побудови точки можлива при кутах  $\beta_1$  і  $\beta_2$ , рівних  $30^\circ - 40^\circ$ .

Для контролю і підвищення точності розмічування здійснюється з декількох пунктів (не більше 3 – 4).

### 5.2.5 Спосіб лінійної засічки

Застосовують на відкритому та порівняно рівному будівельному майданчику, коли відстані до проектованої точки від двох опорних точок не перевищують довжини мірного приладу, а кути будуть не менше  $40^\circ$  і не більше  $140^\circ$ .

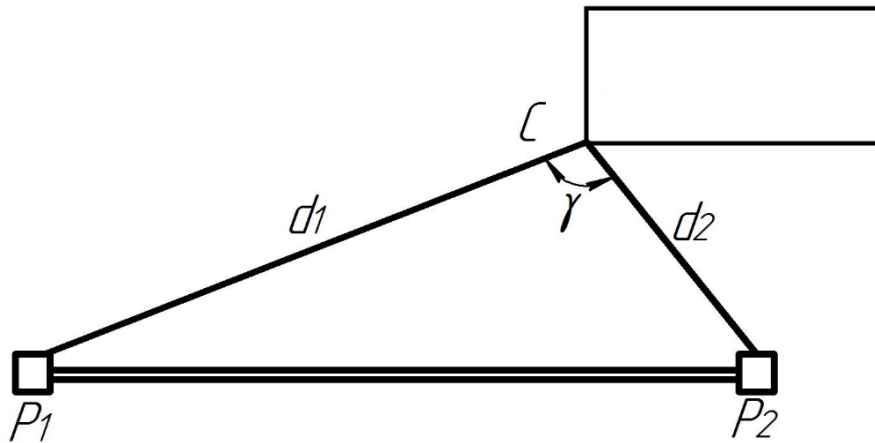


Рисунок 5.9 – Спосіб лінійної засічки

Значення сторін  $d_1$  і  $d_2$  обчислюють по координатах.

Беруть два мірні прилади. Нульові штрихи розташовують в точках  $P_1$  і  $P_2$ . Мірні прилади розтягують так, щоб вони перетнулися на відстанях  $d_1$  і  $d_2$ . Точка  $C$  фіксується на місцевості і контролюється від третьої опорної точки. Похибка не повинна перевищувати 1 – 2 см.

Вплив похибки відкладання відстаней визначається за формулою

$$m_c = \frac{1}{\sin \gamma} \sqrt{m_{d_1}^2 + m_{d_2}^2 + m_\phi^2}, \quad (5.17)$$

де  $m_{d_1}$  і  $m_{d_2}$  – середні квадратичні похибки відкладання відстаней  $d_1$  і  $d_2$ , якщо похибки їх побудови вважати рівними;

$m_\phi$  – похибка фіксації точки  $C$  на місцевості;

$\gamma$  – кут, утворений двома дугами радіусами  $d_1$  і  $d_2$  з вершиною в точці їх перетину.

### 5.2.6 Спосіб створної засічки

Завдяки простоті і високій точності широко використовується при розмічуванні промислових, гідротехнічних, житлових і інших споруд, де осі переважно перетинаються під прямим кутом.

Положення проектної точки  $C$  визначають в результаті перетину двох променів, які утворюються при візуванні по двох створах  $I-I$  і  $II-II$ . Створи будують одночасно двома теодолітами (рис. 5.10).

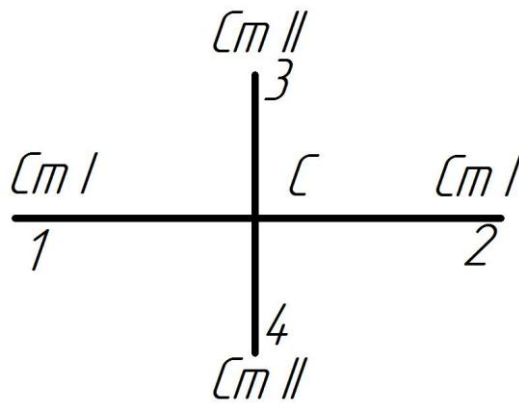


Рисунок 5.10 – Спосіб створної засічки

Контроль отримання точки  $C$  на місцевості виконують промірами на раніше винесені та закріплені точки споруди.

Координати точки  $C$  ( $X_C$  і  $Y_C$ ) можуть бути одержані з рівнянь:

$$\frac{X_C - X_1}{X_2 - X_1} = \frac{Y_C - Y_1}{Y_2 - Y_1}, \quad (5.18)$$

$$\frac{X_C - X_3}{X_4 - X_3} = \frac{Y_C - Y_3}{Y_4 - Y_3}, \quad (5.19)$$

де  $X_1, Y_1, X_2, Y_2, X_3, Y_3, X_4, Y_4$  – координати кінців двох пересічних створів  $I-I$  і  $II-II$ .

У способі створу важливе значення має центрування теодолітів, особливо в напрямках, перпендикулярних до заданого створу.

Точність винесених способом створу точок залежатиме від побудови створів, центрування і редуції, візування і фіксації на місцевості.

Точність визначення положення точки способом створної засічки оцінюють за середньою квадратичною похибкою

$$m_C = \sqrt{m_{cmI}^2 + m_{cmII}^2 + 2m_\phi^2}, \quad (5.20)$$

де  $m_{cmI}, m_{cmII}$  – середні квадратичні похибки побудови створів;

$m_\phi$  – похибка фіксації точки  $C$  на місцевості.

$$m_{cm} = \sqrt{m_n^2 + m_u^2 + m_p^2 + m_s^2 + m_{\phiок}^2 + m_{\phiн}^2}, \quad (5.21)$$

де  $m_n$  – середня квадратична похибка початкових даних;

$m_u, m_p, m_s, m_{\phiок}$  – середні квадратичні похибки відповідно центрування теодоліта, редуції візування цілі, візування та фокусування зорової труби;

$m_{en}$  – середні квадратичні похибки, що виникають внаслідок впливу зовнішніх умов. Найістотніша  $m_{en}$  – вплив бічної рефракції. В умовах будівельного майданчика через неоднакову температуру повітря по лінії візування  $m_{en}$  коливається в межах до 5 мм при довжині створу 300 м.

### 5.3 Закріплення осей будівель та споруд на місцевості

Осі на місцевості закріплюють спеціальними створними знаками, для чого застосовують: залізобетонні моноліти, металеві труби, обрізки рейок, скоби з рисками, закріплювані на існуючих будівлях, дерев'яні стовпи з цвяхом, забитим зверху тощо.

Кожну з точок осі закріплюють точками створів (рис. 5.11).

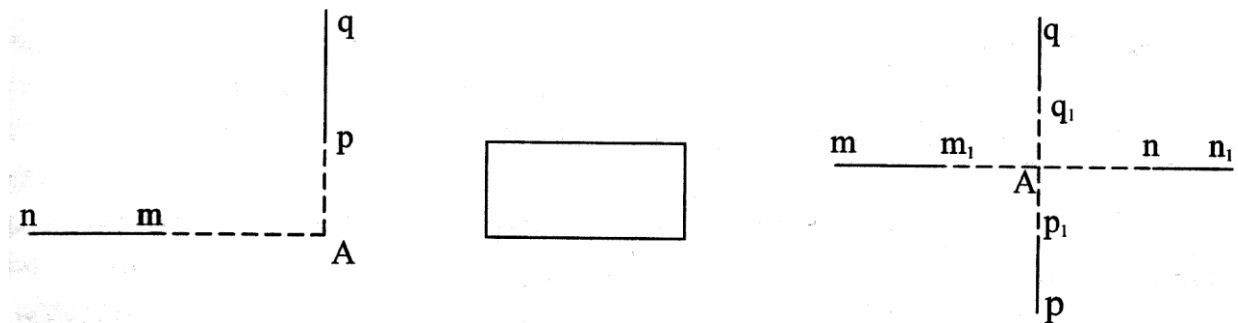


Рисунок 5.11 – Схема закріплення осей створними знаками

Найчастіше осі будівлі закріплюють на обносці, за допомогою якої зручно виконувати детальне розмічування будівлі.

**Обноска** – пристосування для розбивки будинку або споруди в натурі, що складається з дерев'яних, забитих у землю стояків, розташованих поза периметром будинку або споруди і з'єднаних між собою горизонтальними рейками, на яких позначаються цвяхами точки, через які протягується дріт для позначення осі споруди, будинку або окремих його частин (вікон, дверей тощо) [10]. Обноска забезпечує високу точність розмічування осей (12 мм між осями) завдяки сприятливим умовам для лінійних вимірювань.

Обноску влаштовують у вигляді:

- суцільної огорожі (рис. 5.12, а);
- створів з окремими стовпами (рис. 5.12, б);
- з окремих секцій (рис. 5.13 )

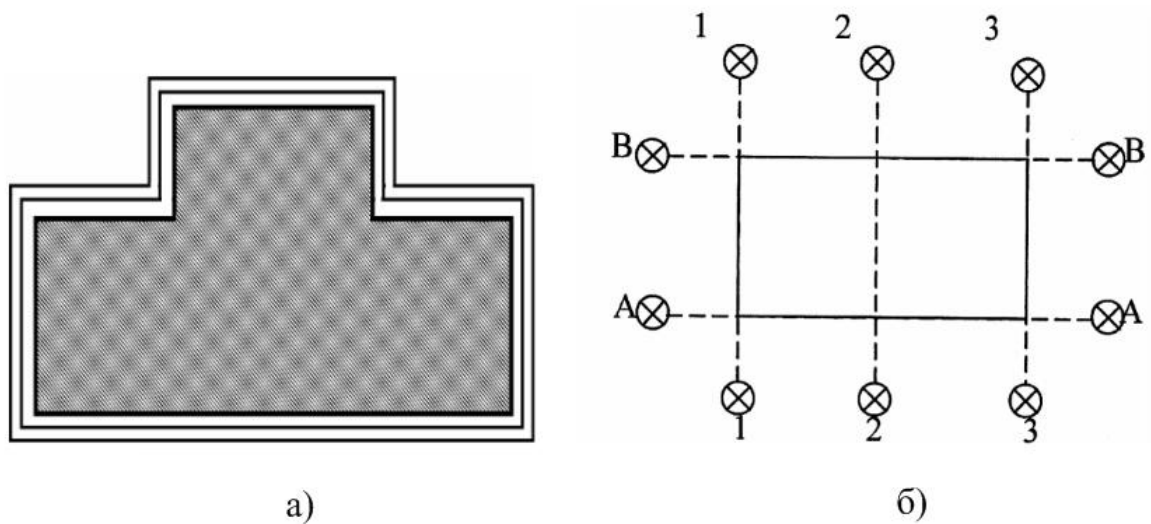


Рисунок 5.12 – Схема влаштування а) суцільної обноси при складній конфігурації будівлі; б) обноси у вигляді створів з окремими стовпами

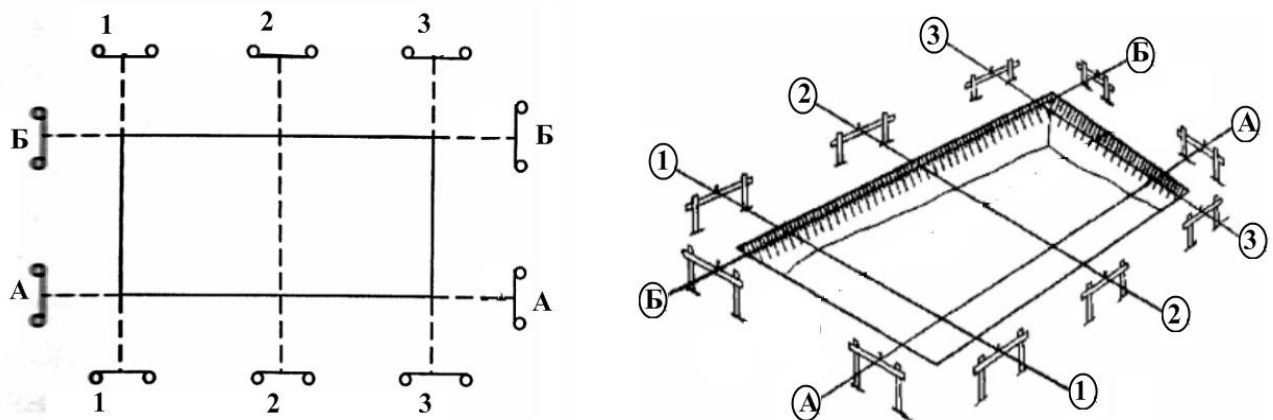


Рисунок 5.13 – Винесення осей на обносці у вигляді огорожі з окремих секцій

Обноска у вигляді суцільної огорожі (стовпи встановлюють через 3 метри) забезпечує детальне розмічування з найбільшою зручністю, і при складному розбитті вона необхідна (рис. 5.12, а). Найчастіше її виконують при влаштуванні монолітних фундаментів з великим об'ємом опалубних робіт, при складній конфігурації опалубки, при великій кількості встановлюваних анкерних болтів, закладних деталей, арматурних випусків. Влаштування обноси у вигляді суцільної огорожі ускладнює транспортний зв'язок з будівлею, що будується, потребує більшої кількості обрізаних дощок, що є недоліком.

Обноску з окремих секцій (розріджену) або створну встановлюють за напрямком основних і міжсекційних осей, температурних швів на відстані 18 – 24 м одна від одної. Такі обноси застосовують при влаштуванні

збірних і пальових фундаментів, а також при зведенні стовпчастих монолітних фундаментів, розташованих на відстані 12 м і більше один від іншого.

У практиці житлового будівництва широкого поширення набула інвентарна обноска, що складається з металевих якорів, які забиваються в землю на відстані 3 – 4 метри один від одного. У отвір якоря вставляється металевий стояк з горизонтальною трубчастою штангою. На штанзі кріпиться пересувна муфта, за допомогою якої фіксується положення осей.

#### **Порядок розмічування осей на обносці (рис. 5.14).**

- На відстані 3 – 5 метрів від вершин прямокутного контуру будівлі з кожної його сторони встановлюють секційну обноску.
- Встановлюють теодоліт в точці А і при КП наводять центр сітки ниток на точку В і проєктують її на обноску. Переводять трубу через зеніт і проєктують на обноску точку А1. Роботу повторюють при КЛ і у випадку незбігу міток, що зроблені олівцем, відстань між ними ділять навпіл і в середню точку забивають цвях.
- Аналогічно переносять вісь АС, а потім, встановивши теодоліт в точці Д, переносять на обноску осі ВД і СД.
- Одночасно з винесенням основних осей на обноску в тих же напрямках і на віддаленні від неї 1,0 – 1,5 висоти будівлі з кожної сторони закріплюють двома знаками точки 1, 2, 3, 4 і т. д. Для кращого читання осей проти кожного цвяха, що фіксує вісь, прокреслюють яскравою фарбою вертикальну лінію і крупним шрифтом пишуть назву осі.
- На забиті цвяхи навішують дрiт і за допомогою рулетки виконують детальне розмічування будівлі з винесенням всіх його внутрішніх проміжних осей.

Контроль винесення проміжних осей виконують повторним вимірюванням від протилежної зовнішньої осі будівлі. Сума відстаней між проміжними осями повинна дорівнювати загальній відстані між основними осями.

На перетині дротів подовжного і поперечного напрямів визначають точку перетину осей будівлі. Це перевіряють виском по раніше закріплених точках осей, причому вістря виска повинно розташовуватися над закріпленою точкою.

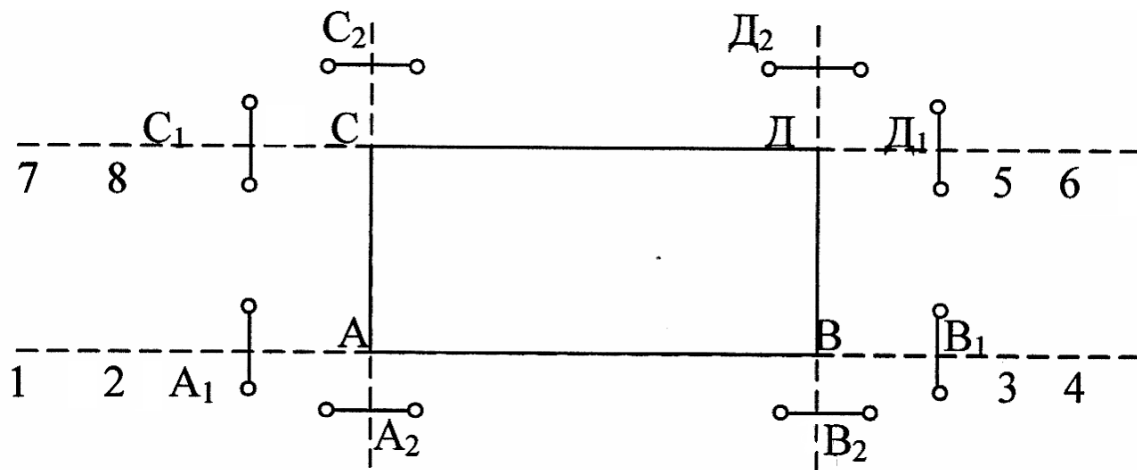


Рисунок 5.14 – Схема розмічування осей на обносці

До точності розмічування обноски висуваються такі основні вимоги:

1. Сторони обноски повинні бути встановлені паралельно поздовжнім і поперечним осям будівлі. Для забезпечення вимірювань після встановлення обноски з відносною похибкою 1:50000 відхилення сторін обноски від паралельного напрямку осі будівлі не повинно бути більше 22';
2. При будівництві обноски необхідно дотримуватись її прямолінійності. Для цього потрібно мірний прилад встановлювати в створі;
3. Обноска має бути горизонтальною, щоб при вимірюваннях не вводити поправки за нахил і щоб від мітки верхньої кромки обноски логічно було використовувати як тимчасові репери при геодезичному обслуговуванні. Дошки обноски необхідно встановлювати в горизонтальне положення за допомогою геометричного нівелювання.

Позначені на обносці осі не можуть забезпечити всі етапи зведення будівлі, оскільки у міру нарощування стін обноску вже неможливо використовувати. Тому для продовження геодезичного обслуговування будівництва осі повинні бути закріплені знаками, що встановлені за межами виконання земляних робіт, а в подальшому – всередині будівлі.

Не всі осі, винесені на обноску, підлягають закріпленню (переважно основні осі). Всередині будівлі осі закріплюють металевими знаками (обрізки арматури, металеві скоби тощо), які встановлюються в стінах або в фундаментах з врахуванням можливості розміщення над знаками штатива теодоліта.

Основні осі за межами влаштування котловану закріплюють постійними створними знаками у вигляді залізобетонних стовпів, у верхню частину яких закладають металеві стрижні з насічкою на поверхні. Такий знак слугує плановою опорною точкою та одночасно робочим репером.

Між створними точками проводять вимірювання та показують прив'язки до осей будівлі.

Окрім створних знаків на будівельному майданчику кожному будівлю закріплюють не менше як двома будівельними (робочими) реперами, а багатосекційні будівлі одним будівельним репером на дві секції. Робочі реperi доцільно поєднувати зі знаками зовнішньої розмічувальної мережі будівлі, споруди.

Робочі реperi закладають на глибину 1 – 1,2 м у вигляді забетонованих штирів, труб і дерев'яних стовпів, а також стінних марок різних конструкцій. Широко використовують під робочі реperi пробні палі, а також фарбування у вигляді горизонтальної лінії на колонах і стінах будинків. Робочий репер повинен перебувати на зручному для користування ним місці і давати можливість з одного положення нівелювати найбільшу площу будівельного об'єкта.

Від робочих реперів на стовпи обноси виносять постійні візирі – планки, на верхній обріз яких передають абсолютні або відносні відмітки, використовувані при ритті котловану.

Після виконання комплексу робіт із закріплення основних осей і установлення робочих реперів складають виконавчу схему (рис. 5.15).

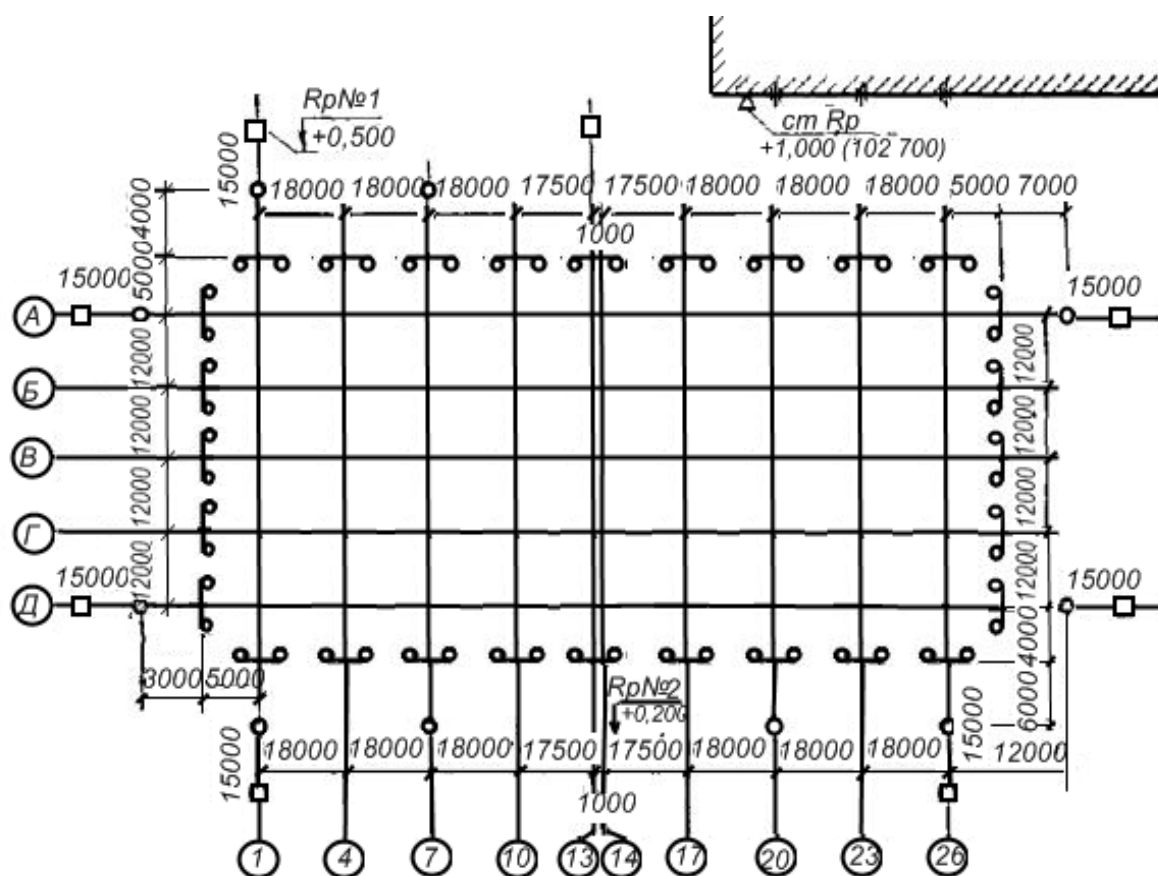


Рисунок 5.15 – Виконавча схема детального розмічування осей



На виконавчій схемі відображають:

- пункти будівельної сітки, від яких проведено розмічування будівель;
- обноску з розташуванням осей і з визначеними відстанями між ними за наслідками контрольних вимірювань;
- дані кутових і лінійних вимірювань;
- координати пунктів закріплення створу;
- знаки закріплення осей.

Закінчену і оформлену документацію здають по акту будівельному підрозділу.

#### **5.4 Детальне розмічування елементів споруд при нульовому циклі будівництва**

Детальне розмічування елементів споруди полягає у винесенні на обноску всіх його внутрішніх осей. Детальне розмічування при нульовому циклі будівництва включає:

- розмічування траншей і оглядових колодязів, підземних інженерних мереж;
- розмічування при спорудженні котлованів;
- розмічування при будівництві підкранових шляхів;
- розмічування при спорудженні фундаментів.

Одна з відповідальних операцій, від якої залежить якість будівельних і монтажних робіт, стійкість споруди в цілому – влаштування фундаментів. Тому при розмічуванні фундаментів необхідно дотримувати встановлену точність розмічування в плані і по висоті.

Методика виконання розмічувальних робіт залежить від типу і конструкції фундаментів, які бувають збірні стрічкові, монолітні стрічкові, палові, фундаменти під колони, в ковзній опалубці тощо.

#### **Розмічування траншей і оглядових колодязів, підземних інженерних мереж**

Інженерні мережі (водопровід, каналізація, тепломережі та ін.) виносять на натуру від опорних геодезичних пунктів. В плані інженерні мережі розмічують з відносною похибкою 1:2000. По висоті точніше розмічують самопливні трубопроводи. Уклони напірних трубопроводів розмічують з меншою точністю (відмітки визначають з похибкою  $\pm 1$  мм).

За даними проектного плану і поздовжнього профілю траси складається розмічувальне креслення. На кресленні вказують положення ділянки комунікації, що прокладається, пункти геодезичного обґрунтування й точки ситуації, які можуть бути використані при розмічуванні, відстані між характерними точками траси, а також всі дані з їх лінійних і кутових прив'язок. На основі розмічувального креслення

вносять на місцевість осі траси і характерні точки траси (центри колодязів, кути поворотів тощо) за допомогою найпростіших геодезичних побудов (полярних координат, перпендикулярів, лінійних засічок кутових засічок, створів). Положення характерних точок траси прив'язують до опорних геодезичних пунктів.

Якщо уздовж траси відсутні пункти геодезичного обґрунтування й опорні точки ситуації або їх дуже мало, то трасу розмічують від точок теодолітного ходу. Такий хід спеціально прокладають поблизу траси з розрахунком зручності виконання розмічувальних робіт. Від пунктів геодезичного обґрунтування в основному розмічують тільки кути повороту траси. Всі інші точки знаходять шляхом відкладення в створі відповідних проектних відстаней. Створ між кутами повороту задається теодолітом, відстані відкладаються мірним приладом або далекоміром.

При розмічуванні комунікацій, що йдуть поруч у кілька паралельних ниток (наприклад кабелів), виносять на місцевість осі двох крайніх. Для виконання земляних робіт трасу закріплюють кілками через 5 – 20 м. Одночасно із цим позначають грані траншеї. Враховуючи, що під час виконання земляних робіт при ритті траншей всі знаки закріплення осі траси будуть знищені, положення осі трубопроводів та колодязів закріплюють обноскою.

Обноска (рис. 15.6) складається із двох дерев'яних стовпів 1, закріплених на брівці траншеї, і прибитої до них на висоті 0,5 – 0,7 м від землі горизонтальної дошки 2. На дошку виносять вісь траншеї, а за необхідності — від її осі брівок і котловану колодязя. На дошці обноски фарбою підписують номер колодязя, пікетаж, діаметр труб, що прокладається.

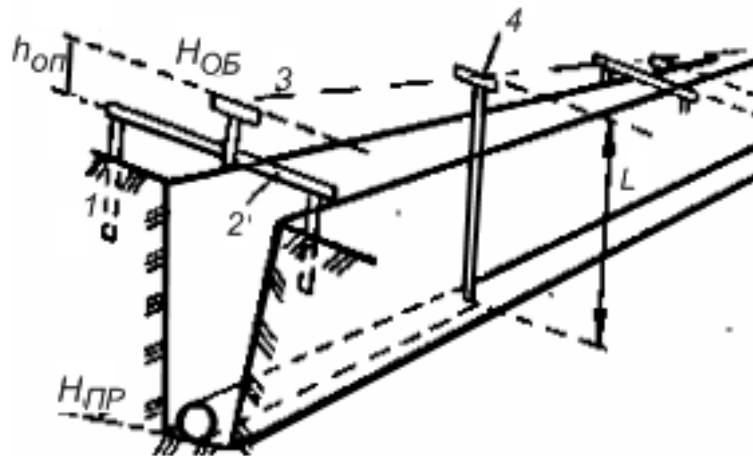


Рисунок 5.16 – Обноска для забезпечення риття траншеї

Якщо на даному колодязі змінюється діаметр труб, то пишуть два діаметри у вигляді дроби: у чисельнику – менший, а в знаменнику –

більший.

При ритті траншеї виникає необхідність зачищення її дна до проектної позначки. Цю роботу в багатьох випадках виконують з використанням візирок. На обносках закріплюють опорні візирки 3 таким чином, щоб площина, проведена через їхні верхні грані, була паралельна дну запроектованої траншеї з дотриманням проектного уклону. Глибину траншеї визначають за допомогою ходової візирки 4, верхня грань якої повинна розташовуватися в одній площині з верхніми гранями двох суміжних опорних візирок візуванням «на око», а п'ятка – на проектній відмітці дна траншеї. Вибравши зручну для роботи довжину  $L$  ходової візирки (звичайно 2,5; 3,0; 4,0 м), розраховують висоти установлення опорних візирок  $h_{оп}$  відносно верхньої грані дошки обносок. Відмітку дошки обносок  $H_{об}$  визначають шляхом прокладання уздовж траси нівелірного ходу. Якщо від обраної довжини ходової візирки відняти різницю висоти обносики  $H_{об}$  і проектної позначки дна траншеї  $H_{пр}$ , то отримують висоту опорної візирки на кожній обносці, тобто

$$h_{оп} = L - (H_{об} - H_{пр}). \quad (5.22)$$

Переміщаючи ходову візирку уздовж дна траншеї через 3 – 5 м, визначають проектні позначки, по яких остаточно зачищають дно траншеї. Аналогічно використовують спосіб візирок і при укладанні труб, з тією лише різницею, що при установленні на верх труби довжину ходової візирки зменшують на величину зовнішнього діаметра труби.

Способом візирок проектні позначки можуть бути визначені з помилкою 2 – 3 см. Однак цей спосіб не може забезпечити необхідну точність установлення проектних позначок на уклоні, менших 0,003. У цьому випадку всі розмічувальні роботи при укладанні труб і колодязів виконують за допомогою нівеліра. Нівеліром перевіряють укладання кожної труби, а в колодязів – відмітку лотка й верху з урахуванням розташування кришки колодязя на планувальній відмітці.

Планове положення труб визначають за допомогою нитяного виска, що переміщається по дроті, що з'єднує центри двох сусідніх обносок.

При будівництві трубопроводів використовують також лазерні прилади (візирі, теодоліти, нівеліри). Ці прилади дозволяють установлювати лазерним променем лінію заданого уклону, по якому визначають вісь траншеї та її глибину, а також роблять укладання труб. При ритті траншеї використовують спеціальні лазерні системи, що управляють робочими органами землерийних машин. При укладанні труб застосовують лазерні комплекти, до яких входять лазерні візирі; штативи, що дозволяють змінювати висоту променя лазера від 30 до 200 см, а також контрольні марки, що самоцентруються по осі трубопроводу. Застосування лазерних приладів особливо ефективно при будівництві самопливних трубопроводів великого діаметра (800 – 1500 мм).

Вводи підземних комунікацій у будівлю розмічують від її осей. Місце вводу позначають із зовнішньої сторони будівлі й від найближчого колодязя розмічують трасу вводу. У самопливних комунікаціях погоджують відмітки лотка колодязя з відмітками низу отвору, щоб забезпечити проектний уклон.

