

**О.І.Теліченко., М.В.Нагорний.**

# ***Зведення і монтаж будівель та споруд***





О.І.Теліченко., М.В.Нагорний.

# **Зведення і монтаж будівель та споруд**

Схвалено методичною радою Сумського національного аграрного університету ,як навчальний посібник для підготовки бакалаврів напрямку 192 «Будівництво та цивільна інженерія» у вищих навчальних закладах II-IV рівнів.

2020р.

УДК 69/075.8/  
Т-31

### **Рецензенти**

**Височин І.А.**- д. арх., професор Сумського Національного Аграрного Університету

**Душин В.В.**-к.т.н., професор Сумського Національного Аграрного Університету

О.І.Теліченко., М.В.Нагорний.

Т-31 **Зведення і монтаж будівель та споруд.**

Навчальний посібник для розробки курсових і дипломних проектів студентів спеціальності 192 «Промислове та цивільна інженерія». (ПЦБ) – Суми: - 197с.

Навчальний посібник включає об'єм, зміст і методику виконання курсових і дипломних проектів з розробкою технічних документації: перша – методи монтажу і зведення будівель і споруд. Друга – розрахунки підбіру грузопід'ємних механізмів. Третя – розрахунки необхідної кількості транспортних засобів для забезпечення будівельного процесу. Видання розраховане на студентів – будівельників ПЦБ промислове та цивільна інженерія.

**УДК 69/075.8/  
Т-31**

©О.І.Теліченко., М.В.Нагорний.

## Вступ

При потокової організації монтажних робіт не обходимо визначити можливість застосування різних методів монтажу в залежності від ступеня укрупнення монтажних одиниць перед підйомом, послідовності установки конструкцій елементів будівлі, конструктивних особливостей будівлі, роботи конструкцій в процесі монтажу, способи наведення конструкцій на опори, точності установки конструкцій на опори .

Для потокової організації процесу і забезпечення безпеки організації процесу будівля ділиться на монтажні ділянки і захватки. Мінімальна кількість захваток визначається кількістю одночасно виконуваних монтажних потоків, що становить спеціалізований потік. Розмір захваток визначається з умови створення фронту робіт, вимоги техніки безпеки, конструктивних особливостей будівлі.

Зазвичай розмір захваток при монтажі одноповерхових каркасних будинків повинна бути не менше двох прольотів і не більше довжини температурного відсіку.

На вибір типу захваток і схем руху монтажних кранів впливає характер розташування в плані технологічних ліній основного технологічного обладнання будівлі. При розташуванні ліній основного виробництва цеху уздовж прольотів застосовується поздовжня схема членування цеху на захватки; при поперечному розташуванні технологічних ліній будівля ділиться на поперечні захватки. Залежно від ширини прольотів будівлі застосовуються раціональні схеми руху монтажних кранів і місця їх стоянок при установці різних елементів збірних конструкцій. Проектована будівля розбиваємо на захватки 72 м, ширина - 24 м. Приймаються наступні раціональні схеми руху кранів і монтажу елементів конструкцій при роздільному комплексному методі:

## **Частина перша. Методи потокового будівництва.**

### **Розділ I. Введення в дисципліну. Основні положення будівельного виробництва.**

#### **1.1. Які структурні зміни відбуваються сьогодні в будівництві.**

Сьогодні в будівництві відбуваються серйозні структурні зміни. Збільшилася частка будівництва об'єктів невикористаного призначення, значно виросли обсяги реконструкції будинків, споруджень. Значно виросли вимоги до якості роботи, захисту навколишнього середовища, тривалості інвестиційного циклу.

При спорудженні об'єктів виникають нові взаємини між учасниками будівництва, з'являються елементи конкуренції, проводяться тендери, будівельні організації представляють в основному чистий капітал. Основним завданням стає одержання прибутку. Стрімко змінився масштаб цін вартісних показників, заробітної плати, ресурсні потреби. В умовах ринкової економіки більш відчутними стають наслідки, установлені будівельниками організаційно-технологічних і управлінських рішень. Зміни, що відбуваються, повинні супроводжуватися перетворенням систем організаційно-технологічної підготовки технологічними процесами на будівельному об'єкті. Технологія будівельного виробництва вивчає технологію будівельних процесів. Склад і структуру будівельних технологій вивчають у дисципліні «Технологія зведення будівель та споруд».

Перелік технологій будівельного виробництва великий, вони постійно оновлюються, прогресують, розбудовуються. Основні напрямки подальшого вдосконалення будівельних технологій пов'язані з розв'язанням завдань ресурсозбереження, підвищенням рівня гнучкості будівельних технологій, їх безпеки, якості, зниження навантаження на навколишнє природне й соціальне середовище.

#### **1.2. Розподіл будівельних об'єктів за призначенням.**

##### **Основні положення будівельного виробництва.**

Будівельні об'єкти надзвичайно різноманітні за своїм призначенням, розташуванню у просторі, об'ємно-планувальним і конструктивним рішенням.

Це значно впливає на технологію й організацію будівельного виробництва.

**За призначенням** - будівельні об'єкти підрозділяються на промислові, житлові й цивільні, інженерні, сільськогосподарські, гідротехнічні й водогосподарчі, лінійні об'єкти транспорту й зв'язку тощо.

**За розташуванням у просторі**- будівельні об'єкти ділять на:

- 1) лінійно-протяжні;
- 2) зосереджені;
- 3) територіально-розрізнені.

**До лінійно-протяжних об'єктів** належать мости, естакади, тунелі, дороги, трубопроводи, рампи для вивантаження залізничних вагонів, не кварталні тепломережі, каналізаційні колектори й ін.

**Зосереджені об'єкти**- характеризуються розташуванням на обмеженій території наприклад: житловий будинок, дитячий садок, хлібозавод, універмаг тощо.

**Територіально-розрізнені об'єкти**- перебувають на значній відстані один від одного, але зв'язані між собою єдиним функціональним призначенням (наприклад: житлові й цивільні будівлі в сільській місцевості, будівлі та споруди на автомобільних дорогах і залізницях; об'єднання їм Фрунзе - компресорне виробництво перебуває на вул. Курській, головний майданчик - на привокзальній площі, а заготівельний цех біля четвертої поліклініки й зв'язані єдиним виробництвом тощо).

По об'ємно - планувальними й конструктивним характеристикам, розподілу обсягів робіт, вони підрозділяються на:

- 1) однорідні (однакові й неоднакові);
- 2) неоднорідні.

#### **Однорідні об'єкти**

Однорідні об'єкти – характеризуються багаторазовою повторюваністю типових елементів (секцій, ділянок), що обумовлює рівномірний розподіл обсягів робіт і застосування тих самих конструкцій на кожному із цих об'єктів.

Однорідні об'єкти з однаковими за розмірами та обсягами багаторазово повторюваними типовими секціями (ділянками) дозволяють організувати для їхнього зведення ритмічний об'єктний потік.

До таких об'єктів можуть бути віднесені житлові й деякі цивільні одноповерхові й багатоповерхові промислові будівлі легкої, приладобудівної, радіотехнічної й інших галузей промисловості, лінійні споруди (дороги, трубопроводи тощо).

До однорідних об'єктів з неоднаковими ділянками відносяться більшість одноповерхових промислових будівель середнього й важкого машинобудування, автомобільні заводи, текстильні комбінати тощо. Ці об'єкти навіть при повній уніфікації однотипних конструкцій неможливо розчленувати на ділянки, однакові за розмірами і обсягами робіт.

#### **Наприклад:**

- на внутрішніх ділянках багатоповерхових одноповерхових будівель відсутні зовнішні огорожі – стіни;

- монтаж основних конструкцій на деяких ділянках може бути обмежений лише монтажем елементів покриття, а колони й підкранові балки попередньо встановлюють при проходженні крану на суміжних ділянках.

При зведенні однорідних об'єктів з неоднаковими ділянками зберігається стабільна технологія провадження робіт, але тривалість здійснення потоків різна.

#### **Неоднорідні об'єкти**

Неоднорідні об'єкти – характеризуються відсутністю типових повторюваних частин, нерівномірним розподілом обсягів робіт, застосуванням на різних ділянках різнохарактерних конструкцій (сталевих, монолітних і збірних залізобетонних, кам'яних тощо), наявністю складного й громіздкого технологічного устаткування й потужних фундаментів під нього, а так само необхідністю, у ряді випадків, у процесі зведення будівель робити монтаж вузлів технологічного устаткування.

До неоднорідних об'єктів відносяться: корпуси вугільних і гірничорудних підприємств, металургійних заводів, ряду підприємств хімічної промисловості, цукрових і цементних заводів, теплових і атомних електростанцій тощо.

Нерівномірне розміщення обсягів робіт і застосування в різних частинах будівлі різнохарактерних конструкцій зазвичай не дозволяє застосовувати стабільну будівельну технологію. На окремих ділянках може мати місце різна послідовність і різні методи провадження робіт. Нерідко окремі види основних робіт зустрічаються тільки в деяких частинах будівлі.

При проектуванні потокового будівництва комплексу неоднорідних об'єктів потрібно попередньо ретельно вивчити об'ємно-планувальне рішення і конструкції будівель і споруд. Зведення неоднорідних об'єктів може бути організоване тільки неритмічним (по-різному ритмічним) потоком зі значними організаційними перервами.

Зведення об'єктів ведуть потоками різної складності:

**комплексним** – будівництво житлового масиву й промислового підприємства, що складаються із ряду будівель і споруд;

**об'єктними** – окремих будівель і споруд або груп, об'єднаних загальною будівельною технологією;

**спеціалізованими** – окремих частин будівель і споруд або закінчених видів робіт (нульовий цикл, монтаж конструкцій, оздоблювальні роботи тощо);

**окремий**– виконання окремих будівельних процесів (бетонна підготовка, опалубка, армування, монолітні фундаменти, кладка стін, встановлення-розбирання лісів тощо).

### **1.3.Розподіл будівельних об'єктів за розташуванням у просторі.**

Структура будівельних потоків залежить від виду об'єкта.

**Технологічний процес будівництва однорідних об'єктів зазвичай можна розділити на наступні стадії:**

- 1) обладнання підземних комунікацій;
- 2) зведення підземних конструкцій;
- 3) обладнання покрівлі в житлових будівлях;
- 4) спеціальні оздоблювальні роботи в промислових будівлях;
- 5) спеціальні й оздоблювальні роботи в житлових будівлях;
- 6) монтаж технологічного устаткування промислових будівель.

Роботи на кожній стадії відрізняються характером процесів, що виконуються, видом машин, що застосовуються, і матеріалів. Роботи кожної стадії можуть бути організовані в один або кілька спеціалізованих потоків, які, у свою чергу, полягають із окремих потоків. Комбінація взаємопогоджуваних спеціалізованих потоків створює об'єктний потік.

Монтаж устаткування при зведенні однорідних промислових об'єктів зазвичай розпочинають згідно до готовності окремих ділянок будівлі.

**Технологічний процес зведення неоднорідних об'єктів**– не має чітко виражених стадій провадження робіт, а розділяється на складові комплексні й робочі процеси. Один або кілька комплексних процесів здійснюються спеціалізованим потоком, продукцією якого є частини споруди (фундаменти будівлі, фундаменти під устаткування, каркас, покрівля, устаткування тощо). Фундаменти під устаткування можуть виконуватися до або після монтажу каркасу будівлі (відкритим, закритим або змішаним способом), що визначається економічною доцільністю прийнятою послідовністю робіт.

З ряду спеціалізованих потоків, що становлять об'єктний потік, виокремлюють основний, який вирізняється найбільшою трудомісткістю, вимагає застосування найбільш складних і дорогих машин, і потужність якого є вирішальною для визначення всього об'єктного потоку.

Потужність і кількість інших спеціалізованих потоків у складі об'єктного визначають, дорівнюючи тривалість їх розвитку до тривалості провідного, основного потоку або приймаючи кратне число паралельних потоків для дотримання умов безперервності виробництва.

### **1.4.Розподіл об'єктів за об'ємно-планувальними і конструктивними характеристиками. Технологічні особливості їх зведення.**

**Основні будівельні терміни, уживані при вивченні матеріалу:**

1. Обсяг робіт – кількість робіт, виконуваних при здійсненні будівництва (процесу).  
2. Однотипні об'єкти – будівлі (споруди), у яких повторюються конструкції й розміри, у результаті чого залишаються ті самі технології виробництва, обсяги й трудомісткість відповідних робіт.

3. Однакові об'єкти – будівлі (споруди), які складаються з тих самих типових елементів, конструкцій, секцій, прольотів, однакових або різних за розміром, але з однаковою технологією виробництва.

4. Будівельний об'єкт – будівля або споруда, яка є предметом будівництва як у процесі зведення, так і після його завершення.



5. Технологія будівельного виробництва – сукупні знання в області техніки організації й економіки виробничого процесу, який здійснюється на будівельному майданчику.

6. Будівельний процес – виробничий процес, що проходить в межах будівельного майданчика, який має кінцеву мету зведення, ремонт, реконструкцію, оновлення, розбирання або пересування будівель або споруд.

7. Будівельне виробництво – а) галузь матеріального виробництва, яка має за мету зведення, ремонт, реконструкцію, оновлення, розбирання, пересування будівель або споруд; б) сукупність будівельних процесів, за допомогою яких зводять або ремонтують будівлі й споруди;

8. Однорідна ділянка – частина неоднорідного об'єкта, у межах якого конструкції й технології виробництва однакові, а обсяги робіт розташовані рівномірно.

9. Неоднорідний об'єкт – будівля або споруда, яка вирізняється відсутністю типових повторюваних частин, нерівномірним розподілом роботи й застосуванням на різних ділянках різних матеріалів і конструкцій;

10. Трудомісткість – виражені в людино-днях або людино-годинах загальні витрати праці для виконання будівельного процесу;

11. Захватка – ділянка будівельного об'єкта, на якому виконується окремий потік;

12. Технологічна перерва – перерва на виробництві, викликана особливостями матеріалів, що використовуються (витримка бетону, сушіння штукатурки і таке інше);

13. Техніко-економічні показники виробництва – показники кількісного часу, трудових, матеріальних і грошових ресурсів, для випуску одиниці будівельної продукції, які виражають ступінь ефективності будівельного виробництва;

14. Фронт робіт – частина об'єкта, достатня для розміщення робітників з наданими їм машинами з метою безперешкодного ведення робіт.

## Розділ II. Загальні положення технології зведення будівель та споруд.

### 2.1. Основні фактори, які впливають на методи зведення будівель та споруд.

Основними факторами, що мають вплив на сукупність властивостей, що характеризують методи зведення будівель та споруд є:



Додаткова поява або відсутність якої-небудь з властивостей змінює метод зведення. Отже, методів зведення будівель стільки, скільки існує комбінацій властивостей, що характеризують цей метод.

На практиці найменування методу зведення будівель привласнюють по найбільш характерній властивості. Наприклад: зведення будівлі підйомом поверхів, зведення будівлі у ковзній опалубці тощо.

Сучасний ринок будівельних матеріалів і конструкцій дуже різноманітний, на ринку з'явилося багато індустріальних полегшених енергозберігаючих конструкцій заводського виготовлення для зведення будівель. Особливо на базі металоконструкцій, це утеплені конструкції для огороження типу «сендвіч», легкі металеві каркаси, сучасні оздоблювальні матеріали на базі пластмас (бланкопан) і металопласту для внутрішнього та зовнішнього облицювання будівель, що дозволяє швидко зводити торгівельні, складські, виставочні, промислові й сільськогосподарські будівлі легкого типу.

Величезна кількість матеріалів покрівлі: металопласт, наплавлений рубероїд, андулін, рубероїдна черепиця, матеріали обладнання підлог; безліч оздоблювальних матеріалів впливає на технологію зведення будівель та споруд.

В залежності від конструктивних рішень будівлі бувають монолітні й збірні.

До монолітних будівель крім залізобетонних, збудованих у ковзній або об'ємно-переставній опалубці, слід віднести також будівлі зі стінами із цегли та монолітними з/б перекриттями.

## **2.2. Основні конструктивні рішення будівель, їх вплив на технологію зведення.**

У технології зведення монолітних будівель використовуються методи, які є традиційними, тобто апробованими на практиці. У їхній основі лежить використання принципово різних видів опалубки, від чого в основному й залежить технологія зведення будівель, а також порядок застосування тих або інших машин і механізмів.

### **1. Розбірно-переставна дрібно-щитова**

- бетонування різнотипних конструкцій різного обрису.

### **2. Розбірно-переставна крупнощитова**

- бетонування конструкцій змінного поперечного перерізу, наприклад: опори мостів.

3. **Блокова** - бетонування об'ємних елементів стін, ліфтових шахт, окремо розташованих конструкцій у вигляді колон, ростверків фундаментів тощо.

4. **Об'ємно-пересувна** – бетонування стін і покриттів житлових і цивільних будівель, вона виконується з окремих елементів П и Г – образної форми, а також щитів, що збираються в замкнені площини.

5. **Ковзна** – зведення вертикальних конструкцій будівель та споруд переважно сталого перетину. До них відносять сілоси для зберігання матеріалів, димарі, градирні, ядра жорсткості висотних будівель.

6. **Катуча** – бетонування лінійно-протяжних споруд водопроводів, колекторів, тунелів, а також перекриттів і покриттів різної конфігурації.

7. **Пневматична** – зведення тонкостінних конструкцій і споруд криволінійного обрису.

