

## **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).

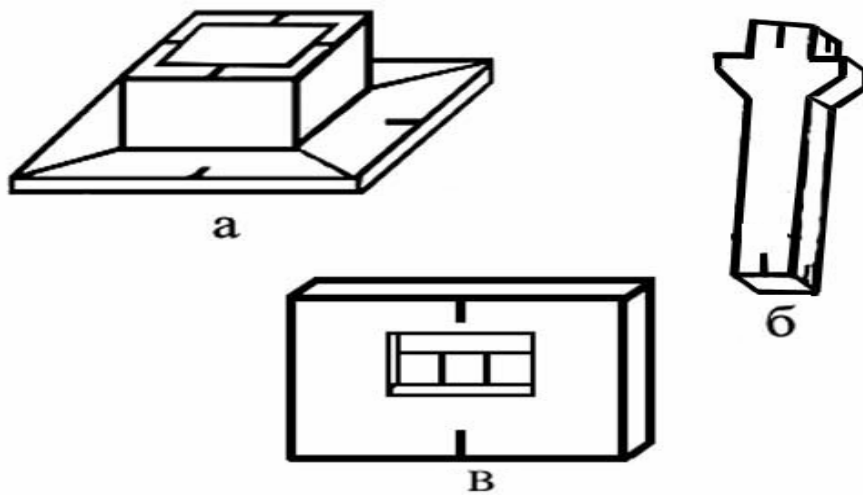


Рисунок 6.1 – Приклади нанесення рисок осей симетрії на елементах будівельних конструкцій: а – фундаментний блок; б – залізобетонна колона; в – стінова панель.

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 напрямку 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 конструкцій і обладнання беруть візирну лінію зорової труби теодоліта.

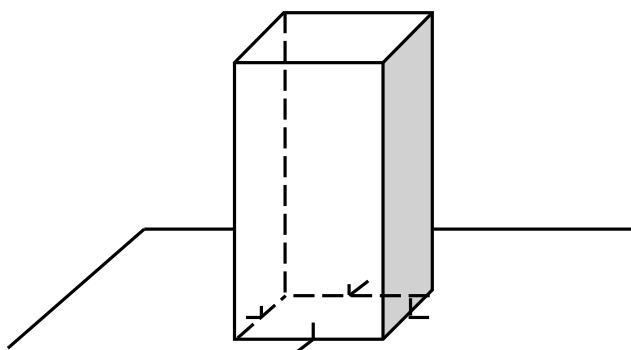


Рисунок 6.2 – Схема суміщення рисок осей при монтажі колон

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.

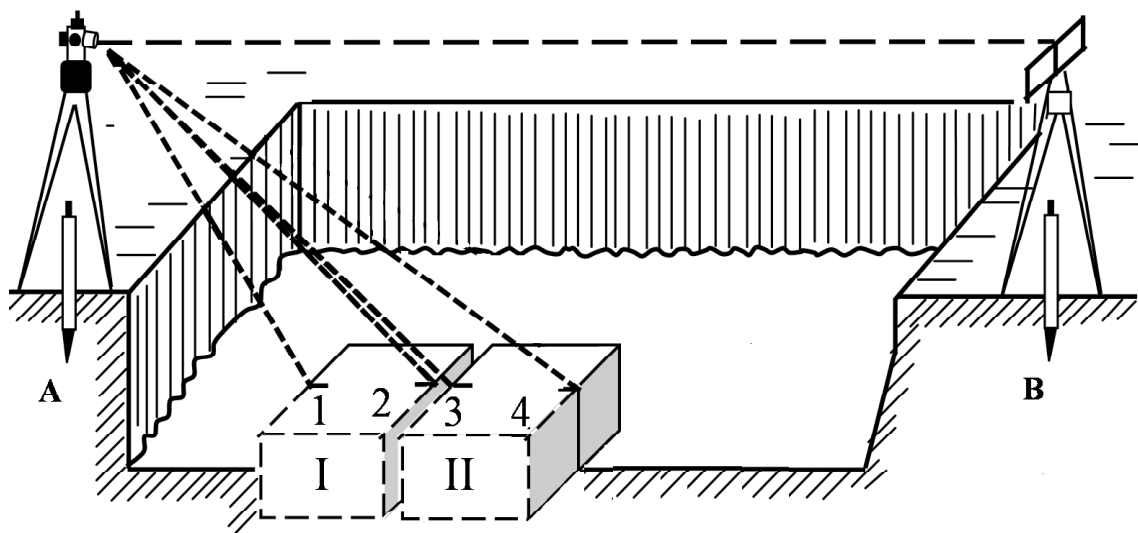


Рисунок 6.3 – Винесення монтажних рисок на фундаментні блоки

Використовуючи лазерні прилади промінь спрямовують по допоміжній лінії *AB*, яку розмічують паралельно осі симетрії. У процесі монтажу 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.