На промислових майданчиках внутрішньоцехові комунікації будуються, як правило, після закінчення будівництва фундаментів. Це дозволяє робити розмічування цих комунікацій не тільки від осей споруд, але й від граней і заставних частин фундаменту, що значно полегшує процес виконання розмічувальних робіт.

### **Розмічування при спорудженні котлованів**

Для розмічування на місцевості контурів котловану складають розмічувальне креслення, на якому зазначають розміри фундаментів, глибину їх закладання, а також всі поздовжні та поперечні осі будівлі. Вихідними даними при ритті котлованів є топографічні плани з нанесеними на них проектами споруд. Враховуючи значення нижніх граней котловану та прийнятих укосів, визначають положення верхньої бровки котловану.

Розмічування контурів споруд виконують по існуючій до початку робіт поверхні на місцевості. Лінію верхньої бровки закріплюють кілками, по яких натягують шнур або дріт.

Точки розмічування закріплюють на місцевості геодезичними знаками, які огорожують. Огородження фарбують яскравими смугами, що чергуються.

В процесі виконання робіт глибину котловану систематично перевіряють за допомогою постійних візирок, що прикріплені до стовпів обноси або опалубки, та переносних візирок, що встановлюються після проходження землерийних машин. Після закінчення роботи механізованої землерийної техніки перевіряють геометричні розміри й позначки котлованів, траншей та інших споруд.

При зведенні фундаментів і для укладання труб дно котловану або траншеї підчищають вручну. Для цього в дно забивають у шаховому порядку (приблизно через 2 м) кілки, на які переносять позначки й підписують величину вибирання (наприклад, "-2,5 см") або підсипання (наприклад, "+20 см").

При прийманні виїмок і насипів перевіряють розташування трас споруд у плані й профілі та геометричні розміри споруд, позначки брівок, дна, поздовжніх уклонів, розміри канав й інших водовідвідних пристроїв.

При прийманні виконаних земляних робіт складають акти й виконавчі схеми, на яких наносять фактичні позначки дна.

## Розмічування при спорудженні фундаментів

**Пальові основи.** Місця забивання паль визначають від точок перетину осей. Осі, що закріплені поза контуром котловану, переносять спочатку на верхню брівку, а потім на його дно. Послідовність розмічування місць заглиблення паль залежить від типу пальових полів, прийнятих схем заглиблення паль, напрямків руху копрових установок (установка для забивання або заглиблення паль).

При **однорядному розташуванні паль** (рис. 5.17, а) на дно котловану переносять всі основні осі (А, В, 1, 4 тощо). Детальні осі розмічують між основними на дні котловану й вибирають таким чином, щоб відстань між ними було не більша довжини застосовуваної рулетки. Основні та детальні осі закріплюють на обносках 2. Між рухомими марками 6 обносок (рис. 5.17, б), установленими в створах осей, натягають шнур і на дно котловану переносять точки перетину поздовжніх і поперечних осей будівлі.

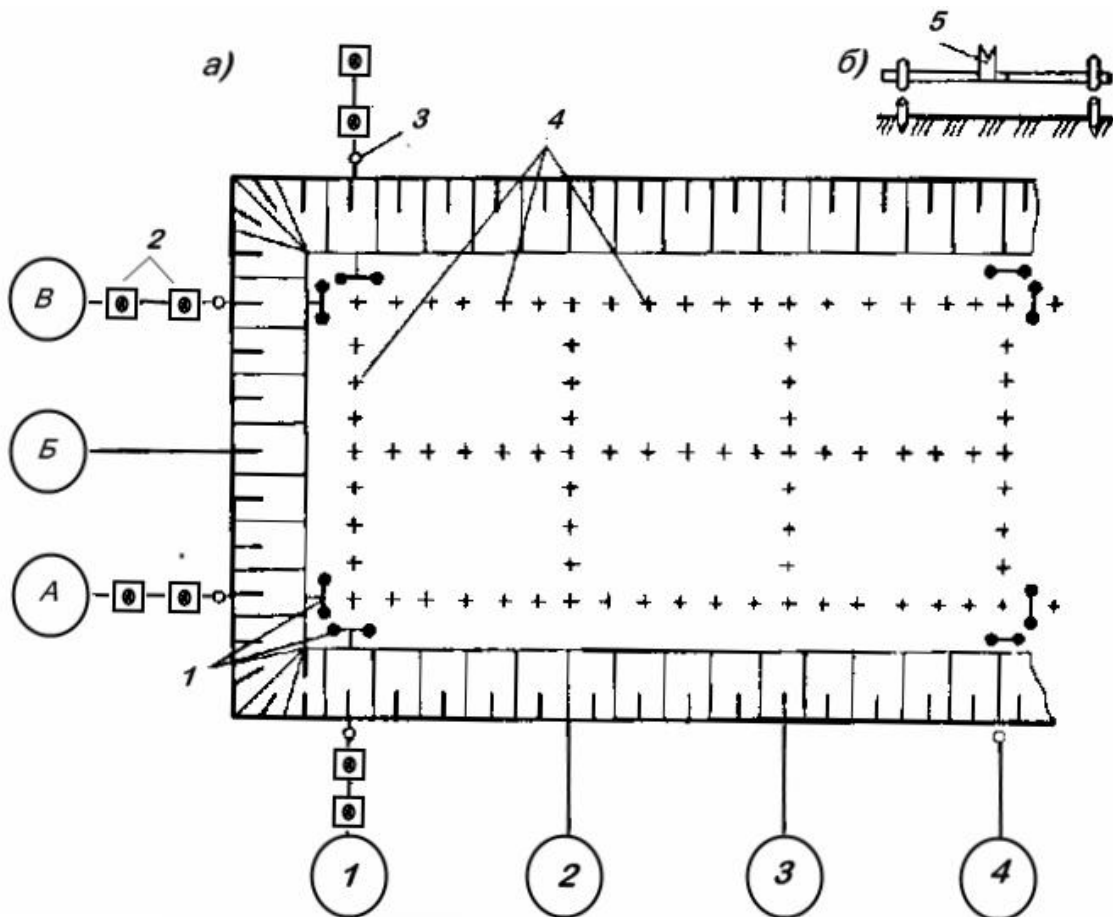


Рисунок 5.17 – Розмічування місць заглиблення паль при однорядному розташуванні (а) і обноска (б) 1 – точка закріплення осі на брівці котловану, 2 – обноска, 3 – знаки закріплення створів осей, 4 – місця заглиблення паль, 5 – вертикальна й горизонтальна штанги, 6 – рухома марка

Точки перетину маркують на верхньому торці кілка, що забивають врівень із землею. У створі однієї з осей натягають рулетку і при розташуванні палі по осі на проектних відстанях між палями забивають кілки 4, які фіксують місця їхнього заглиблення.

При розташуванні палі поза створами осей на відстані не більше 4 м місця заглиблення палі розмічують, відкладаючи по натягнутій в створі осі рулетки проектні відстані між палями. В отриманих точках «на око» ставляють перпендикуляри та другою рулеткою визначають місця заглиблення палі.

При *кущовому розташуванні палі* послідовність розмічування трохи змінюється. На дні котловану після закріплення основних осей на обносках визначають центри кущів палі. Відстані відміряють двома рулетками від створу, утвореного шнуром. Довгомірну рулетку натягають по одній осі між рухливими марками будівельних обносок. По марках іншої осі натягають шнур. На перетині рулетки і шнура визначають центр куща. Зберігаючи напрямок створів осей, за допомогою другої рулетки або метра визначають місце розташування кожної палі у кущі.

При розташуванні палі на відстані більше 4 м від осей паралельно винесеним на натуру осям розмічують лінії з зміщенням від створів осей на величину, рівну відстані від палі до попередньо винесених осей. Місця заглиблення палі визначають як при однорядному і кущовому розташуванні.

Для контролю за глибиною заглиблення на кожній палі від вістря до оголовка наносять поділки через 1 м. Метрові відрізки маркують яскравими рисками з відцифровкою метрів, а проектну глибину занурення – буквами ПГ.

Вертикальність заглиблення палі забезпечується встановленням напрямної стріли копрової установки в прямовисне положення. При використанні безрейкових копрів на базі тракторів і гусеничних кранів ґрунт планують під одну відмітку. Головки рейок для рейкових копрів виводять на однакові позначки. Прямовисність напрямної стріли вібраційних копрових заглиблювачів перевіряють теодолітами, а копрів з молотами й вдавлюючих заглиблювачів – важкими висками. Маса виска (в будь-якому випадку має бути більше 5 кг) залежить від довжини палі, що заглиблюють, і сили вітру. Якщо при заглибленні паля відхиляється від вертикального положення, роботу припиняють і виправляють положення стріли й палі.

На оголовки встановлених палі виносять проектну відмітку її зрізання. Після зрізання оголовків виконують виконавчу зйомку положення палі у плані. Зйомку роблять від створів ліній, паралельно зміщених від осей. Ці створи одержують переміщенням рухливої марки по поперечині обноски на величину, рівну діаметру палі плюс 100 мм. При розташуванні палі поза створами осей зйомку виконують безпосередньо від створів осей. Якщо вимірювання виконують до граней палі, то зміщення їхніх центрів

обчислюють таким чином.

Наприклад, проектна прив'язка центра палі до осі 1 (рис. 5.18) дорівнює 1250 мм, а до осі Б – 265 мм. Зміщення оголовка палі від проектного положення уздовж осі Б обчислюють за результатами вимірювань:

$$1250 - (1436 + 1040) / 2 = 12 \text{ мм},$$

$$1250 - (14484 - 1047) / 2 = 2,5 \text{ мм}.$$

Середнє зміщення  $(12 + 2,5) / 2 = 7 \text{ мм}$ , а уздовж осі 1 по обидва боки палі зміщення буде дорівнювати  $265 - (265 + 65) / 2 = 0 \text{ мм}$ .

Цифрами на схемі виконавчої зйомки позначають величину зміщення оголовка палі від проектного положення. Місце написання цифри на палі показує напрямок зміщення. Відхилення при заглибленні паль не повинні перевищувати 0,2 ... 0,4 величини сторони або діаметра палі.

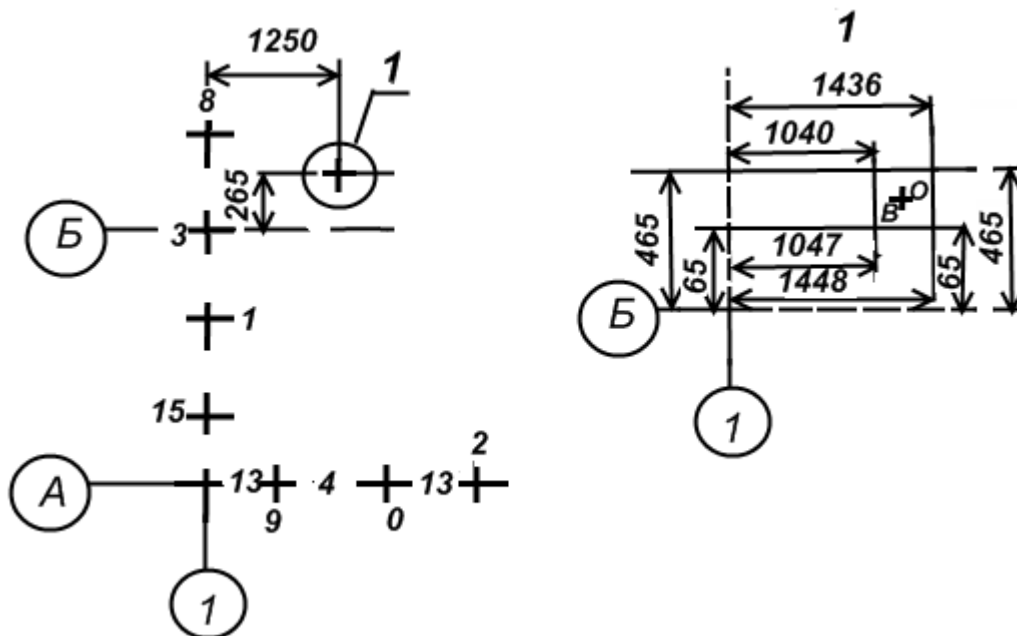


Рисунок 5.18 – Виконавча зйомка пального поля

Виконавчу зйомку палових полів починають із перенесення осей на палі (рис. 5.19). Теодоліт установлюють над створом 7 осі й приводять у робоче положення. Орієнтують зорову трубу уздовж осі 1. При розташуванні паль на створах осей зорову трубу наводять послідовно на палі, що розташовані не рідше, ніж через 3 м, і на оголовках олівцем відзначають створ осі. При розташуванні паль поза створами осей на відстані не більше 4 м до оголовків палі, що розміщені також не рідше, ніж через 3 м уздовж створів, горизонтально прикладають нівелірну рейку 3 (рис. 5.19). Перпендикулярність рейки до створу осі та її горизонтальність визначають «на око». П'ятку рейки з відліком "0" притуляють до грані палі, що перпендикулярна створу. Горизонтальним переміщенням рейки в

бісектор сітки ниток труби теодоліта вводять відлік а. Величина відліку а по рейці дорівнює проектній прив'язці палі до осі.

Горизонтальність установлення рейки і її перпендикулярність до створу спостерігач перевіряє по сітці ниток зорової труби. При цьому рейку прикладають до оголовка під кутом  $45^\circ$  до площини, що проходить через грань 4 палі. На палі переносять всі осі, що проходять по габариту будинку, а також поздовжні й поперечні осі, які розташовані на відстані, рівній довжині застосовуваної рулетки або меншому.

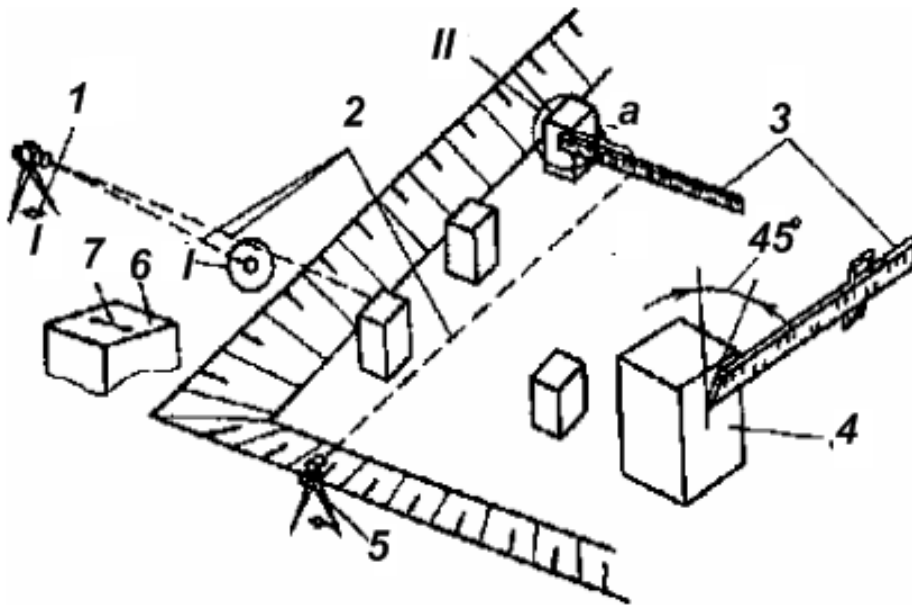


Рисунок 5.19 – Перенесення осей на палі: 1 – знак закріплення створу осі, 2 – візирні промені, 3 – рейки, 4 – грань палі, 5 – теодоліт, 6 – кілок, 7 – створ осі

При влаштуванні монолітних фундаментів з використанням пальової основи розмічування полягає у визначенні на оголовках паль поздовжніх і поперечних осей будинків.

Осі переносять на палі послідовно зі знаків 1 закріплення їхніх створів 4 на брівку котловану. Створи осей на брівці котловану закріплюють на верхньому торці дерев'яних кілків 6 діаметром 10 см, довжиною 25 см. Кілки забивають не ближче 1 м від верхньої брівки котловану. Створ 7 осей маркують олівцем або іншими маркувальними засобами. Потім теодоліт установлюють послідовно над перенесеними точками й орієнтують його зорову трубу уздовж створів однойменних осей.

За наведеною методикою на палі переносять всі габаритні осі, а також поздовжні й поперечні осі, що розташовані на відстані, рівній довжині застосовуваної рулетки або меншому.

Після цього на оголовках паль розмічають всі поздовжні і поперечні осі. При розташуванні паль на відстані більше 4 м від створу осей на натуру переносять лінії, що паралельні осям, зі зсувом від осей на



величину, яка дорівнює відстані палі від осі плюс 200 ... 50 мм. Осі на палях розмічають рисками за допомогою олівця.

Арматури каркасів й опалубку розмічають у плані від осей 4 (рис. 5.20), що винесені на оголовках паль. Для цього геометричним нівелюванням переносять позначки по висоті на оголовки палі. Для наступного бетонування на внутрішню грань опалубки після її установлення й закріплення виносять риси 3 позначок верху бетонування й контрольних позначок, що розміщені від позначок бетонування на 100 мм. Їх підписують +0,1м.

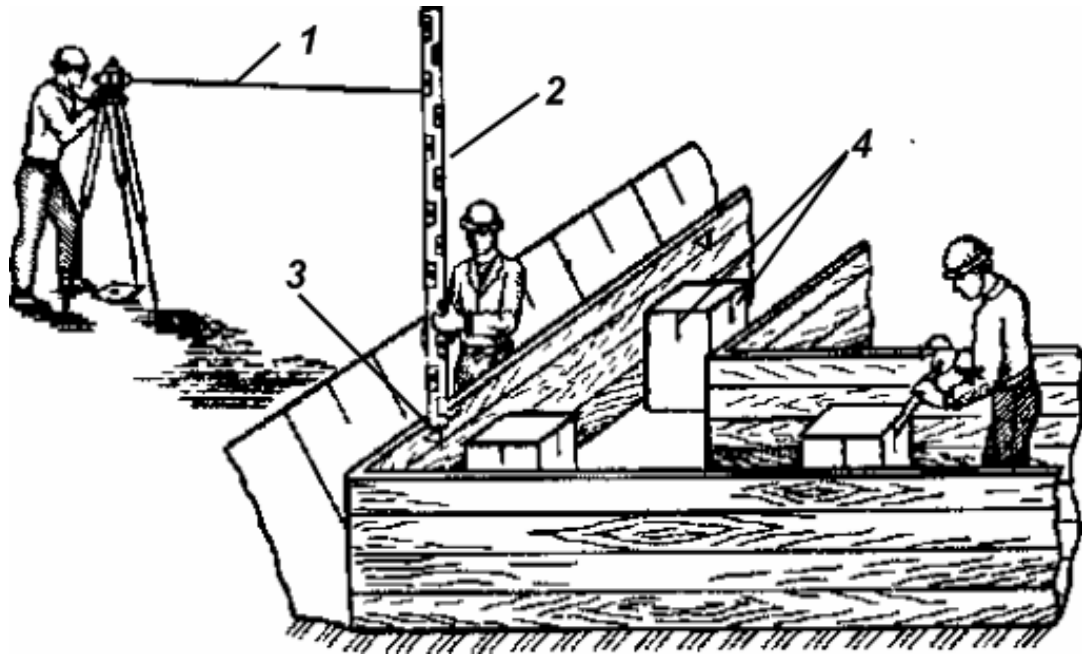


Рисунок 5.20 – Розмічування осей й позначок для встановлення арматур і вивірення опалубки (арматури умовно не показана): 1 – горизонт нівеліра, 2 – метр (лінійка), 3 – риси позначки верху бетонування, 4 – осі на оголовках паль

Правильність встановлення опалубки перевіряють, вимірюючи відстані від осьових рисок на оголовках паль до внутрішньої грані опалубки рейкою (метром) 2 і визначаючи товщину захисного шару бетону. Вертикальність опалубки контролюють схилами по зовнішніх гранях, а величину захисного шару бетону в нижньому перетині перевіряють «на око».

При встановленні фундаментів у ковзній опалубці крім раніше наведених розмічувальних робіт виконують вивірення опалубки. Для цього стінки опалубки встановлюють із нахилом, що забезпечує збільшення відстані між ними донизу (конусність у межах 10...14 мм, якщо інша конусність не встановлена проектом). Нахил стінок перевіряють за допомогою виски. Додатково також знаходять відстань між внутрішніми поверхнями обшивання стінок, що визначають по середині їхньої висоти

(ця відстань дорівнює проектній товщині стіни).

За встановленою опалубкою в процесі бетонування ведуть безперервні спостереження. Якщо опалубка деформується або зсувається, бетонування припиняють й елементи опалубки повертають у проектне положення. При цьому вимірювання виконують так само, як і при установленні опалубки.

Після закінчення бетонування проводять виконавчу зйомку фундаментів у плані й по висоті. Для зйомки в плані на верхні і бічні грані фундаментів знову переносять осі. Від перенесених осей виконують вимірювання й за різницею між вимірними та проектними відстанями визначають їхнє відхилення.

Приклад запису результатів виконавчої зйомки монолітних фундаментів наведено на рисунку 5.21. Цифри зі знаком плюс або мінус визначають величину відхилення позначок верху або низу фундаментів від проектних позначок (плюс – перевищення порівняно із проектною позначкою, мінус – заниження). Цифри без знаків позначають величину розширення або звуження фундаментів. При цьому, якщо цифра написана із внутрішньої сторони контуру фундаменту, то він звужений, якщо із зовнішньої сторони контуру, то фундамент розширений.

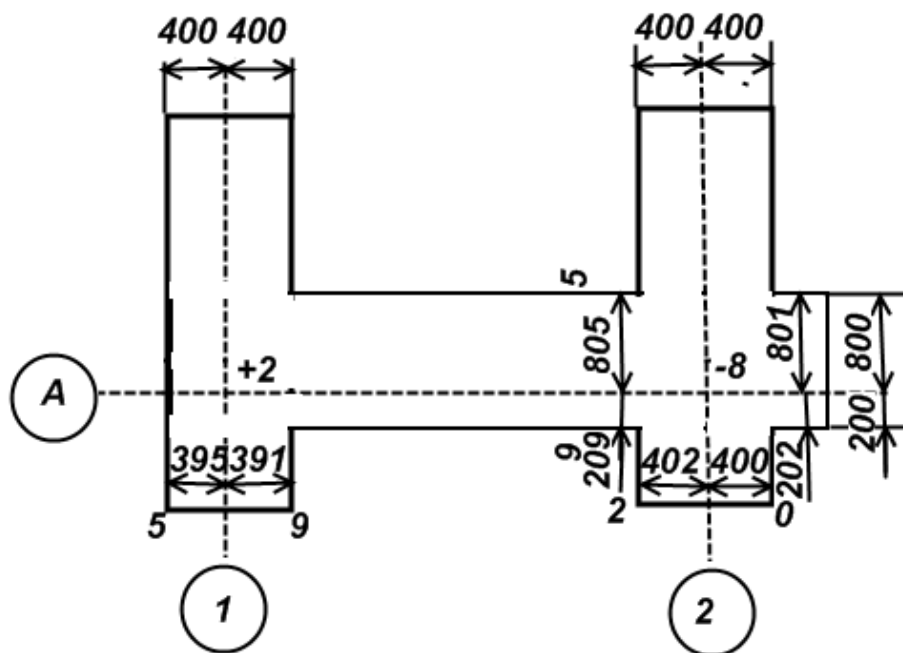


Рисунок 5.21 – Виконавча зйомка фундаментів

**Збірні фундаменти.** Основу під фундаменти перевіряють по висоті нівелюванням. При глибині котловану до 3 м відмітку на його дно переносять безпосередньо із брівки. При цьому задню рейку встановлюють на один з реперів, а передню – на стійку обноски на дні котловану або на закріплений кілок. Нівелір встановлюють дуже низько, так, щоб візирна вісь розташовувалася на висоті не більше 1,2 м від поверхні землі. При

глибині котловану більше 3 м відмітки переносять на його дно в кілька прийомів. Нівелірний хід прокладають по трасі виїзду автомашин із дна котловану (по пандусу), а за його відсутності для установалення рейки використовують уклон.

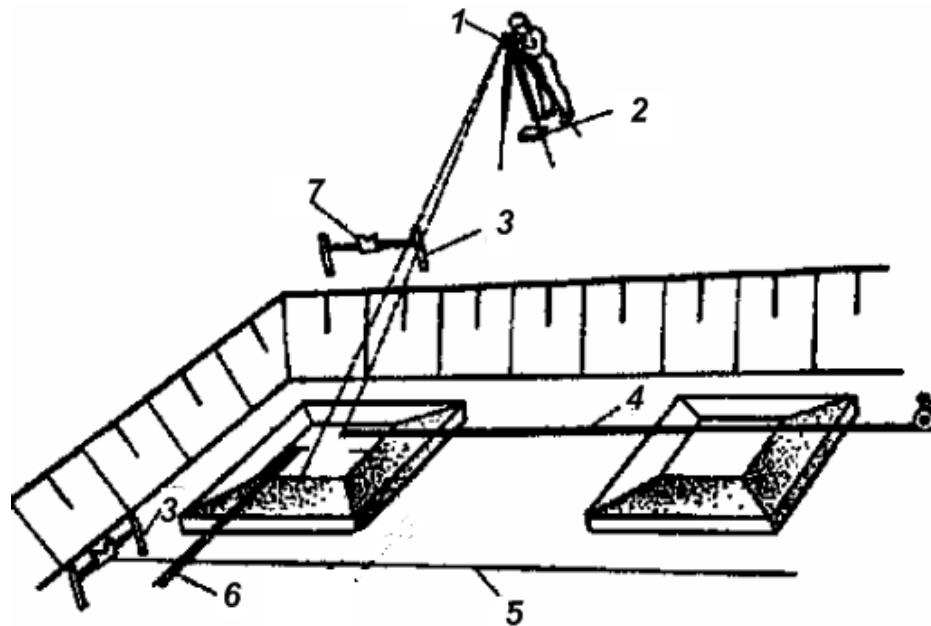


Рисунок 5.22 – Перенесення осей на фундаментні блоки: 1 – теодоліт, 2 – знак закріплення створу осі, 3 – обноска, 4, 6 – рулетки, 5 – шнур, 7 – рухлива марка

Позначки на дні котловану фіксують на тимчасових реперах, що закладають не менше двох на захватку будівництва. Позначки основ фундаментів визначають для кожного фундаменту в декількох місцях.

Окремі збірні фундаменти розмічують у такий спосіб (рис. 5.23). На дно котловану виносять осі для установалення кутових і маякових фундаментних блоків або подушок. Створи осей будинку послідовно переносять на верхню брівку (обноска 3), а потім і на дно котловану. На дно котловану за допомогою теодоліта 1 переносять всі габаритні поздовжні й поперечні осі, а також осі, що проходять по захватках монтажу або за чергами будівельних робіт. Правильність перенесення осей контролюють, вимірюючи довжину діагоналей. Кутові й маякові фундаментні блоки можна встановлювати, не переносячи осі на дно котловану й використовуючи створ осей на верхній брівці або обноска. У цьому випадку укладають фундамент, який орієнтують двома теодолітами, а проміжні фундаментні блоки, відкладаючи між ними проектні відстані рулеткою 4. Якщо на фундаменти встановлюють башмаки під колони або фундаменти монтуєть у кілька рядів по висоті, осі розмічають, використовуючи як основу перший ряд покладених фундаментів. При цьому всі розмітки створів осей і ліній їх перетинів маркірують.

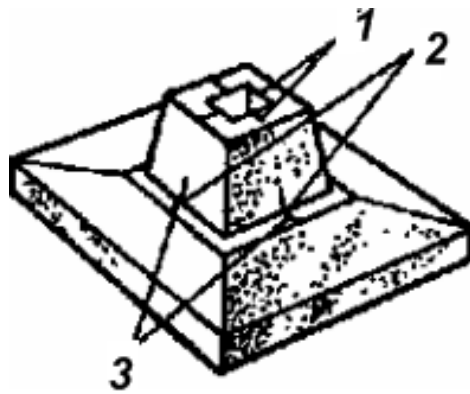


Рисунок 5.23 – Сполучення рисок при монтажі фундаменту під колону: 1, 3 – орієнтирні риси, 2 – настановні риси

Якщо кутові й проміжні блоки встановлені по теодоліту й нівеліру, то відпадає необхідність у розмічуванні осей на обносках. У цьому випадку використовують шнур, що натягають по обносках, кутових і маякових фундаментів на відстані 20 ... 30 мм (до грані монтованого фундаменту).

До монтажу фундаментів на їхніх гранях розмічають за допомогою метра риси. При симетричній прив'язці фундаментів до осей риску наносять на середині фундаменту, при несиметричній прив'язці риси наносять, відмірюючи величини прив'язок від тих самих ребер на всіх фундаментах.

При монтажі башмаків під колони (рис. 5.23) орієнтирні риси 1 наносять, виходячи з розмірів отворів стаканів. Отвір розмічають відповідно до прив'язки до нього або осей колони. За допомогою лінійки або виска цю розмітку переносять на зовнішні грані в місці контакту встановленого фундаменту й монтованого башмака. Орієнтирні риси 3 на фундаментах і установочні 2 на башмаках сполучають на око.

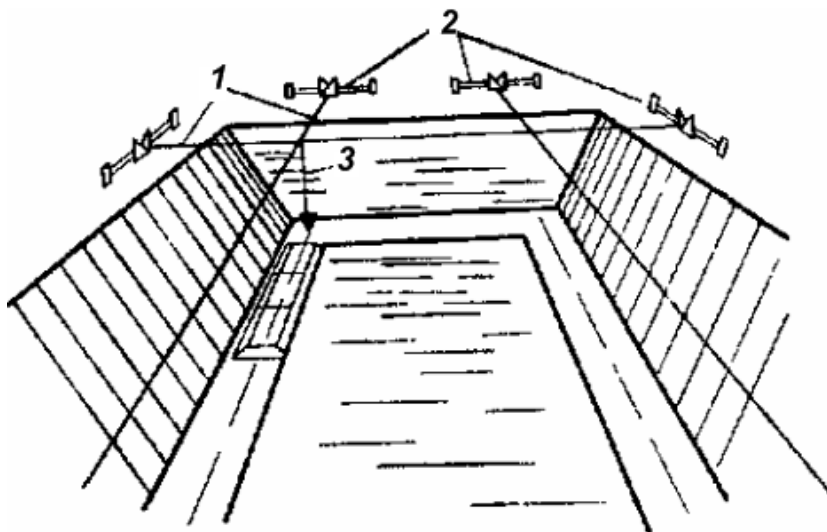


Рисунок 5.24 – Схема розмічування стрічкових збірних фундаментів

Висотні позначки при монтажі колон у стакани фундаментів перевіряють геометричним нівелюванням і вирівнюють, підкладаючи калібровані прокладки й установлюючи закладні фіксувальні пристрої. Підкладки калібрують по товщині за даними висотної виконавчої зйомки.

**Стрічкові збірні фундаменти** розмічують так само, як й окремо розташовані. Для фіксації положення осей можна використати монтажний дріт 1 (рис. 5.24), натягнутий між обносками 2. У цьому випадку перенесення осей у котлован здійснюється за допомогою схилів 3. У такий спосіб установлюють кутові й маякові фундаменти. Проміжні фундаменти влаштовують між кутовими й маяковими за допомогою шнура. Якщо фундаменти монтують у кілька рядів по висоті, то наступне розмічування осей і винесення позначок виконують, використовуючи як основу перший ряд покладених фундаментів.