8. **Нез'ємна** – зведення конструкцій без распалублювання, створення облицювання тепло- або гідроізоляційного призначення, архітектурної виразності.

На базі нез'ємної опалубки розроблена нова технологія зведення багатоповерхових будівель з полістирольних блоків з несучими рамними конструкціями із залізобетону, перекриття із залізобетонних плит з облицюванням зовні пластиком, усередині суха штукатурка. Широке поширення має з/б опалубка-облицювання.

Її застосовують при зведенні енергетичних, гідротехнічних об'єктів, фундаментів під устаткування при обладнанні підземних гаражів глибоко заглиблених споруд у стиснутих умовах методом стіна в ґрунті тощо.

2. Ступінь укрупнення.

## **2.3. Основні технології зведення будівель зі збірних конструкцій.**

### **Технологія зведення будівель зі збірних конструкцій**

Залежно від кількісних характеристик планованої організації робіт ухвалюють наступні методи встановлення конструкцій :

**Окремими елементами**

**Вузлами**

**Блоками конструкцій**

**Конструктивно-технологічними блоками, спорудами в цілому**

Основний метод монтажу – поелементний, це зведення будівель та споруд із конструкцій, виготовлених з окремих деталей до підйому. Таким методом встановлюють колони, балки, ферми, стінові панелі. Плити покриття. Поелементно окремими деталями монтують конструкції лише в тих випадках, коли не можна підняти цілком.

**У промисловому будівництві широко застосовують метод монтажу блоками:** великоблочний, коли за один підйом встановлюють кілька конструкцій, дві підкроквяні ферми, 2-ві кроквяні ферми, прогони, металевий настил, профільований утеплювач, пароізоляція, покрівля із установленими й закріпленими елементами інженерного й технологічного устаткування.

Конструкції зі збірного залізобетону укрупнюють, але дуже рідко. Частіше укрупнюють елементи з металу - підкранові балки, колони, віконні плетіння, комплексні укрупнені блоки, покриття з металевими конструкціями й ефективною полегшеною покрівлею.

**Метод рулонування конструкцій** - різновид збирання металевих листових конструкцій з метою укрупнення здійснюють на заводах по виготовленню металоконструкцій. Метод застосовують при монтажі резервуарів, газгольдерів, циліндричних ємностей харчової й хімічної промисловості.

Залежно від способу встановлення конструкцій на опори необхідно розрізняти методи монтажу підйомом, поворотом, насувний, накаткою, стягуванням, ковзанням. Накатку застосовують при монтажі горизонтальних циліндричних конструкцій покриття будівель: конструктивні елементи зібрані в блок, переміщують у напрямку місця встановлення.

Для монтажу каркасів будівлі рішення ухвалюють залежно від наявності кранів на місці провадження робіт, від конфігурації будівлі, її геометричних характеристик, особливостей конструктивної розв'язки.

**При зведенні будівлі застосовують 2 методи розташування кранів:**

1. **Кран розташований усередині каркасу будівлі**, монтаж здійснюється «на себе», кран, задкуючи, здійснює монтаж, залишаючи змонтовані гнізда каркасу. При такій організації монтажу легко здійснити попередню розкладку елементів біля місць їх підйому. Конструкцію в зону монтажу доставляють назустріч руху крана. При цьому розвантаження конструкцій і їх монтаж здійснюють у різних гніздах каркасу й робітники не заважають один одному. Рух крану усередині каркаса будівлі найбільш широко поширений у практиці будівництва, він раціонально й економічно виправданий.

2. **Кран здійснює монтаж зовні каркасу будівлі**, таке рішення ухвалюють при розвиненому підземному господарстві будівлі, а це означає великий обсяг земляних робіт, бетонних робіт з обладнання фундаментів під технологічне устаткування, прокладки інженерних комунікацій з тунелями.

Подача конструкцій під монтаж у цьому випадку буде здійснюватися у напрямку монтажу або з іншого боку, що буде залежати від конкретних умов будівельного майданчика.

**Будівлі зі збірних з/б елементів монтують поелементно, їх не укрупнюють у великі блоки через складність стиків: маса з/б блоку перевищує масу аналогічного блоку з металоконструкцій в 3-5 разів (стик повинен набрати 70% міцності, необхідні технологічні перерви).**

При монтажі одноповерхових промислових будівель конструкції в монтажну зону доставляють у третю зміну. Запас конструкцій повинен бути не менше, ніж на два дні роботи, при перебоях у поставках запас збільшують.

## 2.4. Ступінь розчленовування й послідовність процесів.

### Методи сполучення циклів будівництва.

#### Основні:

##### 1. Відкритий

- 1) Зведення підземної частини з усіма комунікаціями.
- 2) Монтаж каркасу.
- 3) Монтаж технологічного устаткування.
- 4) Оздоблювальні роботи.

##### 2. Закритий

- 1) Підземна частина під каркас.
- 2) Каркас будівлі.
- 3) Підземна частина ( фундаменти) технологічне устаткування та комунікації.
- 4) Монтаж технологічного устаткування.
- 5) Оздоблювальні роботи.

##### 3. Змішаний

- 1) Риття загального котловану споруди.
- 2) Бетонування фундаментів під устаткування.
- 3) Монтаж каркасу будівлі.
- 4) Монтаж технологічного устаткування.
- 5) Оздоблювальні роботи.

### Залежно від послідовності монтажу конструкцій розрізняють методи монтажу:

Роздільний - при роздільному методі спочатку в межах будівлі або його частини встановлюють конструкції одного виду, потім іншого, наприклад: спочатку колони – 1, потім підкранові балки - 2, кроквяні ферми - 3, конструкції покрівлі - 4, стін – 5.

При роздільному методі хоча і затримується здача змонтованих конструкції під суміжні роботи, однак спрощується організація робіт і можна повніше використовувати можливості кранів.

При зведенні одноповерхових будівель застосовують змішаний метод монтажу, який є різновидом роздільного методу. Суть змішаного методу полягає в тому, що монтаж колони виділяється у самостійний потік, а після її встановлення монтують другим потоком (комплектно) інші конструкції - ферми, плити, покриття.

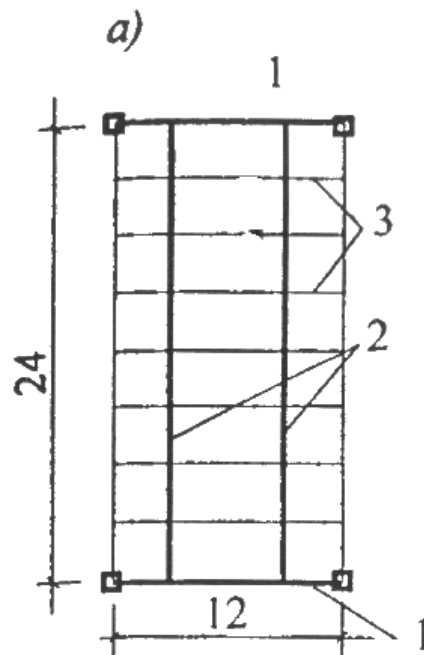
При комплексному методі монтаж ведуть секціями, тобто спочатку збирають одну секцію будівлі з встановленням у проектне положення всіх елементів - колон, балок, ферм, плит покриття, стінових панелей. Потім у тій же послідовності монтують наступну секцію тощо.

#### Монтаж конструкції блоків покриття.

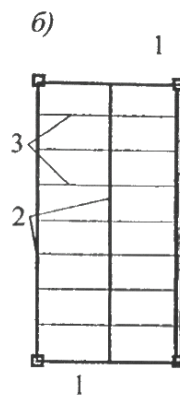
**Блок покриття — просторова система**, незмінюваність якої забезпечується за рахунок наявності горизонтальних і вертикальних зв'язків у конструкції та завдяки «диску», утвореному сталевим профільованим настилом. Розміри блоків при модулі 6 м від 12X18 до 36x36 м площа блоків (216 до 1300 м<sup>2</sup> маса 30 – 160 т. )

#### Різновидів блоків покриття більше 50. Основних тенденцій їх проектування три:

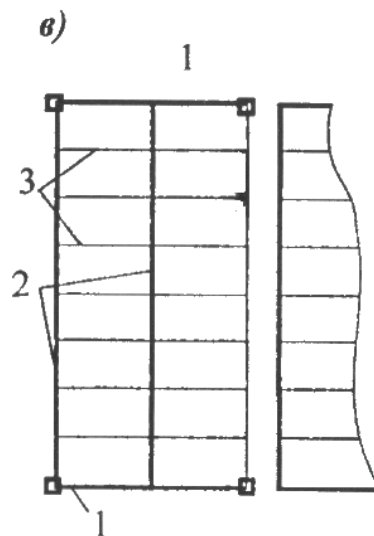
- **Симетричні** блоки - в них дві підкроквяні й дві кроквяні ферми зі зсувом від вісі колон на 3 м.



- **Квазісиметричні блоки**— у них дві підкроквяні й три кроквяні ферми, з них дві крайні полегшені, розташовані по вісям колони й розраховані, виходячи з меншої вантажної площі.



- **Несиметричні блоки - в них відсутня одна з ферм**



Типи блоків покриття: а - блок із симетричною структурою; б - квазісиметричні блоки; в - несиметричний блок; 1 - підкроквяна ферма; 2 - кроквяна ферма; 3 - прогони.

## 2.5. Поточно-стендовий і конвеєрний методи монтажу, їх особливості та переваги.

У практиці будівництва застосовують поточно-стендовий спосіб складання блоків покриття, складальну лінію збирають із ряду стаціонарних стендів, на яких виконується послідовно весь комплекс робіт від початку укрупнення металоконструкцій до обладнання покрівлі.

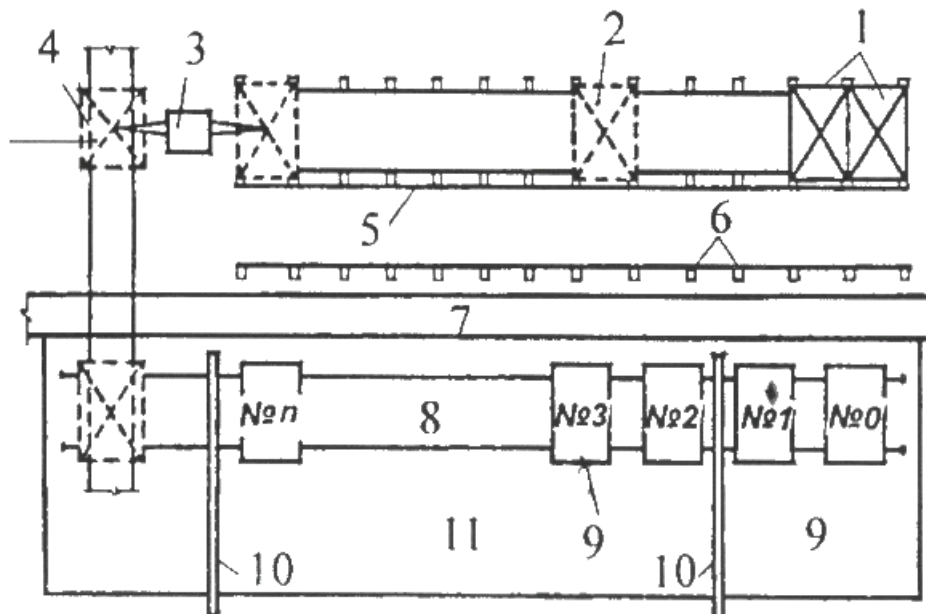
Стенди розташовують у безпосередній близькості від будівлі, що зводиться, й одночасно від складів металоконструкцій і будівельних матеріалів. Стенди обладнують риштуванням і вантажопідійомними механізмами. Блоки покриття на стендах у процесі провадження робіт залишаються нерухомими. Закінчивши роботу, робітники перебазуються на інший стенд. Готові блоки транспортують і монтують звичайним порядком відповідно до передбаченої механізації цих робіт.

### Переваги укрупнення.

1. Незначні матеріальні трудові витрати на обладнання стендової лінії.
2. Збільшення продуктивності в 1,3...4 разів.
3. Висока економічна ефективність у порівнянні із поелементним монтажем на проектних відмітках.
4. Можливість використання менш дорогих монтажних кранів з меншою вантажопідійомністю для складання блоків.
5. Виключення небезпечних верхолозних робіт.
6. Збільшення маси одного підйому.
7. Якість.
8. Скорочення загальної тривалості робіт, тому що можна погодити тривалість виготовлення одного укрупненого блоку із тривалістю його монтажу.

### Особливості конвеєрного складання:

- створення зони конвеєрного складання, оснащеної кондукторами для забезпечення стійкості й геометричної незмінюваності блоку;
- кранові шляхи й візки для транспортування блоків, що збираються;
- риштування та інше оснащення для зручності зборки;
- складська зона, розташована паралельно конвеєру для сортування проміжного укрупнення конструкцій і подачі їх у зону зборки на конвеєрі.



Мал. Загальна схема організації робіт «конвеєрно-блоковий монтаж»:

1 - змонтовані блоки покриття; 2 - переміщення блоку на установнику до місця встановлення; 3 - кран для перестановки блоку з візка на установник; 4 - транспортний візок із блоком; 5 – підкранові балки з рейками, змонтовані раніше; 6 - колони каркасу будівлі; 7 - дорога для доставки на конвеєр матеріалів і конструкцій; 8 - конвеєр; 9 - стоянки конвеєра; 10 - козлові крани для обслуговування конвеєра; 11 - склад матеріалів і конструкцій біля конвеєра.

**Розроблені й застосовуються наступні способи готового блоку уздовж прольоту-низьким установником, що переміщується** по підкранових балках.

- важким баштовим краном, що переміщується в середньому з трьох прольотів по рейкових шляхах, або самохідним гусеничним краном великої вантажопідйомності.
- спеціальним піднімальним обладнанням.

Монтажним краном блок піднімають з візка, переставляють на установник, який переміщується по рейках на підкранових балках, транспортують до місця монтажу й опускають на опорні майданчики колон. Блок ставлять у проектне положення шляхом опускання його за допомогою домкратного обладнання установника.

**Установник** - являє собою просторову конструкцію, подібну до мостового крану, обладнану домкратами для вертикального переміщення встановленого на ньому блоку покриття.

На установнику блок, розташований на 4-х домкратах, переміщують уздовж прольоту вище колон, на робоче місце його опускають при синхронній роботі всіх домкратів. Блок опускають на голівки колон і збирають із раніше змонтованими блоками. Конструкція установника дозволяє здійснювати вивірку й рихтування в плані встановлюваного блоку, установник, що звільнився, переміщується у торець прольоту для приймання чергового блоку. В останній секції прольоту установник краном переставляють у сусідній проліт, а крайній блок встановлюють на місце безпосередньо монтажним краном.

## 2.6. Напрямок монтажу будівель.

### **Напрямок монтажу будівель.**

- може бути **поздовжним**, при якому кран переміщується уздовж прольотів, послідовно встановлюючи конструкцію в кожному з них;

- **поперечним, коли кран переміщується поперек будівлі й конструкцій встановлюють** послідовно спочатку в перших секціях усіх прольотів потім у наступних;

- іноді використовують **комбінований спосіб**: частину конструкцій (колони) встановлюють поздовжнім способом, а інші (підкранові балки, елементи покриття) - поперечним.

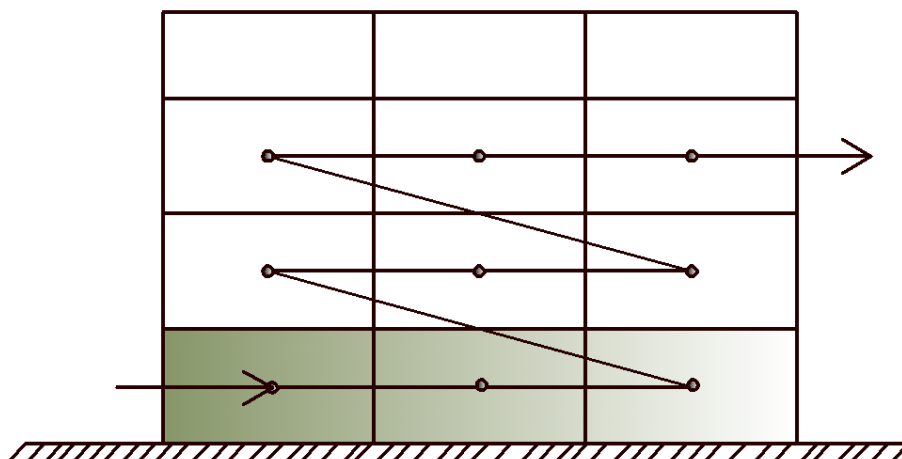
**Вертикальний напрямок монтажу характерний для зведення різних висотних конструкцій або споруд.**

У горизонтальному напрямку монтують мости, трубопроводи й інші горизонтально розташовані об'єкти.