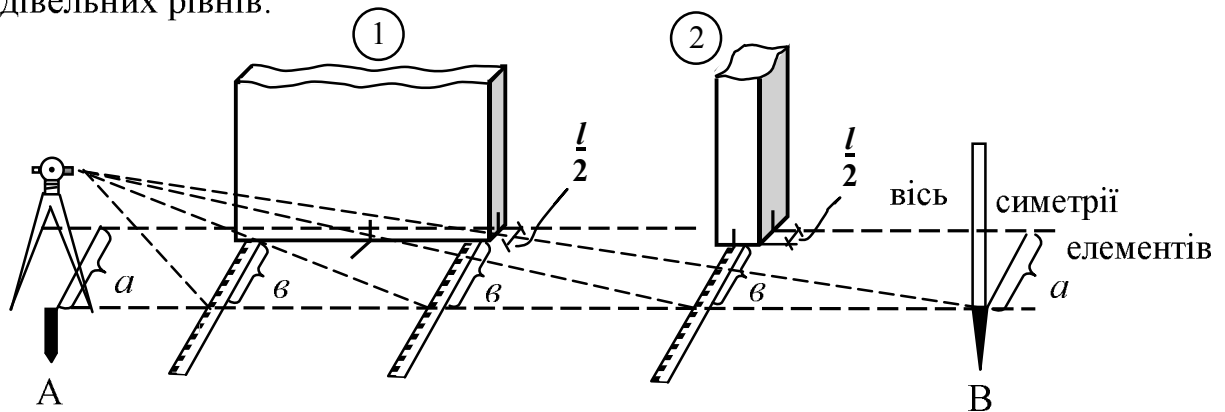


Рисунок 6.4 – Схема способу бокового нівелювання: 1 – монтаж панелей; 2 – монтаж колони

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.

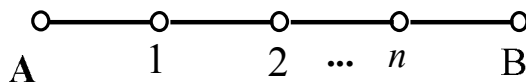


Рисунок 6.5 – Схема способу послідовних створів

**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.

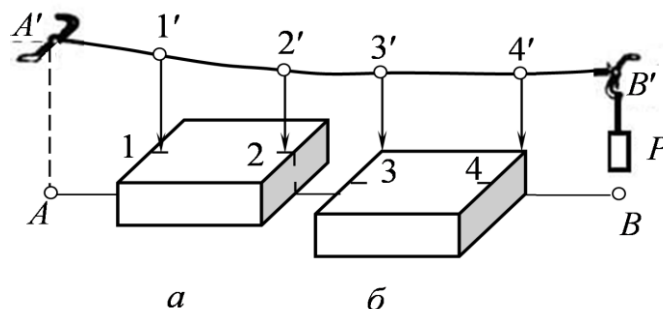


Рисунок 6.6 – Розмічування положення в плані монтажних блоків струнним способом:  $a$  – за віссю блока;  $b$  – за гранню блока

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.

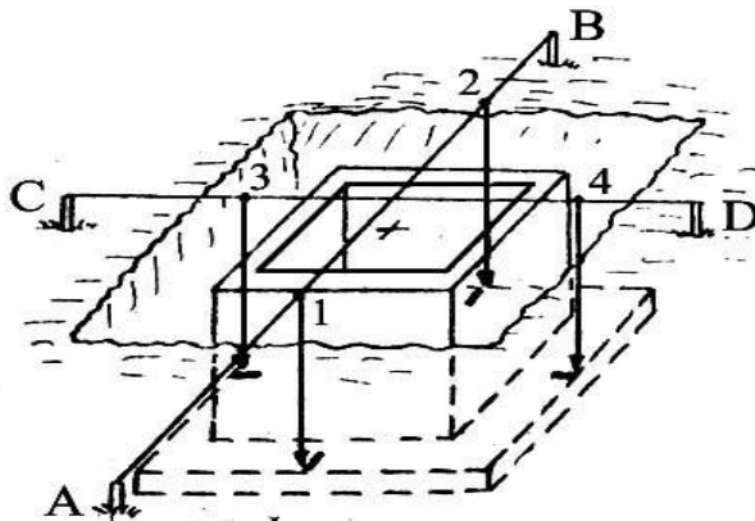


Рисунок 6.7 – Розмічування для монтажу фундаменту під колону: 1, 2, 3, 4 – точки підвішування ниткових висків

**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

$$H_{ГП} = H_{Rp} + a, \quad (6.2)$$

де  $H_{Rp}$  – позначка репера;

$a$  – відлік по рейці на репері;

$H_{ГП}$  – горизонт приладу.