Після закінчення зведення збірних фундаментів виконують виконавчу зйомку. Для цього на всі елементи фундаментів знову переносять осі. При виконавчій зйомці позначки башмаків під колони по висоті визначають по дну стаканів.

### **Контрольні запитання для самоперевірки знань**

1. Класифікація осей будівель та споруд.
2. Що називають "червоною лінією"?
3. Що називають "будівельним нулем"?
4. Що називають "монтажним горизонтом"?
5. Що називають " висотним маяком"?
6. Загальні вимоги до розмічування основних осей будівель та споруд.
7. Використання способу полярних координат для розмічування основних осей будівель та споруд та планового розмічування точки.
8. Використання способу прямокутних координат для розмічування основних осей будівель та споруд та планового розмічування точки.
9. Використання способу прямої кутової засічки для розмічування основних осей будівель та споруд та планового розмічування точки.
10. Використання способу лінійної засічки для розмічування основних осей будівель та споруд та планового розмічування точки.
11. Використання способу створної засічки для розмічування основних осей будівель та споруд та планового розмічування точки.
12. Закріплення осей будівель та споруд на місцевості.
13. Порядок розмічування осей на обносці.
14. Розмічування траншей і оглядових колодязів, підземних інженерних мереж.
15. Розмічування при спорудженні котлованів.
16. Розмічування при спорудженні фундаментів.

## **6 ГЕОДЕЗИЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ МОНТАЖУ СПОРУД І ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ**

### **6.1 Завдання та зміст геодезичних робіт при виконанні монтажних робіт**

Головне завдання геодезичного забезпечення будівництва полягає у зведенні будинків і споруд відповідно до запроектованих геодезичних параметрів у точно зазначеному місці. Це досягається завдяки точному виконанню усіх технологічних операцій від виготовлення конструкцій до їх встановлення у проектне положення. Геодезичні роботи супроводжують усі етапи будівельного виробництва. Вони є загальними для усіх видів споруд незалежно від їх конструкції і місця будівництва. При монтажних роботах виконується встановлення в проектне положення елементів і частин будівельних конструкцій: фундаментів, колон, панелей, балок, плит перекриття, трубопроводів і санітарно-технологічного обладнання, а також встановлення технологічного устаткування у проектне положення.

При встановленні елементів конструкцій і монтажі технологічного обладнання в проектне положення керуються існуючими нормативно-технічними документами [11].

Основні види геодезичних робіт при монтажі будівельних конструкцій і обладнання:

- 1) встановлення і вивірення положення в плані;
- 2) встановлення і вивірення по висоті;
- 3) встановлення і вивірення по вертикалі.

Положення елементів будівельних конструкцій і обладнання, що монтується, визначається відносно осей споруд. Монтаж починають з контролю внесення осей споруд. Як правило, осі споруди збігаються з осями симетрії споруди або з осями симетрії елементів конструкції. Крім розмічувальних осей потрібно визначити положення монтажних осей. Монтажні осі визначають після старанного вивчення креслень. Їх, як правило, надалі використовують для контролю точності монтажу елементів конструкцій.

Встановлення конструкцій і обладнання в проектне положення потребує високої точності. Для точного встановлення будівельних конструкцій і технологічного обладнання створюється сітка робочих реперів. Їх розміщують на одному рівні, що полегшує встановлення конструкцій по висоті.

До початку монтажу перевіряються геометричні розміри (довжина, ширина, висота, товщина). На елементи збірних конструкцій наносять допоміжні риси осей симетрії (рис. 6.1).

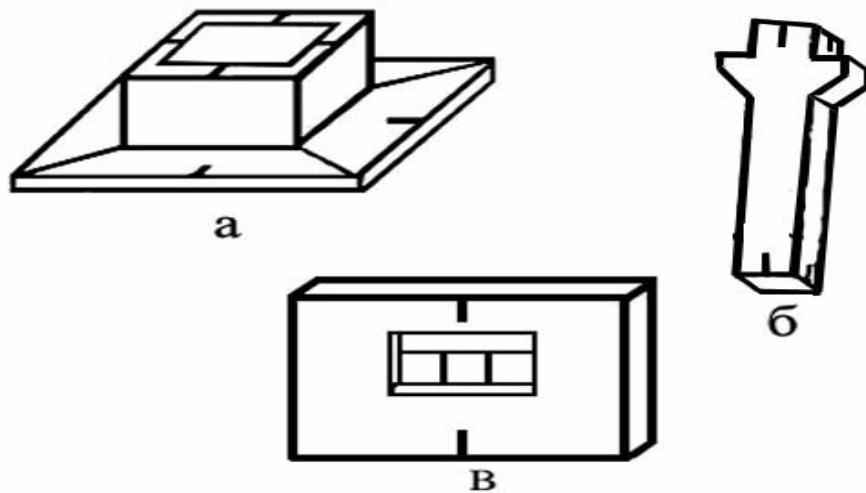


Рисунок 6.1 – Приклади нанесення рисок осей симетрії на елементах будівельних конструкцій: а – фундаментний блок; б – залізобетонна колона; в – стінова панель.

Геодезичні роботи виконуються у такій послідовності, що і монтаж будівельних конструкцій. Після монтажу конструкцій виконується контроль точності їх встановлення у проектне положення. Якщо відхилення перевищує допустимі значення, то виконують необхідні виправлення. Тільки після цього будівельні конструкції остаточно закріплюють.

## 6.2 Способи встановлення та вивірення конструкції у плані та по висоті

При монтажі в плані встановлюють низ конструкції в проектне положення. Монтаж виконується від монтажних осей по рисках симетрії, які є на елементах конструкції, але за їх зовнішніми гранями. При встановленні в плані елементи конструкції орієнтуються по осях  $X$  і  $Y$ . Тому для кожного елемента повинні бути задані напрями монтажних осей так, щоб вони забезпечували його встановлення по осі із заданою точністю. Геодезичні роботи, які виконують для задання монтажних осей елементам, що монтуються, називають **детальним розмічуванням**.

Використовують такі способи задання напрями монтажних осей: оптичний та струнний.

При монтажі будівельних конструкцій виконують геодезичні контрольні-монтажні вимірювання або вивірення положення конструкцій в плані та по висоті.

**Суть способу оптичного візування** полягає в такому. На елементи конструкцій виносять чотири риси. Аналогічно встановлюють чотири

закладні частини. Встановлення осей конструкції у плані виконується суміщенням рисок осей на елементах з рисками монтажних осей (рис. 6.2).

За монтажу вісь при встановленні конструкції і обладнання беруть візирну лінію зорової труби теодоліта.

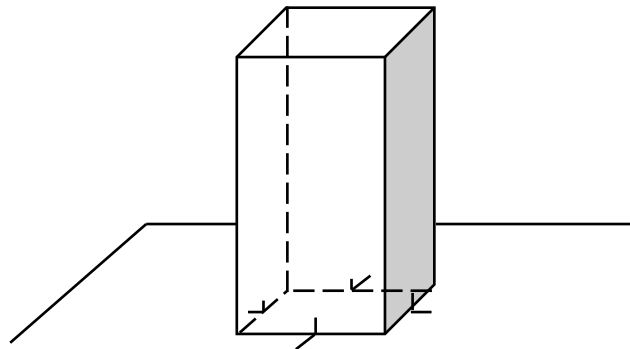


Рисунок 6.2 – Схема суміщення рисок осей при монтажі колон

Монтажні риси виносять при двох положеннях вертикального круга теодоліта. У процесі монтажу риску осей елементів конструкції суміщають з віссю візування труби теодоліта. Наприклад, при монтажі збірних блоків стрічкового фундаменту (рис. 6.3) теодоліт встановлюють на точці монтажної осі *A* і візують вздовж неї по лінії *AB*, а потім при закріплених лімбі та алідаді вертикального круга візують зорову трубу на фундаментні блоки.

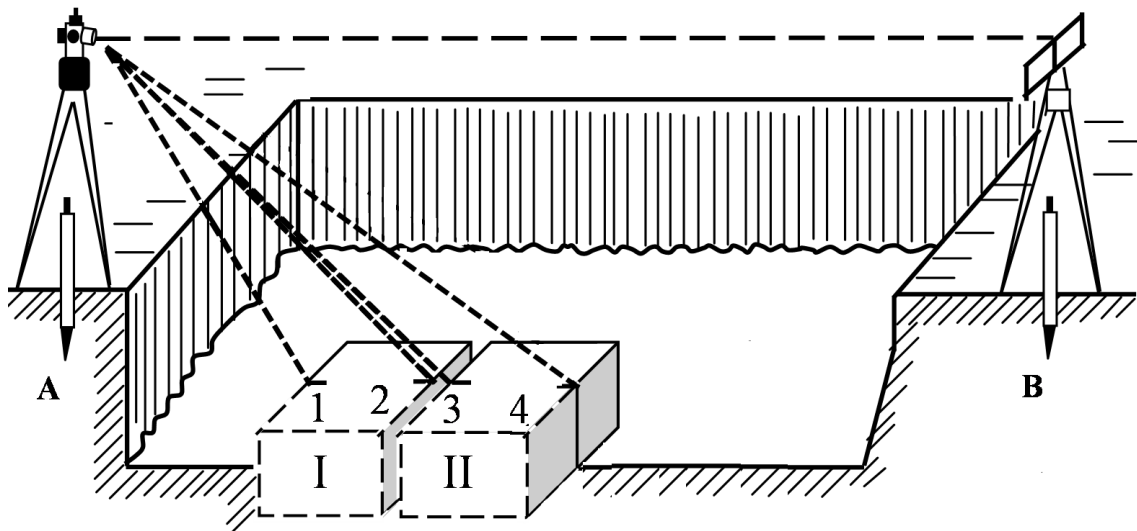


Рисунок 6.3 – Винесення монтажних рисок на фундаментні блоки

Використовуючи лазерні прилади промінь спрямовують по допоміжній лінії *AB*, яку розмічують паралельно осі симетрії. У процесі монтажники самі суміщають риси елементів з видимим напрямком лазерного променя. Водночас суміщають риску осі симетрії.



Відлік по рейці  $v$  обчислюється за формулою:

$$v = a - \frac{l}{2}, \quad (6.1)$$

де  $l$  – ширина або товщина елемента конструкції.

Горизонтальність елементів збірних будівельних конструкцій попередньо контролюють за допомогою геометричного нівелювання або будівельних рівнів.

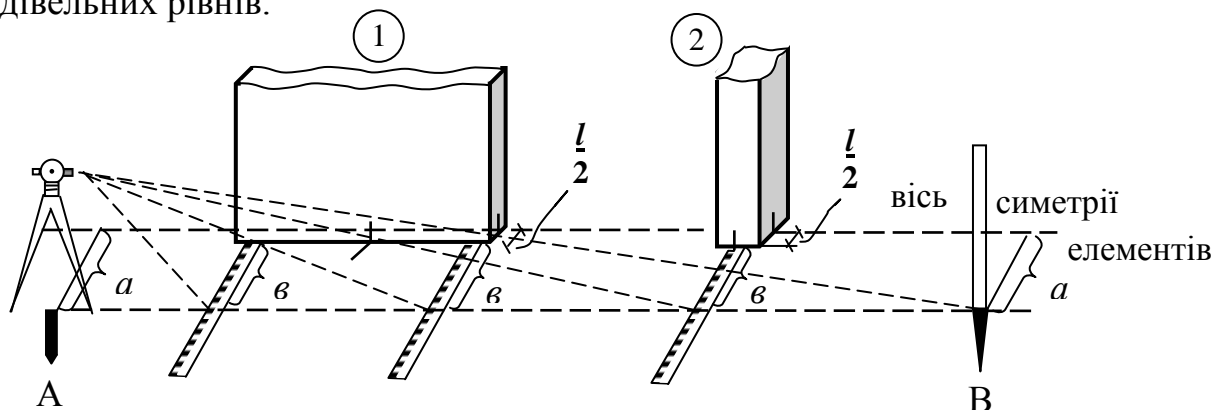


Рисунок 6.4 – Схема способу бокового нівелювання: 1 – монтаж панелей; 2 – монтаж колони

При великій довжині поздовжньої осі для зменшення похибок візування і фокусування застосовують **спосіб послідовних створів**. Для цього монтажу вісь  $AB$  (рис. 6.5) розмічують на  $n$  приблизно однакових ділянок.

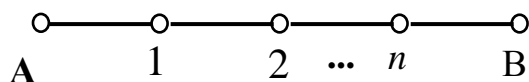


Рисунок 6.5 – Схема способу послідовних створів

**Суть струнного способу візування** полягає в тому, що на деякій висоті від елементів конструкцій натягують струну (рис. 6.6). Напряму струни беруть за монтажну вісь.

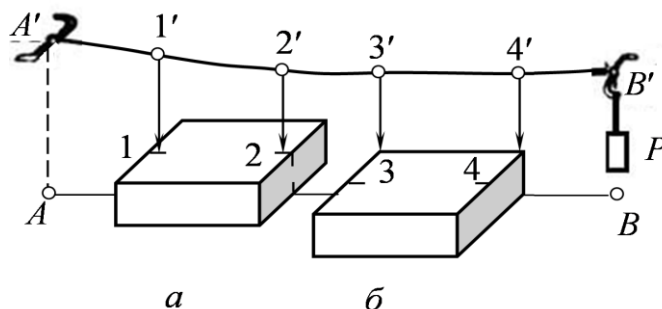


Рисунок 6.6 – Розмічування положення в плані монтажних блоків струнним способом:  $a$  – за віссю блока;  $b$  – за гранню блока

У недоступних місцях підвішують легкі ниткові виски, за допомогою яких установлюють елементи конструкцій підземної частини будинку.

Для встановлення окремих елементів будівельних конструкцій, струну натягують тільки для невеликої ділянки монтажної осі. Так діють при монтажі фундаментів опор, які знаходяться на воді, або при встановленні збірних елементів і опалубки монолітних фундаментів під колони промислових будинків. У цьому випадку способом оптичного або лазерного візування виносять по дві точки на кожній осі поблизу елемента, що монтується (рис. 6.7), наприклад точки *A, B* і *C, D*. Встановлюють кілки і натягують дві взаємно перпендикулярні струни.

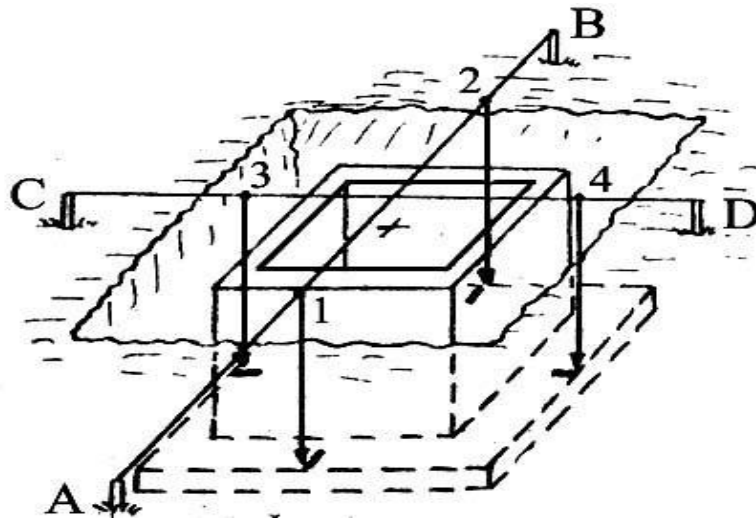


Рисунок 6.7 – Розмічування для монтажу фундаменту під колону: 1, 2, 3, 4 – точки підвішування ниткових висків

**При вивірюванні конструкцій за висотою** їх низ або верх встановлюють на проектну позначку від робочих реперів, які є на монтажному горизонті. Верх конструкції має знаходитися у горизонтальній площині, тому встановлення колон виконується за однією точкою, панелей – за двома точками, плит перекриття – за трьома або чотирма точками.

Встановлення конструкцій в проектне положення за висотою виконується переважно способом геометричного нівелювання (рис. 6.8).

Нівелір встановлюють по середині між репером та місцем перенесення проектної позначки. Знімають відлік *a* по рейці, встановленій на репері, і обчислюють горизонт приладу

$$H_{\text{ГП}} = H_{R_p} + a, \quad (6.2)$$

де  $H_{R_p}$  – позначка репера;

$a$  – відлік по рейці на репері;

$H_{\text{ГП}}$  – горизонт приладу.

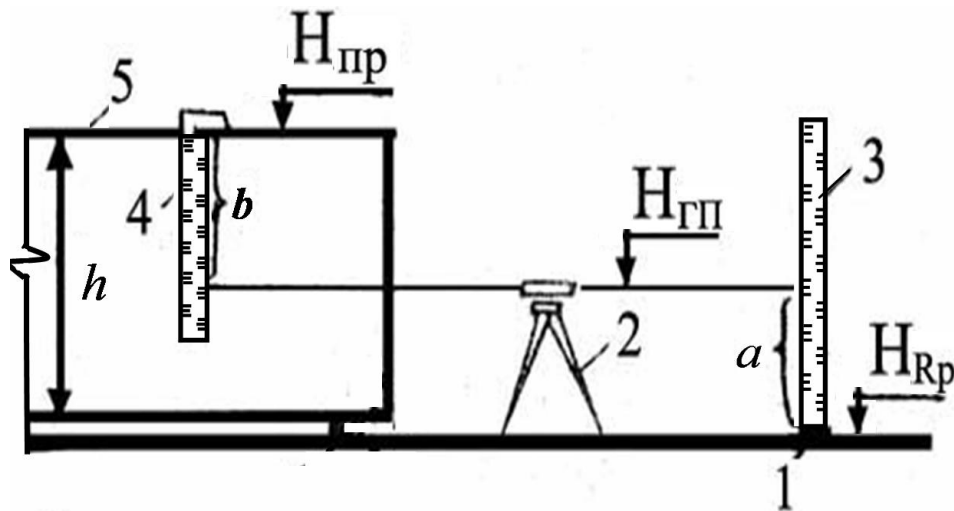


Рисунок 6.8 – Вивірення положення панелі по висоті: 1 – робочий репер на монтажному горизонті; 2 – нівелір; 3 – рейка; 4 – підвісна рейка; 5 – стінова панель

Знімають відлік  $b$  по рейці, що розміщена на проектній позначці. Якщо положення панелі по висоті відповідає проектному, то має справджуватись умова

$$b = H_{\text{ПР}} - H_{\text{ГП}}, \quad (6.3)$$

де  $b$  – відлік по рейці на стіновій панелі;

$H_{\text{ПР}}$  – проектна позначка стінової панелі.

### 6.3 Побудова планової і висотної розмічувальної мережі на вихідному горизонті

За допомогою геометричного нівелювання на цокольній частині будівлі створюється нульовий горизонт, який не є горизонтом чистої підлоги.

**Вихідний горизонт** – умовний рівень на цокольній частині будівлі, на якому будується планово-висотна мережа. Punkти цієї мережі у міру зведення будівлі використовують як опорні для передавання їх координат на монтажні горизонти.

**Монтажним горизонтом** називається умовна площина, що знаходиться в нижньому рівні основи монтажних елементів конструкції.

Опорна планова розмічувальна мережа може бути побудована не тільки на підвальному перекритті, але і на боках фундаменту або на бетонній підготовці. Види і точність планової розмічувальної мережі залежать від поверховості споруди, висоти будівель і їх конструктивних рішень. Мережу створюють у вигляді правильних геометричних фігур, що повторюють конфігурацію споруди.

Сторони мережі мають бути паралельними до осей будівлі або споруди, щоб можна було проводити лінійні вимірювання безпосередньо від будівельних осей. При розмічуванні широко застосовують способи створів, полярних або прямокутних координат.

Найзручнішою формою планової геодезичної мережі для житлового будівництва є полігонометрія.

Точки планової мережі на вихідному горизонті I, II і т. д. (рис. 6.9) закріплюють обрізками арматури або використовують закладні частини у фундаментах, плитах перекриття, знаки відмічають керном.

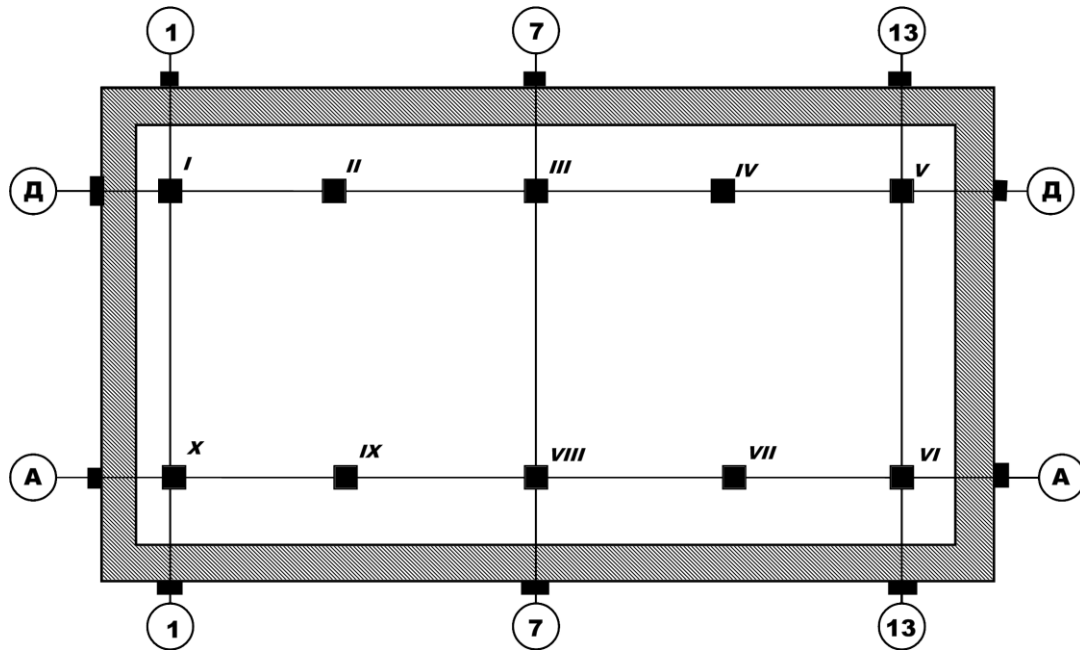


Рисунок 6.9 – Схема замкнутого полігонометричного ходу, прокладена на вихідному горизонті з прив'язкою до опорних пунктів А, Д, 1, 7, 13.

По точках планової розмічувальної мережі на вихідному горизонті прокладають нівелірний хід, який прив'язують не менше, ніж до двох робочих реперів, розміщених на будівельному майданчику. Точність побудови розмічувальної мережі на вихідному горизонті залежить від класу точності будівлі та споруди (табл. 6.1).

Будівлі та споруди за класом точності класифікують так:

1 клас: промислові споруди із металевого каркасу із складним технологічним обладнанням, житлові і суспільні споруди вище 12 поверхів;

2 клас: промислові споруди, житлові із залізобетонного каркасу, крупнопанельні і крупноблочні до 12 поверхів;

3 клас: монолітні, цегляні і кам'яні споруди, траси підземних і наземних комунікацій;

4 клас: внутріквартальні проїзди, опори ліній електропередач.

Таблиця 6.1 – Точність побудови розмічувальної мережі на вихідному горизонті

Допустимі похибки	Клас точності будівлі			
	1	2	3	4
Відносна похибка побудови мережі	1:20000	1:15000	1:10000	1:5000
Точність фіксації осьових знаків, мм	0,3	0,5	0,8	1,2
Гранична відносна похибка лінійних вимірювань	1:25000	1:20000	1:15000	1:7000
Середня квадратична похибка центрування теодоліта, мм	0,5	0,5	0,5	0,5
Допустимі кутові нев'язки ( $n$ – число кутів)	$10''\sqrt{n}$	$10''\sqrt{n}$	$20''\sqrt{n}$	$30''\sqrt{n}$

#### 6.4 Проектування розмічувальних осей на монтажні горизонти

Для забезпечення монтажу конструкцій у багатоповерхових будинках або багатоярусних спорудах на монтажні горизонти повинні бути внесені пункти на опорні точки, що закріплюють осі на вихідному горизонті. Точки з вихідного горизонту на монтажний горизонт можуть бути спроектовані способами: похилого проектування і вертикального проектування.

Спосіб **похилого проектування** осей з вихідного на монтажний горизонт (рис. 6.10) полягає у побудові вертикальної площини теодолітом.

- Встановлюють теодоліт над створним знаком, яким закріплена вісь на місцевості в точці А і орієнтують за напрямком осі АА'.
- На монтажному горизонті приблизно в створі розмічувальної мережі розміщують штатив з візирною маркою А''.
- Трубу теодоліта при закріпленому горизонтальному крузі обертають у вертикальній площині і виводять в поле зору візирну марку АА''.
- За допомогою оптичного або нитяного виска, точку А'' проектують на перекриття і відмічають рисою.

Такі ж дії виконують і при двох положеннях вертикального круга теодоліта. У випадку незбігу візирній марці рисунок, відстань між ними ділять навпіл. Середня риска береться за кінцеву.

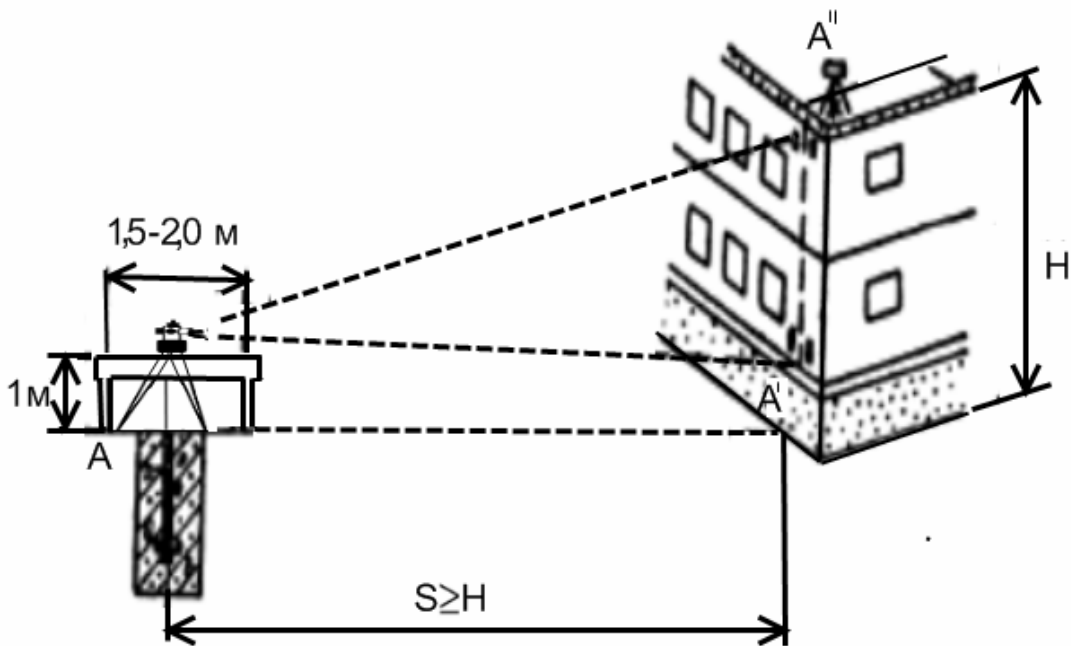


Рисунок 6.10 – Спосіб похилого проектування

Для побудови напрямку розмічувальної осі на монтажному горизонті потрібно провести аналогічну роботу з протилежної сторони будівлі.

Середня квадратична похибка проектування точки з вихідного на монтажний горизонт визначається за формулою

$$m = \sqrt{0,25 \cdot \frac{H^2}{\rho^2} \tau^2 + \frac{400S^2}{\rho^2 v^2} + m_{\phi}^2}, \quad (6.4)$$

де  $H$  – висота монтажного горизонту;

$\tau$  – ціна поділки рівня;

$\mathcal{G}$  – збільшення зорової труби;

$S$  – відстань від будівлі до створного знака;

$m_{\phi}$  – похибка фіксації точки.

Розрахунки показують, що якщо передачу виконують 30-секундним теодолітом при 2-х положеннях вертикального круга при куті підвищення  $45^\circ$ , то при висоті споруди 40 м середня квадратична похибка передавання осі на монтажний горизонт складає приблизно  $\pm 2$  мм.

Суть **способу вертикального проектування** полягає в тому, що опорну точку, розміщену на вихідному горизонті, проектують на нові монтажні горизонти через спеціальні отвори у перекриттях (рис. 6.11). Проектування виконують приладами вертикального проектування.

Прилад встановлюють над опорною точкою вихідного горизонту, ретельно нівелюють і юстирують його. Опорну точку проектують по вертикалі (знизу вверх) на спеціально підготовлену із органічного скла

палетку. Проектування виконують при 4-х положеннях окуляра приладу: 0°, 90°, 180°, 270°; при яких кожного разу беруть відлік по координатній сітці палетки. Положення опорної точки на палетці, знайдене із 4-х відліків, переносять на перекриття даного поверху.

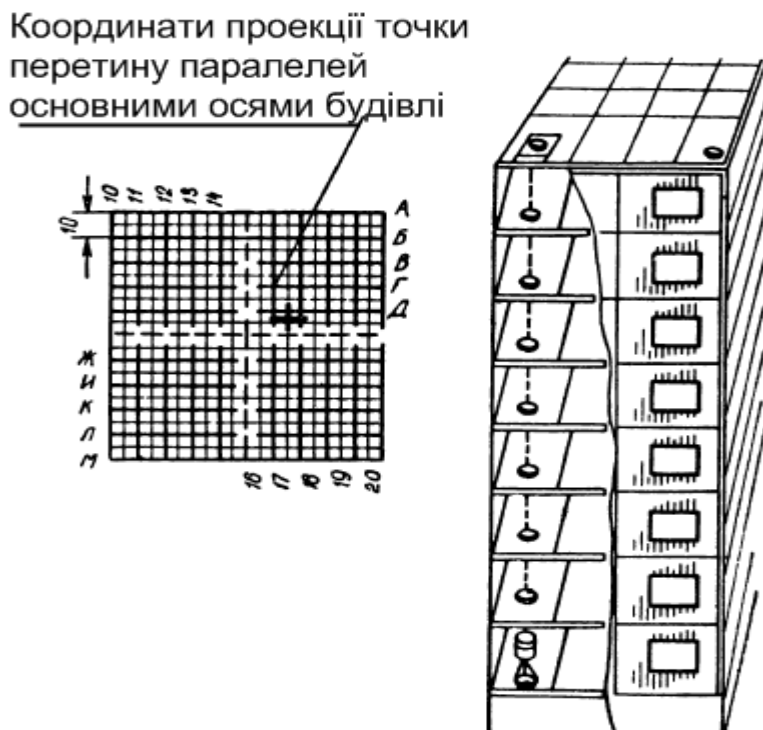


Рисунок 6.11 – Спосіб вертикального проектування

Залежно від технологічно-монтажних робіт вертикальний круг може переходити крізь всі монтажні горизонти або послідовно з одного монтажного горизонту на інший.

Середня квадратична похибка проектування точки з вихідного на монтажний горизонт визначається за формулою

$$m = \sqrt{\frac{H^2}{\rho^2} \left( 0,25\tau^2 + \frac{400}{\nu^2} \right) + m_{\text{ц}}^2 + m_{\text{ф}}^2}, \quad (6.5)$$

де  $m_{\text{ц}}$  – похибка центрування приладу.