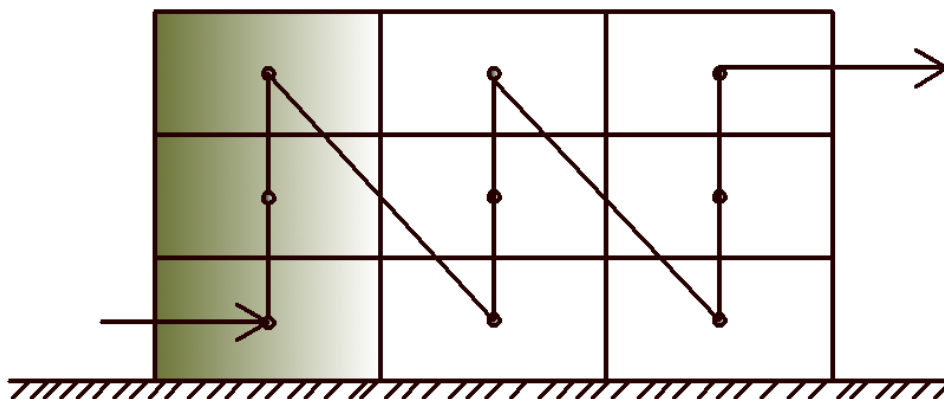
При зведенні багатоповерхових промислових будівель напрямок зведення ухвалюють знизу вгору, але при цьому розрізняють три схеми послідовності зведення:

- горизонтально-висхідну;
- вертикально-висхідну;
- змішану.

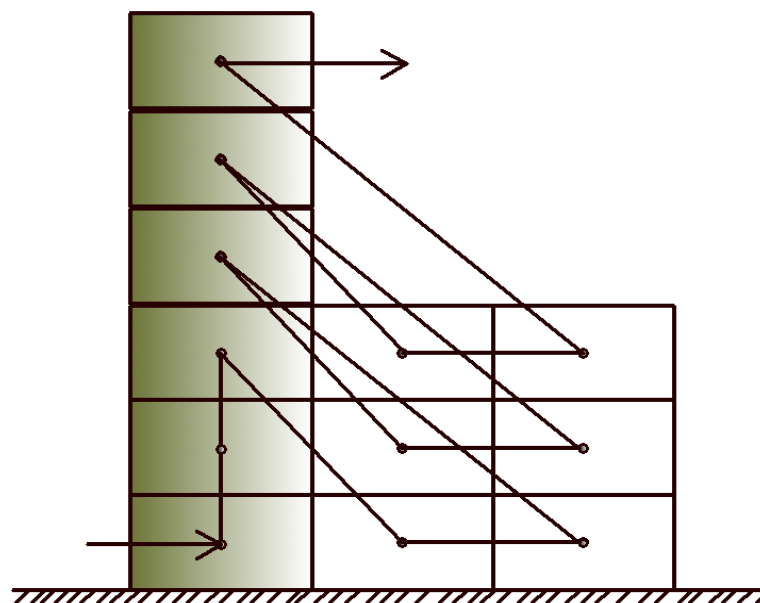
*Горизонтально-висхідна схема являє собою послідовне виконання робіт на ділянках з переходом до ділянок наступного поверху лише після закінчення робіт на попередньому.*



*Вертикально-висхідна схема припускає розвиток робіт від поверху до поверху у межах кожної монтажної ділянки.*



*Змішана*



**Напрямок зведення житлових будівель знизу нагору або зверху вниз** (оздоблювальні роботи).



Застосовувана технологія будівельного виробництва заснована на виконанні будівельних процесів за допомогою машин. При комплексній механізації всі основні й допоміжні, важкі й трудомісткі будівельні процеси виконує машина або комплект машин. Машини, що входять у комплект, призначені для виконання того чи іншого будівельного процесу або виду робіт, повинні бути взаємопов'язані за основними виробничими параметрами, що забезпечує краще їх використання й високі техніко-економічні показники. Результатом комплексної механізації будівельного виробництва повинне бути забезпечення заданого темпу будівництва й досягнення найкращих для даних конкретних умов показників продуктивності, трудомісткості й вартості будівельно-монтажних робіт. Питома вага ручної праці в будівництві ще є значною. Для оцінки стану комплексної механізації при прийнятті проектних рішень або конкретних умов будівельного майданчика існує спеціальний показник.

- рівень комплексної механізації - Ук.м.

$$\text{Ук.м.} = \frac{\text{Пк.м.}}{\text{П}}, 100\%$$

Де Пк.м. - обсяг робіт, виконаних із застосуванням комплексної механізації, у натуральному вимірі роботи.

П - загальний обсяг робіт у натуральному вимірі.

## 2.7. Комплексна механізація при зведенні будівель та споруд.

### Будівельні терміни, які використовуються при вивченні матеріалу:

1. *Провідна машина* – будівельна машина, яка виконує в складі комплекту машин провідний процес.

2. *Провідний процес* – основний процес, який входить складеною ланкою в технологічному ланцюзі виробництва, тривалість якого входить складеним компонентом у загальну тривалість робіт.

3. *Заготівельний процес* - сукупність операцій, які виконуються для виготовлення будівельних напівфабрикатів, виробів і деталей.

4. *Комплексна бригада* – група робітників, які виконують комплексний процес або кілька технологічно зв'язаних комплексних процесів.

5. *Комплексна механізація* – метод провадження робіт, при якому всі технологічно зв'язані операції (як основні, так і допоміжні) виконуються механізованим способом за допомогою узгодження працюючих і взаємодоповнюючих одна одну машин.

6. *Комплектація виробничо-технологічна* - процес забезпечення об'єктів збірними конструкціями, укрупненими вузлами, деталями, напівфабрикатами й матеріалами, у суворому зв'язку з темпом і технологічною послідовністю будівельно-монтажних робіт.

7. *Робоче місце* – простір, у межах якого переміщуються робітники, які беруть участь у робочому будівельному процесі; розташовані предмети праці, пристосування, і продукти праці.

## Розділ III Поточкові методи ведення робіт. Технічна документація у будівництві.

### 3.1. Існуючі методи будівництва будівель та споруд.

Для ритмічного й безперервного здійснення технологічних завдань будівельний процес повинен бути організований у просторі та у часі. Організація будівельного процесу в просторі забезпечується поділом об'ємного простору будівель та споруд, що споруджуються, на ділянки та захватки.

**Ділянками** – називають частину будівель та споруд, у межах яких існують однакові виробничі умови, що дають можливість застосовувати однакові методи робіт, тобто використовувати ті самі процеси. У якості ділянок ухвалюють температурні блоки одноповерхових промислових будівель, поверх або частину поверху багатопверхових

будівель, житлові секції в межах одного поверху тощо. Але неоднорідні об'єкти не вдається розчленувати на рівно змінювані однорідні ділянки.

**Захватки** – рівні по трудомісткості частини об'єкту будівництва, на які він розчленовується для організації потоку. Кожна захватка має свій фронт робіт, який займає робоча бригада, що здійснює один окремий потік. Мінімальне число захваток повинне відповідати виразу

$$M_{\min} > n + 1$$

де

**m** – число захваток, на яких здійснюється потік

**n** – число окремих потоків у спеціалізованих потоках

Це має особливе значення для тих процесів, які розбудовуються поярусно, тому що недотримання цього правила призводить до перерв у роботі.

**Захватка модулює окремий потік, а монтажна ділянка – будівельний потік.**

При організації виконання будівельних процесів у часі весь комплексний будівельний процес по зведенню будівель і споруд ділять на окремі цикли (будівельні операції, окремі будівельні процеси або роботи), а потім організують їх виконання по одному із зазначених методів.

### 3.2. Особливості потокового методу будівництва, його переваги.

*Будівництво можна вести наступними методами:*

- послідовним;
- паралельним;
- потоковим.

При послідовному методі ті самі виконавці виконують роботи всіх стадій і зводять кожну послідовну будівлю після закінчення будівництва попередньої, однорідні будівельні процеси виконуються послідовно.

Якщо тривалість будівництва одного будинку -  $T_{ц}$ , то всіх будівель

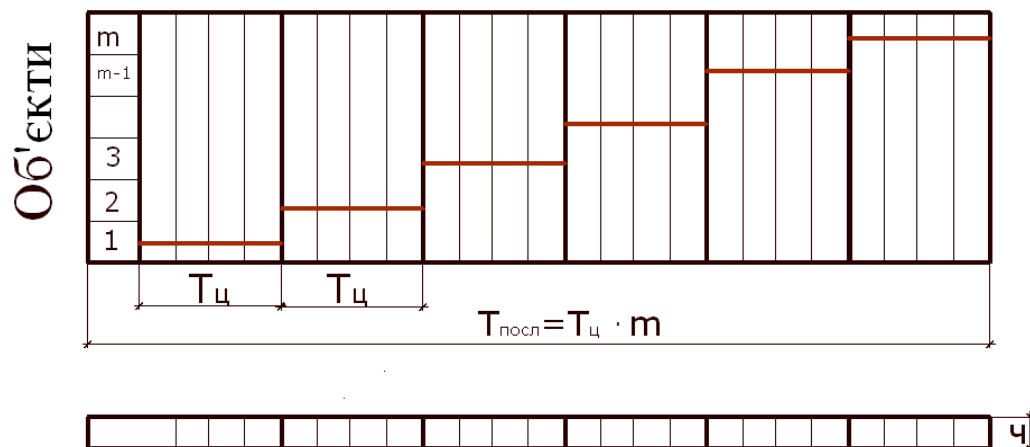
$$T_{\text{посл}} = T_{ц} \cdot m$$

Інтенсивність споживання ресурсів послідовного методу

$$r = R / T_{\text{посл}}$$

де **R** – загальні витрати ресурсів при зведенні **m** – будівель

Перевагою послідовного методу є рівномірність і невелика інтенсивність споживання ресурсів.



**Недоліки наступного методу:**

- а) найбільша тривалість будівництва;
- б) найменше споживання ресурсів (трудових і матеріально-технічних);

в) змушені перерви – простої, пов'язані з переходом від виконання робіт на одній захватці до іншої, від однієї ділянки до іншої.

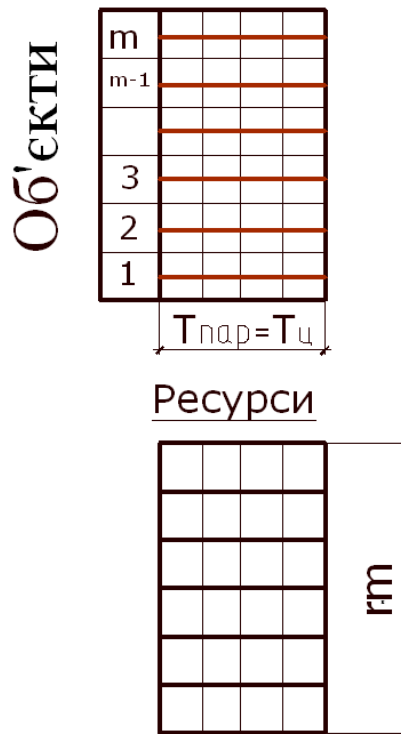
**При паралельному методі передбачається** виконання робіт усіх стадій на одному об'єкті тими самими виконавцями, але через те, що будівництво об'єктів ведеться паралельно, то загальна кількість виконавців зростає в стільки разів, скільки одночасно зводиться будівель та споруд.

Тривалість будівництва всіх будівель

$$T_{\text{пар}} = T_{\text{ц}}$$

Інтенсивність споживання ресурсів  $r \cdot m$

**При паралельному методі** будівництва різко скорочується тривалість будівництва, але також різко зростає інтенсивність споживання ресурсів, велике зосередження ресурсів на одних об'єктах за рахунок гальмування будівництва інших, при цьому створюються умови для порушення техніки безпеки.



Одночасне виконання однорідних робіт на різних об'єктах і постійна зміна виду споживаних ресурсів.

### Потоковий метод

Метод зберігає переваги перших двох методів і усуває їхні недоліки.

**Потоковий метод** – це науковий метод, що забезпечує послідовне виконання однорідних будівельних процесів, паралельне виконання різнорідних робіт, безперервне виконання будівельних робіт і рівномірність споживання ресурсів.

При потоковому методі технологічний процес зведення об'єктів так само, як і у двох попередніх, розчленовують на „n” - складових процесів (або стадій), призначають для кожного з них однакову тривалість, але сполучають їх ритмічне виконання у часі на різних об'єктах.

Перша бригада або ланка, закінчивши обладнання підземних конструкцій на першій будівлі, не займається зведенням надземних конструкцій, згідно попереднім методам, а переходить для обладнання підземних конструкцій на другій будівлі тощо. Так само й інші бригади, спеціалізуючись на виконанні певних робіт, послідовно переходять з об'єкта на об'єкт.

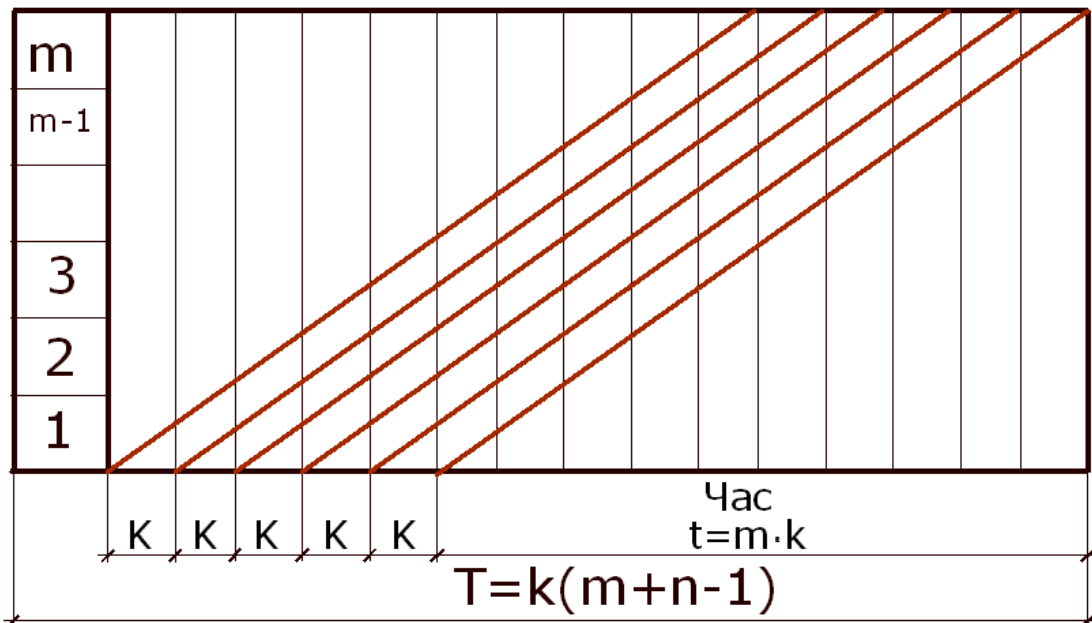
Тривалість потокового будівництва буде меншою, ніж послідовного ( $T_{\text{пот}} < T_{\text{ц}} \cdot m$ ), а найбільша інтенсивність споживання ресурсів буде меншою, ніж паралельного ( $r \cdot n < r \cdot m$ ), тому що при потоковому виробництві завжди  $m > n$ .

Для створення будівельного потоку необхідно:

- а) виробничий процес будівництва розчленувати на складові процеси;
- б) розділити роботу між виконавцями;
- в) створити виробничий ритм;
- г) максимально сполучити в часі виконання будівельних процесів.

Будівельний об'єктний потік являє собою процес, що розвивається у часі й у просторі. Будівельний потік графічно зображується у вигляді циклограми. По осі абсцис відкладають час, по осі ординат – одиниці будівельної продукції (об'єкти, ділянки або захватки). Технологічний процес, розчленований на „n”-складових процесів, зображують похилими лініями.

Кожний поточно виконуваний на ряді захваток складовий процес називається окремим потоком, тобто комбінація ряду послідовно включених і паралельно виконуваних окремих потоків становить будівельний потік.



### 3.3. Існуючі періоди в розвитку будівельного потоку.

Тривалість окремого потоку  $t$  виражається залежністю

$$t = m \cdot k$$

де  $k$  – модуль циклічності (тривалість окремого потоку на даній захватці).

Закономірність будівельного потоку має такий вигляд:

$$T = \tau + t \quad (1)$$

де

$\tau$  – технологічний цикл

$t$  – тривалість завершального окремого потоку.

Крок потоку- проміжок часу між двома потоками.

Тривалість технологічного циклу – це відрізок часу між початком першого й завершального будівельного процесу.

$$\tau = k \cdot (n - 1)$$

де  $n$  – число окремих потоків.

Підставляємо значення  $\tau$  і  $t$  у формулу (1)

$$T = k \cdot (n - 1) + m \cdot k$$

Закономірність будівельного потоку приймає такий вигляд

$$T = k \cdot (m + n - 1)$$

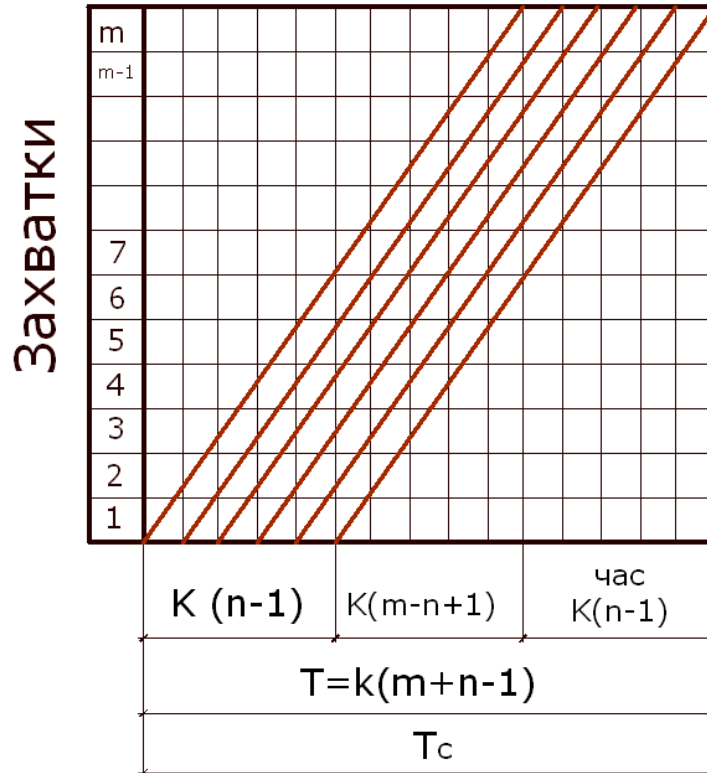
Коли ж умови виробництва й організації робіт викликають появу технологічних і організаційних перерв, то в найбільш загальному вигляді закономірність об'єктного потоку виражається залежністю

$$T = k \cdot (m + n - 1) + \sum tt + \sum t_0$$

Технологічна перерва, наприклад, твердіння бетону.