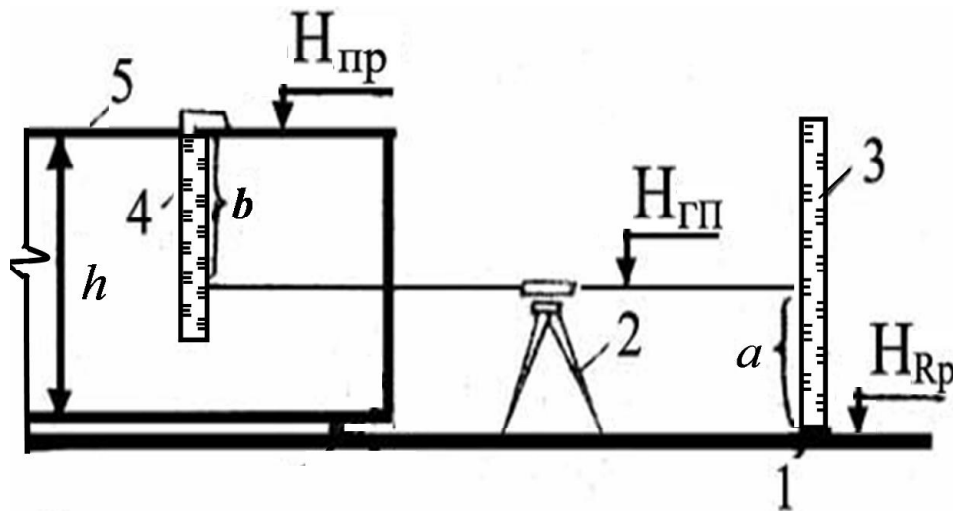


Рисунок 6.8 – Вивірення положення панелі по висоті: 1 – робочий репер на монтажному горизонті; 2 – нівелір; 3 – рейка; 4 – підвісна рейка; 5 – стінова панель

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

$$b = H_{Пр} - H_{ГП}, \quad (6.3)$$

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

$H_{Пр}$  – 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.

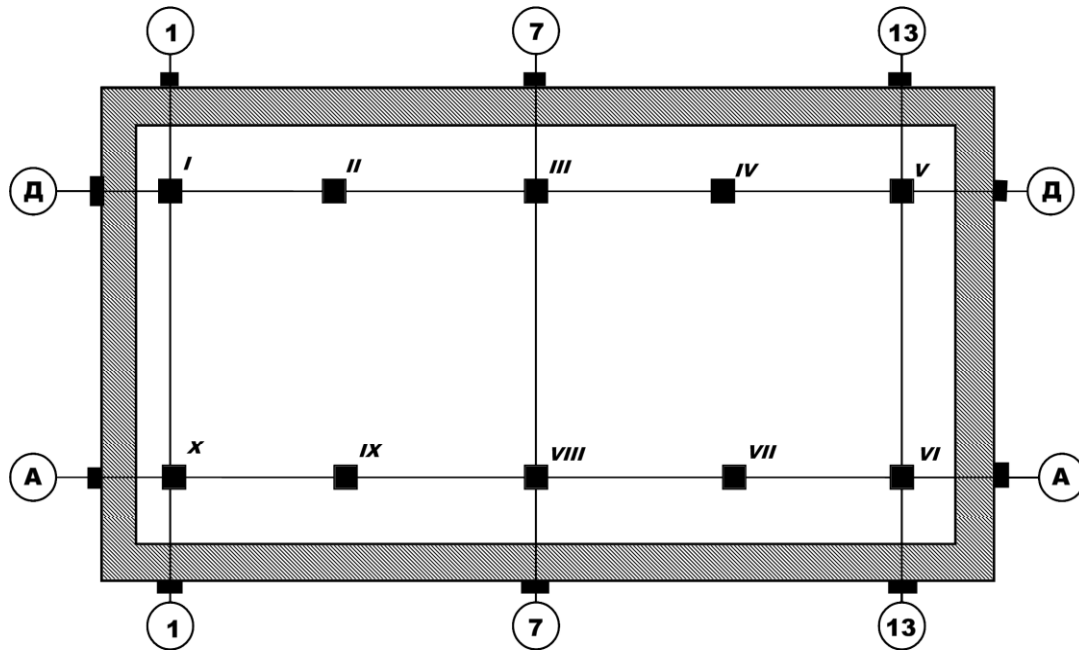


Рисунок 6.9 – Схема замкнутого полігонометричного ходу, прокладена на вихідному горизонті з прив'язкою до опорних пунктів А, Д, 1, 7, 13.

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 металевим каркасом 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'' проєктують 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.