Точність оптичного вертикального проектування опорних точок з вихідного горизонту на монтажний горизонт оцінюють порівнянням вимірної відстані між перенесеними осями з проектними відстанями. Середня квадратична похибка передачі розмічувальних осей на монтажні горизонти способом вертикального проектування для споруди висотою 40 м становить  $\pm 0,6$  мм.

## 6.5 Винесення будівельних осей на фундаменти

Перед установленням колони і закладних частин обов'язково контролюють планове і висотне положення фундаментів.

**Плановий контроль** полягає у нанесенні на фундаменти поздовжніх і поперечних осей конструкції і в лінійних промірах кроку колони і прольотів. Суть контролю полягає в такому.

На схемі планового контролю положення фундаментів вказують ряди окремих фундаментів з поздовжніми осями  $A-A$  і т. д. та поперечними  $1-1$  і т. д. (рис. 6.12). Над постійно закріпленою точкою  $I$  встановлюють теодоліт і направляють зорову трубу на точку  $II$ , що закріплює вісь  $A-A$ . Після цього на всі фундаменти, розміщені в даному створі, наносять риски в точках  $a_1, a'_1, a_2, a'_2$  і т. д. Точки з'єднують між собою прямою лінією, яку фіксують на забетонованих закладних деталях або на поверхні блока. Таким чином фіксують положення осей у створах  $B-B, B-B$ . Потім аналогічно наносять створи  $1-1, 2-2$  і т. д. Осі на фундаментах прокреслюють гострим інструментом, а потім профарбовують.

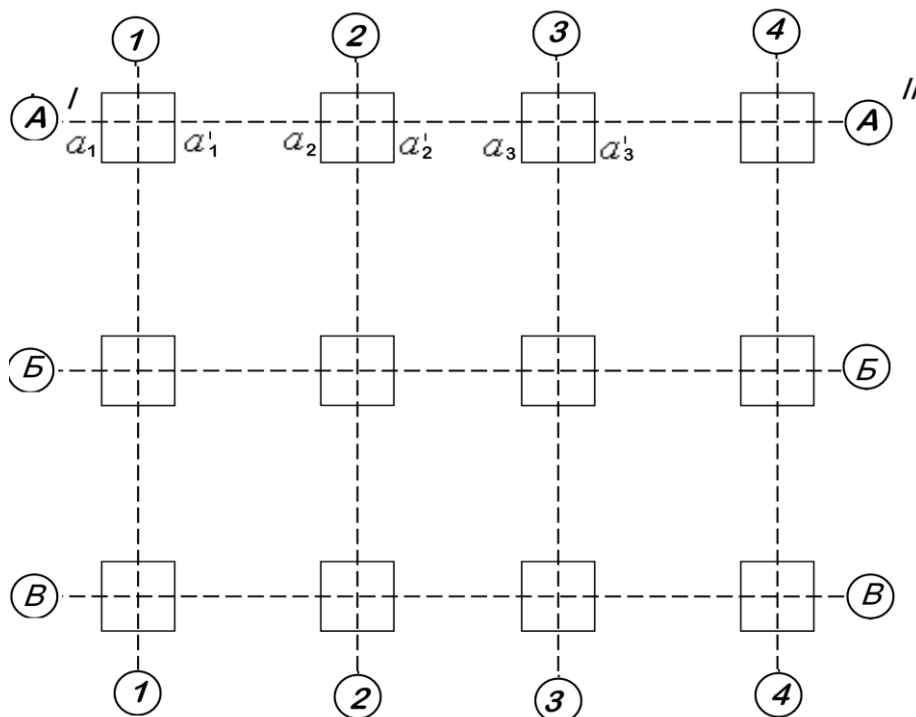


Рисунок 6.12 – Схема планового контролю положення фундаментів

Даний спосіб контролю планового положення осей фундаментів використовують, якщо довжина променя візування не перевищує 150 м. При довжині фундаментів, що перевищує 150 м їх ділять приблизно на 2 рівні частини і горизонтальне розмічування виконують від середньої осі.

**Висотне проектне положення** фундаментів вивіряється нівеліром.



Перед монтажними роботами виконують контрольні вимірювання планового і висотного положення фундаментів і складають виконавчі креслення.

## 6.6 Геодезичні роботи при монтажі колон

Задача геодезичних розмічувальних робіт полягає у тому, щоб встановити колони в плані і по висоті в проектне положення. Техніка установа сталевої і залізобетонної колони різна, а отже, і різні при цьому геодезичні роботи. Фундаменти під сталеві колони закінчують зверху площиною із вмонтованими в тіло фундаменту анкерними болтами, а для залізобетонних – площиною із заглибленням (стаканом) по середині фундаменту, в яке установають колону.

Поверхня фундаменту, на яку буде встановлена колона, повинна бути строго горизонтальною, що перевіряють нівеліром.

На фундаментах колони, безпосередньо на бетонній поверхні або на спеціально закладених в бетон металевих геодезичних знаках, відмічають осі колони. Перед встановленням колон їх розміри і конструктивні деталі ретельно перевіряють рулеткою, а потім відмічають на двох протилежних гранях колони як знизу, так і зверху осі колони, якщо вони не були нанесені в процесі виготовлення (рис. 6.13).

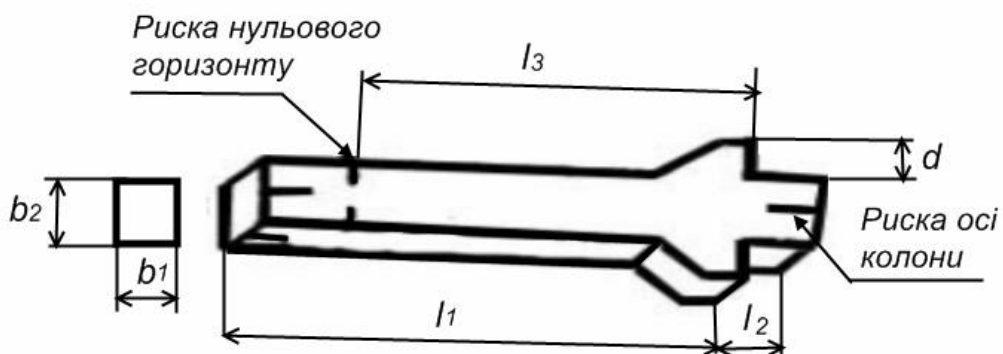


Рисунок 6.13 – Контроль розмірів та нанесення рисок на колону

На кожній колоні наносять горизонтальну риску на одній і тій відмітці, як правило, рівній відмітці нуля даного поверху та риску осей (рис. 6.13).

Після підйому інші колони закріплюють тимчасово (до відносної заливки бетоном) за допомогою сталевих кондукторів, а залізобетонні – шляхом заклинювання в стакані дерев'яними клинами.

При установленні залізобетонних колон необхідно забезпечити точне розмічування фундаментних стаканів. Точність установа на фундаментах металевих колон, так само як металоконструкцій й устаткування, залежить від точності установа закладних деталей – анкерних болтів, опорних плит і т. п. Вихідними для установа

закладних деталей є розмічувальні осі фундаменту, які виносять на контур опалубки. При установленні анкерних болтів найчастіше використовують спеціальний шаблон, називаний монтажним кондуктором. Кондуктор являє собою рамне пристосування з дерев'яних брусків або відрізків металевого профілю (кутика, швелера й ін.). У кондукторі відповідно до проектного розташування анкерних болтів просвердлюють отвори. Кондуктор орієнтують строго по поздовжніх і поперечних осях фундаменту. Установлення анкерних болтів на проектну відмітку виконують за допомогою нівеліра. До й після бетонування фундаменту проводять контроль установлення анкерних болтів.

Кожна колона встановлюється на фундамент таким чином, щоб її осеві мітки в основі збіглися з осями, винесеними на верхню поверхню фундаменту. Вертикально колону встановлюють за допомогою виска, теодоліта або бічним нівелюванням. Зміщення відносно розмічувальної осі допускається в нижньому перетині до 5 мм, відхилення від вертикалі у верхньому перетині – до 15 мм при висоті колон менш 15 м і до  $0,001/7$  – при висоті, більшої 15 м. Відхилення опорної поверхні колон по висоті допускається 5 мм.

Нижню частину колони суміщають своїми осями з осями на фундаменті. Попереднє установлення по вертикалі виконують за допомогою важкого виска. Для кінцевого закріплення колони вертикальність перевіряють двома теодолітами (рис. 6.14).

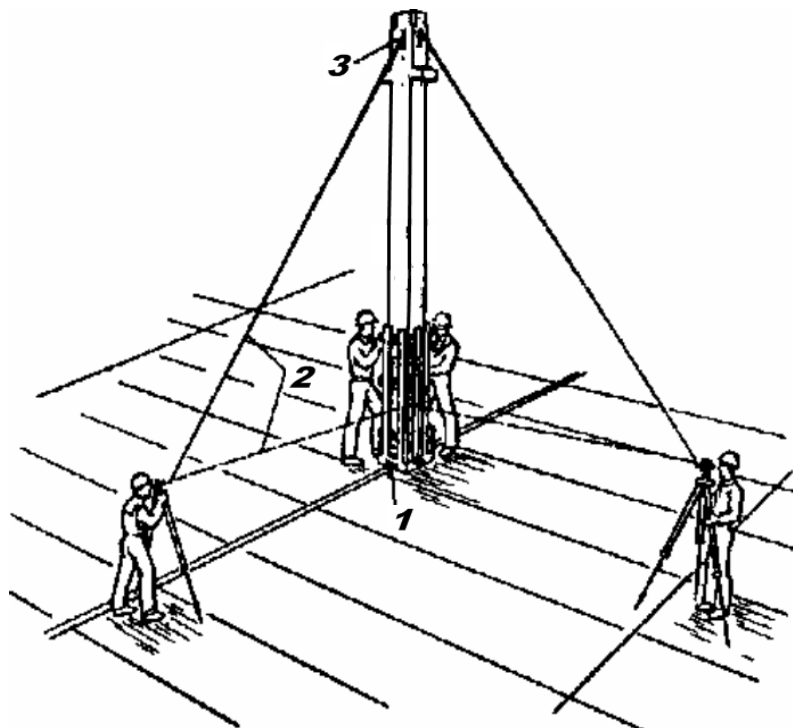


Рисунок 6.14 – Контроль вертикальності колони у двох взаємно перпендикулярних площинах: 1 – орієнтирна риска, 2 – візирний промінь, 3 – риска осі колони

Для підвищення точності установлення на верхню грань колони наносять шкалу з інтервалом між штрихами 10 мм.

Відстань між рядами колон перевіряють компарованою сталеву рулеткою ще до установлення колони, як і відстань між осями на фундаментах. Правильність установлення колони по висоті перевіряють нівеліром, а також контрольним промірюванням сталеву рулеткою відстаней від горизонтальної риски з відомою відміткою, розташованою у нижній частині колони, до верха колони і до верхньої площини колони.

Для установлення багатоярусних колон застосовують високоточні геодезичні інструменти (оптичні виски, зеніт-прилади, рівні особливої конструкції тощо).

Вертикальність ряду колони перевіряють способом бокового нівелювання з допомогою вивіреного теодоліта, на осі обертання якого є рівень (рис. 6.15).

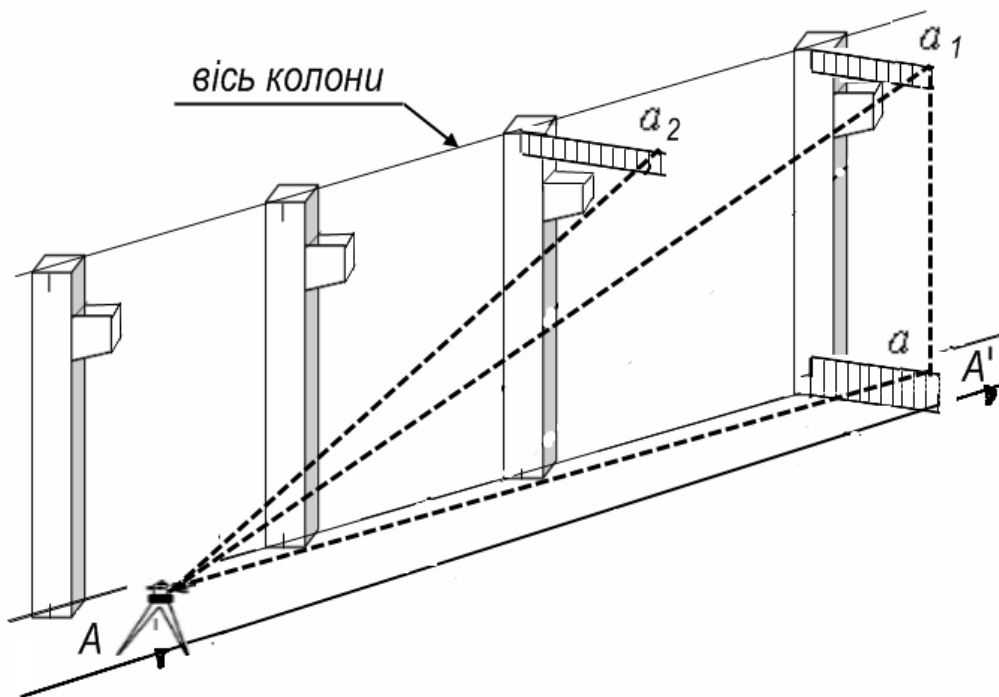


Рисунок 6.15 – Контроль вертикальності встановлення ряду колон

Порядок перевірки вертикальності ряду колон такий.

- На місцевості на відстані 0,5 – 1 м від осі колони розмічують допоміжну лінію AA'.
- Над однією із точок, розміщеною на допоміжній лінії, встановлюють теодоліт і орієнтують його колімаційну площину по лінії AA', паралельно осі колони.
- По рейці з поділками від цієї площини відраховують відстані "a" по верхній і нижній рисках кожної колони.

- Колони будуть знаходитись у вертикальній площині, якщо виконується умова

$$a_1 = a_2 = \dots = a_i = a.$$

Відповідність встановлення колон в проектне положення по висоті перевіряють нівеліром, а також вимірами сталевую рулеткою відстаней від горизонтальної риски з відомою відміткою, розташованою в нижній частині колони, до верху колони і до її верхньої площини. Результати отриманих відліків дають відхилення колони від вертикалі. За виявленими розбіжностями виконують ришковку колон для приведення їх у проектне положення. Після завершення цих робіт виконують остаточне закріплення колон (зварюванням або бетонуванням).

Для установаження багатоярусних колон використовують високоточні геодезичні інструменти.

Установлення ферм, перекриттів, підкранових балок або ригелів (за відсутності в будинку мостових кранів) виконують також сполученням осьових міток з позначеними на конструкціях колон розмічувальними осями. Перед установаженням визначають фактичні позначки опорних поверхонь колон, щоб за необхідності знайти товщину прокладок для вирівнювання конструкцій по висоті.

## **6.7 Геодезичні роботи при монтажі технологічного обладнання**

### **6.7.1 Геодезичні роботи при монтажі підкранових балок**

Як підкранові балки можуть бути використані залізобетонні попередньо навантажені збірні балки таврового або двотаврового перерізу. Балки можуть бути виготовлені із різних сталевих прокатних деталей. Підкранові балки входять до складу промислових споруд і монтують їх одночасно з монтажем всієї споруди. Підкранові балки опираються на колони переважно через спеціальні підкранові консолі.

Для установаження підкранових балок уздовж ряду колон похилим променем теодоліта переносять осьову мітку  $a$  на спеціальний кронштейн, прикріплений до колони вище балки (рис. 6.16).

Від отриманої точки відкладають проектну відстань  $l$  між осями колони й підкранової балки та відзначають на кронштейні положення точки 2 монтажною осі. Між точками на кронштейнах крайніх колон натягають струну, на яку в кожній колоні підвішують схил. Сполучаючи поздовжню вісь балки з виском, визначають її проектне положення.

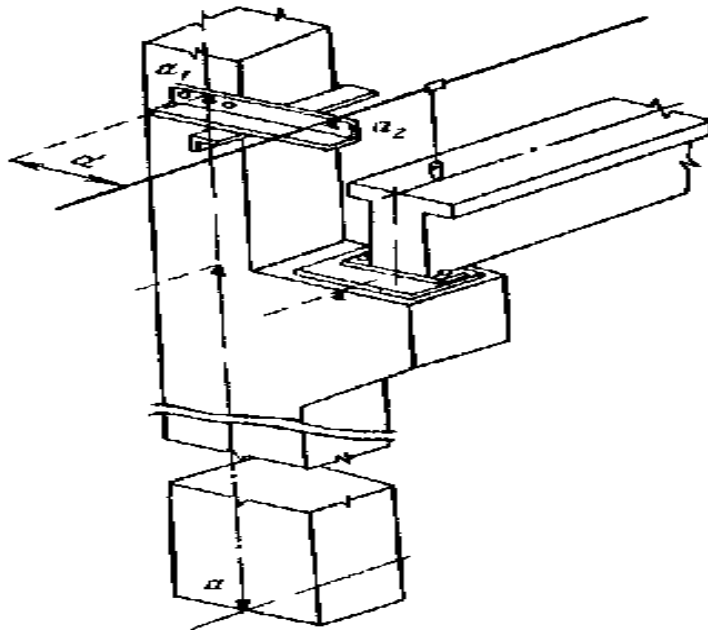


Рисунок 6.16 – Схема установлення в проектне положення підкранових балок

Проектне положення технологічного устаткування задається відносно монтажних і технологічних осей. Винос цих осей на натуру роблять від розмічувальних осей будівельних конструкцій або їхніх паралелей, перенесених усередину споруджуваної споруди. Іноді усередині великих споруд цехового типу з різноманітним розташуванням устаткування створюють спеціальну планово-висотну геодезичну мережу, найчастіше це будівельна сітка з невеликими розмірами (10 – 20 м) сторін квадратів або прямокутників. Положення пунктів сітки прив'язують до осей будівельних конструкцій. Закріплюють їх, як правило, металевими пластинами, забетонованими в підлозі споруди, а висотну мережу – у вигляді реперів на колонах і фундаментах, а також у вигляді відкрасок на будівельних конструкціях.

Перед монтажем на фундаменти до установлення технологічного обладнання виносять його проектні осі, опорні площини доводять до проектних позначок, анкерні болти й інші закладні деталі влаштовують зі строгим дотриманням проектних розмірів і висот. Найчастіше для монтажних робіт розмічають і закріплюють не розмічувальні осі, а лінії, їм паралельні.

При геодезичному забезпеченні монтажних робіт застосовують різні методи й прилади. Для задання створів застосовують струнний й оптичний способи, використовуючи теодоліти, спеціальні прилади для вивірення прямолінійності, лазерні й автоколімаційні системи. Якщо установлення обладнання виконується від створів, паралельних осям, то застосовують різні шаблони, жезли й інші довгоміри, що дозволяють переносити базову пряму в місця установлення устаткування. При майданному розміщенні

устаткування застосовують способи: прямокутних координат, полярний, кутових і лінійних зарубок, створно-лінійних й ін. Для монтажу на різних горизонтах перенесення вихідних точок здійснюють за допомогою приладів вертикального проектування. При висотному встановленні обладнання використовують геометричне нівелювання, мікронівелювання, гідросистеми.

При монтажі технологічного обладнання застосовуються нестандартні прилади, що розробляються спеціально для вирішення конкретного завдання й забезпечення високих вимог до точності монтажу технологічного обладнання (від 1,0 до 0,05 мм).

Розмічувальні роботи для укладання підкранових балок полягають в такому.

1. В кінці прогонів на землі розмічують осі  $AA'$  першого ряду і  $BB'$  другого ряду колон і ретельно вимірюють відстань між осями  $L$  (рис. 6.17).

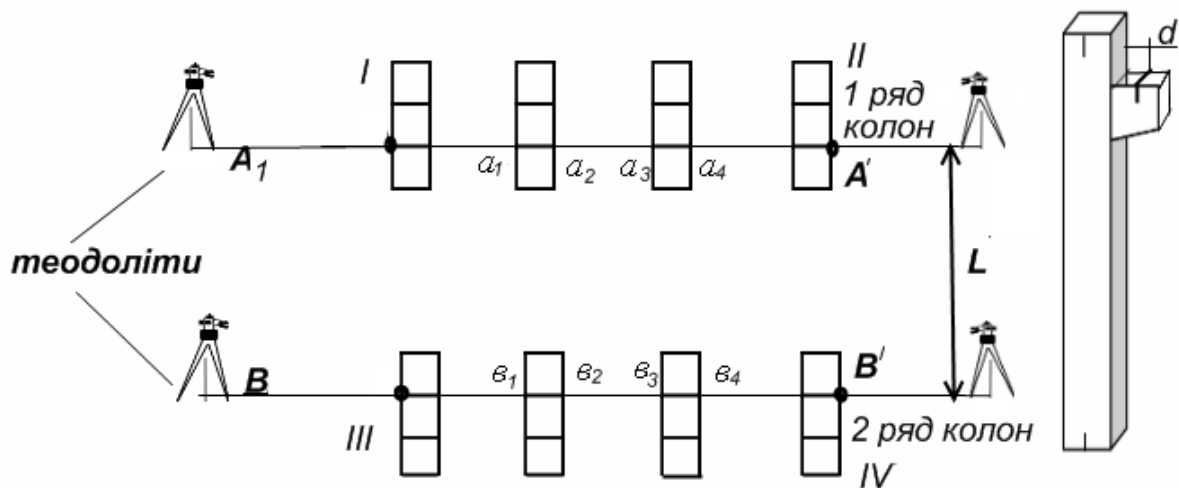


Рисунок 6.17 – Розмічувальні роботи на колонах для укладання підкранових балок

2. При двох положеннях зорової труби теодоліта (КЛ і КП) на консолі торцевих колон I – II і III – IV виносять осі підкранових балок і відмічають рисками на гранях і поверхнях консолей.
3. Встановлюють теодоліт послідовно в точках I – III і, візуючи на точки II, IV, виносять осі на опорні площини всіх консолей, відмічаючи точки  $a_1, a_2, b_1, b_2$  і т. д.
4. Вимірюють відрізки  $d$  від створних точок до внутрішніх граней колони.
5. Результати вимірювань порівнюють з проектними даними і надписують червоним кольором на відповідних колонах.
6. Нівелюють площини консолей кожного ряду. Для цього нівелір встановлюють на площині якої-небудь консолі в середині ряду,

протилежного тому, що перевіряється (використовують вкорочені двосторонні рейки).

7. За результатами нівелювання обчислюють відмітки всіх консолей і складають виконавчий профіль підкранових балок по обох рядах в масштабах: горизонтальний – 1:100, вертикальний – 1:10.
8. Після монтажу балок вивіряють їх положення в плані, контролюючи відстані  $l$  між осями. Останніми роками використовують для вивірення лазери.

### 6.7.2 Геодезичні роботи при монтажі підкранових рейок

Після установа підкранових балок на консолі колон в проектне положення укладають підкранові рейки. Для забезпечення нормальних умов експлуатації крана, підкранові рейки мають бути прямолінійними, паралельними, горизонтальними і лежати в одній площині. Це досягається точним розмічуванням осей рейок.

Спочатку вісь рейки виносять на підкранову балку (рис. 6.18).

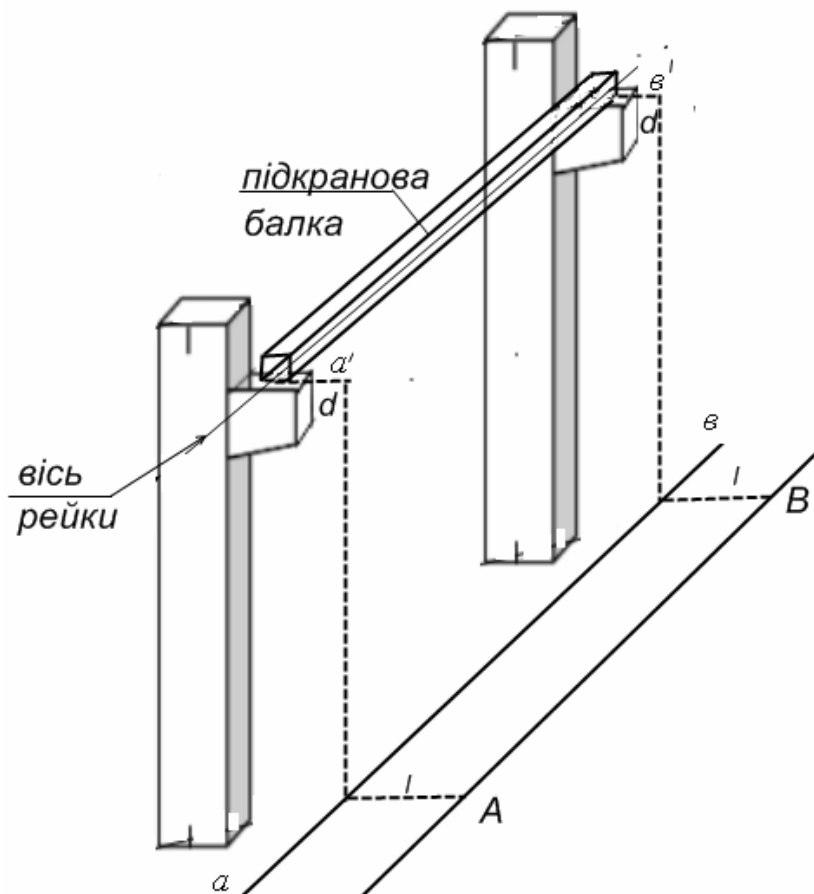


Рисунок 6.18 – Розмічування осей рейок на підкрановій балці:  $AB$  – вісь симетрії підкранового прогону, закріплена всередині будівлі при розмічуванні будівельних осей

Порядок винесення осі рейки на підкранову балку:

1. Внизу будують лінію  $av$ , паралельну осі симетрії  $AB$ . При цьому вертикальна площина, що проходить через лінію  $av$ , повинна проходити через точки  $a'$  і  $v'$  на обрізках арматури, прикріплених до підкранової балки;
2. Після винесення створеної лінії наверх (на арматуру) доміром, рівним  $a_1$   $v_1$ , визначають положення проєкцій осі підкранової рейки;
3. Положення осі другої нитки рейки знаходять безпосередньо вимірюванням проєкційної ширини коліс крана. При цьому мають бути враховані поправки на прогин і температуру (рис. 6.19);
4. Положення рейок по висоті контролюється нівелюванням і регулюється зміною товщини прокладок;
5. Прямолінійності рейок досягають за допомогою рихтування, яке забезпечується відповідною конструкцією кріплення рейки до балки;
6. Після кінцевого вирівнювання і монтажу підкранових балок та рейок, складають виконавчу схему планового і висотного положення кранового забезпечення, яку пред'являють при прийманні монтажних робіт.

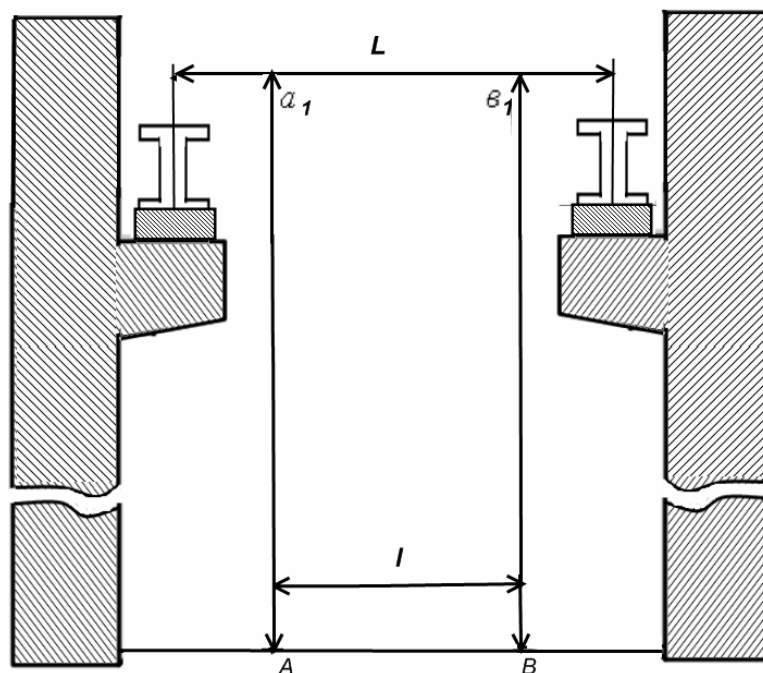


Рисунок 6.19 – Контроль встановлення підкранових рейок в проектне положення

### 6.8 Геодезичні розмічувальні роботи при монтажі ферм

Розмічувальні роботи для монтажу ферми полягають у тому, що на оголовки колон наносять осі ряду колон. Для цього на одній із колон



встановлюють без штатива теодоліт, орієнтують його по центральній точці крайньої колони і проектують вісь на всі проміжкові оголовки ряду колон.

Після встановлення ферми на оголовки колон вивіряють горизонтальність нижнього поясу і вертикальність площини ферми. Горизонтальність нижнього поясу вивіряють нівелюванням по вузлових точках ферми, а прямолінійність – натягуванням дроту між опорними вузлами. Стріла прогину нижнього поясу має бути меншою  $1:1500$  довжини прольоту  $l$ , але не більше 10 мм (рис. 6.20).

Вертикальність площини ферми, а також відхил вузла ферми в середині прольоту від вертикальної площини перевіряють підвісом. Відхилення від вертикального положення не повинно перевищувати  $1:250$  висоти ферми.

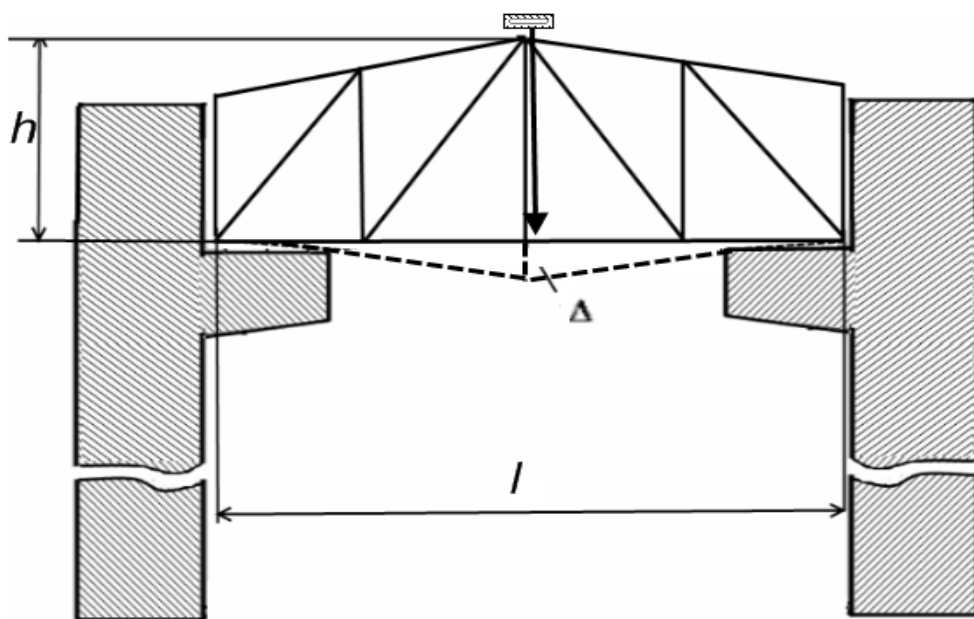


Рисунок 6.20 – Монтажне положення ферми:  $\Delta$  – стріла прогину

### 6.9 Геодезичні роботи при монтажі крупнопанельних і каркасно-панельних будівель

Якість монтажу в крупнопанельному будівництві значною мірою залежить від правильного і своєчасного геодезичного обслуговування, яке повинно забезпечувати:

- збіг осей панелей з розмічувальними осями;
- строго вертикальне положення панелей;
- проектне положення верха панелей;
- проектні розміри горизонтальних і вертикальних швів.