У розвитку будівельного потоку фіксується 3 періоди.

- 1 – нарощуванні виробничої потужності  $T^I$ ;
- 2 – розгорнутий потік, що встановився,  $T^{II}$ ;
- 3 – згортання робіт  $T^{III}$ .



Із циклограми випливає, що тривалість періодів розгортання й згортання потоку однакова

$$T^I = T^{III} = k \cdot (n-1)$$

Період потоку, що встановився

$$T^{II} = T - 2 \cdot T^I = k \cdot (m+n-1) - 2 \cdot k \cdot (n-1) = k \cdot (m-n+1)$$

При цьому форма потоку, що тільки встановилася, відповідає вимогам потокового виробництва, несталий потік неефективний, і застосування його повинне бути обмежене. Тому при призначенні кількості захваток слід враховувати, що мінімальна їхня кількість має бути  $m_{\min} > n+1$ , тому що в цьому випадку зберігається форма потоку, що встановилася.

### 3.4. Поділ будівельних потоків за структурою, за характером ритмічності.

**Потоки в будівництві поділяються за структурою:**

- комплексні;
- об'єктні;
- спеціалізовані;
- окремі.

**По характеру ритмічності:**

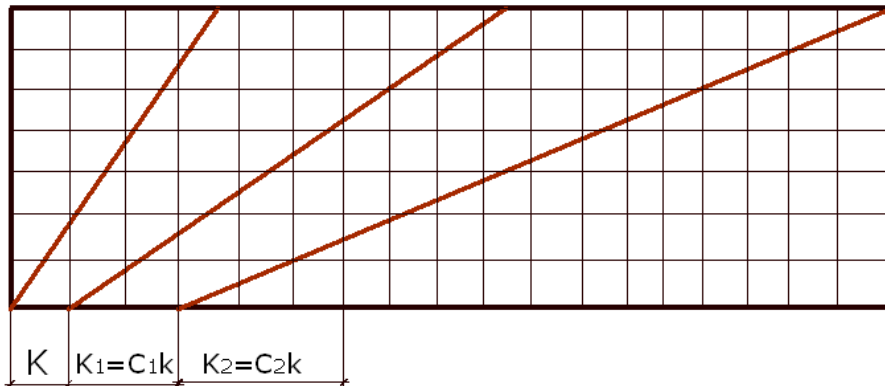
- ритмічні;
- кратно-ритмічні;
- по-різному-ритмічні.

### 3.5. Існуючі параметри будівельного потоку.

**Ритмічні будівельні потоки** характеризуються рівністю циклів окремих потоків.

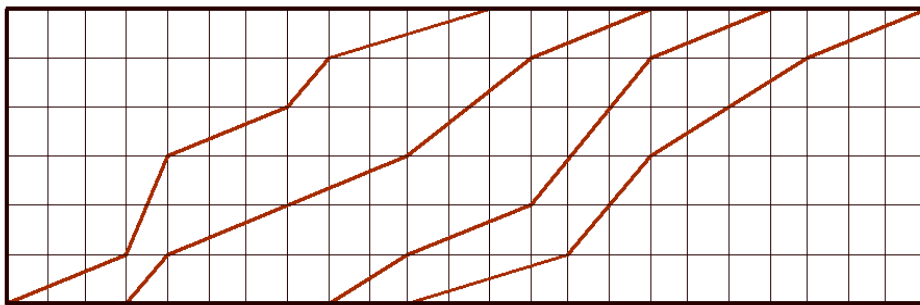
У **кратно-ритмічних потоках** у кожному окремому потоці модуль циклічності має постійне значення при збереженні кратності їх у різних окремих потоках.

## Кратно-ритмічний



**По-різному-Ритмічні потоки** характеризуються відсутністю загального ритму як у різних окремих потоках, так і в кожному з них.

## Різно-ритмічний



$$K \neq \text{const}$$

Поділ потоків по глибині розчленування технологічного процесу має важливе практичне значення.

**Потоки з повним розчленуванням процесів** - у яких об'єктом окремого потоку є звичайний робочий процес, відрізняється більш високим ступенем застосування принципів спеціалізації й прискоренням виробництва, й тому особливо доцільні в умовах тривалих потоків для масового будівництва.

**Потоки із частковим розчленуванням процесів** - у яких окремі потоки організуються для виконання складних комплексних процесів, більш прості в здійсненні й доцільні лише в умовах короткострокового будівництва складних нетипових об'єктів.

**Несталі потоки** – тобто потоки без періоду ТП, не створюють умов для рівномірності виробництва, тому не можуть бути рекомендовані. Однак у практиці вони знаходять застосування при організації потокового будівництва на короткий період.

Параметри будівельного потоку:

- а) просторові;
- б) технологічні;
- в) параметри часу.

**До просторових будівельних параметрів** відносяться: ділянка, захватка, монтажна ділянка, фронт робіт, ярус.

**До технологічних параметрів** – число окремих потоків, обсяги робіт, трудомісткість, інтенсивність потоку.

До параметрів часу – крок потоку, темп потоку, модуль циклічності.

**3.6. Існуючі технологічні документації в будівництві. Що являє собою ПОС, ППР, їх склад і зміст.**

### **Технологічна документація у будівництві**

Технологічне проектування призначене для розробки оптимальних технологічних рішень і визначення необхідних організаційних умов виконання будівельних процесів, робіт, зведення будівель або споруд в цілому. Метою проектування провадження робіт є вибір технології й організації їх виконання, які дозволять здійснити зведення об'єкта в необхідний термін, при належній якості й при зниженні собівартості робіт. Оптимальне рішення може бути досягнуто на базі типізації проекту, закладеної в нього індустріалізації зведення каркасу будівлі й усього циклу оздоблювальних робіт, застосування комплексної механізації й передового електрифікованого ручного інструменту.

За діючими нормативами зведення будь-якої споруди може здійснюватись за попередньо розробленими і затвердженими проектами організації будівництва й проекту провадження робіт. Технологічне проектування є частиною проектною документації, розроблюваною при будівництві об'єкта. Виконання технологічного проектування процесів повинне бути передбачене на всіх стадіях створення проекту: техніко-економічного обґрунтування (стадія проект), робочої документації, провадження робіт.

**Технологічне проектування будівництва містить:**

- проект організації будівництва (ПОБ)*
- проект провадження робіт (ППР);*
- технологічні карти на складні будівельні процеси;*
- карти трудових процесів;*
- технологічні схеми виконання операцій.*

Проект організації будівництва (ПОБ) є основною складовою частиною проекту або техноробітничого проекту споруди.

ПОБ визначає тривалість будівництва об'єкту, його вартість, потребу в матеріалах й необхідному устаткуванні.

**Розробляє ПОБ генеральна проектна організація** або по її замовленню проектна організація-розроблювач будівельної частини споруди. Для великих і особливо складних об'єктів з особливо відповідальними або новими несучими конструкціями, що його огорожують, окремі розділи ПОБ можуть розробляти спеціалізовані організації. ПОБ повинен включати весь комплекс споруд на об'єкті і його розробляють на весь період будівництва комплексу.

**До складу проекту організації будівництва входить:**

-*календарний план провадження робіт* із вказівкою строків і черговості зведення всіх будівель та споруд, що становлять комплекс, з розподілом капітальних вкладень і обсягів будівельно-монтажних робіт по окремим спорудам. При будівництві комплексу додатково розробляють календарний план на підготовчий період робіт;

-*будівельні генеральні плани* на підготовчий і основний періоди будівництва, на яких повинні бути позначені всі існуючі будівлі та такі, що підлягають спорудженню, під'їзні колії, майданчики під складами для укрупнюючого збирання конструкцій або бетонний вузол, зона для інвентарного побутового містечка, тимчасові й постійні інженерні мережі, включаючи електроенергію, типи монтажних і інших механізмів, їх розташування й шляхи переміщення. Для об'єктів, де склади або побутове містечко можна розташувати тільки за межами майданчика будівництва, розробляють ситуативний план, що охоплює всі майданчики, що відносяться до об'єкту, що зводиться;

-*відомості об'єктів* (тих, що входять до комплексу, що зводиться), монтажних, загальнобудівельних і спеціалізованих робіт з виділенням робіт і їх обсягів по окремим будівлям та спорудам, а також по основним періодам будівництва;

-**відомість потреби в конструкціях**, виробках, матеріалах, устаткуванні, розрахована за укрупненими показниками, на весь комплекс або тільки на його основні споруди;

-**графік потреби в основних будівельних машинах**і транспортних засобах на весь період будівництва;

-**графік потреби в робочих**основних будівельних спеціальностей;

-**пояснювальна записка** характеристикою умов будівництва з обґрунтуванням прийнятих методів провадження робіт і можливості сполучення різних робіт за строками виконання, потреби в матеріалах, основних механізмах, транспортних засобах, енергетичних ресурсів, тимчасових будівель та споруд, складських площах. У записці повинні бути обґрунтовані пропонувані строки зведення всього комплексу споруд, розподілу освоєваних засобів по рокам і кварталам, зв'язана зі строками робіт потреба в робітничих кадрах, будівельних матеріалах тощо.

**У проекті організації будівництва розробляють, проектують і погоджують:**

-погоджену роботу всіх учасників будівництва об'єкта з координацією її генеральним підрядником;

-комплектну поставку матеріальних ресурсів на усю будівлю, поверх або захватку відповідно до календарного плану робіт;

-зведення будівель та споруд індустріальними методами на основі конструкцій, що комплектно поставляються, або блоків високої заводської готовності;

-виконання будівельних і монтажних спеціальних робіт потоковими методами;

-високу культуру ведення робіт і суворе дотримання правил техніки безпеки;

-дотримання правил по охороні навколишнього середовища.

**Проект організації будівництва є обов'язковим для замовника, підрядних організацій, а також для організацій, які здійснюють фінансування й матеріально-технічне забезпечення зведення об'єкта.**

**Проект провадження робіт (ППР)**на весь комплекс робіт на об'єкті та на підготовчий період на підставі ПОБ розробляє генеральна підрядна організація. Для окремих складних або вперше впроваджуваних видів робіт ППР розробляють спеціалізовані монтажні або проектні організації.

Проект провадження робіт залежно від очікуваної тривалості будівництва об'єкту, обсягів і складності окремих видів робіт за рішенням будівельної організації може бути розроблений на :

-будівництво будівель та споруд в цілому;

-зведення окремих частин будівлі - підземна або надземна частини, секція, проліт, поверх, ярус;

-виконання окремих технічно складних будівельних робіт;

- роботи підготовчого періоду.

Сучасні конструкції, специфіка монтажу або зведення монолітних конструкцій будівель та споруд, неординарність застосовуваних методів їх зведення вимагають спеціальних інженерних рішень з організації, механізації та технології будівництва. Основні організаційно-технологічні рішення при виробництві монтажних робіт містяться у ППР, які розробляються для:

-визначення найбільш ефективних способів виконання будівельно-монтажних робіт;

-зниження всіх видів витрат;

-скорочення тривалості будівництва;

-найбільш повного використання засобів механізації;

-забезпечення безпеки провадження робіт.

**Вихідними матеріалами для розробки ППР**, які видає будівельна організація, є:

-завдання на розробку ППР від замовника;

-раніше розроблений ПОБ на цей об'єкт будівництва;

-необхідна проектна документація;

-робочі креслення, розрахунки;



-облік специфіки будівництва - умови поставки конструкцій, матеріалів і деталей, наявність будівельних машин і транспортних засобів, забезпечення робочими кадрами.

У завданні повинні бути зазначені строки підготовки необхідної документації, і додатково долучені для оптимального проектування ППР графік провадження робіт та кошторис, комплект робочих креслень металоконструкцій, креслення на збірний залізобетон, креслення монтажних вузлів і специфікації, дані про погоджені строки поставки конструкцій, що будуть монтуватися.

### **Склад і зміст ППР на будівництво окремої будівлі.**

**1. Календарний план провадження робіт** по об'єкту або комплексний мережевий графік, у яких встановлюється послідовність і строки виконання всіх робіт з максимально можливим їхнім сполученням, нормативний час роботи будівельних машин, потреба в трудових ресурсах і засобах механізації, роботи, що доручаються окремим бригадам і колективам, їх кількісний і професійний склад.

**2. Будівельний генеральний план** (будгенплан), який включає:

- межі будівельного майданчику, види його огороження;
- постійні й тимчасові мережі й комунікації;
- постійні й тимчасові шляхи;
- схеми руху транспортних засобів та будівельних механізмів;
- місця встановлення будівельних машин і вантажопідйомних механізмів із вказівкою шляхів їх переміщення та зон дії;

- споруджувані й тимчасові будівлі та споруди;

- зони мийки автотранспорту;

- розташування побутових приміщень;

- шляхи руху робітників, проходи в будівлі та споруди;

- джерела електропостачання й освітлення будмайданчиків;

- майданчики та приміщення для складування матеріалів і конструкцій;

- розташування протипожежного водопроводу та гідрантів;

- майданчики укрупнюючої збірки конструкцій;

- контрольно-пропускні пункти охорони.

**3. Технологічні карти й схеми** на виконання окремих робіт і процесів.

**4. Графік надходження на об'єкт конструкцій, виробів і матеріалів.**

**5. Графіки потреби в робітниках на об'єкті.**

**6. Графіки роботи основних будівельних машин.**

**7. Рішення на виконання геодезичних робіт.**

**8. Рішення по техніці безпеки.**

**9. Перелік технологічного реманенту й оснащення** для виконання будівельних робіт, схеми стропування вантажів і конструкцій.

**10. Пояснювальна записка, що** включає техніко-економічні показники.

Для будівництва споруди з особливо складними конструкціями й методами провадження робіт додатково до ППР розробляють робочі креслення на спеціальні допоміжні споруди, пристосування, обладнання й технологічні рішення:

- оснащення й пристосування для транспортування й монтажу унікального устаткування, конструкцій, будівельних об'ємних елементів;

- спеціальні опалубки - оболонки, незнімну й ковзну;

- обладнання для провадження робіт по зниженню рівня ґрунтових вод, штучному заморожуванню ґрунтів, закріпленню й підвищенню несучої здатності ґрунтів - цементації, силікатизації, випалу;

- шпунтові огороження котлованів і траншей;

- захисне облаштування й заходи при буровибухових роботах.

**Послідовність провадження робіт при зведенні будівель.**

Послідовність провадження робіт обумовлена наступними основними факторами, поетапне освоєння яких у кінцевому результаті призводить до реалізації будівельного процесу:

- територія забудови;
- підготовка майданчика (роботи підготовчого періоду);
- зведення підземної частини;
- зведення надземної частини;
- зведення конструкцій, що обгороджують;
- монтаж інженерного устаткування;
- внутрішні оздоблювальні роботи;
- монтаж технологічного устаткування;
- зовнішні оздоблювальні роботи;
- благоустрій.

Вибір території забудови - перший етап реалізації будівництва. На цьому етапі, виходячи з поставлених завдань, визначають найбільш оптимально розташовану земельну ділянку, що задовольняє як вимогам раціонального постачання будівельними матеріалами, конструкціями та ресурсами на період будівництва, так і таку, що відповідає необхідним вимогам експлуатації. Здійснюється державне оформлення, відвід земельної ділянки під будівництво й підготовка архітектурно-планувального завдання.

Підготовка майданчика є обов'язковим етапом, який приблизно співпадає по складу робіт як у промисловому, так і у й цивільному будівництві. В основному, під підготовкою майданчика мають на увазі проведення інженерних вишукувань, прив'язку будівлі, що споруджується, на місцевості, знос старих будівель, перекладку мереж, зведення тимчасових будівель та споруд.

## **Розділ IV. Технологія зведення земляних споруд. Виймки та насипи.**

### **4.1. Загальні поняття про земляні споруди, класифікація їх за призначенням.**

Земляні споруди являють собою особливу групу інженерних споруд, утворених у ґрунтовому масиві, або таких, що споруджуються з ґрунту, розташованих на поверхні землі.

Земляна споруда, розташована нижче поверхні, називається вилученням; на поверхні – насипом і на певній глибині від поверхні – підземною спорудою.

По призначенню земляні споруди класифікуються на:

- гідротехнічні (греблі, дамби, канали тощо);
- меліоративні (водостримуючі споруди, водопровідні, розподільчі й осушувальні канали, стоки, очисні споруди тощо);
- дорожні (земляне полотно для залізничних і автомобільних доріг);
- споруди промислового й цивільного призначення (майданчики промпідприємств, споруди водопроводу й каналізації тощо).

У промисловому й цивільному будівництві земляні роботи доводиться виконувати при обладнанні котлованів і траншей під фундаменти й підземні комунікації, при зведенні земельного полотна доріг, а також плануванні майданчиків.