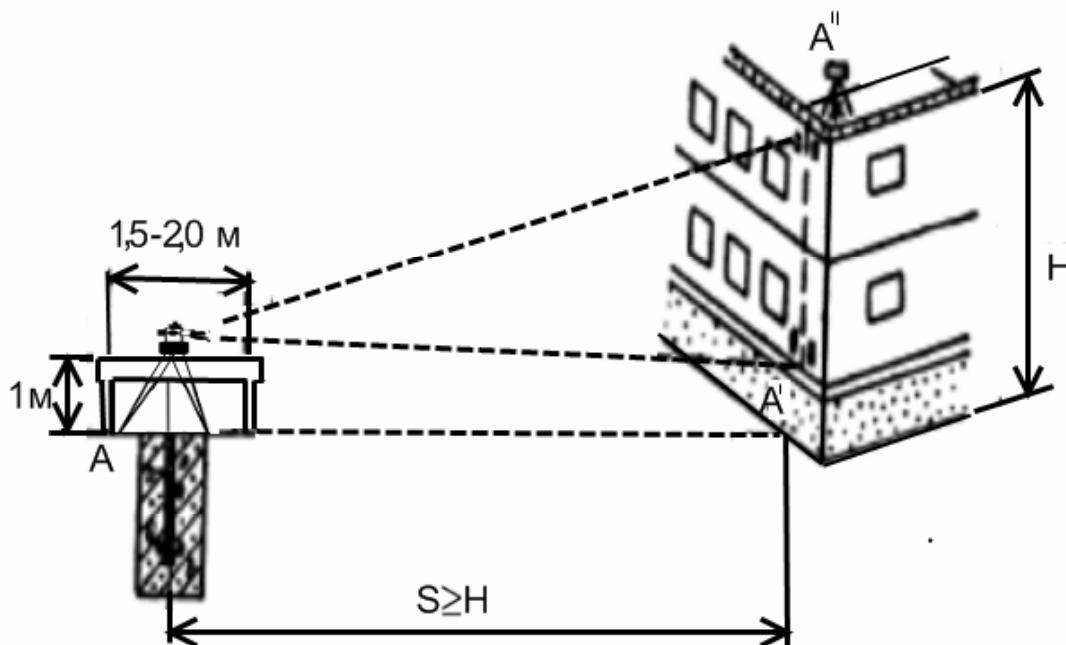


Рисунок 6.10 – Спосіб похилого проектування

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 вверху) 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.

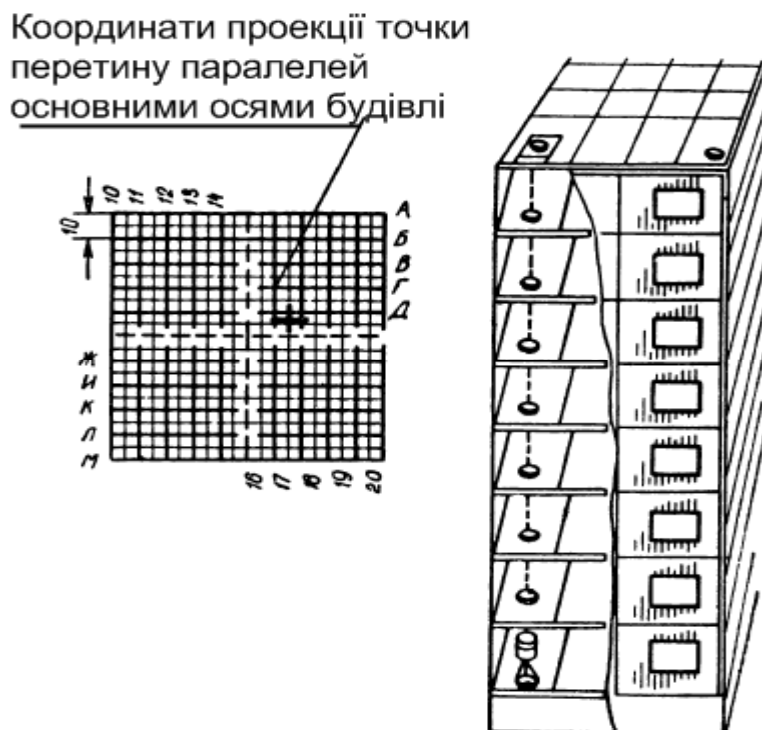


Рисунок 6.11 – Спосіб вертикального проектування

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  $I-I$  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  $I-I, 2-2$  і т. д. Осі на фундаментах прокреслюють гострим інструментом, а потім профарбовують.