Основні осі каркасно-панельних споруд виносять на натуру від точок і ліній геодезичної опорної мережі. При зведенні каркасно-панельних споруд монтаж, як правило, починають із сходової клітки, оскільки вона є

обслуговуванням між поверхами і до її стояків прилягає каркас споруди, яку монтують. При монтажі сходових майданчиків перевіряють відповідність відміток опорних консолей і перекриттів. При розмічуванні першого майданчика від нульової відмітки рулеткою відміряють відстань до низу площадки, що монтується, і наносять риску, яку переносять до місця упирання площадки на протилежному боці.

При монтажі особливого значення надають установленню і вивіренню стінових панелей, оскільки їх положення визначає точність і якість зведення всієї споруди. Стінові панелі кожного поверху монтують тільки після підготовлення і вивірення монтажного горизонту. Для установлення стінових панелей по всьому периметру споруди або робочої ділянки розмічають поздовжні і поперечні осі. Монтаж панелей починають з встановлення базових панелей, розташованих на поперечній і поздовжній осях приблизно в середині споруди, створюючи жорсткий блок. Базові панелі встановлюють за допомогою теодоліта і тимчасово закріплюють підкосами або спеціальними кондукторами. Для установлення панелі у вертикальне положення застосовують маятниковий підвіс або рейку-підвіс (рис. 6.21). Вертикальність панелі перевіряють по двох гранях: боковій і відкритій торцевій.

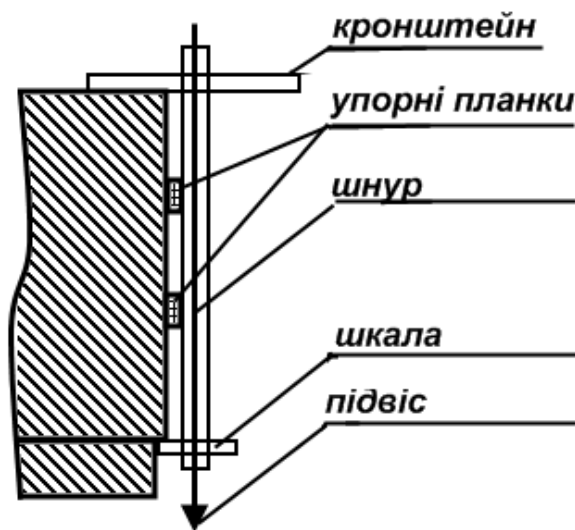


Рисунок 6.21 – Схема розташування підвісу при вивіренні вертикальності панелі

Після установлення стінових блоків у проектне положення перевіряють правильність відмітки верха блоків за допомогою шнура, натягнутого по верхній грані блоків, або візуванням на блоки.

При монтажі каркасно-панельних споруд до кінцевого закріплення збірних залізобетонних конструкцій використовують геодезичні прилади для перевірення фактичного її положення. Монтаж плит в основному здійснюється після установлення стін і перегородок. Перед монтажем нівеліром перевіряють відмітки опорної площини верха стін. При монтажі

каркасно-панельних споруд до кінцевого закріплення залізобетонних конструкцій виконують ретельну перевірку фактичного їх положення.

При зведенні наступних поверхів висота на кожний поверх передається від будівельного нуля зазвичай за допомогою геометричного або тригонометричного нівелювання.

### **Контрольні запитання для самоперевірки знань**

1. Завдання геодезичного забезпечення будівництва.
2. Основні види геодезичних робіт при монтажі будівельних конструкцій і обладнання.
3. Способи встановлення та вивірення конструкції у плані та по висоті.
4. Що називають детальним розмічуванням?
5. Спосіб оптичного візування для задання напрямку монтажних осей.
6. Струнний спосіб візування для задання напрямку монтажних осей.
7. Вивірення конструкції за висотою.
8. Побудова планової і висотної розмічувальної мережі на вихідному горизонті.
9. Що називають вихідним горизонтом?
10. Що називають монтажним горизонтом?
11. Як класифікуються будівлі та споруди за класом точності?
12. Проектування розмічувальних осей на монтажні горизонти.
13. Спосіб похилого проектування та приклади його застосування.
14. Спосіб вертикального проектування та приклад його застосування.
15. Винесення будівельних осей на фундаменти.
16. Геодезичні роботи при монтажі колон.
17. Геодезичні роботи при монтажі підкранових балок.
18. Геодезичні роботи при монтажі підкранових рейок.
19. Геодезичні розмічувальні роботи при монтажі ферм.
20. Геодезичні роботи при монтажі крупнопанельних і каркасно-панельних будівель.

## 7 ГЕОДЕЗИЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ЗМІЩЕННЯМИ І ДЕФОРМАЦІЯМИ СПОРУД

### 7.1 Загальні відомості про деформації інженерних споруд

Внаслідок конструктивних особливостей, природних умов і діяльності людини споруди в цілому і їхні окремі елементи отримують різного виду деформації. У загальному випадку під терміном деформація розуміють змінення форми об'єкта спостережень. У геодезичній же практиці прийнято розглядати деформацію як зміну положень об'єкта відносно якого-небудь первісного. Спостереження за зсувами, осіданнями і деформаціями споруди мають велике значення для визначення міцності і стійкості споруди, для своєчасного запобігання їх руйнуванню або своєчасного сигналу про настання аварійного стану. Спостереження ведуть з початку будівництва шляхом високоточних і систематичних геодезичних вимірювань. При рівномірному стисканні ґрунтів під дією ваги споруди відбувається осідання споруди, яке з часом зменшується і припиняється. Якщо ґрунти осідають нерівномірно, то залежно від їх характеру і виду можуть відбуватися крени, прогини, перекося, кручення і розрив споруд. Зміни в просторовому положенні споруди називаються деформаціями, в горизонтальній площині – зсувами, у вертикальній – осіданнями.

*Мета* геодезичних спостережень за деформаціями будівель і споруд – отримати дані, які характеризують абсолютні величини осідань і зміщень, а також встановити показники їх зміни в часі.

Спостереження за деформаціями споруд являють собою комплекс вимірювальних й описових заходів із виявлення величин деформацій і причин їхнього виникнення. Для складних і відповідальних споруд спостереження починають одночасно із проектуванням. На площадці майбутнього будівництва вивчають вплив природних факторів й у цей же період створюють систему опорних знаків для того, щоб заздалегідь визначити ступінь їхньої стійкості. Спостереження безпосередньо за спорудою починають із моменту початку її зведення й продовжують протягом усього будівельного періоду. Для більшості великих споруд спостереження проводяться й у період їхньої експлуатації. Залежно від характеру споруди, природних умов і т. д. спостереження можуть бути закінчені при припиненні деформацій, а можуть тривати й весь період експлуатації.

Для спостережень використовується вимірювальна мережа, яка складається з таких геодезичних знаків:

*репер* – геодезичний знак, який закріплює пункт нівелірної мережі (висотне положення цього знака є практично незмінним під час спостережень за деформаціями споруд);

**марка** – жорстко закріплений на конструкції будівлі знак, який змінює своє висотне та планове положення внаслідок деформацій споруди (приклад стінної марки зображено на рисунку 7.1);

**опорний знак** – практично нерухомий в горизонтальній площині знак, відносно якого визначаються зсуви та крени споруд.

Репери можуть бути глибинними або ґрунтовими. Глибинний – фундаментальний геодезичний знак, який закладається в ущільнені ґрунти (рис. 7.2). Ґрунтовий – знак, що закладається нижче глибини промерзання ґрунту (рис. 7.3). Всі геодезичні знаки, встановлені на споруді та навколо неї, створюють оглядову та опорну мережі, які пов’язані між собою геодезичними вимірюваннями.

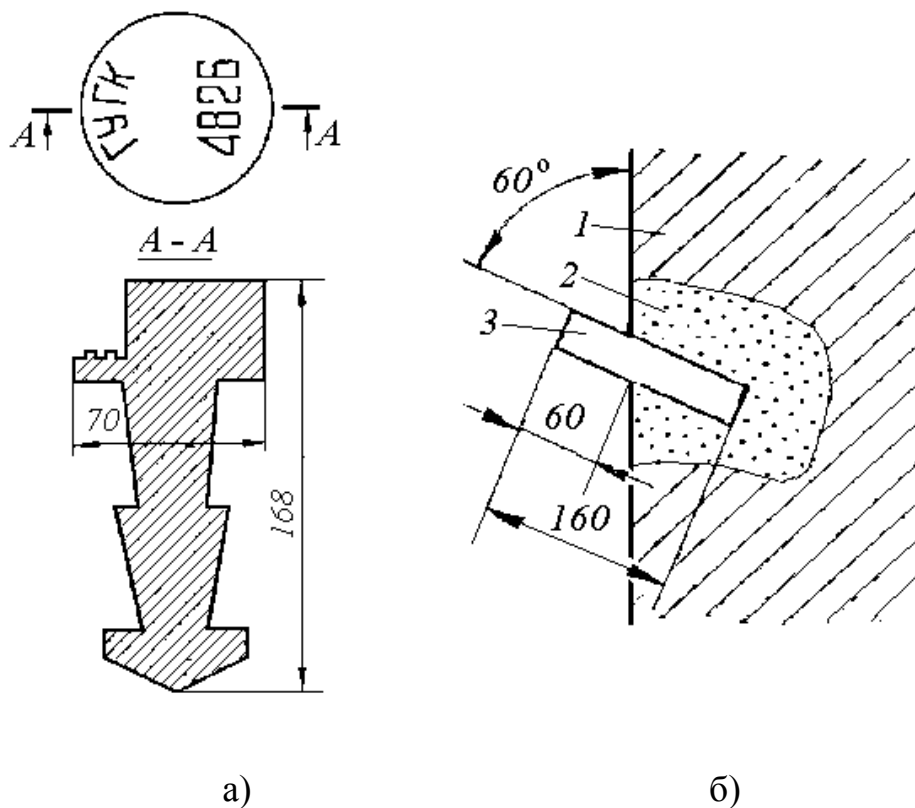


Рисунок 7.1 – Стінна марка: а) звичайна; б) спрощена, 1 – стіна; 2 – цементний розчин; 3 – сталевий кутик 30×30×5 мм

Склад геодезичних робіт при вимірюванні зсувів, осідань і деформацій такий:

1. Розроблення методів і визначення періодів вимірювання зсувів, осідань і деформацій;
2. Розроблення схеми, методів і програми застосування планових і висотних опорних мереж;
3. Розроблення конструкцій геодезичних знаків;

4. Розроблення періодів і методів перевірки положення знаків опорної мережі;
5. Закладання знаків;
6. Вимірювання для створення опорної мережі (триангуляція, полігонометрія, геометричне нівелювання);
7. Вимірювання величини горизонтальних і вертикальних зміщень, величин крену і переносу споруди, тріщини і виміри їх розмірів.

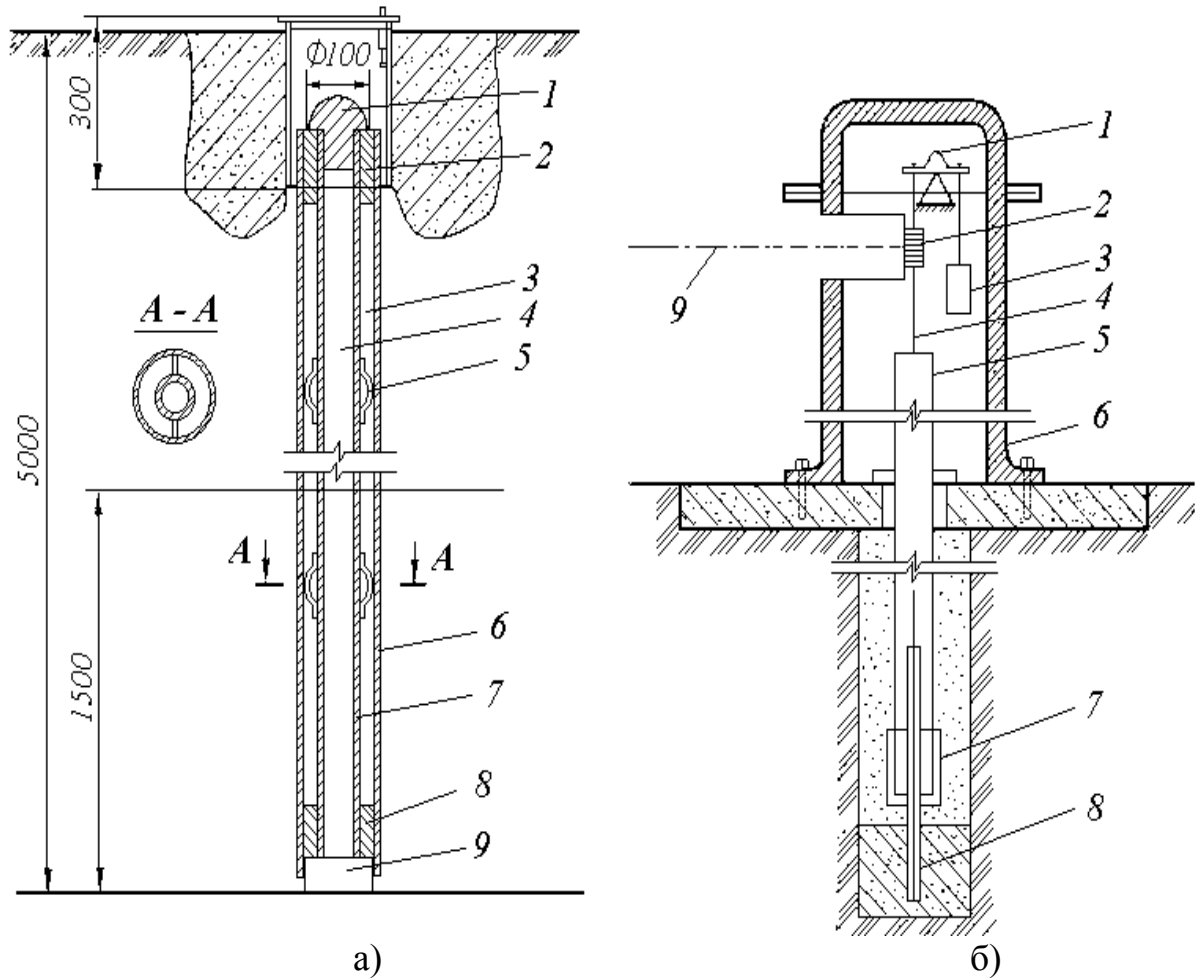


Рисунок 7.2 – Глибинний репер: а) трубчастий репер, що закладається бурінням: 1 – запресована бронзова головка з хрестовиною; 2, 8 – сальники; 3 – мазут; 4 – цемент; 5 – наварний ліхтар зі сталі; 6 – труба ( $\varnothing$  150 мм); 7 – труба ( $\varnothing$  60 мм); 9 – піддон металевий; б) репер з гнучкою реперною штангою: 1 – важіль; 2 – шкалова марка; 3 – вантаж; 4 – інварний дріт; 5 – захисна труба; 6 – труба-люк; 7 – сальник; 8 – шток; 9 – горизонт приладу

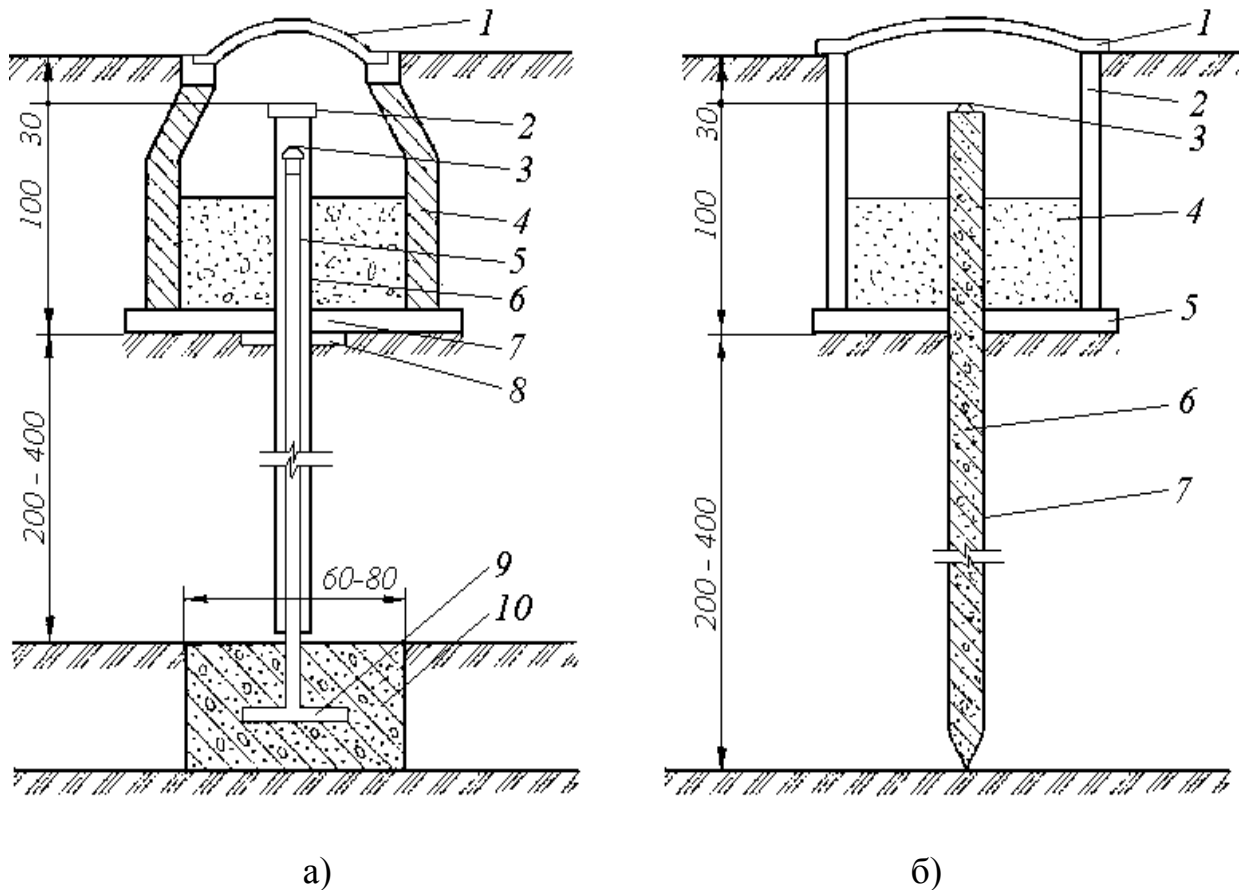


Рисунок 7.3 – Ґрунтовий репер: а) трубчастий на бетонному фундаменті: 1 – люк; 2 – кришка; 3 – реперна головка (Ø 2–4 см); 4 – цегляний або бетонний збірний колодязь; 5 – реперна труба (Ø 7–8 см); 6 – захисна труба (Ø 12–15 см); 7 – бетонна підготовка; 8 – хомут для утримання захисної труби; 9 – анкерний лист; 10 – бетонна подушка; 11 – шлак; б) пальовий: 1 – люк; 2 – цегляний або бетонний збірний колодязь; 3 – реперна головка (Ø 2–4 см); 4 – шлак; 5 – бетонна підготовка при встановленні в котлован; 6 – паля; 7 – бітум

Крім геодезичних робіт при вимірюванні зсувів, осідань і деформацій споруд виконуються такі роботи:

- дослідження фізико-механічних властивостей ґрунтів як основ споруди;
- дослідження режимів ґрунтових вод;
- дослідження напруги під фундаментом;
- спостереження за зміною температури.

На кожному етапі зведення або експлуатації споруди спостереження за його деформаціями виконують через певні проміжки часу. Такі спостереження, проведені за календарним планом, називаються *систематичними*.

У випадку появи фактора, що призводить до різкого зміння звичайного ходу деформації (зміна навантаження на фундамент,

температури навколишнього середовища або самої споруди, рівня ґрунтових вод, землетрус та ін.), виконують *термінові* спостереження. Паралельно з вимірюванням деформацій для виявлення причин виникнення організують спеціальні спостереження за зміною стану й температури ґрунтів і підземних вод, температурою споруди, за зміною метеоумов і т. п. Ведеться облік зміни будівельного навантаження й навантаження від установленого устаткування.

## 7.2 Методи спостереження за осіданням споруди

Для вимірювання величини осідання, тобто зміщення споруди у вертикальному напрямку застосовують методи: *фотограмметричний, гідростатичний, мікронівелювання, геометричного і тригонометричного нівелювання.*

Найбільш універсальним способом спостереження за осіданням є періодичне високоточне *геометричне нівелювання* геодезичних марок 1, 2, 3 ... 20 (рис. 7.4). Для спостереження в тіло споруди, починаючи з фундаменту, закладають осадочні марки і репери. У фундаменти закладають марки з напівсферичною головкою. Ці марки встановлюють вздовж осі фундаментів, що дає змогу виявити прогини і перекоси в різних напрямках.

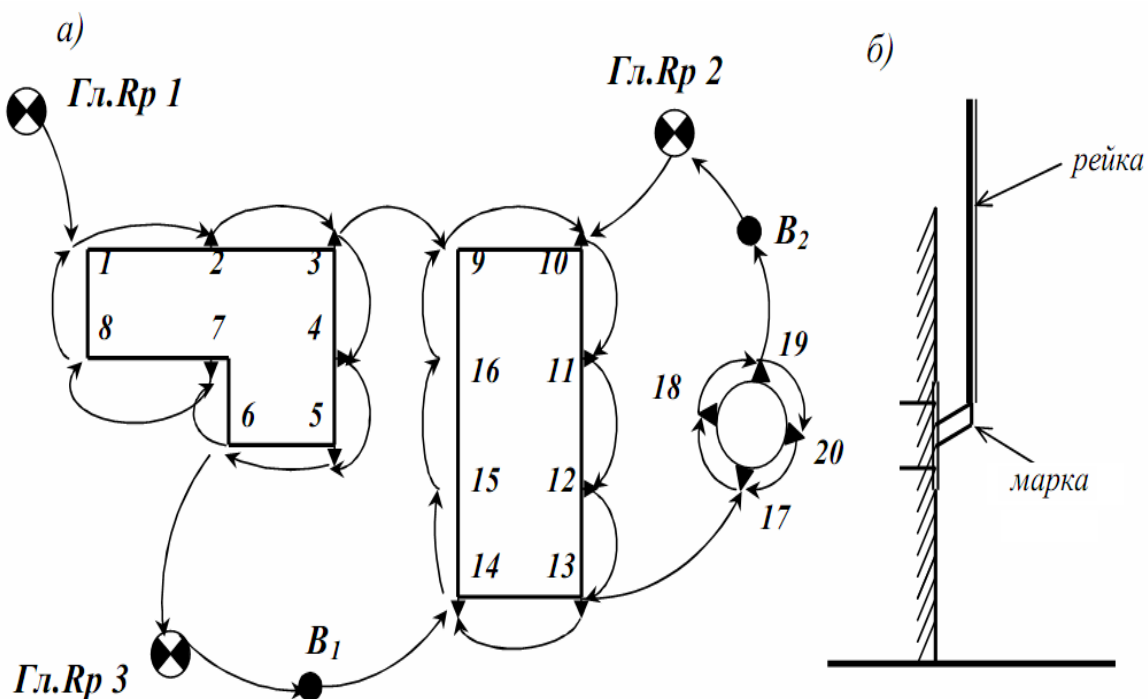


Рисунок 7.4 – Схема розташування марок, нівелірних ходів для спостережень за осіданнями споруд способом геометричного нівелювання (а), конструкція марки в стіні будівлі (б)



Як висотна основа, відносно якої визначається осідання марок на споруді, слугує мережа фундаментальних глибинних реперів, які визначають сфери можливих осідань грантів. Їх, як правило, закладають завчасно на глибину, більшу за глибину промерзання грантів в даному районі. Кількість реперів повинна бути не менше 3 – 4 (гл. Рр 1, 2, 3 рис. 7.4), щоб шляхом періодичних спостережень встановити їх на весь період вимірювання деформацій. Спостереження за осіданнями виконують циклами один раз на квартал, один раз на півроку, один раз на рік і т. д., до стабілізації осідань, тобто коли їх швидкість буде становити 1 – 2 мм на рік.

Способом геометричного нівелювання можна визначати різниці висот точок, розташованих на відстані 5 – 10 м, з похибкою 0,05 – 0,1 мм, а на кілька сотень метрів – з похибкою до 0,5 мм.

Залежно від необхідної точності визначення осідань застосовуються різні класи нівелювання. Так, наприклад, при визначенні осідань бетонних гребель гідровузлів застосовують I й II класи, які характеризуються середньою квадратичною похибкою визначення перевищення на одну станцію відповідно 0,3 й 0,4 мм. При визначенні осідань промислових і цивільних будівель найчастіше застосовують II й III класи, для яких середньоквадратичні похибки визначень перевищення на станції відповідно дорівнюють 4 й 0,9 мм.

Відмітки деформаційних точок у циклі вимірювань визначають відносно вихідного опорного репера. Відмітку вихідного репера найчастіше приймають умовно, наприклад 100,000 м, але вона стала на весь період спостережень. Для передачі відмітки від вихідного на всі деформаційні репери, розробляють спеціальну схему (рис. 7.4). При виконанні вимірювань залежно від класу нівелювання застосовують спеціальну методику й відповідні прилади. Так, при вимірах високої точності використовують ретельно вивірені високоточні нівеліри типу Н-05, штрихові інварні або спеціальні малогабаритні рейки. Нівелір встановлюють чітко по середині між спостережуваними точками, відліки беруть по основній і додатковій шкалах рейок. Нівелювання виконують при двох горизонтах приладу, у прямому й зворотному напрямках. Довжина візирного променя допускається до 25 м, його висота над поверхнею землі або підлоги – не менше 0,5 м. Нівелювання виконується тільки при цілком сприятливих умовах видимості й при досить виразних, спокійних зображеннях штрихів рейок. Дотримуються й інших запобіжних заходів, що забезпечують високу точність робіт. За отриманими результатами спостережень кожного циклу визначають позначки марок, абсолютне осідання  $S_i$ , мм, швидкість осідання  $\nu$ , мм/рік, будують графіки осідань (рис. 7.5).

$$S_i = H_i - H_{i-1}, \quad (7.1)$$

де  $S_i$  – абсолютне осідання споруди, мм;

$H_i, H_{i-1}$  – позначки марки в наступному і попередньому циклах, м.

$$v = \frac{S_{cp}}{T}, \quad (7.2)$$

де  $v$  – швидкість осідання споруди, мм/рік;

$S_{cp}$  – середнє осідання споруди за період спостереження  $T$ .

Якщо значення  $v$  знаходиться в межах 1 – 2 мм/рік, вважають що положення споруди стабільне.

Осідання, мм

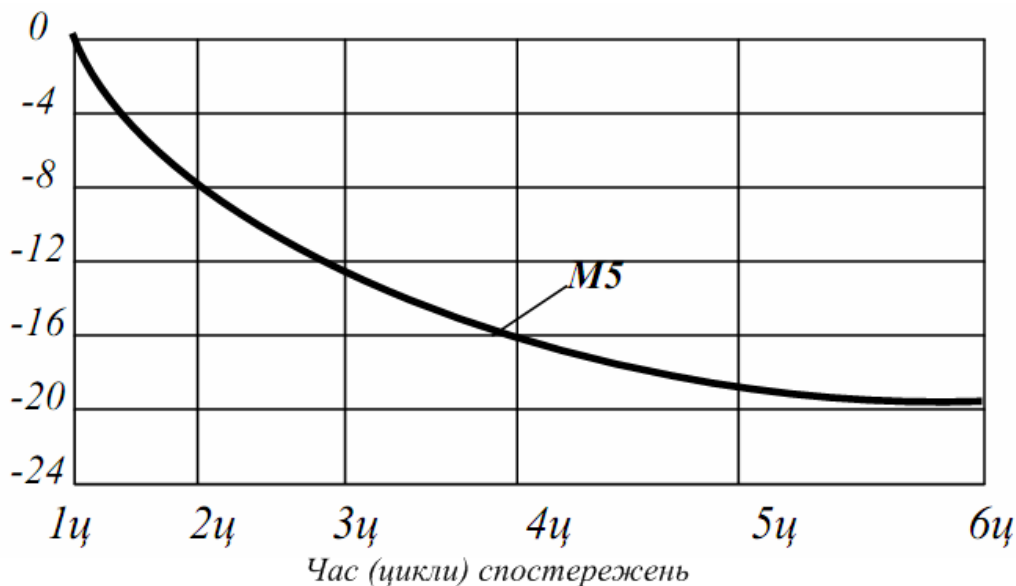


Рисунок 7.5 – Графік осідання марки М5

**Спосіб тригонометричного нівелювання** дозволяє визначати осідання точок, розташованих на істотно різних висотах, у важкодоступних місцях. Такі випадки виникають при спостереженнях за високими будинками, вежами, греблями, при проведенні вимірів через перешкоди. Найбільш висока точність, близько 0,1 мм, забезпечується при коротких (до 100 м) променях візування із застосуванням високоточних теодолітів типу ЗТ2 і спеціальної методики вимірювань, що дозволяє вимірювати зенітні відстані з похибкою 5". Крім того, методика передбачає однотипне у всіх циклах устанавлення теодоліта і його ретельне дослідження, строгу вертикальність рейок, вибір часу й умов спостережень для зменшення впливу вертикальної рефракції, а також ряд інших заходів, спрямованих на ослаблення дій різних джерел похибок. Відстані до обумовлених точок повинні вимірятися з похибкою 3 – 5 мм.

**Спосіб мікронівелювання** застосовують при спостереженнях за взаємним висотним положенням близько розташованих точок на відстані

1 – 1,5 м. Такі завдання виникають при вивченні осідань і нахилів окремих конструкцій: фундаментів, балок, ферм, технологічного устаткування. Вимірювання виконують за допомогою мікронівеліра.

**Гідронівелювання** забезпечує таку ж точність, як і геометричне нівелювання, але дозволяє створювати стаціонарні автоматизовані системи з дистанційним зніманням інформації. При використанні гідростатичного нівелювання застосовують різні системи, конструкція яких залежить від умов проведення робіт, необхідної точності та від способу вимірювання положення рівня рідини відносно відлікових штрихів вимірювальних посудин. Найпростіша система, що використовується на гідротехнічних спорудах, складається з відрізків металевих труб, покладених на стрижнях, що закладені у стіну. Відрізки труб з'єднуються між собою шлангами. Над трубою в точках, між якими систематично визначаються перевищення, у стіну вставляються марки з посадковими втулками для переносного вимірника. При вимірюваннях вимірник встановлюється у втулку марки. Обертанням мікрометреного гвинта вимірника досягається контакт вістря штока з рідиною, про що свідчить загоряння сигнальної лампочки. У цей момент береться відлік на барабані мікрометра. При прив'язуванні гідростатичної системи до опорної нівелірної мережі на марку замість вимірника встановлюється нівелірна рейка. Існують автоматизовані системи гідростатичного нівелювання, у яких зміна положення рівня рідини в посудинах визначається автоматично за допомогою електричних або оптико-електронних датчиків.