Виймки та насипи, одержані в результаті переміщення ґрунту, називають також земляними спорудами. Вони мають наступні назви:

**котлован** – виймка шириною завбільшки 3 м і довжиною не менше ширини;

**траншея** – виймка шириною менше 3 м і довжиною, яка набагато перевищує ширину;

**шурф** – глибока виймка з малими розмірами у плані;

**насип** – споруда з насипного й ущільненого ґрунту;

**резерв** – виймка, з якого беруть ґрунт для зведення насипу;

**кавальєр** – насип, утворений при відсипанні непотрібного ґрунту, а також створюваний для його тимчасового зберігання;

**свердловина** – глибоке вилучення з розмірами завбільшки 70 мм.

**Земляні споруди поділяють на постійні й тимчасові.**

**Постійні земляні споруди** призначені для експлуатації протягом тривалого часу. До них відносяться: насипи доріг, греблі, дамби, іригаційні й меліоративні канали, водойми, планувальні майданчики житлових кварталів, промислових комплексів, стадіонів, аеродромів, відстійники тощо.

**До тимчасових** – виїмки для прокладки підземних комунікацій і обладнання фундаментів, насипи для тимчасових доріг, перемички, насипні й водостримуючі канали.

Залежно від призначення земельних споруд, до них висувають різні вимоги відносно крутості й якості обробки схилів, ступеня ущільнення й фільтруючої здатності ґрунту, його стійкості до розмивань та інших механічних властивостей. Для забезпечення стійкості земляних споруд (насипів і виїмок) їх зводять зі схилами, крутизну яких характеризує відношення висоти  $h$  до закладення  $l$ .

$$h/l = 1/m$$

де  $m$ - коефіцієнт відношення.

Кругість схилу визначена будівельними нормами й правилами.

#### **4.2. Які технологічні процеси виконуються при обладнанні земляних споруд.**

**При обладнанні земляних споруд виконуються технологічні процеси:**

- 1) розпушування (при необхідності) та розробка;
- 2) транспортування;
- 3) укладання ґрунту, його пошарове розрівнювання й ущільнення;
- 4) обладнання й наступне видалення тимчасових технологічних споруд (в'їздів, з'їздів, майданчиків розвороту тощо);
- 5) планування й обробка поверхонь;
- 6) зміцнення споруд;
- 7) рекультивация порушених земель.

Технологічне проектування обладнання земляних споруд полягає у виборі раціональних засобів механізації, забезпеченні міцності й стійкості об'єктів як у ході робіт так і в період їх здавання в експлуатацію.

**Розрізняють 3 основних способи:**

- а) механічний;
- б) гідромеханічний;
- в) вибуховий.

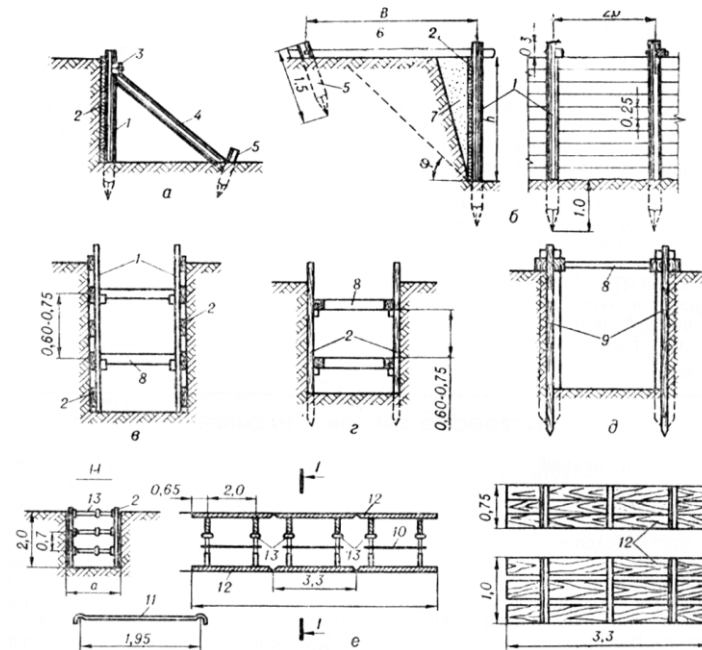
Вони відрізняються виконанням взаємозалежних технологічних процесів:

- розпушування;
- розробки;
- транспортування;
- укладання й ущільнення ґрунту.

#### **4.3. Тимчасове кріплення траншей та котлованів.**

**Траншеї та котловани**

Ширина по дну котлованів і траншей для стрічкових і окремо розташованих фундаментів визначається з урахуванням ширини конструкції фундаментів, гідроізоляції, опалубки й кріплення з додаванням 0,2 м. Риття котлованів і траншей з вертикальними стінками без кріплення допускається на глибину в піщаних ґрунтах і супесях 1 - 1,25 м, у суглинках і глинах 1,5 - 2 м. Кріплення застосовується, як правило, інвентарне.



Мал. Кріплення стінок котлованів та траншей:

*a* — підкосне; *б* — анкерне; *в* — горизонтальне суцільне або з отворами; *г* — вертикальне суцільне; *д* — шпунтове; *е* — інвентарні системи (1 — стійки; 2 — забірка; 3 — бобишка; 4 — підкіс; 5 — палі; 6 — анкерна тяга; 7 — засипання; 8 — розпорки; 9 — шпунт; 10 — зв'язок твердості; 11 — деталь кріплення; 12 — щити огороження (суцільні або з отворами); 13 — збірно-розсувна рама).

Тимчасові відвали ґрунту, виїнятого з котлованів і траншей не повинні створювати ускладнень при виконанні наступних будівельних і монтажних робіт і розміщуються, як правило, з одного боку виїмки (переважно з нагорного). При зачищенні дну котловану бульдозерами, екскаваторами зі спеціальними зачисними ковшами або іншими планувальними машинами, недобір до проектної відмітки, що залишається, не повинен перевищувати 5-7 см, який у місцях встановлення фундаментів допрацьовується вручну.

#### **Насипи та виїмки.**

Основи під насипи, що зводяться із глинистих ґрунтів на косогорах крутістю від 1:10 до 1:5 перед відсипанням насипу розпушуються. При крутості косогорів від 1:5 до 1:3 у основах насипів, незалежно від їхньої висоти, нарізають уступи із шириною полиць від 1 до 4 м з висотою 2 м. При зведенні насипів на сирих і мокрих основах до початку відсипання забезпечують відвід поверхневих вод і осушення основ. У необхідних випадках, відповідно до проекту споруди, виконуються протипучинисті заходи. Насипи, як правило, зводять із однорідних ґрунтів. Ґрунт, що відсипається, розрівнюють горизонтальними або слабконахиленими шарами. Товщина визначається залежно від ущільнюючих засобів і норм щільності ґрунту, що відсипається.

#### **Дотримуються наступні умови:**

- поверхня шарів з менш дренуючих ґрунтів, розташовуваних під шарами з більш дренуючими, мають ухил у межах 0,04 – 0,1 від вісі насипу до країв;
- поверхня шарів з більш дренуючих ґрунтів розташовується під шарами з менш дренуючими, горизонтально;
- не покривають укоси насипу ґрунтом з гіршими дренуючими властивостями, ніж ґрунту, покладеного в тіло насипу.

Робоча поверхня насипу поділяється на рівновеликі по площі карти, на кожній з яких послідовно роблять наступні операції:

- вивантаження;
- розрівнювання;
- зволоження або підсушування;

-ущільнення ґрунту.

Відсипання шарів ґрунту слід вести від країв насипу до середини. На перезволожених і слабких основах відсипання шарів ґрунту ведеться від середини насипу до країв до досягнення висоти 3 м, а далі від країв до середини. Відсипання наступного шару ґрунту допускається тільки після розрівнювання й ущільнення шару ґрунту, що знаходиться нижче, до необхідної щільності.

#### **4.4. Закриті способи розробки ґрунту (прокол, продавлювання, щитова проходка тощо).**

**Підземну закриту прокладку труб без розкриття ґрунту застосовують** при перетинанні ними шосейних та залізничних доріг, площ і трамвайних шляхів у містах і селищах. У цих випадках треба знати розташування всіх підземних комунікацій по трасі трубопроводу, особливо в місці переходу й застосовувати заходи для їхнього збереження. Цей спосіб дозволяє уникнути розбирання й наступного відновлення дорогих дорожніх покриттів, а також труднощів в організації руху транспорту й пішоходів. Прокладка труб без розкриття ґрунту доцільна в зимових умовах, при наявності ґрунтових вод або високої вологості ґрунтів. Закриту прокладку труб здійснюють проколом, продавлюванням і горизонтальним бурінням. Крім того, застосовують щитовий і штольневий способи підземних проходок.

##### **Прокол**

Проколом прокладають тільки сталеві неізолзовані труби діаметром від 100 до 500 мм на глибині до 3 м переважно в глинистих ґрунтах, вільних від включень кам'яних брил, гравію тощо. Прокол здійснюється в результаті радіального ущільнення ґрунту. **На трубу насаджують** та приварюють конічний накінецьник з опорною основою на 20-25 мм завбільшки зовнішнього діаметра труби, що зменшує силу її тертя об ґрунт. Застосовують також конічні наконечники з отворами діаметром 3-5 мм, через які подають воду під тиском 0,1-0,2 Мн/м<sup>2</sup> (1-2 атм.). Вода розмиває й змочує ґрунт, знижуючи зусилля вдавлювання. **У щільних ґрунтах** вдавлюють і з відкритим торцем. У процесі проколу ґрунт заповнює вільний торець на глибину 4 - 7 діаметрів труби й утворює пробку (кern), що перешкоджає подальшому потраплянню ґрунту в трубу. Для полегшення проколу на труби з відкритим торцем по його окружності наварюють кільцевий ніж.

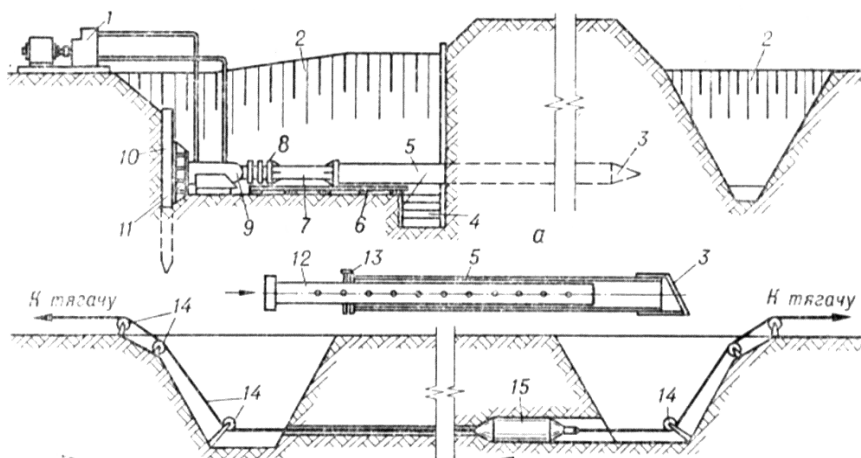
**У міських умовах найбільшого поширення отримали установки** згідравлічними домкратами, хоча швидкість такої проходки не перевищує 5 - 12 м у зміну. Роботи поділяють на два етапи: підготовку та вдавлювання (прокол).

**Підготовка полягає в обладнанні по обидві сторони переходу котлованів:** робочого довжиною 8-13 м і приймального - 1,5-2,5 м. Котловани роблять з укусами або із кріпленням стінок. На задньому торці робочого котловану влаштовують упор зі шпал або залізобетонних блоків і зміцнюють його металевою плитою. У передній частині котловану кріплення звичайне із приямком для зварювання нарощуваної труби. На дно котловану укладають напрямну раму зі шпал і прикріплених до неї куточків, рейок або швелерів. На них встановлюють і закріплюють один або два гідравлічні домкрати, підключених до насоса високого тиску, який встановлюють на брівці котловану, і підготовлену до укладання трубу. Один з її торців має наголовник, інший - конічний наконечник (сталеве кільце-ніж). Положення рами й покладеної на неї труби перевіряють та надають їм заданий проектний ухил.

**Вдавлювання труби роблять циклічно, перемикаючи домкрати на прямій і зворотній хід.** Тиск від домкратів на трубу передають змінними натискними подовжувальними патрубками, шомполами або затискними хомутами.

**Подовжувальні патрубки - це відрізки труб довжиною 1, 2, 3 і 4 м з масивними фланцями,** що вставляються між упорною балкою домкратів і наголовником труби, що вдавлюється.

**Шомпола також роблять із труб. Розрізняють внутрішні, що рухаються усередині труб**, які прокладаються, і зовнішні шомполи, що охоплюють труби, які прокладаються, зовні. Шомпола жорстко скріплюють із напірною балкою домкратів, тиск яких передається трубам за допомогою наголовників, закріплених на шомполах шпильками діаметром 50 мм.



1- насосна станція; 2 - робочі й приймальні котловани ; 3 - наконечник; 4 - прямок для стикування труб; 5 - труби, що прокладаються; 6 - напрямні рами; 8 - упорні балки; 9 - гідродомкрати; 10 - упори пальові; 11 - упорні плити; 14 - тягові канати; 15 - віброуширвач.

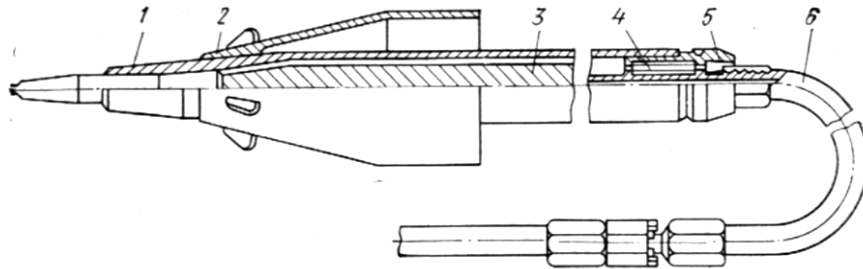
**Для прокладки труб діаметром 90-150 мм застосовують пневматичний прохідник**, яким можна прокладати піонерні свердловини довжиною до 30 м зі швидкістю 30-40 м/год у піщаних ґрунтах і 12-15 м/год у суглинках. Пневмопрохідник складається із пневмоснаряду з прикріпленою до його лобової частини напрямною сталевую голкою діаметром 35 і довжиною 1200 мм, розширника та стабілізатора, до хвостовика якого прикріплений тонкий трос. Пневмопрохідник укладають на напрямну раму, покладену на дні робочого котловану, зміцнюють хомутами й приводять у рух стисненим повітрям тиском 0,7 Мн/м<sup>2</sup> (7 атм). Після заглиблення у ґрунт напрямної голки кріплення знімають і дають снаряду вільно переміщуватись. Заглиблюючись у ґрунт, він утворює свердловину діаметром 90 мм. Для її розширення до потрібних розмірів пневмопрохідник пропускають кілька раз, змінюючи розширники діаметром від 100 до 250 мм.

**У польових умовах замість гідравлічних домкратів часто застосовують трактори з поліспадами**. За їх допомогою у зв'язаних ґрунтах методом проколу роблять піонерні свердловини, які потім послідовно розширюють до потрібного розміру спеціальними вібророзширювачами, що представляють собою сталевий закритий циліндр діаметром від 150 до 500 мм, усередині якого знаходиться електровібратор з підключеним кабелем. Для цього у свердловину пропускають трос із вібророзширювачем, до хвостовика якого прикріплений інший трос. Вільні кінці тросів виводять через систему відвідних блоків за межі котлованів до тягачів, які послідовно протягують вібророзширювач через піонерну свердловину в протилежних напрямках і розширюють її до потрібних розмірів. У розширену свердловину потім протягують підготовлену секцію труб, внаслідок чого цей спосіб називають протягуванням.

#### **Продавлювання.**

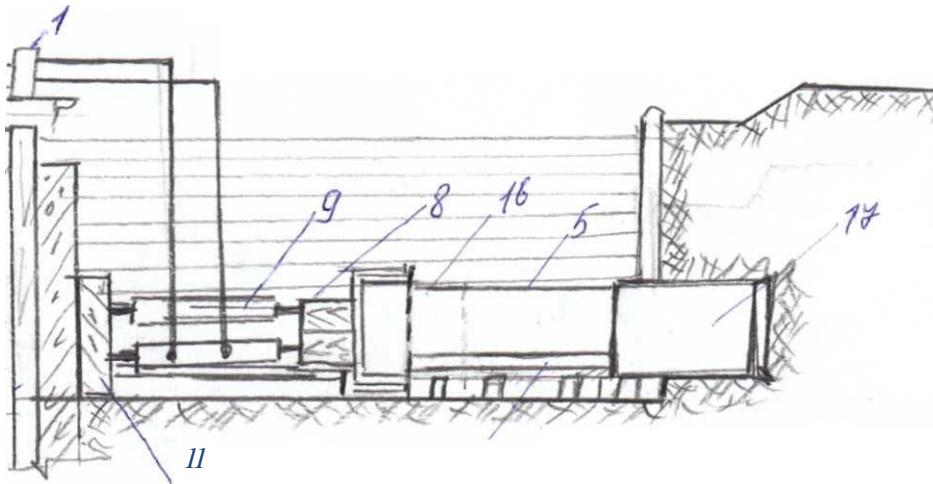
При цьому методі вдавлювання роблять відкритим кінцем сталеві труби діаметром від 529 до 1620 мм у ґрунти 1-3 груп. Ґрунт, що заповнює при цьому трубу, періодично або безупинно видаляють гідромеханізованим способом або вручну. Якщо встановити в лобовій частині труби сталеву ножову секцію, що має циліндричну кромку, скошену під кутом 15-22 градусів, в цьому разі таким чином можна укласти і залізобетонні труби різного перетину. Діаметр секції повинен бути більше діаметру труби, що прокладається, на 30-60 мм.