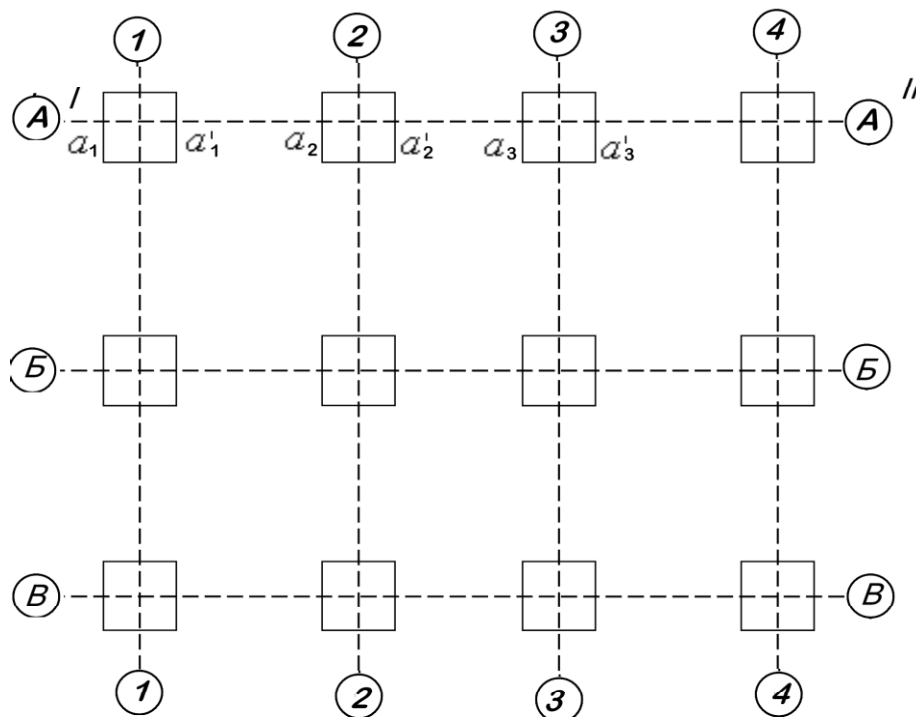


Рисунок 6.12 – Схема планового контролю положення фундаментів

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).

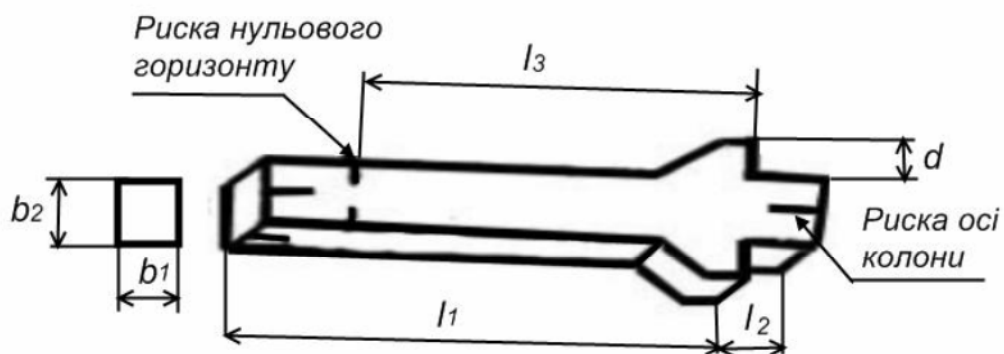


Рисунок 6.13 – Контроль розмірів та нанесення рисок на колону

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 осьові 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).

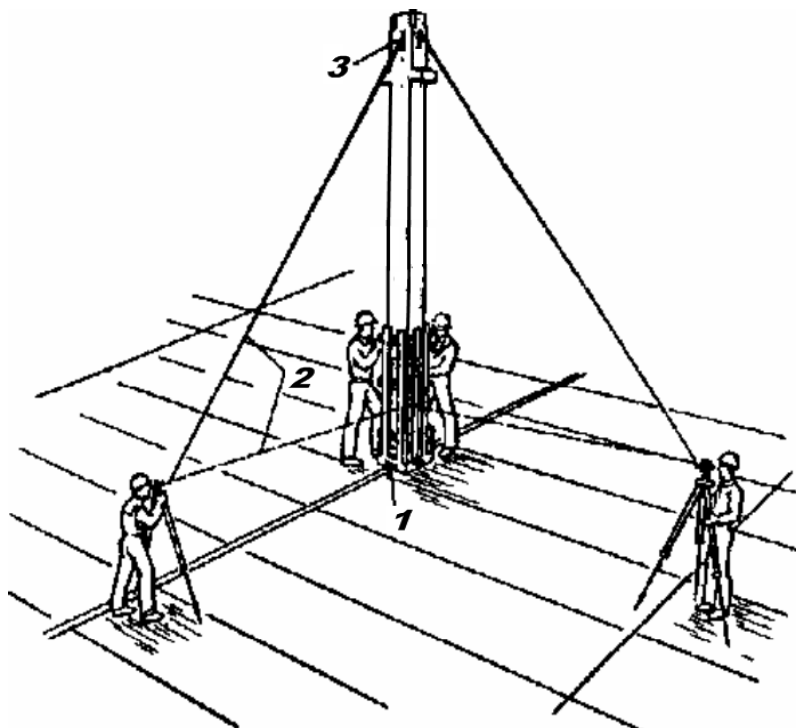


Рисунок 6.14 – Контроль вертикальності колони у двох взаємно перпендикулярних площинах: 1 – орієнтирна риска, 2 – візирний промінь, 3 – риска осі колони

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).