**Фотограмметричний спосіб** передбачає застосування фототеодоліта для фотознімання об'єкта. Визначення деформацій взагалі й зокрема осідань цим способом полягає у вимірюванні різниці координат точок споруди, що знайдені на фотознімках початкового (або попереднього) циклу та фотознімках деформаційного (або наступного) циклу. Деформації визначаються в одній вертикальній площині, тобто в площині, паралельній площині фотознімка. При фотограмметричному способі фотографування виконують із однієї точки при незмінному положенні фотокамери в циклах. Для обчислення деформацій, крім вимірювань координат або паралаксів, на знімках необхідно знати відстань фотокамери від об'єкта та фокусну відстань об'єктива фотокамери.

### **7.3 Горизонтальні зміщення споруд та способи їх визначення**

Послідовність виконання геодезичних робіт із визначення горизонтальних зміщень:

- розроблення програми спостереження з зазначенням методів спостереження і необхідних для нього приладів;

- розміщення опорних і контрольних пунктів спостереження;
- організація спостережень і оброблення отриманих результатів.

Опорні пункти спостереження вимірюють і закріплюють поза зоною можливих зміщень грантів. Перед кожним циклом спостереження перевіряють їх.

Для вимірювань величин зсуву споруди в горизонтальному напрямку застосовують методи:

- створних спостережень;
- триангуляційний;
- фотограмметричний.

**Створний метод** (повного створу, напівстворів, четвертних створів, послідовних та частих створів, рухливої марки, малих кутів) широко застосовують для дослідження деформацій споруд прямолінійної форми, коли величину зсуву достатньо знати по одному напрямку (рис. 7.6). При цьому координатну систему вибирають так, щоб з напрямком зсувів збігалася вісь ординат, а з напрямком створу – вісь абсцис. Величини зсувів знаходять за різницею значень ординат (нестворностей), визначених у двох циклах.

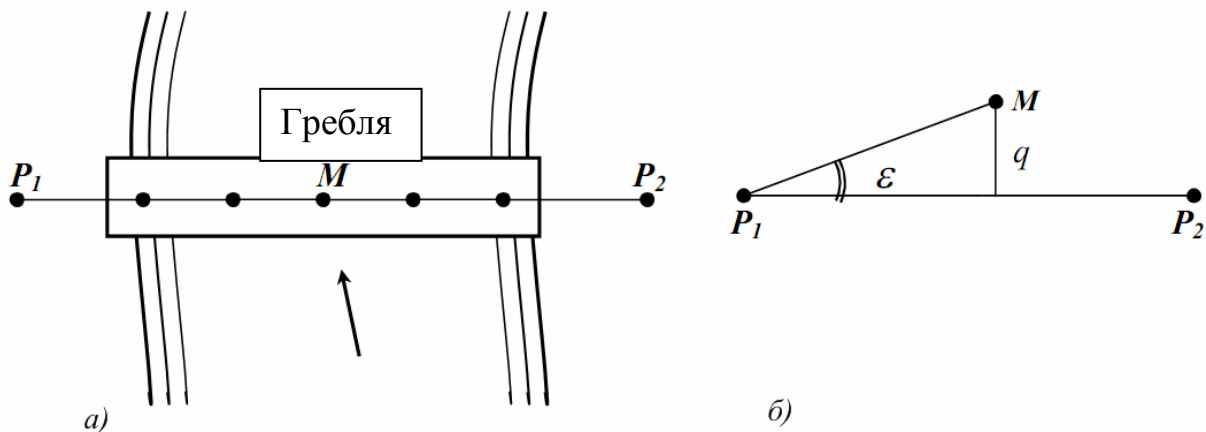


Рисунок 7.6 – Визначення горизонтального зміщення споруди створним методом: а) спосіб рухливої марки; б) спосіб малих кутів

Суть способу рухливої марки: візирну вісь інструмента направляють у напрямку створу  $P_1-M-P_2$ . Величина зсуву марки зі створом визначається шляхом зміни створних кутів високоточних теодолітів або за допомогою відлікового приладдя на марці.

При вимірюванні малого кута (рис. 7.6, б) горизонтальне зміщення  $q$  визначається за формулою:

$$q = d \frac{\varepsilon''}{\rho''}, \quad (7.3)$$

де  $d$  – відстань від геодезичного пункту до марки, м;

$\rho'' = 206265''$  – число секунд в радіанах;

$\varepsilon''$  – створний кут, виміряний з точністю до  $\pm 1''$ .

В способі послідовних створів (рис. 7.7, а) передбачено визначення нестворностей  $\Delta_1 = q_1$  точки 1 від створу  $P_1P_2$ , 1-2,  $\Delta_2$  точки 2 від створу  $1P_2$ ,  $\Delta_3$  точки 3 від створу  $2P_2$  і т. д. В цьому випадку нестворність  $q_i$  будь-якої  $i$ -ї точки відносно загального створу  $P_1P_2$  та відомої відстані  $S$  може бути визначена за формулою:

$$q_i = q_{i-1} \frac{S_{i-P_2}}{S_{(i-1)-P_2}} + \Delta_i. \quad (7.4)$$

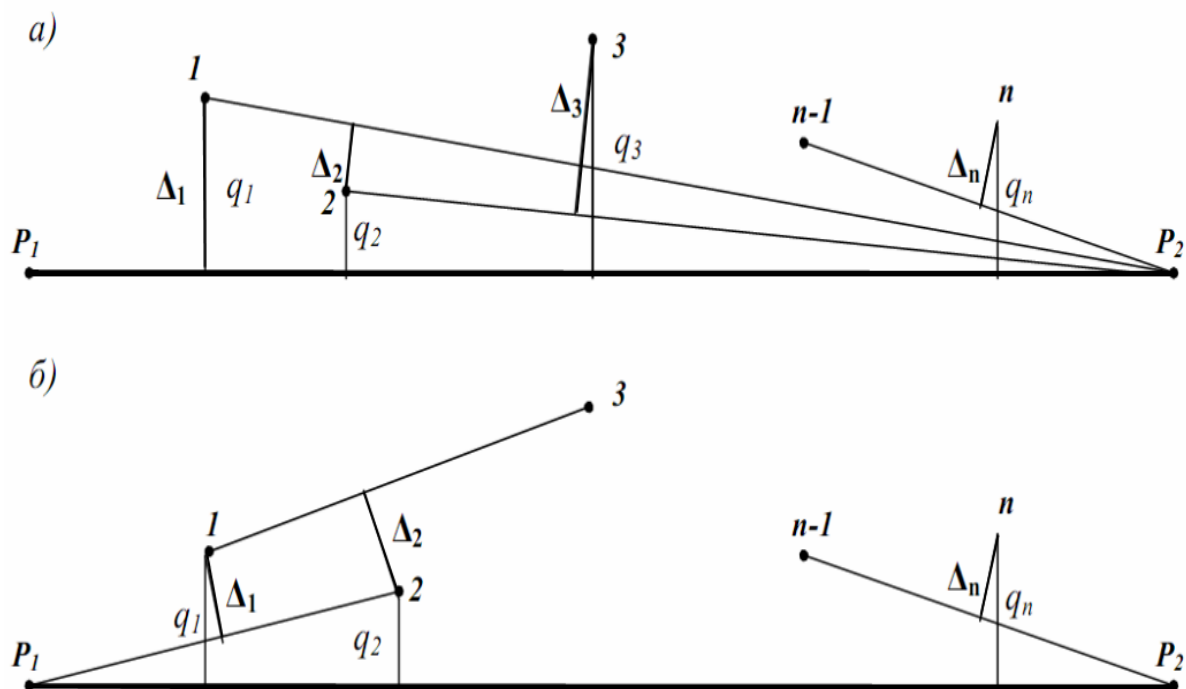


Рисунок 7.7 – Визначення горизонтального зміщення споруд способом послідовних (а) та окремих (б) створів

В способі окремих створів (рис. 7.7, б) нестворність  $\Delta_1$  точки 1 визначається від створу 1-2,  $\Delta_2$  точки 2 від створу 1-3,  $\Delta_3$  точки 3 від створу 2-4 і т. д. В цьому випадку нестворність  $q_i$  будь-якої  $i$ -ї точки відносно загального створу  $P_1P_2$  може бути визначена за формулою:

$$q_i = q_{i-1} \frac{S_{i-(i+1)}}{S_{(i-1)-(i+1)}} + q_{i-1} \frac{S_{(i-1)-i}}{S_{(i-1)-(i+1)}} + \Delta_i. \quad (7.5)$$

**Метод триангуляції** застосовується при неможливості створення прямолінійних створів (рис. 7.8).

Суть способу: з тригонометричних пунктів А, В, С за допомогою засічок періодично визначають координати пунктів 1, 2, 3 на споруді. Шляхом порівняння координат визначають лінійні зміщення точок споруди. Горизонтальні кути вимірюють з точністю  $\pm 0,5 - 0,7''$ . Горизонтальні зміщення отримують визначенням різниці координат в  $i$ -му та початковому циклах. Метод триангуляції складний і потребує значного об'єму обчислень.

При визначенні деформації великих гідротехнічних споруд застосовують *комбінований спосіб створних спостережень*. Спостереження за зміщенням точок виконують створом, а стійкість опорних точок, із яких виконуються створні спостереження, контролюється тригонометричним способом із пунктів тригонометричної мережі.

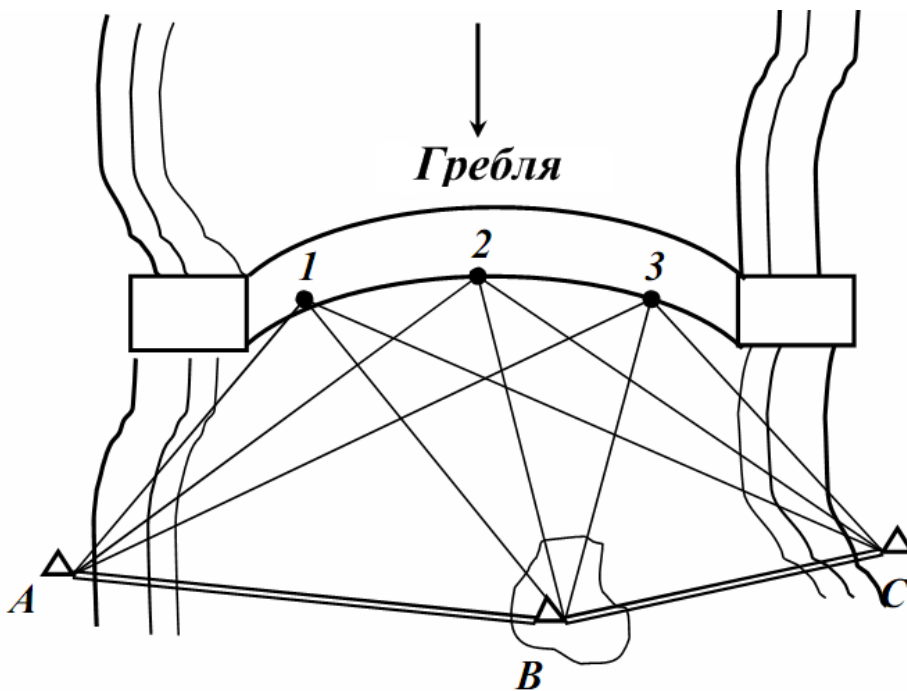


Рисунок 7.8 – Визначення горизонтального зміщення споруди методом триангуляції А, В, С – опорна мережа; 1, 2, 3 – марки.

#### 7.4 Вимірювання кренів споруд

**Крени** – види деформації, властиві спорудам баштового типу. Поява крену може бути викликана як нерівномірністю осідання споруди, так і вигином і нахилом верхньої її частини через однобічне температурне нагрівання та вітрового тиску. У зв'язку із цим повну інформацію про крени й вигини можна одержати лише за результатами спільних спостережень за положенням фундаменту та корпусу баштової споруди.

Вимірювання кренів та осідань споруди мають виконуватись відповідно до технічного завдання, яке розробляє проектна організація, що запроектувала споруду. У технічному завданні регламентують: допустиму точність визначення кренів та осідань, схему розміщення візирних та осадкових марок, періодичність та строки спостережень, вимоги до побудови геодезичної планової та висотної мережі. На основі технічного завдання геодезична служба спостереження за кренами та осіданнями розробляє проект виконавчих геодезичних робіт, який складається з такого:

- розрахунок необхідної точності геодезичних вимірювань, що виконують в кожному циклі спостережень за кренами та осіданнями споруд;
- вибір та обґрунтування планово-висотної геодезичної мережі, а також схему її побудови з позначенням усіх реперів, знаків та центрів опорних пунктів;
- конструкції осадкових та візирних марок та спосіб їх закріплення;
- вибір та обґрунтування методів і приладів для визначення кренів та осідань споруди;
- методика геодезичних вимірювань, що відповідає вибраному методу;
- перелік необхідного обладнання та приладів;
- календарний план виконання робіт;
- обробка результатів вимірювань;
- розрахунок кількості виконавців;
- кошторис на виконання робіт.

При складанні проекту необхідно максимально використовувати всі геодезичні та топографічні матеріали, що знаходяться на території будівельного майданчика.

Залежно від виду й висоти споруди, технічних вимог та умов спостережень для визначення крену застосовують різні способи: *координат, горизонтальних кутів, малих кутів, вертикального проектування, зенітних відстаней, високоточного нівелювання осадкових марок, напрямку з одного опорного пункту, стереофотограмметрії.*

В сучасній практиці найбільше розповсюдження мають перших чотири способи як найбільш доступні та достатньо точні і надійні при визначенні кренів споруд. Ці способи однакові за складом вимірювань та базуються на принципі вимірювання та проектування напрямків “пункт спостереження – центр верхнього або нижнього пояса споруди”, утворюють пряму кутову засічку. Найбільш універсальним є спосіб координат.

Для визначення кренів способом координат необхідно знати координати пунктів спостережень в прийнятій системі координат. Останні визначаються шляхом включення пунктів спостережень в геодезичну

мережу, що створюється навколо споруди відомими методами геодезії, пункти якої пов'язані між собою вимірними напрямками та лініями.

Взаємне положення пунктів спостережень та споруди має задовольняти такі вимоги: розташування в місцях, що забезпечують стабільність їх положення та максимальне збереження, видимість не менше, ніж  $\frac{3}{4}$  висоти споруди, найбільш зручну геометричну форму засічки, відстань близько 2 – 3 висот від споруди. Найзручнішою формою засічки є та, при якій кут засічки прямий. Під час експлуатації періодичність спостережень за кренами та осіданнями визначається залежно від швидкості стабілізації осідання грантів основи, інженерно-геологічних умов та стану споруди. У цей період проводиться не менше трьох циклів на рік.

Під час знаходження величин кренів споруди способом координат визначають в кожному циклі спостережень прямою кутвою засічкою одночасно з трьох – чотирьох пунктів координати верхнього, а в початковому циклі і центра нижнього перерізу, в прийнятій системі координат.

Для прикладу наведемо використання способу координат для визначення крену споруди з трикутною основою (рис. 7.9).

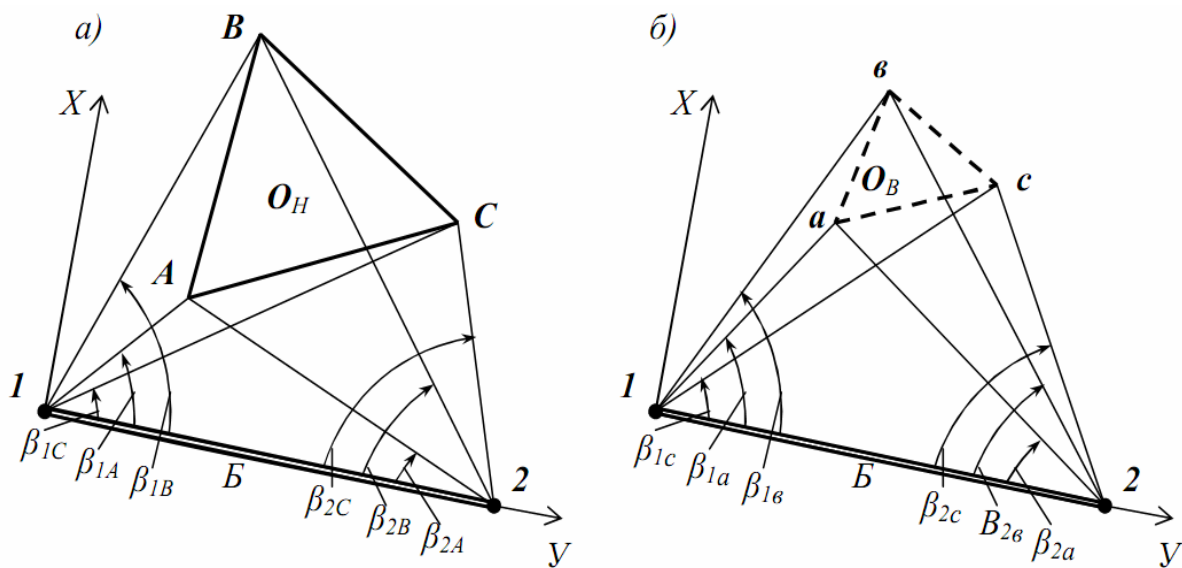


Рисунок 7.9 – Схеми до визначення координат а) нижніх та б) верхніх точок споруди трикутної форми

Спочатку визначають вершини координат верхнього та нижнього трикутників, та знаходять координати їх ортоцентрів. За координатами ортоцентрів шляхом вирішення оберненої геодезичної задачі отримують всю необхідну інформацію. Поруч зі спорудою розбивають базис 1 – 2 з відомою довжиною  $B$ . Теодолітні станції 1 та 2 розташовують довільно, на відстані від споруди не менше півтори – дві висоти так, щоб з них було видно нижні  $ABC$  та верхні  $abc$  точки, а кути знаходились в межах  $30 - 120^\circ$ . З точок 1 та 2 теодолітом вимірюють горизонтальні кути  $\beta_{1C}, \beta_{1A},$



$\beta_{1B}$  та  $\beta_{2C}$ ,  $\beta_{2A}$ ,  $\beta_{2B}$  на нижні точки  $ABC$ , а також  $\beta_{1c}$ ,  $\beta_{1a}$ ,  $\beta_{1e}$ , та  $\beta_{2c}$ ,  $\beta_{2a}$ ,  $\beta_{2e}$ , на верхні точки споруди  $авс$ . Далі розрахунки проводять в умовно вибраній системі координат, в якій вісь  $X$  є перпендикулярною до базису 1 – 2, вісь  $Y$  збігається з напрямком базису, початок координат в точці 1 має координати (0; 0), а точка 2 (0; B). Тоді координати вершин споруди з основою трикутної форми можна визначити за формулами:

$$X_A = \frac{B \sin \beta_{2A} \sin \beta_{1A}}{\sin(\beta_{1A} + \beta_{2A})}, X_B = \frac{B \sin \beta_{2B} \sin \beta_{1B}}{\sin(\beta_{1B} + \beta_{2B})}, X_C = \frac{B \sin \beta_{2C} \sin \beta_{1C}}{\sin(\beta_{1C} + \beta_{2C})}, (7.6)$$

$$Y_A = \frac{B \sin \beta_{2A} \cos \beta_{1A}}{\sin(\beta_{1A} + \beta_{2A})}, Y_B = \frac{B \sin \beta_{2B} \cos \beta_{1B}}{\sin(\beta_{1B} + \beta_{2B})}, Y_C = \frac{B \sin \beta_{2C} \cos \beta_{1C}}{\sin(\beta_{1C} + \beta_{2C})}, (7.7)$$

$$X_a = \frac{B \sin \beta_{2a} \sin \beta_{1a}}{\sin(\beta_{1a} + \beta_{2a})}, X_e = \frac{B \sin \beta_{2e} \sin \beta_{1e}}{\sin(\beta_{1e} + \beta_{2e})}, X_c = \frac{B \sin \beta_{2c} \sin \beta_{1c}}{\sin(\beta_{1c} + \beta_{2c})}, (7.8)$$

$$Y_a = \frac{B \sin \beta_{2a} \cos \beta_{1a}}{\sin(\beta_{1a} + \beta_{2a})}, Y_e = \frac{B \sin \beta_{2e} \cos \beta_{1e}}{\sin(\beta_{1e} + \beta_{2e})}, Y_c = \frac{B \sin \beta_{2c} \cos \beta_{1c}}{\sin(\beta_{1c} + \beta_{2c})}. (7.9)$$

В рівносторонніх трикутниках  $ABC$  та  $авс$  координати ортоцентрів  $O_H$  та  $O_B$  знаходять за формулами:

$$X_{O_H} = \frac{X_A + X_B + X_C}{3}, Y_{O_H} = \frac{Y_A + Y_B + Y_C}{3}, (7.10)$$

$$X_{O_B} = \frac{X_a + X_e + X_c}{3}, Y_{O_B} = \frac{Y_a + Y_e + Y_c}{3}. (7.11)$$

За координатами ортоцентрів  $O_H$ ,  $O_B$  та вершин  $ABC$ ,  $авс$  шляхом розв'язання обернених геодезичних задач знаходять значення крену  $K$  та його напрям  $\text{tg} \alpha$ .

$$\text{tg} \alpha = (Y_{O_B} - Y_{O_H}) / (X_{O_B} - X_{O_H}), (7.12)$$

$$K = \sqrt{(X_{O_B} - X_{O_H})^2 + (Y_{O_B} - Y_{O_H})^2}. (7.13)$$

Суть способу *горизонтальних кутів* – в знаходженні складових абсолютного крену та його величини в першому циклі, приростів крену в наступних циклах за результатами вимірювань горизонтальних напрямків на центри верхнього середнього та нижнього середнього перерізів в першому циклі, а також центр тільки верхнього середнього перерізу в наступних циклах (напрями створюють пряму кутову засічку). Спосіб горизонтальних кутів (напрямків) передбачає спостереження верхньої

точки  $B$  споруди з двох закріплених на місцевості геодезичних пунктів 1 та 2 в двох взаємоперпендикулярних напрямках (рис. 7.10). В першому циклі вимірюють горизонтальні кути  $\beta_1$  та  $\beta_2$  на точку  $B$ , в другому циклі знову вимірюють горизонтальні кути  $\beta'_1$  та  $\beta'_2$  і знаходять різниці  $\Delta\beta = \beta'_1 - \beta_1$  та  $\Delta\beta = \beta'_2 - \beta_2$ , обчислюють прирости крену та його повну величину  $K$  за формулами (7.14):

$$q_1 = \frac{\Delta\beta_1 L_1}{\rho''}, \quad q_2 = \frac{\Delta\beta_2 L_2}{\rho''}, \quad K = \sqrt{q_1^2 + q_2^2}, \quad (7.14)$$

де  $L_1$  та  $L_2$  – горизонтальні прокладання від опорних точок до точки спостереження  $B$ , які можуть бути визначені графічно з плану, виміряні на місцевості, визначені прямою кутвою засічкою з опорних пунктів або визначені розв'язуванням прямої геодезичної задачі, м.

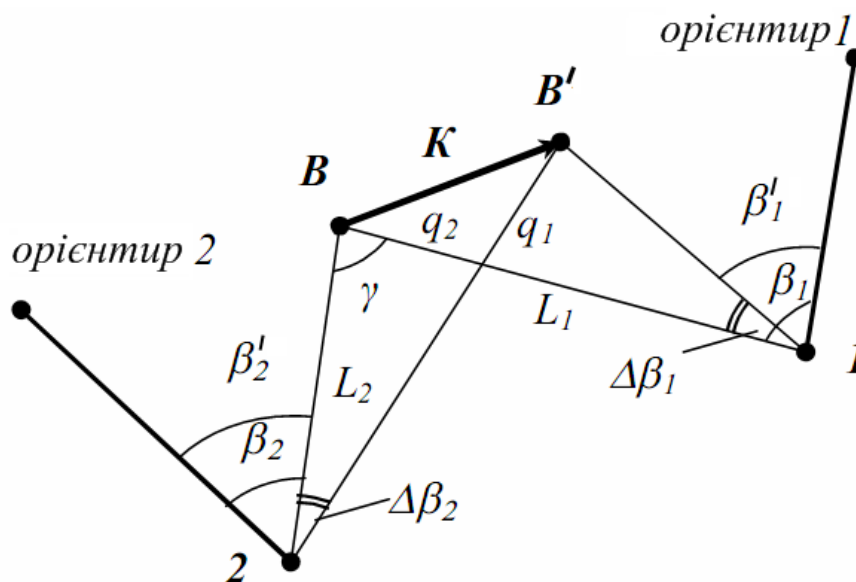


Рисунок 7.10 – Схема до визначення кренів способом горизонтальних кутів

Якщо кут засічки відрізняється від  $90^\circ$ , то значення крену необхідно визначати за формулою 7.15:

$$K = \frac{1}{\sin \gamma} \sqrt{q_1^2 + q_2^2 - 2q_1 q_2 \cos \gamma}. \quad (7.15)$$

В основі способу *малих кутів* знаходяться вимірювання на кожному з 3 – 4 пунктів спостережень, малого горизонтального кута між напрямками на центр свого (для даного пункту) найбільш низького пояса та центр верхнього пояса. Розглянемо спосіб малих кутів на прикладі башти трикутної форми (рис. 7.11). З точок 1, 2, 3, які розташовані від башти на

відстані  $S_1, S_2, S_3$ , визначено малі горизонтальні кути  $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ , що характеризують лінійні суміщення  $q_1, q_2, q_3$  верхніх точок з осей споруди, які можна визначити за формулою 7.16:

$$q_i = \frac{S_i}{\rho''} \beta_i'' . \quad (7.16)$$

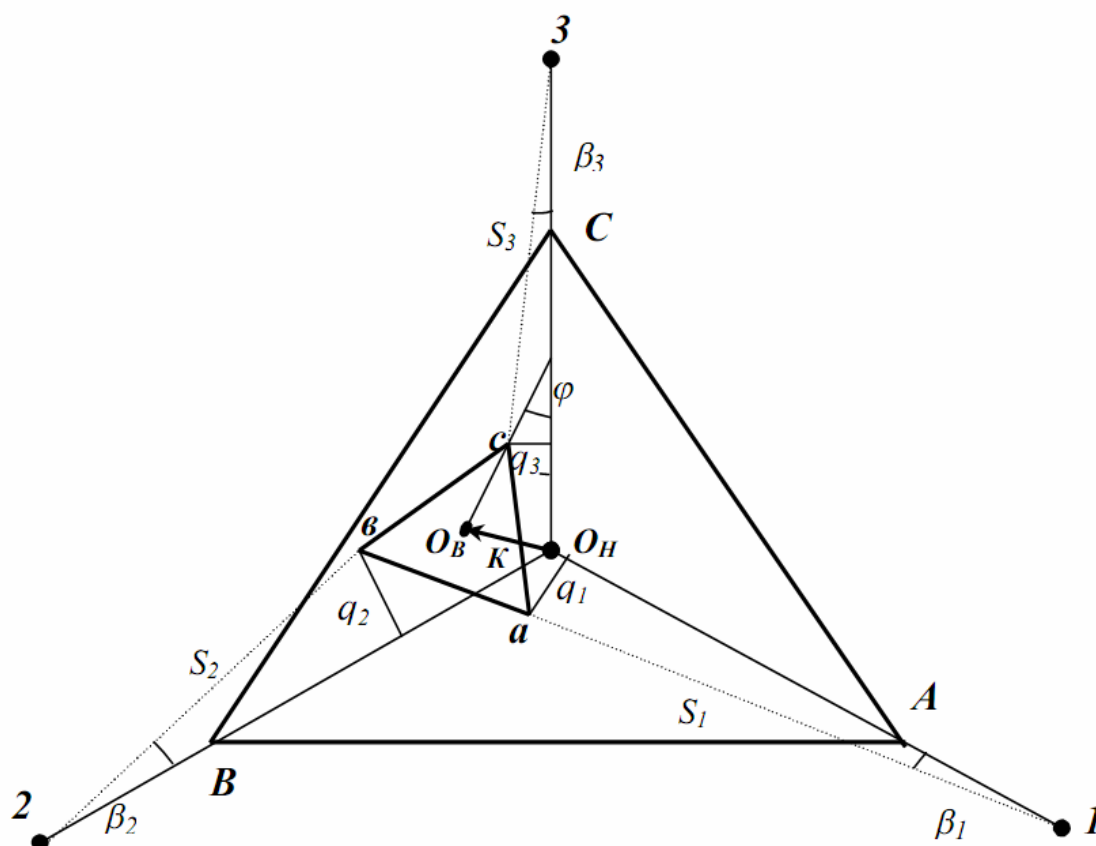


Рисунок 7.11 – Схема до визначення кренів споруд способом малих кутів

Точність визначення суміщень  $q_1, q_2, q_3$  за формулою 7.16 може бути оцінена таким чином:

$$m_q = \frac{\sqrt{S^2 m_\beta^2 + \beta^2 m_S^2}}{\rho} , \quad (7.17)$$

де  $m_\beta, m_S$  – середньоквадратичні похибки визначення відстаней  $S$  та кутів  $\beta$ .

Спосіб *вертикального проектування* використовується для спостережень за нахилом невисоких споруд при умові достатньої видимості та доступу до їх нижніх частин. Спосіб є зручним для

визначення вертикальності споруди та в процесі будівництва. У способі *вертикального проектування* із двох станцій 1 та 2 (рис. 7.12), розташованих на взаємно перпендикулярних осях споруди та на відстані від неї в півтори-дві висоти, за допомогою теодоліта проектують верхню точку на деяку площину у фундаменті споруди (цоколь, рейку, палетку та ін.)

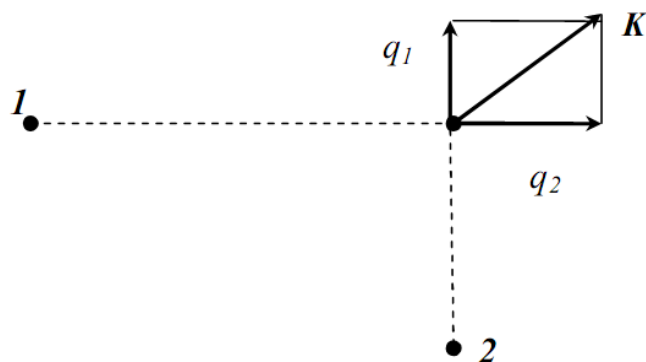


Рисунок 7.12 – Визначення кренів споруд способом вертикального проектування

Величину повного крену знаходять за формулою 7.18:

$$K = \sqrt{q_1^2 + q_2^2}, \quad (7.18)$$

де  $q_1, q_2$  – вектори крену з пунктів 1 та 2, які визначені за формулою:

$$q = q' \left( 1 + \frac{l}{L} \right), \quad (7.19)$$

де  $q'$  – відлік по рейці, мм,

$L$  – відстань від теодоліта до рейки, м,

$l$  – відстань від рейок до точок візування (рис. 7.12), м.