Продавлюють труби гідравлічними домкратами. Цей спосіб застосовують для прокладки робочих (ізолюваних) труб, а також захисних футлярів (кожухів), у які потім протягують робочі труби різного призначення та виду. Довжина проходки з одного робочого котловану становить зазвичай від 30 до 80 м. Більш довгі траси трубопроводів ділять на кілька ділянок. Підготовку робочого й приймального котлованів до продавлювання труб проводять так само, як і при проколі. Відмінна риса продавлювання – необхідність великої кількості домкратів (від 2 до 6 – залежно від властивостей ґрунту й діаметру труб), ніж при проколі. Крім того, загальна тривалість робочого циклу подовжується внаслідок витрат часу на зняття перед видаленням ґрунту наголовника й подовжувальних патрубків, видалення ґрунту й установки наголовника й патрубків у робоче положення.



#### Мал. Пневмопробійник

1 - корпус; 2 - знімний розширник; 3 - ударник; 4 - золотник; 5 - реверсивне обладнання; 6 - рукав.



1 - насосна установка; 5 - труби, що підкладаються; 6 - напрямні рами; 9 - гідродомкрати; 8 - упорні балки; 10 - упори пальові; 11 - упорні плити; 16 - наголовки; 17 - наживна секція.

#### Горизонтальне буріння.

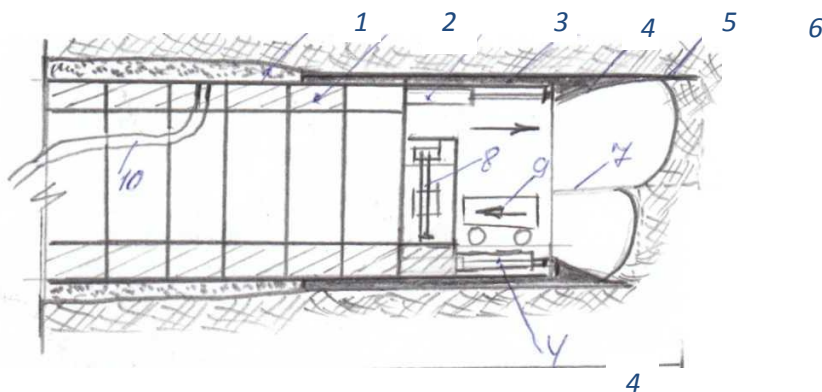
Цей спосіб полягає в одночасному бурінні горизонтальної свердловини й прокладці у ній труби. Свердловину створює бурова коронка, насаджена на вал шнекового конвеєра, який призначений для видалення ґрунту із труби й обертається із частотою 5,1 - 31,9 об/хв. Труба подається в шпару поліпастом і лебідкою, що приводиться в дію двигуном внутрішнього згорання. Усі вузли такої установки, що одержала назву машини горизонтального буріння, змонтовані на одній рамі. За допомогою цієї установки прокладають труби діаметром від 100 до 1000 мм на довжину 20 - 45 м у піщаних ґрунтах, до 100 м - у глинистих. Застосовують машини різних типів, що відрізняються методом розробки ґрунту, способами його транспортування усередині труби й видаленням з котловану, а також конструкцією бурової коронки. Ґрунт розробляють різанням і розмивом водою під тиском. Для одних типів машин довжина робочого котловану визначається довжиною труби, що

прокладається (переходу), яка переміщується в процесі буріння разом з буровою машиною, установленою та закріпленою на кінці труби. Для інших довжину котловану беруть до 15 м (цього досить для розміщення обладнання та труби, що й прокладається), ширину (по дну) – 2 - 3 м, а глибину - на 0,5 - 0,6 м більше проектного закладення трубопроводу. Машину в цьому випадку встановлюють і закріплюють на дерев'яній рамі, що укладається на дні котловану.

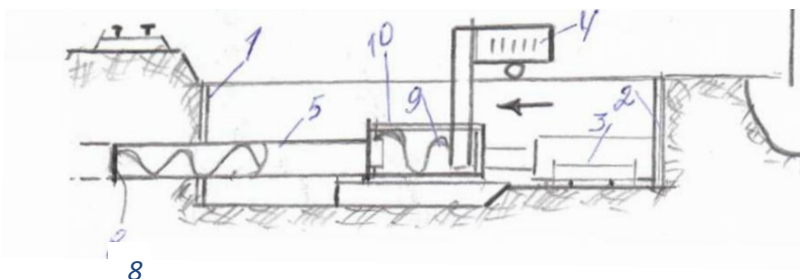
### Щитова проходка

Цей метод широко застосовують для протяжної проходки значного поперечного перерізу на глибині від 6 до 25 м. Утворені проходкою тунелі використовують під самопливні канали й колектори, а також для прокладки трубопроводів і кабелів. Розробку ґрунту й обладнання стінок тунелю ведуть під захистом циліндричної оболонки - щита. Щит являє собою циліндричну пересувну металеву конструкцію діаметром 2, 2,56, 3 і 3,6 м зі зварених і литих сталевих елементів, зібрану на болтах відкрито з обох кінців конструкцію, внутрішній діаметр якої дорівнює зовнішньому діаметру тунелю, що споруджується. Попереду щит має у верхній частині козирок - виступ, що служить для захисту робітників від можливих обвалів ґрунту.

Просування щита супроводжується врізанням його ріжучого краю в ґрунт і відбувається під дією гідравлічних домкратів, розташованих по усьому периметру щита, що й упираються з однієї сторони у виступ ріжучого краю, а з іншого - в край оброблення тунелю. Оброблення збирають із окремих сегментних блоків - тьубінгів, які встановлюють на місце за допомогою спеціального механізму - еректора. Блоки з'єднують болтами. Ґрунт у зоні головної частини щита, облямованої її ріжучим краєм, розробляють залежно від роду ґрунту за допомогою ручних машин - відбійних молотків або вручну, а скельний ґрунт - буровибуховим способом. Розроблений ґрунт видаляють на вагонетках або стрічковим конвеєром до гирля тунелю. Тунелі великої довжини зазвичай розбивають на окремі ділянки, на стику яких встановлюють вертикальні шахти, через них видаляють розроблений ґрунт і доставляють матеріали. Домкрати, що просувають щит, повинні мати хід штока, який дорівнює ширині тьубінга. При просуванні щита вперед зовні тьубінгового оброблення утворюється порожнина за рахунок обойми щита. У цю порожнину нагнітають цементно-піщаний розчин або прес-бетонну масу, при застиганні розчину відбувається додаткове замонолічування стінок тунелю й зміцнення навколишнього ґрунту. Середня швидкість проходки щитів діаметром 2,56 м залежно від ґрунтових умов і прийнятого методу будови оброблення становить 1,5 - 8 м у зміну.



1 - порожнина заповнення бетонною сумішшю; 2 - оброблення тунелю з тьубінгів; 3 - обойма щита; 4 - домкрати; 5 - ріжучий край; 6 - захисний козирок; 7 - робоча платформа; 8 - еректор; 9 - вагонетка; 10 - рукав розчину бетону насоса.





1 - кріплення передньої стінки робочого котловану; 2 - упор; 3 - гідравлічний домкрат; 4 - привід; 5 - труба; 8 - ріжуча частина; 9 - шнекове обладнання для видалення ґрунту із труби; 10 – рама, що передає тиск.

**4.5.Зміцнення ґрунтів (електрохімічний метод, термічний метод, цементация, силікатизация, бітумізация, кольматация та глинізация).**

### **Зміцнення ґрунтів**

#### **Електрохімічний метод закріплення.**

Електрохімічне закріплення ефективне для водонасичених глинистих, мулистих і пливних ґрунтів з коефіцієнтом фільтрації менш 0,1 м/доб. **Найбільше поширення електрохімічне закріплення має при проходці вироблень у розріджених ґрунтах, при боротьбі із зсувами й пученням ґрунтів і при зміцненні палів.**

**Сутність електрохімічного зміцнення порід полягає в тому, що через** вологий ґрунт за допомогою системи електродів пропускається постійний електричний струм зазвичай напругою 60, 110 або 220 вольт. При цьому анодом може служити алюміній або залізо; катодом – мідь, алюміній, залізо, вугілля тощо. Форма електродів може бути різною, зазвичай це труби або перфоровані голко-фільтри. Схема їх розташування залежить від об'єкта будівництва й типу ґрунту.

**Дія постійного електричного струму на вологий ґрунт викликає в ньому** електроосмос, електрофорез, електроліз, обмінні реакції, утворення і нагромадження нових хімічних сполук. Ці процеси ведуть до зміни глинистих ґрунтів (осушенню, зміцненню), внаслідок чого поліпшуються їхні будівельні властивості.

**Ефект електрохімічного закріплення підсилюється при введенні в ґрунт ( у процесі обробки його постійним електричним струмом) розчинів солей, суспензій, хімічних речовин, що сприяють більш швидкому й кращому його структуроутворенню. У процесі електрохімічної обробки структура ґрунту змінюється настільки значно, що після закріплення виходить ґрунт із новими властивостями . Для посилення ефекту зміцнення рекомендується вводити через анод електроліт (5-8 % розчин хлористого кальцію) або в'язкі речовини (рідке скло, вапно, цемент, бітумну емульсію тощо). При закріпленні глини з добавкою розчинів електролітів міцність їх досягає 16 кг/см<sup>2</sup>, а при добавці в'язких речовин до 40 кг/см<sup>2</sup>. Електрохімічне зміцнення порід має кілька модифікацій:**

**1. Електрообробка ґрунтів без введення хімічних добавок ефективна для ґрунтів із** Кф – 0,05 м/доб. Підрозділяється на: а) електроущільнення; б) електроосушення; в) електрозміцнення.

**2. Електролітична обробка ґрунтів здійснюється при спільному впливі** на ґрунт постійного електричного струму та електроліту (напр. хлористого кальцію). Цей метод застосовують до ґрунтів із Кф - 0,01 м /доб.

**3. Електросилікатизация (і, взагалі, електроцементация) ґрунтів – обробка ґрунтів** постійним електричним струмом із уведенням у ґрунт розчину рідкого скла та затверджувача або інших в'язких речовин. Застосовують до ґрунтів із Кф від 0,1 до 0,005 м/доб. У більш дисперсних ґрунтах цей метод малоефективний через низький Кф таких ґрунтів, що вимагає використання рідкого скла низької концентрації.

**Спосіб зарекомендував себе, зокрема, як єдиний засіб поліпшення будівельних властивостей перезвожених глинистих ґрунтів, що мають коефіцієнт фільтрації менш 0,1 м/доб.**

### Застосування термічного зміцнення ґрунтів

Термічний спосіб застосовують тільки для закріплення льосовидних і пористих суглинних ґрунтів у випадку залягання їх вище ґрунтових вод. Цим способом можна закріплювати ґрунти й усувати їх просадочність на глибину до 15 м, довівши міцність в середньому до 6-10 кг/см<sup>2</sup>.

На даний час відомі 2 основні способи зміцнення просадочних льосовидних ґрунтів.

**Перший спосіб полягає в нагнітанні в пористу** льосову породу через жаротривкі трубопроводи у свердловини гарячого повітря, попередньо нагрітого до 600-900<sup>0</sup>С у спеціальних стаціонарних або пересувних нагрівальних агрегатах. Основним елементом цієї установки є прожарочна піч, усередині якої розміщують змійовики з жаротривкої сталі. У змійовиках проходить нагрівання повітря, що нагнітається потім компресором у свердловини діаметром в 10-20 см, пробурені в товщі льосового масиву, що зміцнюється. Прогрівання товщі породи, що зміцнюється, відбувається за рахунок фільтрації нагрітого повітря по порах порід. Для поліпшення умов фільтрації в породі розпеченого повітря постійно підтримують надлишковий тиск в 1-2 атмосфери. Основною умовою забезпечення надлишкового тиску є повна герметизація затвору, що закриває верхню частину свердловини. Радіус зміцнення навколо свердловини становить 1-1,5 м. Результати лабораторних досліджень льосових порід продемонстрували, що при температурі 300-400<sup>0</sup>С породи у значній мірі втрачають свої просадочні властивості, а при температурі 700-900<sup>0</sup>С здобувають властивості цегли.

**Другий спосіб зміцнення здійснюється шляхом** спалювання в товщі різних видів пального. У якості пального застосовуються гази (природний, генераторний, коксовий тощо), рідке паливо (солярне мастило, нафту тощо), а також тверде пилоподібне паливо (кокс). Спалювання пального відбувається під надлишковим тиском в 0,15 – 0,5 атмосфер.

Для збільшення ефекту термічного зміцнення порід у розпечені продукти згоряння або в попередньо прогрітий ґрунт вводять термічні добавки у твердому, пилоподібному, рідкому, пароподібному й газоподібному стані. У результаті під дією полум'я навколо свердловини утворюється стовп обпаленого ґрунту, діаметр якого залежить від тривалості випалу й кількості палива. Протягом 5 - 10 днів можна зробити термічне зміцнення породи в діаметрі 2-3 м на глибину 10-15 м. Породи, зміцнені таким способом, не має просадочних властивостей, не розмокає, в 2-3 рази й більш підвищує опір стиску, зрушенню й зчепленню. **Міцність становить 6-10 кг/см<sup>2</sup>. Роботи з термічного закріплення складаються з наступних процесів:**

- буріння свердловин діаметром 10-20 см на задану глибину;
- монтажу затвору з камерою згоряння та арматурою для керування подачею палива й повітря;
- герметизації свердловин;
- встановлення живильних агрегатів;
- складання й перевірки систем трубопроводів;
- обпалювання ґрунту;
- демонтажу систем і тампонування свердловин місцевим ґрунтом.

**Температура у свердловині повинна бути не вище 1100<sup>0</sup>С** (її контролюють оптичними пірометрами, а в обпалюваному ґрунті - термopарами з гальванометром) для того, щоб уникнути оплавлення стінок свердловини, що закрило б доступ у пори ґрунту.

**Цементациєю закріплюють розтріскані скельні породи, а так само гравелисті й пухкі піщані ґрунти. Цементация складається з:**

- процесів розчищення поверхні ґрунту, з якої роблять закріплення;
- буріння свердловин, їх продування або промивання (у скельних породах);
- встановлення ін'єкторів;
- гідравлічного випробування свердловин;
- нагнітання ін'єкційного розчину;

- видалення ін'єкторів.

### **Цементация ґрунтів**

Для цементации використовують розчини з водоцементовим відношенням від 0,4 до 1. Витрата розчину становить 20-40 % обсягу порід, що закріплюються. Розчин перед подачею беззупинно перемішують. Його нагнітають в ін'єктори по напірних шлангах, користуючись двопоршневими насосами двосторонньої дії продуктивністю 100-300 л/хв, що досягає тиску в 30-80 атмосфер.

Дослідженнями встановлено, що цементация порід можлива при ширині тріщин більше 0,1 мм. При меншому розмірі тріщин цемент фільтрується й не проходить у них навіть при дуже великих тисках нагнітання.

При підборі цементу необхідно враховувати стійкість цементів в агресивному середовищі, строки схоплювання й твердіння цементу, характер тріщин або пористості порід, вартість цементу. При неагресивних підземних водах застосовують портландцемент звичайний, не нижче марки 400. При наявності великих тріщин марки цементу збільшуються. У випадку сульфатної агресії застосовують сульфатно стійкий портландцемент марки 500-600. Глиноземний цемент стійкий в усіх видах агресії підземних вод, але вартість його в 2-3 рази вище вартості інших цементів. У соляних і калійних шахтах крім зазначених цементів застосовують також магнезійні цементи.

**Для збільшення проникаючих властивостей цементних розчинів у пори застосовують пластифікуючі добавки сульфату спиртового барда й нейтралізований деревний пек, які вводять у розчин послідовно. Першу добавку вводять у кількості 0,2 - 0,4% від ваги цементу, другу - у кількості 0,01 - 0,03%. Добавки підвищують пластичність розчинів, збільшуючи їх проникну здатність в 1, 5-2 рази.**

### **Силікатизация ґрунтів**

Зміцнення ґрунтів розчинами рідкого скла (силікат розчинами) називається силікатизацией ґрунтів. Силікатизация застосовується для зміцнення в основному піщаних і льосових ґрунтів у масиві, у результаті чого вони отримують підвищену механічну міцність, водонепроникність і непродачність.

Рідким або розчинним склом називають силікати лужних металів натрію і калію.