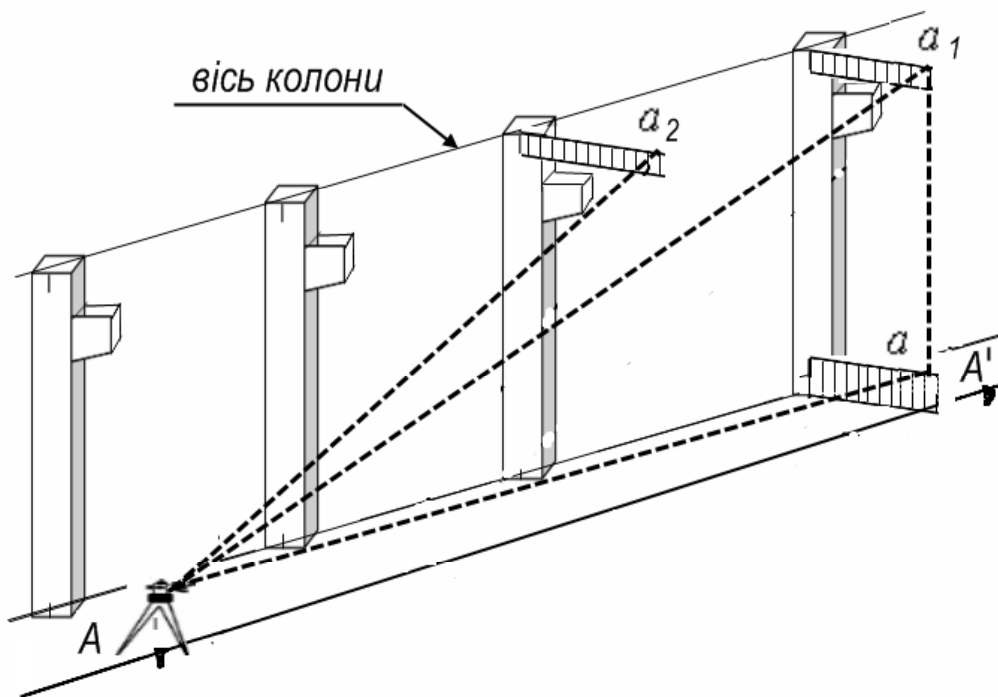


Рисунок 6.15 – Контроль вертикальності встановлення ряду колон

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.

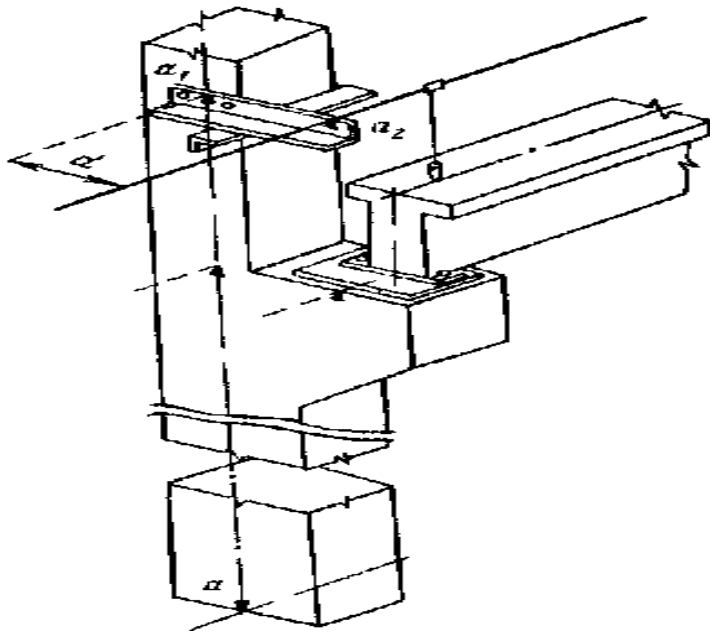


Рисунок 6.16 – Схема установлення в проектне положення підкранових балок

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, забетонуваними 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).