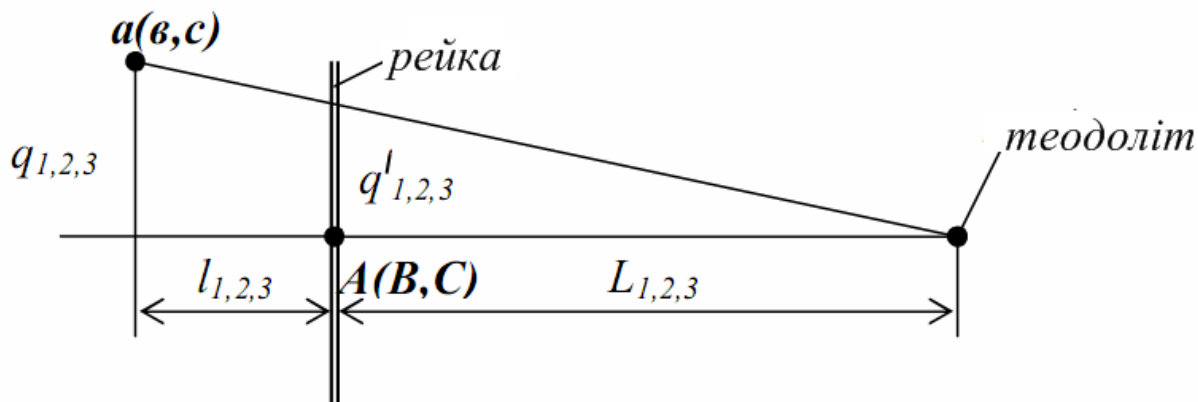


Рисунок 7.13 – Визначення векторів крену способом вертикального проектування

У способі *зенітних відстаней* при визначенні крену труби на продовженні двох взаємоперпендикулярних діаметрів вибраного цокольного діаметра необхідно змонтувати чотири кронштейни з пристроями для примусового центрування з таким розрахунком, щоб осі обертання теодолітів, знаходилися на однакових відстанях від поверхні споруди. Для спостережень цим способом споруд з квадратним або прямокутним перерізом встановлення марок та кронштейнів необхідно виконувати відповідно на діагоналях та по центру сторін верхнього та цокольного перерізу. З кожного кронштейна визначають малу зенітну відстань напряду на марку.

Спосіб *високоточного нівелювання* заснований на високоточному геометричному або гідростатичному нівелюванні марок осідання. Принцип розташування марок такий самий, як і у способі зенітних відстаней. В кожному циклі спостережень виконують високоточне нівелювання марок осідання. Для того, щоб зменшити вплив систематичних похибок на результати вимірювань, геометричне нівелювання виконують кожен раз за тією ж самою схемою ходу, що ґрунтується не менше ніж на 3 реперах, які закладені поза зоною осідання спеціально для вимірювання осідань. Цим способом можна визначати тільки приріст або крен між двома циклами спостережень, а не його фактичне значення, що складається з величини крену до початкового циклу спостережень та наступних результатів спостережень, тому цей спосіб рекомендовано як контрольний.

Спосіб *напрямку з одного пункту* дозволяє визначати суміщення центра верхнього перерізу, тобто складові крену, за осями умовної системи координат, початок якої збігається з центром нижнього цокольного перерізу, а вісь ординат суміщена з напрямком “пункт спостережень – центр цокольного перерізу”, тобто точки 0 – 1 (рис. 7.14).

Можливість сучасних електронних тахеометрів видавати на екран дисплея просторові координати точок спостереження дозволяє реалізувати цей спосіб. З точки 1 визначають умовні координати  $X$  та  $Y_4$  точки 4 в системі координат  $XO_H Y$ . Обчислюють  $\Delta Y = Y_4 - Y_{4np}$  та за значеннями  $\Delta X$  та  $\Delta Y$  знаходять крен  $K$  та його напрям.

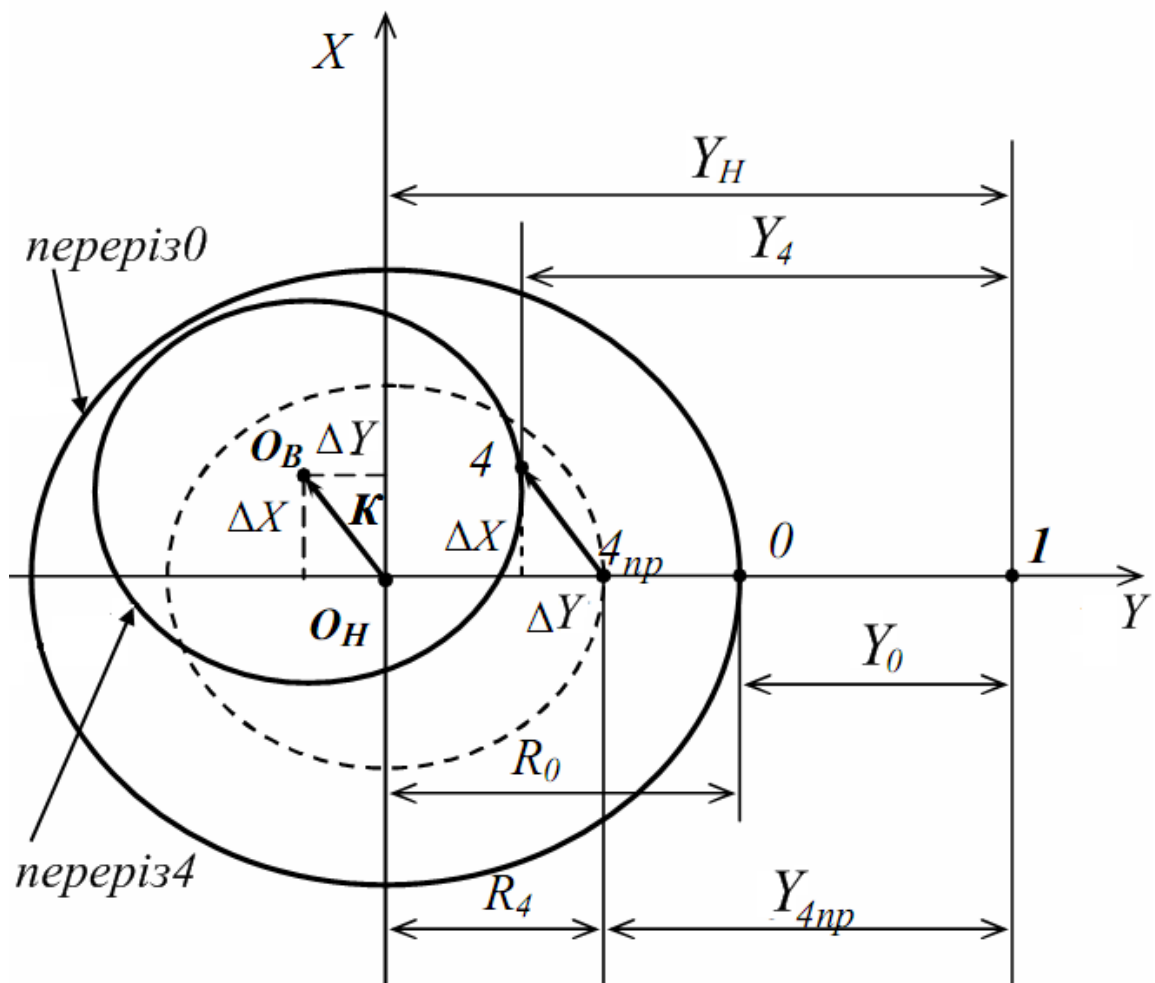


Рисунок 7.14 – Спосіб напрямку з одного пункту

Вимірювання деформацій методом *фотограмметрії* полягає в визначенні різниці координат точок споруди, що знайдені по фотокартках нульового циклу та фотокартках наступних циклів. В цьому методі спостережень на споруду встановлюють марки, а потім фотографують через певний проміжок часу, при цьому місцеположення та орієнтування камери залишають незмінними. Це необхідно для забезпечення постійного положення фотознімків у просторі під час знімання. Таке положення визначається елементами внутрішнього та зовнішнього орієнтування. Елементи внутрішнього орієнтування (фокусна відстань  $f$  фотокамери та координати  $x_0, z_0$  головної точки  $O$  знімка) визначають положення задньої вузлової точки об'єктива відносно фотознімка. Елементи зовнішнього орієнтування (лінійні:  $X_S, Y_S, Z_S$  – координати центра об'єктива в прийнятій системі координат  $XYZ$ ; кутові: кути повороту фотознімку навколо осей  $X, Y$  та  $Z$ ) визначають положення фотознімка відносно прийнятої системи координат. Для фото топографічного знімання споруд використовують фототеодоліти, вимірювальні та стереофотограмметричні камери. Фототеодоліт отримано з'єднанням теодоліта з фотокамерою. Теодоліт необхідний для визначення положення оптичної осі фотокамери у просторі та правильного встановлення площини знімка у момент знімання.

Фототеодоліти класифікуються за форматом кадра (6×9, 10×15, 13×18, 18×24 і т. д.), за кутом поля зору, фокусною відстанню та іншими параметрами. Розрізняють *фотограмметричний* (від грецького photos – світло, gramma – запис, metro – вимірюю) та *стереофотограмметричний* методи визначення деформацій. Перший метод призначено для визначення деформацій в одній площині, другий – у будь-якому напрямку. При стереофотограмметричному способі визначення деформацій об'єкт спостереження фотографується з двох станцій (базис В) в результаті чого отримують пару перемежованих знімків.

### **Контрольні запитання для самоперевірки знань**

1. З якою метою виконують геодезичні спостереження за зміщеннями та деформаціями будинків і споруд?
2. Назвіть основні види деформацій будинків і споруд, що є предметом (об'єктом) геодезичних спостережень.
3. Які основні причини появи деформацій споруд?
4. Які способи і прилади використовують для вимірювання горизонтальних зміщень (зсувів) елементів конструкцій будинків?
5. Що служить висотною основою при геодезичних спостереженнях за осіданнями споруд, як вона використовується?
6. Що таке крени споруди?
7. Які відомі способи визначення кренів споруди?
8. Для чого потрібні різні геодезичні знаки?

## 8 ВИКОНАВЧІ ГЕОДЕЗИЧНІ ЗЙОМКИ

### 8.1 Призначення та методи проведення виконавчих зйомок

**Виконавчі зйомки** – зйомки будівель, які зводяться або вже зведені, в процесі яких фіксують всі відхилення від проекту і визначають фактичне положення в плані та по висоті наземної і підземної частини споруди.

Місця, точки, параметри, методи, порядок проведення та обсяг зйомок встановлюють згідно з проектною документацією або проектом виконання робіт.

Виконавчі геодезичні зйомки виконуються організаціями, що здійснюють будівельно-монтажні роботи. При зведенні особливо складних об'єктів зйомки можуть виконуватися із залученням спеціалізованих організацій.

**Плановим геодезичним контролем** перевіряється фактичне положення поздовжніх і поперечних осей або граней конструкцій відносно розбивочних осей або ліній, їм паралельних.

**Висотним геодезичним контролем** перевіряється стан опорних площин конструкцій будівлі або споруди по висоті.

**Геодезичним контролем за вертикальністю** перевіряється стан монтованих (змонтованих) конструкцій відносно вертикальної або похилої площини.

Кінцевим результатом виконання виконавчих зйомок повинна бути інформація про якість будівельно-монтажних робіт, після аналізу якої можуть бути розроблені заходи для оцінення та регулювання правильності роботи і точності технологічних процесів.

Для будівництва будівель і споруд виконавчі зйомки мають особливе значення, тому що крім виявлення відхилень від проектних рішень вони дозволяють регулювати технологічний процес будівництва, коректуючи його під час виконання будівельно-монтажних робіт.

Виконавчі зйомки виконуються тими ж способами, що і звичайні топографічні. Тобто планове положення точки визначається способом створу, прямокутних і полярних координат, лінійної і кутової засічки. А висотне положення – способом нівелювання. При цьому, як правило, зйомка ситуації та рельєфу ведеться окремо.

Виконавчі зйомки входять до складу технологічного процесу будівництва, тому черговість і спосіб їхнього виконання, технічні засоби й необхідна точність вимірювань залежать від етапів будівельно-монтажного виробництва.

**Виконавчій зйомці підлягають** частини будівель і конструктивні елементи, від точності положення яких залежить точність виконання робіт на наступних етапах, а також міцність і стійкість будинку в цілому. Ці вимоги і визначають поетапний вибір параметрів виконавчої зйомки.



Виконавчій зйомці при зведенні будівель і споруд підлягають: зазори між елементами, довжини обпирання елементів, що монтуються, на раніше укладені, нерегульованість стикованих елементів, розбіжності поверхонь елементів і невертикальності прямовисно монтованих елементів або їх відхилення від проектних нахилів.

Як вихідні геодезичні основи для виконавчої зйомки беруться знаки геодезичної розмічувальної основи для будівництва, знаки закріплення осей, монтажні риси на конструкціях. До початку зйомки перевіряють незмінність знаків вихідної геодезичної основи.

Зазори (відстані між елементами, довжини майданчиків обпирання монтованих елементів, неспівосність елементів або розбіжності поверхонь, невертикальність, а також правильність положення закладних деталей слід перевіряти безпосереднім вимірювання відстаней між осями або гранями.

**Необхідна точність** геодезичних контрольних вимірювань залежить від допусків на виконання будівельно-монтажних робіт.

Середня квадратична похибка геодезичного контролю  $m$  і допустиме відхилення контрольованого параметра  $\delta$  знаходяться в такій залежності

$$m \leq 0,2\delta. \quad (8.1)$$

Контроль відповідності фактичних геометричних параметрів конструкцій здійснюється переважно вибіркоким методом з наступною обробкою результатів вимірювань методами математичної статистики.

Суцільний контроль виконують при обмежених обсягах вимірювань, при впровадженні нових технологій контролю і при вирішенні нестандартних інженерних задач.

До початку робіт з контролю точності повинен бути уточнений перелік контрольованих параметрів, застосовуваний метод контролю, план контролю, графік і порядок його проведення, вимірювальні прилади, інструменти, схеми вимірювань. Ці питання, як правило, відображаються в проекті виконання геодезичних робіт (ПВГР).

При контролі точності геодезичних побудов: осей, позначок, орієнтирів вибірку утворюють, як правило, з результатів вимірювань, кількість яких  $n = 5 \div 10$ . Контроль точності виготовлення виробів, що постачаються на монтаж, здійснюють вибірками малого обсягу  $n \geq 40$  одиниць. При контролі точності монтажу перевагу слід віддавати представницькій вибірці  $n \geq 240$ .

**За результатами виконавчих зйомок за необхідності може виконуватися оцінювання точності.** Як характеристику точності застосовують **середнє арифметичне  $\bar{\delta}$  і квадратичне відхилення  $S$**  малої або об'єднаної вибірки, а при обмеженій кількості наміряних відхилень – їх розмах  $R$ .

$$\bar{\delta} = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_i}{n}, \quad (8.2)$$

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n \delta_i^2 / n - \bar{\delta}_n^2}; \quad (8.3)$$

$$R = \delta_{\max} - \delta_{\min}. \quad (8.4)$$

де  $\delta_{\max}$ ,  $\delta_{\min}$  – виміряні відхилення;

$n$  – число виміряних відхилень.

При розподілі дійсних відхилень, близьких до нормальних, і визначення характеристик точності  $S$  допускається їх порівняння з допуском  $\Delta$  за таким критерієм:

$$\Delta \geq 2tS, \quad (8.5)$$

де  $t$  – коефіцієнт, що береться залежно від значення приймального рівня дефектності  $q$ .

При  $q = 0,25\%$   $t = 3$  і при  $q = 0,65\%$   $t = 2,7$ . У всіх інших випадках виміряні відхилення порівнюють з допусками, передбаченими в будівельних нормах і правилах.

Виконавчі зйомки елементів конструкцій повинні виконуватися з точністю, що обчислюється за формулою (8.1).

Сучасна технологія будівництва передбачає виконання так званих **поточних** виконавчих зйомок після кожної завершеної стадії будівництва. При зведенні багатоповерхового будинку виконуються виконавчі зйомки підготовленого котловану. Після спорудження фундаменту (завершення нульового циклу робіт) проводиться виконавча зйомка фундаментів і далі після зведення кожного поверху.

В результаті цього складають **виконавчу схему** (виконавчий креслюнок) на якій (часто в довільному масштабі) зображають фактично зведену частину споруди з наведенням цифрової інформації зйомки. Виконавчу схему використовують для усунення в наступних стадіях будівництва тих відхилень від проекту, які були на попередній стадії.

Для складання виконавчих схем використовують робочі креслення проектів. У складі проектів повинні випускатися додаткові аркуші (плани поверхів, комунікацій, профілі і т. п.), на які наносяться дані виконавчої зйомки.

**При виконавчій зйомці земляних споруд** підлягають зйомці в плані: бровки котлованів, траншей, межі планувальних площин оформлення. Верхня і нижня бровки знімаються при глибині виїмок або висоті насипів понад 3 м. В інших випадках допускається знімати тільки нижню брівку.

Зйомці по висоті підлягають контури котлованів, перепади (зміни) відміток основ під фундаменти, труби і т. п.

Приклад графічного оформлення результатів зйомки котловану наведено на рис. 8.1.

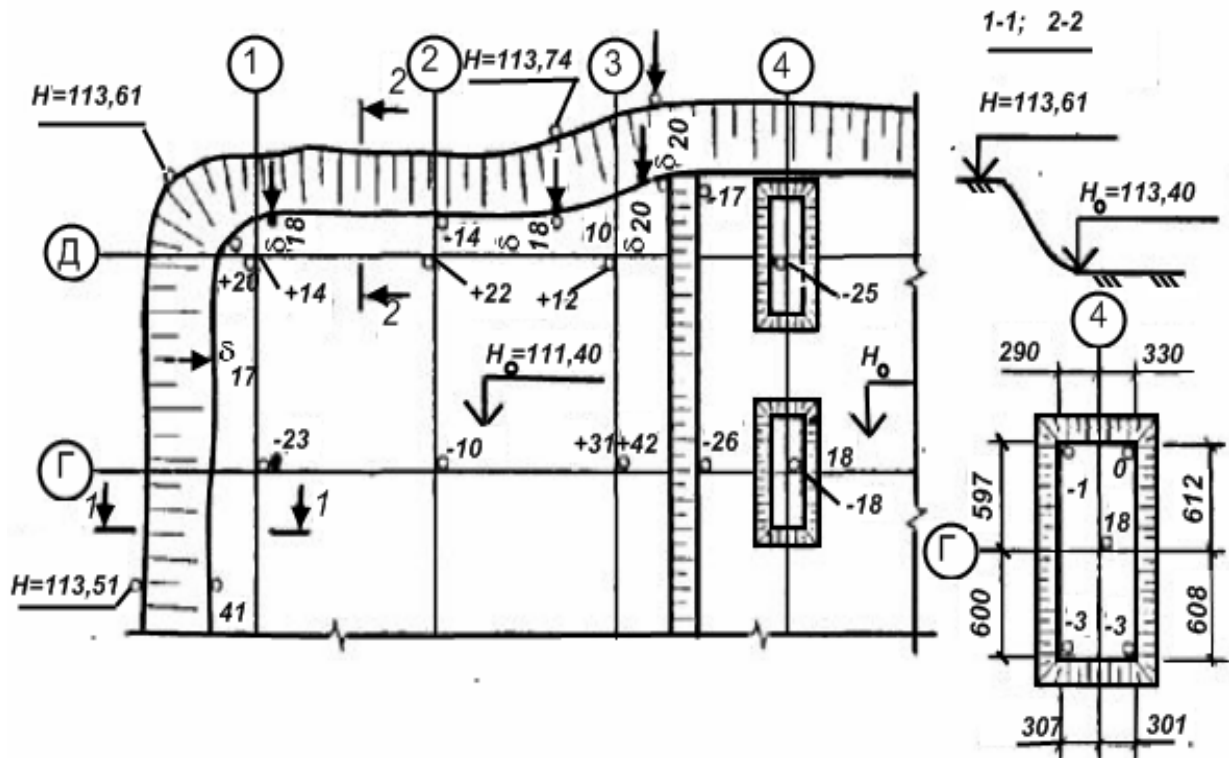


Рисунок 8.1 – Оформлення результатів зйомки котловану

Місця виконавчої зйомки котловану і приклади запису результатів на рис. 8.1: розміри (крім позначок) наведено в міліметрах; -18, -26 – відхилення позначки дна котловану від проектної;  $\delta 17$ ,  $\delta 20$  – відхилення верхньої і нижньої брівки від проектного положення.

**Відхилення розмірів земляної споруди** від проектних порівнюють з величинами допусків, які наведені в нормативах.

При виконавчій зйомці основ для фундаментів:

- на першому етапі визначаються розміри (габарити) основ і прив'язки до осі, позначки основ до їх зачищення або заливання;
- на другому етапі визначають ті ж геометричні параметри після доведення їх до проектних значень.

Так, наприклад, для технологічного обладнання фундаменти влаштовуються з відміткою на 50 – 60 мм нижче проектної позначки опорної поверхні обладнання. Тому виконавчу зйомку першого етапу здійснюють до заливання, а другого – після заливання основи бетоном (розчином). Приклади графічного оформлення результатів зйомок збірних фундаментів наведено на рис. 8.2 і 8.3.



При влаштуванні пальових фундаментів і однорядному розташуванні паль зйомці підлягають всі палі з вимірюванням їх відхилень відносно їх поздовжньої осі, а крайні – відносно поздовжніх і поперечних осей.

При дво- і трирядному розташуванні паль зйомці підлягають крайні палі з вимірюванням їх відхилень відносно поздовжніх осей, а палі, розташовані на початку і кінці рядів, – відносно поздовжніх і поперечних осей.

При суцільному паловому полі зйомці підлягають крайні палі відносно осей контуру масиву поля, а палі розташовані по кутах – відносно поздовжніх і поперечних паль.

Зйомці відносно поздовжніх і поперечних осей підлягають круглі палі діаметром більше 0,5 м, буронабивні палі і палі-оболонки, занурювані через кондуктори при будівництві мостів. Відхилення палі від їх проектного положення визначають з точністю до сантиметрів. Виміряні відхилення порівнюють з вимогами до точності забивання (занурення) паль, регламентованими нормативними документами.

Приклад графічного оформлення результатів зйомок палового поля наведено на рис. 8.4.

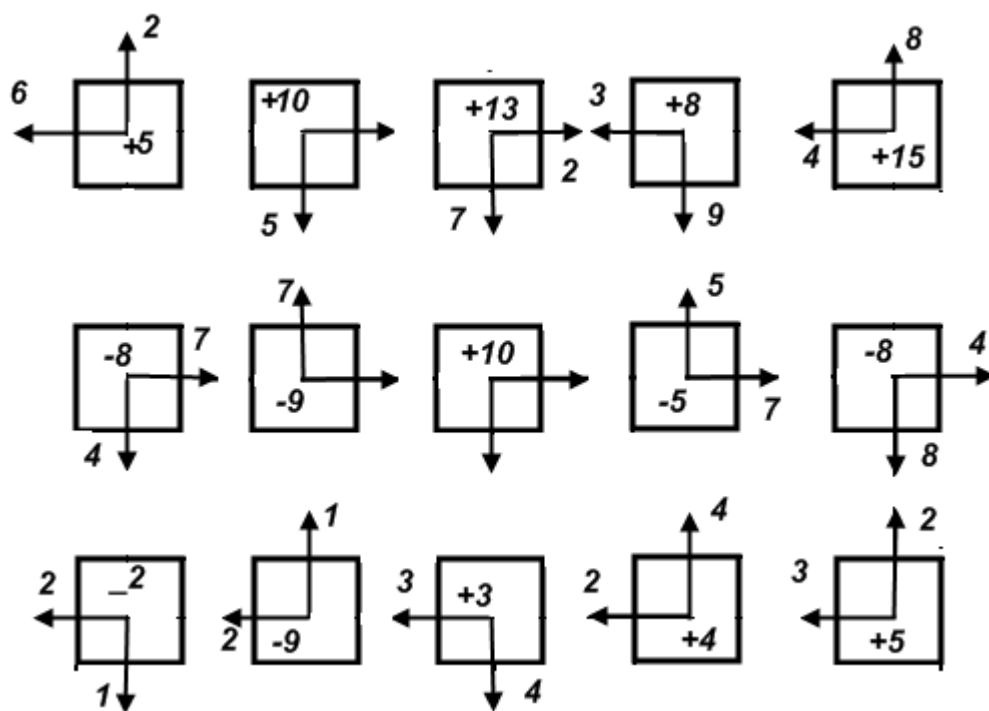


Рисунок 8.4 – Виконавча схема палового поля. Стрілками показані зміщення центрів паль від проектного положення, цифра позначає їх величину в міліметрах, а цифра зі знаком (-) – відхилення оголовка палі від проектної позначки

**При виконавчій зйомці опалубки і підтримувальних риштувань** знімають і на схемах показують відхилення:

- у відстанях між опорами згинальних елементів, зв'язками вертикальних підтримувальних конструкцій на 1 м довжини і на весь прогін з інтервалом через 1 м;
- відстаней від вертикалі або проектного нахилу площин опалубки і ліній їх перетинів на 1 м і на всю висоту конструкцій з інтервалом не рідше, ніж через 1 м;
- осей опалубки фундаментів, стін, колон, балок, прогонів, арок;
- у положенні стійок домкратних рам і осей домкратів від вертикалі;
- осей опалубки, що переставляється або переміщується відносно осей споруди;
- внутрішніх розмірів опалубки балок, колон, стін від проектних розмірів.

**При виконавчій зйомці монолітних залізобетонних конструкцій** знімають і на схемах показують відхилення площин і ліній їх перетину від вертикалі або від проектного нахилу конструкцій фундаментів, стін, колон, горизонтальних площин. Зйомку виконують на всю висоту або площину ділянки. Інтервал між точками зйомки обмежують одним метром, якщо інші вимоги не передбачені проектом.

В монолітних житлових будинках, що зводяться методом ковзної опалубки, знімають і на схемах показують: у плані – місця перерізу стін, по висоті – позначки прорізів штаб, отворів і підлог. Відхилення габаритів і відміток від проектних значень порівнюють з величинами регламентованих допусків.

**При виконавчій зйомці збірних елементів** знімають і на схемах показують відхилення відносно розмічувальних осей, проектних позначок осей фундаментних блоків, а також осей або граней збірних елементів.

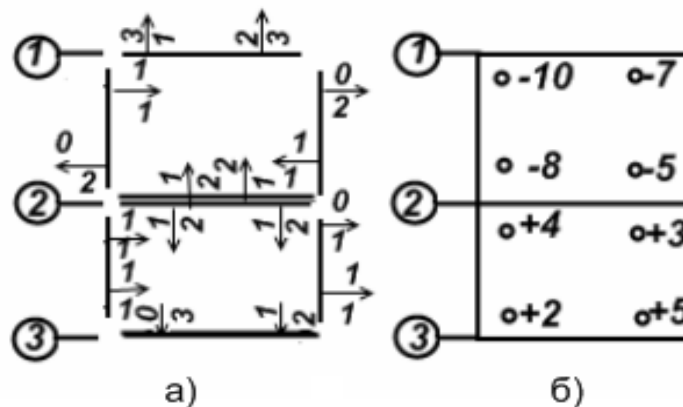


Рисунок 8.5 – Виконавча схема планово-висотного положення конструкцій цокольного поверху: а – напрямок та величина зміщення панелі від проектного положення (над рискою – верх панелі, під рискою – низ); б – точки нівелювання перекриття над підвалом та їх відхилення (в міліметрах)

В об'ємно-блочних будівлях виконавчу зйомку слід виконувати: у плані – поздовжніх граней блоків (при лінійному обпиранні), кутів (при обпиранні блоків по кутах); по висоті – опорних майданчиків несучих стін.

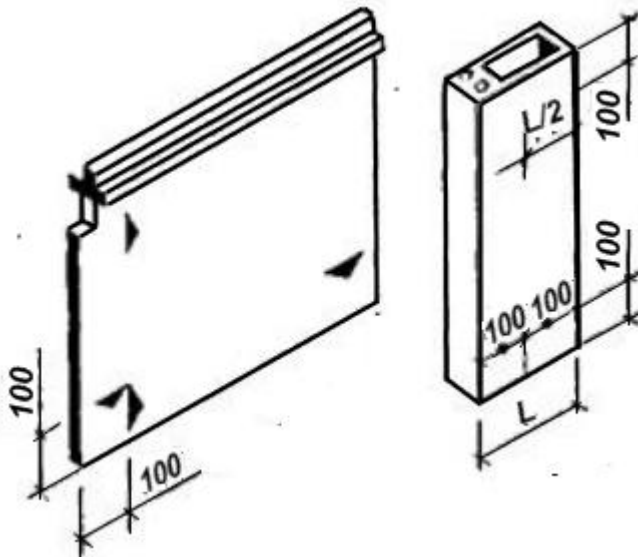


Рисунок 8.6 – Місця зйомки елементів конструкцій будівлі

У виробничих та промислових будівлях і спорудах, окрім зйомки будівельних конструкцій, виконавчій зйомці додатково підлягає положення різного роду опорних та анкерних пристосувань, закладних деталей під установа технологічного обладнання. Положення цих елементів в плані визначають відносно монтажних (технологічних) осей, по висоті – відносно будівельних реперів майданчика або цеху. Особливе місце займає виконавча зйомка підкранових шляхів вантажопід'ємних механізмів. Цю зйомку виконують як в процесі будівництва, так і періодично в період експлуатації. Зйомка підкранових шляхів включає визначення відстані між осями рейок та прямолінійність рейок, а також різниці відміток між головками двох рейок та одної рейки.

Виконавчу зйомку технологічного обладнання виконують після його встановлення. Зйомку проводять геодезичними методами зі знаків, що закріплюють основні (або технологічні) осі. Контроль положення обладнання відносно технологічних осей проводять по маркувальних або спеціальних знаках на обладнанні, що визначають його геометричні осі.

Результати контрольних вимірювань відображають на схемах виконавчої документації.

При виконавчій зйомці **кам'яних конструкцій** знімають і на схемах показують відхилення:

- за розмірами (товщиною) конструкцій, опорних поверхонь, шириною простінків, прорізів, вертикальних осей віконних і інших прорізів, штраб;

- від осей кутів кладки в нижньому перерізі, від вертикалі в межах кожного поверху і на всі приміщення за його висоті більше двох поверхів;
- рядів кладки від горизонталі не рідше, ніж через 1 м довжини.

У **цегляних будинках** виконавча зйомка виконується на плані в місцях перерізу капітальних стін; по висоті – майданчиків обпирання перекриттів на стіни.

Виконавчу зйомку **металевих конструкцій** (крім металевих каркасів і кожухів печей та труб) виконують переважно в два етапи. *На першому етапі* знімають і на схемах показують відхилення в позначках та зсув опорних місць фундаментів, закладних деталей, анкерних болтів, а в необхідних випадках, спеціально передбачених у проектах, – габаритів конструкцій після укрупнювального складання. У деяких видах виробничих будівель і споруд колони та інші опори, ферми, ригелі, пролітні будови, підкранові балки сталеві настили, башти і баштові споруди, труби, бункери, кожухи різних пристроїв, копри, тяги, пояси, траверси і т. п. знімаються двічі (до і після проведення виробничих або приймальних випробувань). *Виконавча зйомка другого етапу* проводиться після закінчення всіх випробувань незалежно від їх числа. Місця зйомки, форма відображення результатів зйомки, точність вимірювань встановлюються проектною документацією.