**Силікатизацию виконують однорозчинним способом силікатизации льосових порід. Сутність цього перспективного напрямку полягає у використанні силікатного розчину з отверджувачем. Однорозчинний спосіб силікатизации пісків знайшов широке виробниче застосування після розробки рецептури силікатизации з добавкою кремнієвторисководородного середовища. У якості отверджувача застосовується також вуглекислий газ. Розробка однорозчинного способу силікатизации ґрунтів дала можливість зміцнювати дрібнозернисті піски й льоси з коефіцієнтом фільтрації близько 1 м у добу.**

**Льосовидні ґрунти закріплюють розчином силікату натрію. При його взаємодії із солями кальцію, що вміщуються в льосах, утворюється гель кремнієва кислота, яка цементує частки льосу, перетворюючи їх у каменеподібну масу. Це спосіб однорозчинної силікатизации.**

У пісках (сухих, а також водонасичених з високим коефіцієнтом фільтрації) застосовують метод дворозчинної силікатизации. Спочатку на кожній захватці під тиском до 5 атмосфер нагнітають розчин силікату натрію (рідкого скла) потім хлориду кальцію. Перший розчин – силікат натрію нагнітають на кожній захватці при забиванні ін'єкторів. Другий – хлористий кальцій - при вилученні їх з ґрунту. Нагнітання роблять повільно (2 - 5 м/хв), щоб забезпечити рівномірне всмоктування розчину в ґрунт по всій зоні закріплення. Пилуваті піски (сухі й водонасичені) закріплюють гелеутворюючою сумішшю розчинів силікату натрію й фосфорної кислоти. Для закріплення дрібних пісків застосовують також водяний розчин карбомідної смоли в суміші з розчином соляної кислоти. Таку суміш готують безпосередньо перед нагнітанням в ін'єктори. Спосіб цей називають бітумізацією.

**Силікатизація й бітумізація подібні за технологією, що передбачають розчищення ділянок закріплення, занурення ін'єкторів, приготування й нагнітання розчинів, витягування ін'єкторів, тампонаж свердловин.**

На глибину до 30 м ґрунти закріплюють за допомогою ін'єкторів-тампонів, що заглиблюють у попередньо пробурені свердловини, а на глибину до 7 м – ін'єкторами-голками, які можна забивати в ґрунт.

У першому випадку встановлення шнекового буріння готують свердловини діаметром 60-120 мм. У них заглиблюють ін'єктори-тампони на задану глибину. Приготований у спеціальній установці закріплюючий розчин по розводній системі нагнітають в ін'єктори. Закріплення роблять захватками висотою  $h=3-8$  м, починаючи з нижньої. Гумовий чохол тампона-ін'єктора, піддутий стисненим повітрям, запобігає виходу розчину у верхні захватки. Після насичення першої заходки до заданого радіуса ін'єкції - R, ін'єктор піднімають на розташовану вище захватку, знову піддувають манжет і подають розчин у ненасичений ґрунт чергової захватки.

**Забивний ін'єктор являє собою сталеву товстостінну трубу із загостреним наконечником, перфорованим в нижній частині на висоту 0,5-1,5 м.** Ін'єктори забивають пневматичними молотками масою до 30 кг або підвісним молотом на механічному копрі. Застосовувати для цієї мети вібратори не дозволяється. Витягують ін'єктори лебідкою за допомогою копра або 10-ти тонним домкратом.

Описані обидва способи хімічного закріплення ґрунтів широко застосовують для зміцнення основ фундаментів існуючих споруд. У всіх випадках при перервах у роботі ін'єктори слід витягувати і промивати гарячою водою. Насоси та труби, що подають, так само промивають. По закінченню закріплення ґрунту всі свердловини тампонуєть глиною або місцевим перем'ятим ґрунтом.

### **Бітумізація ґрунтів**

Метод бітумізації ґрунтів знаходиться на межі між фізико-хімічним і хімічним методами поліпшення властивостей ґрунтів. Він полягає у введенні бітуму в ґрунт у рідкому вигляді, у вигляді емульсії або паст. Бітумізація порід підрозділяється на гарячу і холодну.

**Гаряча бітумізація застосовується для закріплення й гідроізоляції тріщинуватих порід з розкриттям тріщин до 0,2-1 мм і питомим водопоглинанням до 0,5 л/хв. Холодна бітумізація застосовується для закріплення крупно-піщаних і піщаних порід із Кф від 10 до 100 м/доб з питомим водопоглинанням 0,1-1 л/хв.**

ґрунто-бітумна ізоляція витримує гідростатичний тиск більше 2,5 атмосфер. Зміцнення ґрунтів бітумно-в'язкими матеріалами широко застосовується в дорожньому й аеродромному будівництві.

### **Холодна бітумізація порід**

При холодній бітумізації порід використовуються бітумні емульсії. Бітумні емульсії нагнітаються в глибокозалегаючі водонасичені піски через систему ін'єкторів. Бітумна емульсія, що нагнітається в пісок, віджимає воду й заповнює його пори. Для закріплення бітумної емульсії в товщі пісків роблять її коагуляцію концентрованими розчинами хлористого кальцію або добавкою у розчин бітумної емульсії флюората натрію в кількості до 2 кг на 1 тону емульсії. Бітумовані піски отримують значну зв'язаність та водонепроникність.

Водонепроникність пісків при холодній бітумізації різко зменшується. При заповненні 70% обсягу пор, піски стають повністю водонепроникними. Крім того, піски отримують зв'язаність і по механічним властивостям наближаються до бітумінізованих піщаників.

### **Гаряча бітумізація тріщинуватих порід**

Сутність методу полягає в тому, що через пробурені свердловини нагнітають бітум (при температурі 200-220 °С) під тиском до 70 атмосфер. Нагнітання бітуму в породи проводиться крізь ін'єктори, спочатку марки 3, потім - 4 та 5.

Гарячий бітум при зіткненні з холодною водою, що знаходиться у тріщинах породи, утворює тонку еластичну плівку й віджимає воду з пор, займаючи її місце. Внаслідок малої теплопровідності бітумної плівки за нею розташовується рідка маса розплавленого бітуму, і при подальшому потраплянні бітуму через ін'єктор усі відкриті пори й тріщини породи заповнюються бітумом. Щоб попередити остигання бітуму, що проходить крізь ін'єктор, бітум підігрівають за допомогою електричного дроту.

Починати бітумування бажано холодним способом (бітумною емульсією) з метою заповнення нею тонких тріщин і пор, потім гарячим (бітумом рідкої консистенції) з метою заповнення великих тріщин, а під кінець – бітумами високих марок у гарячому вигляді для заповнення найбільш великих тріщин і порожнин.

Створенням бітумних завіс можна значно знизити водопроникність порід. Велика швидкість руху підземних вод і їх агресивність не є перешкодою для його застосування, це є відмінною позитивною особливістю методу бітумізації порід.

### **Кольматація й глинізація**

- усе частіше приваблює будівельників своєю доступністю й низькою вартістю будматеріалів, можливістю використання на великих територіях. Ці методи використовуються при створенні каналів, ставків, водойм та гребель на ґрунтах з великим ступенем фільтрації для зниження їх водопроникності й просадочності. Втрати води скорочуються до 60 - 85%, міцність порід збільшується незначно.

**Кольматація – процес заповнення порового простору піску або будь-якого іншого ґрунту, у тому числі й суглинного, більш маленькими пилюватими й глинистими частками, що перебувають у зваженому стані у фільтрівній воді, результатом якого є зменшення активної пористості ґрунтів і різке зниження фільтрації. Формування намулу – називається «замулюванням».**

**Вмивання (ін'єкція) глинистих суспензій у пори й тріщини порід під тиском до 20 атмосфер та більше, частіше називається тампонажем, або глинізацією.**

Спосіб глинізації полягає в нагнітанні під тиском у породу через систему свердловин глинистого розчину з питомою вагою 1,2-1,4. З метою віджиму води з розчину й прискорення осідання глинистих часток, до розчину додають коагулятори та збільшують тиск при нагнітанні. При підвищенні тиску до 30 атмосфер і більше вода віджимається із глинистого розчину, відбувається відпресування глинистого матеріалу з тріщин і порожнеч. Наступне розбухання глинистого осаду поліпшує тампонування тріщин і порожнеч, різко знижуючи водопроникність порід. Глінізація дає найкращі результати при тампонуванні безводних, тріщинуватих і кавернозних порід, що мають питоме водопоглинення від 0,1 до 100 л/хв.

Кольматація й глинізація найбільш доступні й дешеві методи зменшення водопроникності порід, які можуть бути використані на великих територіях при створенні каналів, водойм, гребель, основ споруд, що примусово фільтрують у гравійно-піщаних, піщаних, льосових, тріщинуватих ґрунтах, а так само для заповнення трастових порожнин.

**Вартість робіт із глинізації нижче, ніж при цементзації. Глінізація не обмежується поширенням агресивних підземних вод, зазвичай вона застосовується в тих випадках, коли велика витрата цементу економічно не вигідна.**

## **Розділ VЗведення земляних споруд, котлованів, траншей та гідромеханізація.**

### **5.1. Технологічні особливості при обладнанні котлованів та траншей.**

#### **Зведення земляних споруд, котлованів, траншей і гідромеханізація**

Земельні роботи є найскладнішими й трудомісткими роботами. Вони характеризуються значною вартістю й особливою трудомісткістю. Так, наприклад, у промисловому будівництві вони становлять близько 15% вартості й 18-20% трудомісткості загального обсягу робіт. На них зайнято близько 10% загальної чисельності робочих на будівництві. Вони включають вертикальне планування будівельних майданчиків, розробку виїмок (котловани, траншеї), зворотне засипання ґрунту.

Обсяг і характер земляних робіт залежить від призначення будівлі, виду основи, об'ємно-планувальних і конструктивних рішень будівель і споруд.

Одним з головних завдань, що стоять перед проектувальниками-технологами, є скорочення обсягу земляних робіт без порушення технології їх виконання. На їх виробництво розробляється проект виробництва земляних робіт, який містить:

- календарний план провадження робіт, де наводиться перелік і обсяги земельних робіт, строки й послідовність їх виконання;
- об'єктний будгенплан;
- схематичні креслення виїмок, розроблювальних у складних геологічних і гідрогеологічних умовах;
- графік руху землерийних машин і механізмів;
- коротка пояснювальна записка, у якій з відповідним обґрунтуванням надаються основні технологічні рішення по здійсненню земельних робіт, потреби в землерийних, землерійно-транспортних та транспортних машинах.

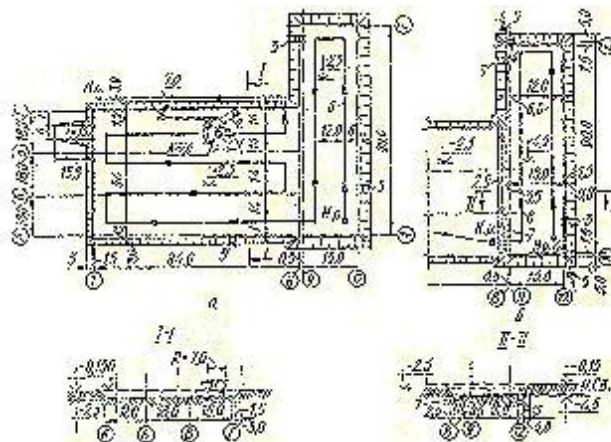
**Котловани** – являють собою тимчасові виїмки, що влаштовують для зведення фундаментів і частин будівлі або споруди, розташованих нижче поверхні землі.

За формою котловани бувають із вертикальними або похилими стінками (укосами). У першому випадку стінки котлованів зазвичай укріплюють.

## 5.2. Основні технологічні процеси при обладнанні траншей та котлованів.

**Технологічний процес обладнання котловану** включає:

- розробку ґрунту з вивантаженням у транспортні засоби або за брівку котловану;
- кріплення вертикальних стінок;
- транспортування ґрунту;
- зрізку укосів і планування дна;
- зворотне засипання пазух між стінками фундаментів і котловану з розрівнюванням та ущільненням ґрунту.



**Розробка ґрунту** - є провідним процесом, виконується екскаваторами з різним змінним устаткуванням (пряма лопата, зворотна лопата, драглайн, грейфер тощо), бульдозерами (а іноді скреперами) і гідротехнічним способом.

**Траншея** – це тимчасова виїмка, що влаштовується для укладання труб і інших інженерних мереж, а також стрічкових фундаментів. За формою розрізняють траншеї з

вертикальними стінками, які в ряді випадків доводиться кріпити, з укосами й змішаного профілю.

**Технологічний процес обладнання траншеї** включає:

- розробку ґрунту з вивантаженням на брівку або транспортні засоби;
- кріплення вертикальних стінок;
- транспортування ґрунту;
- планування дна;
- зворотне засипання й ущільнення ґрунту.

**Технологічні схеми екскаваторних робіт**

Склад робіт і, відповідно, екскаваторних комплектів залежить від проектних характеристик об'єкту, умов і призначення розробки ґрунту у відвал або в транспортний засіб.

Основним елементом схеми є екскаваторний вибій. *Поздовжня траншея, утворена екскаватором за один прохід при обладнанні виїмок і котлованів, називається проходкою.*

Розрізняють забої:

- лобові (коли автосамоскиди подаються до екскаватора по дну траншеї заднім ходом);
- бічні (коли автосамоскиди встановлюють під навантаження збоку).

*У технологічних схемах розробки ґрунту з навантаженням у транспортні засоби виділяють 4-ри захватки, відповідних до технологічних процесів:*

- розробка ґрунту екскаватором;
- транспортування ґрунту;
- пошарове розрівнювання доставленого ґрунту в насипи бульдозером;
- ущільнення ґрунту катком або іншими машинами.

*У технологічних схемах розробки ґрунту у відвал виділяють 2 захватки:*

- екскаваторний вибій;
- формування відвалу до проектних обрисів насипу або кавальєру бульдозером.

При розробці котлованів ґрунт вивозять автосамоскидами з урахуванням залишку для зворотнього засипання. У стиснутих умовах можливі додаткові технологічні перевантаження ґрунту.

### 5.3. Рациональне формування комплектів машин.

*Формування комплектів машин полягає* у виборі, відповідно до технологічних схем, моделей та кількості комплектуючих машин, що забезпечують по своїх параметрам найбільш ефективно виконання заданого на об'єкті обсягу робіт. Цій вимозі найбільш повно відповідає критерій – мінімальний розмір проведених питомих витрат на  $1 \text{ м}^3$  кінцевої продукції. У парку машин постійного складу, комплект обирають таким, щоб забезпечити найбільше вироблення провідної машини. Особливо важливо правильно визначити склад екскаваторного комплекту й, зокрема, співвідношення головних параметрів екскаватора (місткості ковша  $g \text{ м}^3$ ) і автосамоскидів (вантажопідйомності  $Q$ ), а також кількості автосамоскидів у комплекті. *На вибір моделей і числа автосамоскидів впливають два протилежно діючих фактори:*

1) Зі збільшенням вантажопідйомності зменшуються простої екскаватора для зміни автосамоскидів, росте його вироблення.

2) Разом з тим потужні автосамоскиди збільшують вартість комплекту.

**Рациональне співвідношення  $g/Q$  дорівнює приблизно 1:10.** Це означає, що в комплекті з екскаваторами з ковшем  $0,65 \text{ м}^3$  доцільно використовувати автосамоскиди вантажопідйомністю 7 т. З ковшем  $1 \text{ м}^3$  – вантажопідйомністю 9 - 12 т («КАМАЗ», «КрАЗ»), а з ковшем  $2,5 \text{ м}^3$  – автосамоскиди «Белаз» - 25 - 27 т.

Кількість автосамоскидів  $N = \Pi_1 / \Pi_2$

де  $\Pi_1$  й  $\Pi_2$  – відповідно середньогодинна продуктивність екскаватора та автосамоскида.

Експлуатаційна середньогодинна продуктивність одноковшового екскаватора м<sup>3</sup>/ година

де  $g$  – місткість ковша, м<sup>3</sup>;  $T_{ц}$  – тривалість циклу роботи екскаватора;  $K_{н}$ – коефіцієнт наповнення ковша;  $K_{р}$ – коефіцієнт розпушення ґрунту;  $K_{в}$ – коефіцієнт використання екскаватора за часом протягом робочої зміни.

Продуктивність пропорційна головному параметру й обернено пропорційна тривалості циклу.

$$T_{ц} = t_{н} + 2t_{п} + t_{р}$$

де  $t_{н}$ ,  $t_{р}$ ,  $t_{п}$  - відповідно тривалість набору ковша, розвантаження й повороту на розвантаження й назад.

**Земляні роботи доцільно виконувати потоковими методами**, які забезпечують рівномірність і безперервність окремих технологічних процесів. Зазвичай котловани й траншеї необхідних розмірів роблять відкритим способом. Його сутність полягає в розробці котлованів необхідних розмірів у плані й по глибині з укосами, які забезпечують їхню стійкість. Влаштовують в'їзд і виїзд у котлован. При його обладнанні передбачають водозахисні заходи.

Залежно від розмірів котловану доцільно використовувати наступні машини

Обсяг котловану	Рекомендовані машини
500-1000 м <sup>3</sup>	Одноковшеві гідравлічні екскаватори зі зворотною лопатою 0,25 -0,63 м <sup>3</sup> пряма лопата з ковшем місткістю 0,25 – 0,65 м <sup>3</sup> драглайн із ємністю ковша 0,4 м <sup>3</sup> автосамоскиди 3-7 т
1000-5000 м <sup>3</sup> і більш	Одноковшеві гідравлічні зі зворотною лопатою 0,63 – 1 м <sup>3</sup> с прямою лопатою 0,63 – 1 м <sup>3</sup> драглайн 0,8 – 1 м <sup>3</sup> автосамоскиди 8-12 т.

Кількість земляних робіт постійно контролюється службами будівельної організації із представниками технічного нагляду замовника, метою яких є відповідність виконуваних робіт проекту й технічним умовам діючих нормативних документів (ДБН).