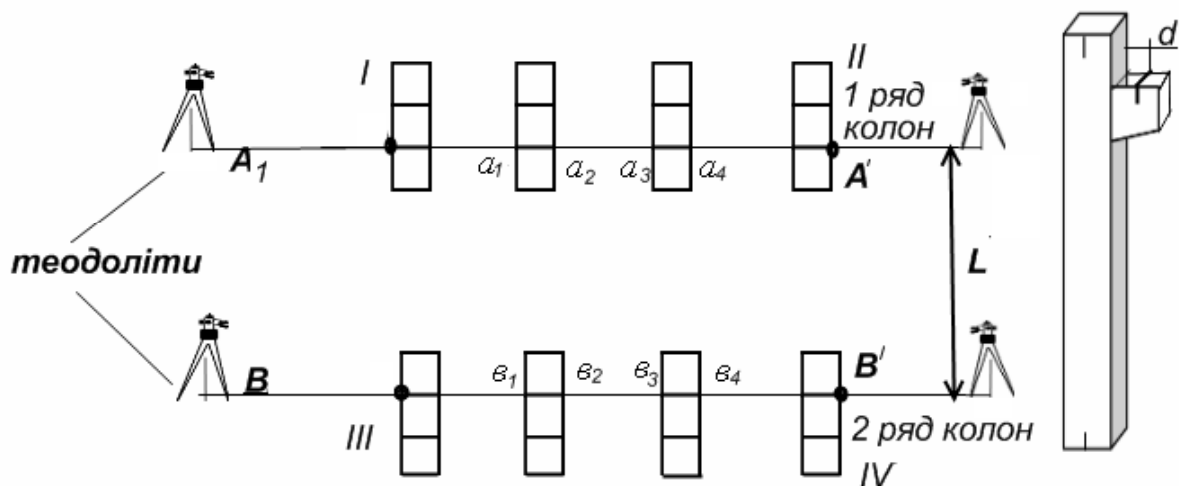


Рисунок 6.17 – Розмічувальні роботи на колонах для укладання підкранових балок

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).

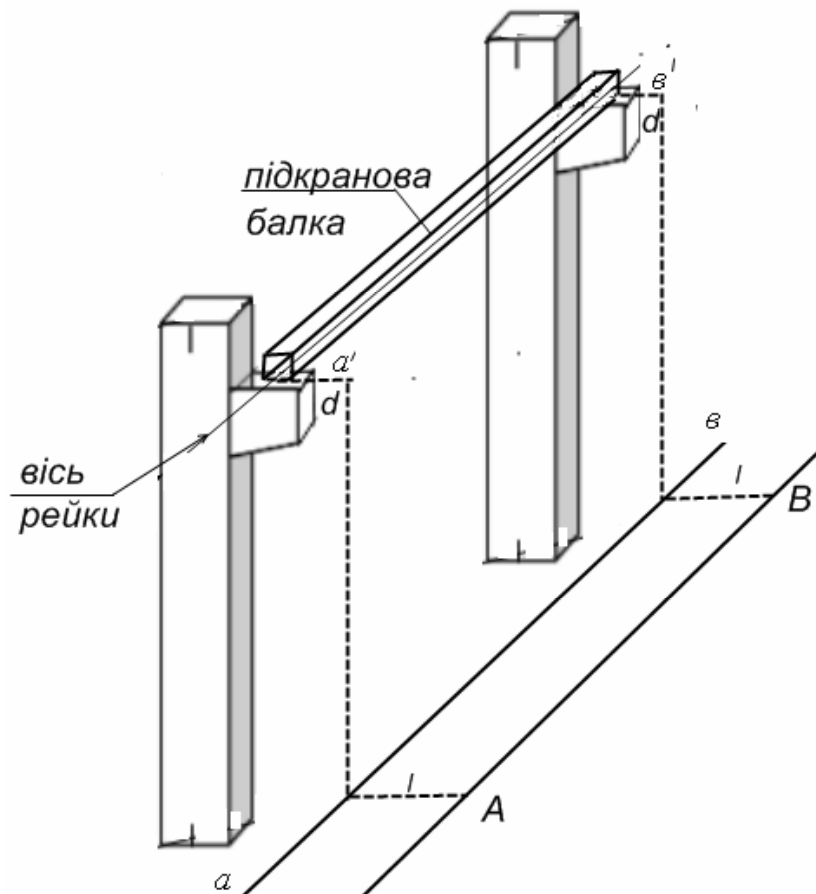


Рисунок 6.18 – Розмічування осей рейок на підкрановій балці:  $AB$  – вісь симетрії підкранового прогону, закріплена всередині будівлі при розмічуванні будівельних осей

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.