При виконавчій зйомці **дерев'яних конструкцій** знімають і на схемах показують відхилення в розмірах несучих конструкцій: по довжині, висоті, у відстанях між осями; відхилення в зсувах вертикалі, центрів опорних вузлів від центрів опорних майданчиків, в глибині вирубок, розмірах поперечних зсувів.

**Виконавчу зйомку фундаментів, що встановлюються під монтаж обладнання і трубопроводів**, виконують в два етапи. На першому етапі виконують висотну зйомку до підливання розчину, приварювання (укладання) прокладок фундаментів. За результатами зйомки першого етапу визначають висоту стяжки. Висотну виконавчу зйомку фундаментів, закладних деталей, підкладок і анкерних болтів, встановлених під монтаж технологічного устаткування, виконують з точністю до міліметрів, якщо інші вимоги не регламентовані проектною документацією. Висотну зйомку виконують геометричним нівелюванням від реперів, розміщених поза зоною можливих осідань ґрунтів, опорних контурів будівельних конструкцій та встановленого на них обладнання. Виконавча зйомка в плані фундаментів, що зводяться під монтаж обладнання і трубопроводів, виконується від осей або ліній, їм паралельних.



## 8.2 Виконавча зйомка підземних інженерних комунікацій

Зйомка підземних комунікацій виконується з метою складання спеціалізованих планів, що відображають підземний стан даної території. Ці плани необхідні для технічної інвентаризації комунікацій при їхній експлуатації, а також для рішення проектних завдань при будівництві й реконструкції споруд.

Зйомка підземних комунікацій залежно від призначення створюваних планів, характеру знімання території і щільності розміщення мереж може виконуватися в масштабах 1:5000 – 1:500, а в окремих випадках, для складних місць промислових майданчиків – 1:200. На промислових і міських територіях найчастіше підземні мережі знімають у масштабі 1:500. Плани більш дрібних масштабів є документами облікового (довідкового) характеру.

Вимоги до точності планової зйомки всіх видів комунікацій приблизно однакові. На забудованих територіях середня квадратична помилка в положенні окремих ліній між собою й відносно контуру споруд становить 0,10 – 0,15 м. На незабудованих територіях з рідкою мережею комунікацій ця помилка може доходити до 0,5 м. Точність висотної зйомки комунікацій залежить від вимог до дотримання проектних позначок й уклонів. Для самопливних трубопроводів помилку в позначках лотків сусідніх колодязів допускають не більше 5 – 10 мм, а відхилення від проектних уклонів – до 10 – 20% від величини самого уклону.

Процес зйомки підземних комунікацій можна умовно розділити на два етапи: підготовчий і безпосередньо знімальний. У підготовчий період виконують рекогносцирування мереж на місцевості, збирають дані про число прокладань, колодязів, про розміри діаметрів і матеріал труб, тиск в газовій мережі, напругу в кабельних мережах й інші інженерні відомості, які повинні бути відображені на плані підземних комунікацій. У цей же період на ділянці зйомки створюють планово-висотне геодезичне обґрунтування, якщо воно відсутнє або недостатнє по частоті розташування наявних пунктів.

Безпосередньо зйомку підземної комунікації виконують після знаходження (визначення місця розташування) всіх її елементів на місцевості. Найпростіший випадок – коли виконується виконавча зйомка прокладеної підземної комунікації в не засипаній траншеї, тобто відразу ж після закінчення.

Для вже експлуатованих мереж при відсутності виконавчої документації застосовують метод шурфування, тобто риють глибокі поперечні траншеї (шурфи) на такій відстані одна від одної, щоб можна було з достатньою ймовірністю виявити й визначити положення всіх необхідних комунікацій. Останнім часом для виявлення місця розташування підземних комунікацій застосовують спеціальні прилади –

трубокабелешукачі (трасошукачі, кабелешукачі, шукачі трубопроводів) (рис. 8.7).

Найбільш складні моделі трасошукачів підключаються до портативного комп'ютера і дозволяють за допомогою спеціального програмного забезпечення отримувати повну інформацію про просторове положення підземних і підводних комунікацій на обстежуваній території.

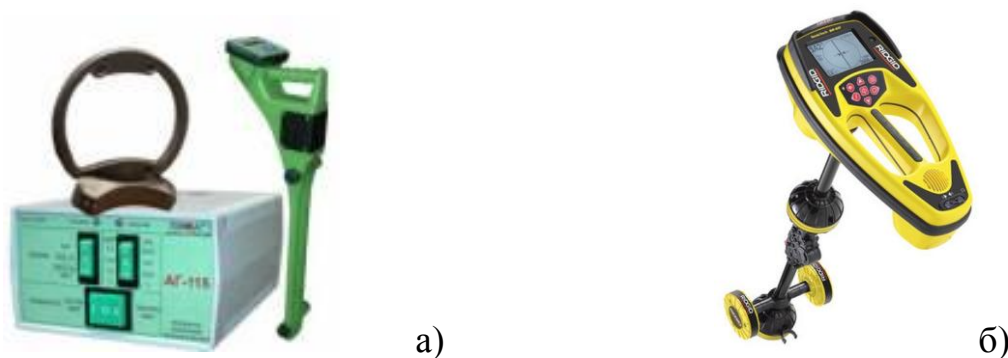


Рисунок 8.7 – Трасошукачі: а) «Успех АГ-308М» ; б) SR-60

Трубокабелешукачі використовуються для визначення планового положення комунікацій, глибину залягання трубопроводів, місця пошкодження кабельних ліній, обстеження ділянок місцевості перед проведенням земляних робіт, проведення робіт з пошуку прихованого прокладання, моніторингу стану магістральних трубопроводів.

Пошук підземних комунікацій передбачає виявлення їхнього місця розташування в період експлуатації, тобто коли комунікації сховані й на поверхні землі існують лише оглядові й регульовальні споруди.

Принцип дії приладів пошуку підземних комунікацій заснований на законі електромагнітної індукції й полягає у виявленні змінного магнітного поля, що існує навколо струмонесучих кабелів, або штучно створюваного навколо металевих трубопроводів, що відшуковують.

Прилади пошуку побудовані за тим самим принципом й розрізняються лише схемами й технічними характеристиками. Вони складаються із двох окремих блоків: передавального I і приймального II (рис. 8.8). Передавальний блок складається з генератора звукової частоти Г і джерела електроживлення Б<sub>1</sub>. Приймальний блок містить підсилювач У з електроживленням Б<sub>2</sub>, феритову антену А й відтворювальний пристрій ВУ (головні телефони, мікроамперметр або те й інше).

Трубокабелешукачі за своїми електротехнічними характеристиками розділяють на три класи: до I відносяться прилади з потужністю генератора більше 20 Вт (наприклад, ТПК-1), до II – від 2 до 20 Вт (ИПК-2М, ИТ-4, ИТ-5) і до III – менше 2 Вт (ИП-7-ПСИ, ИПКТ-69).

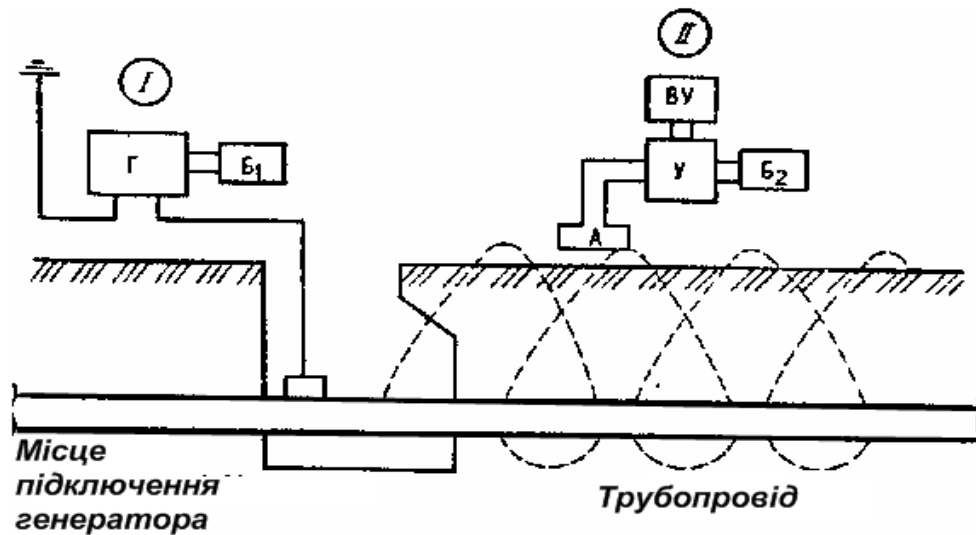


Рисунок 8.8 – Принципова схема будови приладу пошуку підземних комунікацій

Визначення положення підземної комунікації за допомогою приладів пошуку може бути виконано контактним і безконтактним способами.

Контактний спосіб є найбільш точним. У цьому способі генератор у зручному місці підключається безпосередньо до шуканої комунікації. На відстані 8 – 10 м у напрямку, перпендикулярному комунікації, генератор заземлюють. Після відповідного настроювання генератора й включення приймального пристрою починають пошук. Для визначення напрямку траси антену розвертають у горизонтальній площині до одержання мінімального сигналу (найменшої гучності звучання), тоді напрямок осі антени вкаже на напрямок траси.

Місце розташування комунікації визначають на двох режимах: за «максимумом» й «мінімумом» сигналу. У режимі «максимум» вісь антени розташовують перпендикулярно до передбачуваної осі комунікації (рис. 8.9, а) і плавно переміщують її вправо й уліво в поперечному до траси напрямку до найбільшої гучності звучання сигналу. Це й буде проекція осі комунікації на поверхню. Ширина зони звучання сигналу може бути до 1 м і більше. Положення проекції комунікації уточнюють на режимі «мінімум». Для цього, розташувачи антену вертикально (рис. 8.9, б), переміщують її як і раніше, домагаючись найменшого звучання сигналу.

Глибину закладення комунікації визначають, зафіксувавши на місцевості уточнене положення її осі. Для визначення глибини закладення вісь антени розташовують під кутом  $45^\circ$  до поверхні землі і переміщують (рис. 8.9) її перпендикулярно до напрямку комунікації до мінімальної чутності сигналу. Відстань від цієї точки до осі й буде дорівнює глибині залягання комунікації. Визначення повторюють у протилежну від осі сторону й беруть середнє із двох значень отриманих відстаней.

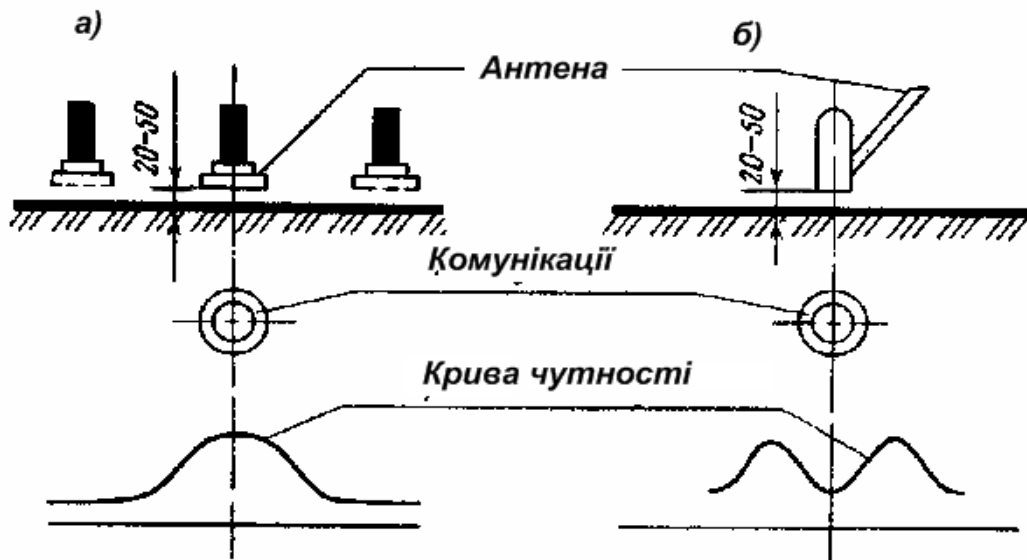


Рисунок 8.9 – Схеми визначення планового місця розташування підземних комунікацій за допомогою приладу пошуку

Безконтактний спосіб застосовують, коли підключення генератора до трубопроводів і кабелів неможливо або небажано. У цьому способі працюючий генератор заземлюється у двох або більше точках, створюючи тим самим навколо комунікації електромагнітне поле. Для пошуку комунікації використовується «відбита величина» цього поля. Методика пошуку аналогічна контактному способу.

Точність індуктивного методу пошуку підземних комунікацій залежить від роздільної здатності застосовуваного приладу, установлення антени прийомного пристрою в задане положення, впливи зовнішніх перешкод. Установлено, що в зоні впевненого прослуховування сигналів середні квадратичні помилки визначення положення підземної комунікації (у см) характеризуються величиною  $m$ : у плані –  $m_{пл} = 7,5h$ , по висоті  $m_h = 13h$ , де  $h$  – глибина залягання комунікацій, м.

При зйомці на забудованій території планове положення всіх видів підземних мереж визначають від пунктів геодезичних мереж і від постійних точок капітальної забудови, на незабудованій території – від пунктів геодезичних мереж. Горизонтальну зйомку від пунктів геодезичних мереж виконують відомими способами: лінійних, кутових і створних засічок, полярним, перпендикулярів й ін.; від точок капітальної забудови – лінійними засічками, способами перпендикулярів і створів.

Лінійні засічки виконують не менше, ніж від трьох точок, довжина їх не повинна перевищувати довжини мірного приладу, кути засічок повинні бути не менше  $30^\circ$  і не більше  $120^\circ$ .

Довжина перпендикулярів не повинна бути більше 4 м, при застосуванні екера – 20 м.

При полярному способі кути вимірюються теодолітом при одному положенні вертикального кола, довжина полярного напрямку не повинна

перевищувати 30 м.

При всіх способах зйомки точок підземної комунікації обов'язково виконують контрольні вимірювання відстаней між ними.

При зйомці колодязів і камер виконують вимірювання внутрішніх і зовнішніх габаритів, окремих конструктивних елементів, розташування труб із прив'язкою до стрімкої лінії, що проходить через центр кришки колодязя.

Висотне положення підземних мереж і споруд визначають в основному технічним нівелюванням. Нівелюють люки всіх колодязів, лотки каналізаційних, водостічних і дренажних каналів, верх труб і підлогу каналів теплофікації, телефонної й електричної мереж, у безколодязьних прокладаннях – кути повороту траси й точки зламу профілю.

Після обробки польових матеріалів результатів зйомки підземних комунікацій інженерні характеристики відображаються на топографічному плані відповідного масштабу. Додатково складаються поздовжні профілі.

Основою для складання виконавчих креслень побудованих комунікацій служать копії погодженого проекту в масштабі 1:500 або плани цього ж масштабу, складені за результатами зйомки смуги траси не менше 20 м в обидві сторони від її осі.

### **8.3 Виконавча геодезична документація**

Перелік виконавчої геодезичної документації (ВГД) на будівельному об'єкті встановлюється відповідно до вимог стандартів й іншої нормативно-технічної документації. В особливих випадках, на вимоги державного архітектурно-будівельного, технічного, авторського надзорів може уточнюватися перелік ВГД. Уточнення ВГД відбувається, в основному, за рахунок її збільшення або деталізації.

ВГД створюється, головним чином, у вигляді:

- виконавчого генерального плану;
- виконавчих схем (креслень) по елементах будівництва, типах інженерних комунікацій;
- каталогів координат геодезичних пунктів і позначок реперів;
- альбомів обмірних креслень.

**Виконавчий генплан** складають на основі проектного генплану (М 1:1000; М 1:5000). Він складається для всього об'єкта, а виконавчі схеми – для окремих елементів. На виконавчому генплані показують фактично зведений об'єкт, включаючи надземні і підземні частини об'єкта. Якщо ситуація складна, то існуючі і побудовані елементи об'єкта наносять різним кольором, надземну і підземну частину наносять також різним кольором. Підземні комунікації (водогінні, газові мережі, електричні мережі та ін.) зображають на окремих схемах. На генплані показують також і благоустрій території.

Виконавчий генплан слугує основним документом при експлуатації об'єкта. На ньому треба наносити всі зміни, яких зазнає об'єкт в процесі ремонту, реконструкції, добудов, перебудов.

До складу виконавчої документації входять такі **виконавчі схеми**:

1. Розмічування і закріплення осей;
2. Перенесення основних осей будівель на дно котловану;
3. Детальне розмічування і закріплення осей;
4. Розмічування контуру котловану;
5. Планово-висотна зйомка котловану;
6. Планово-висотне нанесення осей;
7. Планово-висотне положення монолітного ростверку;
8. Планово-висотна зйомка збірного фундаменту;
9. Планово-висотна зйомка стаканів фундаментів;
10. Планово-висотна зйомка стінових панелей підземної частини;
11. Нівелювання перекриття підземної частини;
12. Зйомка стінових панелей  $n$ -го поверху в плані і по вертикалі;
13. Нівелювання перекриття і сходових клітинок  $n$ -го поверху;
14. Планове і висотне положення  $n$ -го поверху;
15. Зйомка ліфтової шахти.

**Виконавчі схеми (креслення)** виконуються з нанесенням на них геометричних параметрів напрямків і величин відхилень від проектних положень установлених (змонтованих) будівельних конструкцій. Пояснювальні записки або інша інформація (діаметр арматури труб, марки електродів, прізвища зварювальників тощо) указуються тільки за додаткових вимог. Основою ВГД є робочі креслення проектної документації. Проектні розміри (габарити) супроводжуються буквою |П|, дійсні (змінені в натурі) – буквою |Д| (рис. 8.10). Букви розміщуються в прямих дужках. Якщо необхідно вказати розміри, то в чисельнику пишеться проектний, у знаменнику – дійсні розміри.

Дійсні відхилення від проектних позначок для ґрунтових поверхонь показуються числовим значенням з точністю до сантиметрів і до міліметрів – для інших елементів. Перед величиною відхилень ставлять знак «+» у випадку заниження поверхонь від проектної позначки.

Уклони поверхонь показуються стрілками, над якими вказується їхня величина в промілях (‰) – тобто в сотих частках від відхилення від одиниці, а під стрілками – відстань.

Для будівельних елементів (колон, паль і т. д.), фактичні осі або грані, які доступні вимірюванням, точність положення в плані характеризується дійсними відхиленнями осей або граней елементів від розмічувальних. Дійсні відхилення осей або граней від розмічувальних осей показуються стрілками, спрямованими у бік відхилення й розташованими поруч числами – значеннями відхилень у міліметрах.

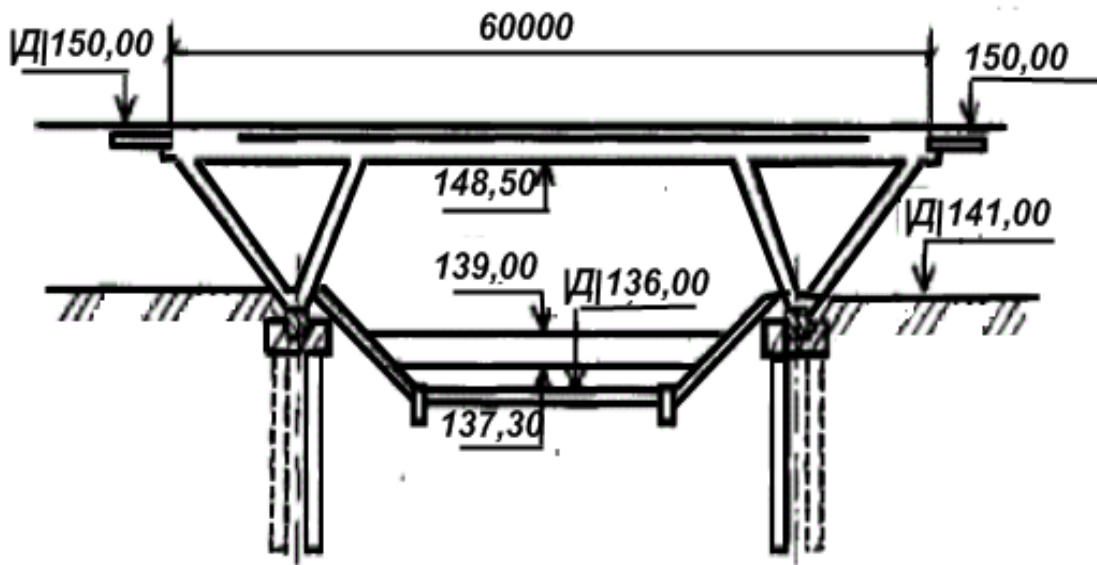


Рисунок 8.10 – Позначення дійсних | Д | та проектних | П | позначок на фасаді поздовжнього профілю мостового переходу

Дійсні відхилення поверхонь елементів від вертикалі показують стрілками, спрямованими у бік відхилень і розташованими поруч умовними позначками неперпендикулярності й чисельних значень відхилень.

На виконавчих схемах можуть записуватись різні примітки, узгодження допущених (обмірюваних) відхилень із авторським наглядом, а, за необхідності, також роз'яснення до умовних знаків.

На виконавчих кресленнях повинні бути вказані: найменування і телефони організації, що виконувала виконавчу зйомку; адреса ділянки виконання робіт; найменування організації, що випустила проект, номер та дата випуску; номер і дата видачі ордера на право проведення робіт; номер і дата узгодження проекту; номер замовлення і дата проведення контрольної геодезичної зйомки або підтвердження замовником правильності складання та відповідності виконавчого креслення натурі.

Якщо прокладання підземних споруд виконано з відхиленнями від проекту, то на виконавчих кресленнях повинно бути вказано, ким і коли ці відхилення дозволені. Виконавчий рисунок має бути підписаний представниками організації, його складала, – головним інженером будівельного управління, старшим виконавцем робіт, геодезистом будівельного управління, укладачами креслення. Виконавче креслення входить до складу обов'язкової виконавчої документації, що надається будівельною організацією при здаванні в експлуатацію закінчених будівництвом інженерних об'єктів.

## **Контрольні запитання для самоперевірки знань**

1. Призначення виконавчої геодезичної зйомки.
2. Методика проведення виконавчої зйомки земляних споруд.
3. Методика проведення виконавчої зйомки при влаштуванні фундаментів.
4. Методика проведення виконавчої зйомки опалубки і підтримуючих лісів.
5. Методика проведення виконавчої зйомки збірних елементів.
6. Методика проведення виконавчої зйомки монолітних залізобетонних конструкцій.
7. Методика проведення виконавчої зйомки фундаментів, що встановлюються під монтаж обладнання і трубопроводів.
8. Склад та зміст виконавчої документації.
9. Зміст виконавчого генплану.
10. Склад та зміст виконавчих схем (креслень).



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Войтенко С. П. Геодезичні роботи в будівництві : навчальний посібник / Войтенко С. П. – К. : ІСДО, 1993. – 144 с.
2. Инженерная геодезия / [Багратуни Г. В., Ганьшин В. Н., Данилевич Б. Д. и др.] – М. : Недра, 1984. – 344 с.
3. Кузьмін В. І. Інженерна геодезія в дорожньому будівництві / В. І. Кузьмін, О. А. Білятинський. – К. : Вища школа, 2006. – 278 с.
4. Левчук Г. П. Прикладная геодезия. Геодезические работы при изысканиях и строительстве инженерных сооружений / Левчук Г. П., Новаков В. Е., Лебедев Н. Н. – М. : Недра, 1983. – 265 с.
5. Могильний С. Г. Геодезія / С. Г. Могильний, С. П. Войтенко. – Чернігів : КП Видавництво «Чернігівські обереги», 2002. – 408 с.
6. Островський О. Л. Геодезія / О. Л. Островський та інш. – Львів, 2004. – 164 с.
7. Ратушняк Г. С. Інженерна геодезія. Практикум / Ратушняк Г. С. – К. : Вища школа, 1992. – 226 с.
8. Ратушняк Г. С. Геодезичні роботи в будівництві / Г. С. Ратушняк, О. Г. Лялюк. – Вінниця : ВНТУ, 2008. – 182 с.
9. Справочник по инженерной геодезии / [Баран П. И., Войтенко С. П., Полищук Ю. В. и др.]. – К. : Высшая школа, 1978. – 376 с.
10. Український тлумачний словник будівельних термінів / [Лівінський О. М., Лівінський М. О., Васильківський О. А. та інш.]. – К. : Українська академія наук (УАН), “МП Леся”, 2006. – 528 с.
11. Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві : ДБН В.1.3-2:2010 – [Чинний від 2010-01-21]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 70 с. – (Національні стандарти України).
12. Инженерная геодезия : [учебник для вузов] / Е. Б. Ключин, М. И. Киселев, Д. Ш. Михелев, В. Д. Фельдман ; под ред. Д. Ш. Михелева. – [4-е изд., испр.] – М. : Издательский центр "Академия", 2004. – 480 с.
13. Справочник по общестроительным работам. Геодезические работы в строительстве / [Ганьшин В. Н., Коськов Б. И., Хренов Л. С. и др.]; под ред. В. Н. Ганьшина. – М. : Стройиздат, 1975. – 400 с.
14. Инженерная геодезия : учебник для вузов ж.-д. трансп. / [А. А. Визгин, В. Н. Ганьшин, В. А. Коугия и др.]; под ред. Л. С. Хренова. – [2-е изд., перераб. и доп. ] – М. : Высшая школа, 1985. – 352 с.
15. Ратушняк Г. С. Інженерна геодезія / – Ратушняк Г. С. – К. : Вища школа, 1992. – 262 с.
16. Субботин Н. Е. Справочник строителя по инженерной геодезии / Н. Е. Субботин, А. С. Мазницкий. – К. : Будівельник, 1989. – 248 с.

## СЛОВНИК

**АБРИС (contour)** – зроблений від руки схематичний план ділянки місцевості, на якому показуються контури угідь, місцеві предмети, результати вимірювань, наводяться назви та інші відомості, що необхідні для складання точного плану при теодолітній зйомці.

**АЕРОФОТОЗНІМОК (airphoto)** – фотографічне зображення місцевості, що отримане з літака або іншого літального апарата.

**ВИСОТА ТОЧКИ (altitude)** земної поверхні – це відстань до цієї точки по прямовисній лінії до рівневої поверхні, яка прийнята в державній геодезичній мережі за вихідну (нульову). Висота відраховується від середнього рівня Балтійського моря, що визначений багаторічними спостереженнями на водомірному посту.

**ВИКОНАВЧІ ЗЙОМКИ (executive survey)** – зйомки будівель, які зводяться або вже зведені, в процесі яких фіксують всі відхилення від проекту і визначають фактичне положення в плані та по висоті наземної і підземної частини споруди.

**ВИСОТА ГЕОДЕЗИЧНА (dead lift)** – висота точки земної поверхні над поверхнею референц-еліпсоїда, що відраховується по нормалі до еліпсоїда.

**ВИСОТА ПЕРЕРІЗУ РЕЛЬЄФУ (vertical interval)** – різниця значень висот двох послідовних основних горизонталей на карті.

**ГЕОДЕЗИЧНА МЕРЕЖА (geodetic network)** – система пунктів на земній поверхні, які закріплені на місцевості спеціальними знаками та центрами, положення яких визначено в плановому відношенні та по висоті.

**ГЕОДЕЗИЯ (geodesy)** – наука, що вивчає форму та розміру Землі і займається питаннями створення координатної планової та висотної основи для детального вивчення фізичної поверхні Землі засобами та методами топографії та картографії.

**ГОРИЗОНТАЛІ (ІЗОГІПСИ) (contour line)** – лінії на карті, що з'єднують точки земної поверхні з однаковою висотою.

**ЗНАК ГЕОДЕЗИЧНИЙ (beacon, monument)** – дерев'яна або металева споруда над центром геодезичного пункту, що слугує об'єктом візування на пункт або для підйому приладу над землею при кутових або лінійних вимірюваннях на пункті.

**КАРТИ (map)** – зменшене, узагальнене та відтворене за певними математичними законами зображення значних ділянок земної поверхні або всієї земної поверхні на площині. На картах наочно за допомогою умовних знаків показано розміщення та зв'язки різних предметів та явищ, а також їх якісні та кількісні характеристики.

**КООРДИНАТИ ГЕОГРАФІЧНІ** (geographic coordinate) – кутові величини, що називаються широтою та довготою, які визначають положення точки земної поверхні відносно екватора та початкового меридіана.

**МАСШТАБ** (scale) **ТОПОГРАФІЧНОЇ КАРТИ ЧИ ПЛАНУ** – відношення довжини лінії на карті (плані) до довжини горизонтального прокладення відповідної лінії на місцевості. Масштаб виражають в числовій або лінійній формах.

**НІВЕЛЮВАННЯ** (levelling) – визначення висот точок земної поверхні відносно деякої обраної точки або над рівнем моря. Нівелювання розрізняють: геодезичне, астрономічне та астроном-гравіметричне.

**ПОЛІГОНОМЕТРІЯ** (polygonometry) – метод побудови геодезичної мережі у формі багатокутників, в яких вимірюються всі сторони та кути.

**ПРИВ'ЯЗКА ГЕОДЕЗИЧНОЇ МЕРЕЖІ** (associating geodetic network) – включення в створювану мережу елементів раніш прокладеної мережі як вихідної основи або з метою приєднання до неї.

**РЕКОГНОСЦИРУВАННЯ** (reconnaissance, reconnoitring) – огляд та обстеження місцевості з метою уточнення проекту проведення геодезичних робіт, уточнення місця розташування пунктів геодезичного обґрунтування, перевірки взаємної видимості між сусідніми пунктами та умов для проведення вимірювань.

**ТОПОГРАФІЧНИЙ ПЛАН** (topographical plan) – зменшене та подібне зображення горизонтальних проекцій контурів та форм рельєфу місцевості без урахування сферичності Землі.

**ТРАСУВАННЯ** (tracing) – вид інженерно-геодезичних вишукувань, що направлений на визначення кращого в технічному відношенні та економічно ефективного варіанта положення траси.

**ТРИАНГУЛЯЦІЯ** (triangulation) – метод побудови геодезичної мережі у вигляді суміжних трикутників, в яких вимірюються всі кути та довжина хоча б однієї сторони.

*Навчальне видання*

**Ратушняк Георгій Сергійович**

**Панкевич Ольга Дмитрівна**

**Бікс Юрій Сергійович**

**Вовк Тетяна Юріївна**

## **Геодезичне забезпечення будівництва**

### ***Частина 2***

Навчальний посібник

Редактор Т. Старічек

Оригінал-макет підготовлено О. Панкевич

Підписано до друку 2013 р.  
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman.  
Друк різнографічний Ум. друк. арк.  
Наклад прим. Зам. № 2013-

Вінницький національний технічний університет,  
навчально-методичний відділ ВНТУ.  
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,  
ВНТУ, к. 2201.  
Тел. (0432) 59-87-36.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК №3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано у Вінницькому національному технічному університеті  
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі.  
21021, м.Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,  
ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Тел. (0432) 59-87-38.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.