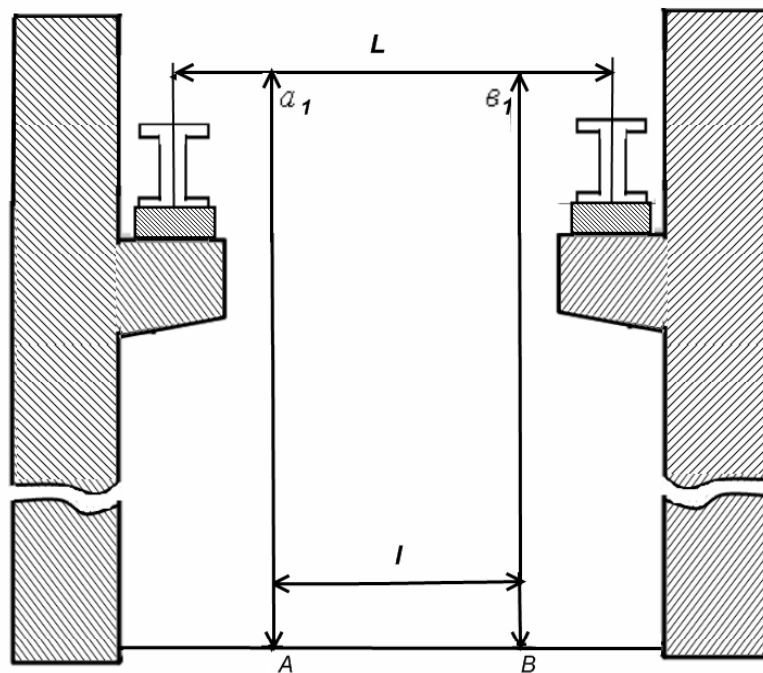


Рисунок 6.19 – Контроль встановлення підкранових рейок в проектне положення

### 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.

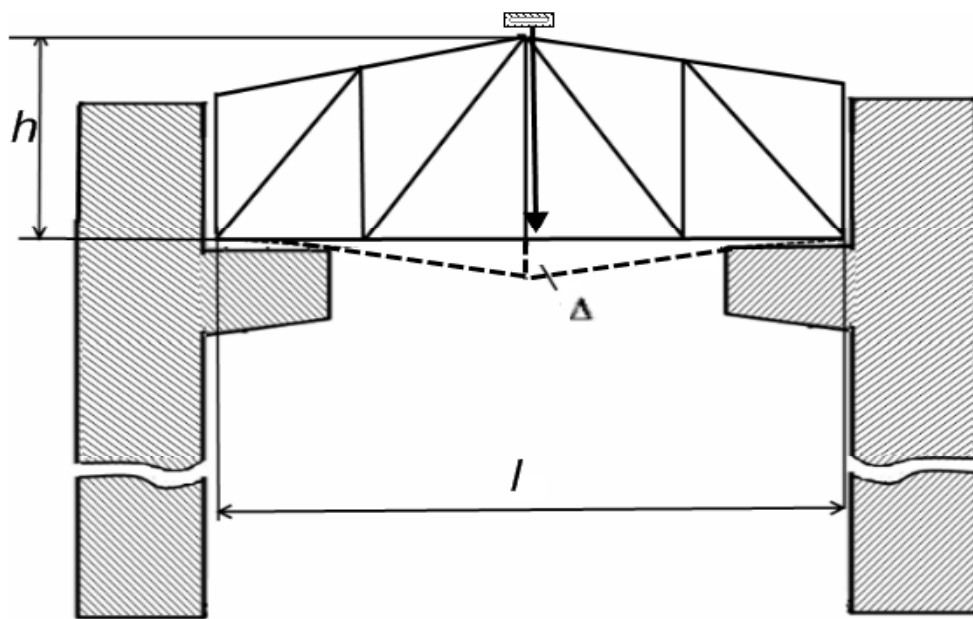


Рисунок 6.20 – Монтажне положення ферми:  $\Delta$  – стріла прогину

### 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.

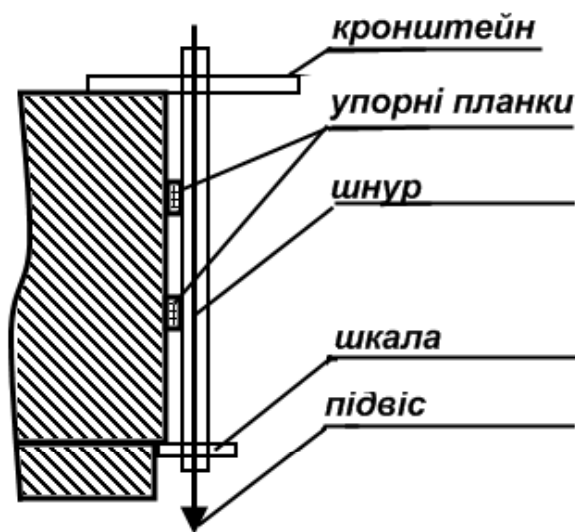


Рисунок 6.21 – Схема розташування підвісу при вивіренні вертикальності панелі

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.