#### 5.4.Якість виконання робіт при обладнанні котлованів та траншей.

##### **Контроль якості земляних робіт включає:**

- перевірку відповідно до проекту основ й параметрів земляних споруд;
- обстеження ґрунтів, відповідності їх характеристик тим, що прийняті у проекті;
- поточні спостереження за виконанням вимог технічних умов і нормативних документів в процесі ведення земляних робіт.

##### **При перевірці необхідно звернути увагу на:**

- дотримання необхідних недоборів ґрунту, недопущення переборів і порушення структури ґрунту основи;
- недопущення порушення структури ґрунту при зрізці недоборів, підготовці основ і укладанні блоків фундаментів;



- запобігання основ ґрунтів від підтоплювання підземними й поверхневими водами з розм'якшенням і розмивом верхніх шарів основи;
- відповідність характеристик розкритих ґрунтів основи, передбачених у проекті;
- достатність застосованих заходів щодо захисту ґрунтів основи від промерзання;
- відповідність фактичної глибини закладення й розмірів фундаменту.

***В актах приймання основи, що складаються по мірі підготовки останніх, необхідно:***

- провести оцінку відповідності ґрунтів основам, передбаченим у проекті;
- вказати виправлення, внесені в проект основ та фундаментів, а також у проект провадження робіт після проміжних перевірок **основи**;
- дати рекомендації з подальших робіт.

***До актів приймання основи додаються наступні документи:***

- матеріали випробувань ґрунтів, виконаних як у процесі поточного контролю провадження робіт, так і при прийманні **основи**;
- акти проміжних перевірок і приймання прихованих робіт;
- журнали провадження робіт;
- робочі креслення й виконавчі схеми по фактично виконаним обсягам робіт.

### **5.5. Сутність розробки ґрунту гідромеханізованим способом, недоліки і переваги.**

#### **Гідромеханізація земляних робіт**

Гідромеханізація заснована на властивості потоку води під напором руйнувати ґрунт і переміщувати частки у зваженому стані. ***У комплексний процес гідромеханізації входять:***

- 1) розробка ґрунту й переміщення його у водогрунтову суміш (пульпу) ударом водяного струменя, що витікає з гідромонітора, або ж усмоктуванням у ґрунтозабірне обладнання землесосного снаряду;
- 2) транспортування пульпи під напором по трубах або самопливом по каналах і лоткам до місця укладання ґрунту в земляну споруду;
- 3) укладання ґрунту, у тому числі відділення його часток від води, розподіл осідаючого ґрунту на ділянках укладання (картах наміву) і відвід води за межі споруди, що зводиться.

***Застосовують три види гідромеханізованих робіт:***

- а) гідромоніторні роботи в надводному вибої (на суші);
- б) землесосні роботи в підводному вибої (на водоймах);
- в) комбінований спосіб з розробкою ґрунту механічним способом, наприклад землерийними машинами, і транспортуванням за допомогою землесосних установок по трубах водогрунтової суміші.

***На ефективність провадження робіт впливають фізико-механічні властивості ґрунтів:***

- гранулометричний склад;
- зв'язність;
- пластичність;
- щільність;
- питома вага ґрунту;
- засміченість гілками й кореневою системою рослин.

***Сфера застосування гідромеханізованих робіт визначається технологічними особливостями:***

- 1) можливістю розробки підводних виїмок без осушувальних і водознижуючих робіт на різних глибинах від 1 до 5 м і більше;
- 2) можливістю подачі ґрунту з великою інтенсивністю на обмежені майданчики й важкодоступні для автомобільного транспорту ділянки, наприклад на вузькі балки, пазухи споруд;
- 3) високою щільністю ґрунту, що укладається, без застосування додаткового ґрунтоущільнювального устаткування;

4) одночасним з укладанням фракціонуванням ґрунту, що дозволяє влаштовувати наливні греблі з заданим проектним розташуванням ґрунтових масивів з різними фракціями.

**Разом з тим, для застосування гідромеханізації необхідні:**

а) достатнє по дебету джерело води (з урахуванням схем водопостачання із кругообігом);

б) достатнє для живлення енергетичних установок землесосних снарядів і гідромоніторів джерело електроенергії;

в) виконання вимог охорони водних ресурсів.

**Можливість застосування гідромеханізації залежить від характеристики розроблювальних масивів ґрунтів:** міцності й засміченості великоблочними включеннями й рослинними залишками.

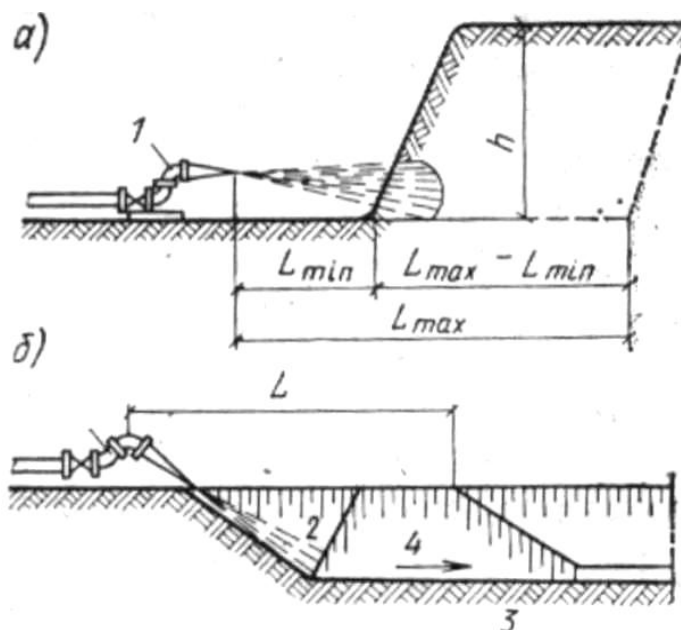
**З урахуванням викладених особливостей гідромеханізація застосовується:**

а) у гідротехнічному будівництві – для наливу гребель, перемичок і дамб, виїмок котлованів і акваторій, наливу майданчиків і плануванню територій;

б) у дорожньому будівництві – для обладнання високих насипів біля мостових переходів і спорудження земляного полотна в заболоченій місцевості;

в) у промисловому й міському будівництві – для наливу майданчиків і планування територій.

**Вартість розробки, переміщення й укладання ґрунту в цих випадках більш низька, ніж при розробках механізованим способом,** а також це викликано іноді відсутністю кар'єрів з більшою кількістю ґрунту, тому використовують заплави рік, озер, болот для їх очищення, та використання цього ґрунту для створення штучних насипів. Розробляти ґрунт гідромеханічним способом можна в надводних і підводних вибоях. Сухий ґрунт розмивають гідромонітором, який являє собою сталевий стовбур з насадкою й колінами, що забезпечують обертання стовбура у вертикальній і горизонтальній площинах для напрямку водяного струменя. Гідромонітори монтують на рамах, що дозволяють переміщувати їх у вибої. Вода надходить до гідромонітора по трубопроводу під значним тиском (2,5 – 15 МПа залежно від роду розроблювального ґрунту). Виходячи з насадки з великою швидкістю, вода б'є в ґрунт і руйнує його, утворюючи пульпу. Залежно від роду ґрунту й висоти вибою витрата води на 1 м<sup>3</sup> розроблювального ґрунту становить 3-15 м<sup>3</sup>. **Щільний ґрунт розмивають гідромонітором переважно зустрічним вибоєм, пухкий незв'язний ґрунт – попутним вибоєм.**



Способи розмиву ґрунту гідромоні-тором

*a* — зустрічним вибоєм (знизу нагору); *б*, — попутним вибоєм (зверху вниз); 1 — гідромонітор; 2 — канава для відводу пульпи; 3, 4 — послідовність розробки вибою.

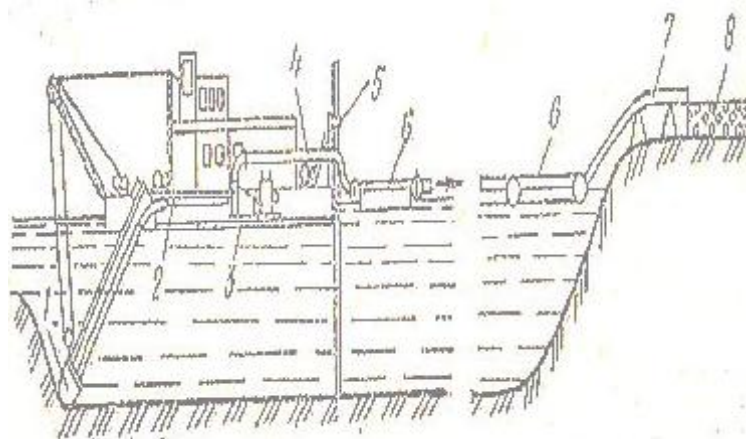
У *першому випадку* забезпечується висока продуктивність монітора через періодичні обвали ґрунту, що нависає над зоною підмиву (вруб). Цей ефект досягається у процесі відбивання ґрунту водою при високому тиску або при підмиві ґрунту. Через те, що гідромонітор може опинитися серед потоків пульпи, її слід направляти в обхід гідромонітора. **При попутних вибоях** продуктивність гідромонітора нижче, але переміщується він по сухому ґрунту, а потік пульпи, отримавши від водяного струменя достатню початкову швидкість, забезпечує інтенсивний стік. Відстань гідромонітора від вибою залежить від роду ґрунту, але повинна бути не менша для піску, суглинку й глини  $L=N$ , при льосовидних ґрунтах  $L=1,2N$ . При сприятливому рельєфі місцевості розмитий гідромонітором ґрунт по трубопроводу або лотках самопливом направляється до місця утворення насипу. При несприятливому рельєфі пульпа спочатку надходить по каналах у зумпф або приймальний колодязь, а потім - по напірному трубопроводу перекачується земснарядом у насип. Земснаряд, що перекачує пульпу із зумпфа, обладнаний відцентровим насосом великої потужності, який може пропускати каміння діаметром 100-400 мм. Подача земснарядів 400-1200 м<sup>3</sup> пульпи на годину при напорі 2-8 МПа.

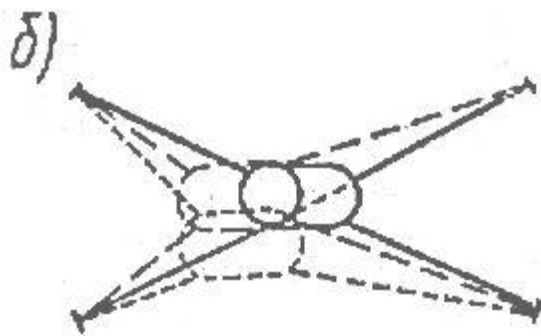
**Пульпопроводи** — це сталеві труби, що укладаються на дерев'яні ліжаки або вертикальні опори. Труби зістиковуються швидко розбірними з'єднаннями з гумовими манжетами.

Розмив ґрунту зустрічним вибоєм починають із підрізування уступу (вруб). Через те, що ця операція є найменш продуктивною, висота врубу, а отже і його обсяг повинні бути мінімальними. Змив зваленого ґрунту починають у зоні найближчої переносної канави. Не слід різко перекидати струмінь гідромонітора з однієї ділянки на іншу, оскільки це порушує рівномірний вступ пульпи в зумпф і викликає замулювання ґрунту в канаві.

Для зниження вартості розробки й забезпечення заданого ритму роботи машин, продуктивність земснаряду по відкачці пульпи із зумпфа повинна відповідати продуктивності гідромоніторів, що працюють у вибої. Для регулювання режимів роботи земснарядів розроблені автоматичні системи із застосуванням радіоактивних вимірювачів щільності, що контролюють щільність пульпи, що йде по трубопроводу, й регулюють швидкість розмиву ґрунту у вибої.

У *підводних вибоях* ґрунт розробляють плавучими земснарядами, що представляють собою баржу зі змонтованим на ній земснарядом. Територію, що підлягає розробці розбивають в натурі за допомогою плавучих буїв або бакенів, що мають освітлення в нічний час. ґрунт з дна водойми всмоктується трубою земснаряду, підвішеною на спеціальній стрілі, з'єднаній із щоглою, встановленою на баржі. При розробці щільних ґрунтів трубу земснаряду обладнують спеціальною обертовою рихлюючою голівкою.





Мал. Схема роботи земснаряду

Земснаряд може бути з'єднаний з магістральним пульпопроводом, прокладеним на березі за допомогою плавучого пульпопроводу, змонтованого на плашкоутах, що дозволяє йому пересуватися по вибою слідом за рухом земснаряду. Земснаряд для перестановки підтягують лебідками, що знаходяться на баржі, до задалегідь встановлених якорів або паль. Розташування 4-х якорів по кутах розроблювальної ділянки дозволяє переміщати земснаряд по всій його площі. Розробку починають із заглиблення усмоктувальної труби з наконечником (або вирихлювачем) на глибину шару, що знімається за одну проходку. Потім початкову воронку розширюють шляхом періодичного відводу земснаряду назад і в сторони, не допускаючи при цьому припинення контакту усмоктувальної частини з усмоктуваним ґрунтом. Насипи з пульпи намивають шарами по 20-25 см. Насип, що зводиться, розбивають у плані на карти-захватки, на яких по черзі виконують намив ґрунту й підготовчі роботи до намиву наступного шару. По контуру чергової карти бульдозером зводять земляний вал на висоту шару пульпи, що намивається, та нарощують встановлений раніше в межах карти водозбірний (дренажний) колодезь із трубою, що випускається.

**Намивати насипи можна безестакадним і естакадним способами.** При естакадному способі подачі пульпи магістральний пульпопровід на ділянці намиву розміщують на естакаді, що перевищує по висоті насип, що зводиться, і видають із нього пульпу по черзі на карти намиву.

При безестакадному способі магістральний пульпопровід укладають уздовж основи насипу, що зводиться (з однієї або двох сторін залежно від його розміру й місцевих умов рельєфу), через кожні 20-30 м на трубопроводі встановлюють спеціальні випускні патрубки, за допомогою яких пульпа надходить на карту намиву.

При першому способі зведення естакади – відносно дорога й трудомістка робота, але надалі додаткові роботи зводяться до мінімуму, а сам процес намиву значно прискорюється.

При другому способі вартість і трудомісткість початкової прокладки трубопроводу незначні, але надалі доводиться періодично нарощувати й ремонтувати випускні патрубки, що стримує процес намиву. Зведення насипу методом намиву забезпечує значну щільність ґрунту, у зв'язку із чим до штучного ущільнення ґрунту в цих умовах не прибігають, а надають насипу невеликого (1,5 % - при суглинних і супіщаних, 0,75 % - при піщаних ґрунтах) запасу висоти на наступну усадку.

## Розділ VI Технологія зведення підземних споруд методом «стіна в ґрунті».

### 6.1. Сутність методу.

Метод «стіна в ґрунті» призначений для зведення заглиблених у ґрунт споруд різного призначення.

Сутність його полягає в тому, що стіни заглибленої споруди зводять у вузьких і глибоких траншеях, вертикальні борти яких утримуються від обвалення за допомогою

глинистої суспензії, що створює надлишковий гідростатичний тиск на ґрунт і виконують, таким чином, роль кріплення траншеї. Після обладнання в ґрунті траншеї необхідних розмірів, їх заповнюють (залежно від конструкції й призначення споруди) монолітним залізобетоном, збірними залізобетонними елементами або глиноґрунтовими матеріалами. У результаті цього в ґрунті формують несучі стіни споруд або протифільтраційні діафрагми.

Для забезпечення стійкості бортів траншеї тиск глинистої суспензії в будь-якій точці на їхній поверхні зсередини траншеї повинен бути більше тиску навколишнього ґрунту та ґрунтових вод. Ця умова виконується, якщо рівень глинистої суспензії в траншеї вище рівня ґрунтових вод у навколишньому ґрунті. При цьому забезпечується умова, що фільтрація глинистої суспензії була спрямована із траншеї у навколишній ґрунт.

Процес закріплення й утримання від опадання й обвалення бортів траншеї полягає в наступному. Робочий орган машини, що розробляє траншею, увесь час перебуває в глинистій суспензії, що її заповнює, і тому остання при розробці траншеї миттєво стикається зі знову утвореними поверхнями й замулює їх, проникаючи на деяку глибину в ґрунт, створюючи заглинзований шар. Товщина цього шару різна для різних ґрунтів. Вона залежить від розміру й характеру їх пор, в'язкості суспензії і її надлишкового, тобто діючого, напору. Колоїди тиксотропної глинистої суспензії, потрапивши в пори ґрунту, переходять зі стану «золь» у стан «гель» і склеюють часточки ґрунту між собою, утворюючи заглинзований шар в поверхні стінок траншеї й запобігають їх опаданню. Тиск суспензії в траншеї щільно притискає цей шар до навколишнього ґрунту. Після первинного замулювання глинистою суспензією відносно великих і середніх пор ґрунту з траншеї в оточуючий ґрунт через невеликі пори, що залишилися незаглинзованими, може профільтруватися тільки чиста вода.

При цьому тверді глинисті часточки суспензії, що значно перевищують за своїми розмірами розміри пор, не можуть у них проникнути й тому вони накопичуються на поверхні борту траншеї у вигляді кірки.

Фільтрація чистої води, що відділяється від глинистої суспензії, відбувається доти, поки викликаний нею підйом ґрунтових вод у навколишньому ґрунті не призведе до обвалення стінок траншеї. У зв'язку із цим усі роботи по відриванню траншеї під глинистою суспензією та зведенню на її захватках несучих або протифільтраційних стін повинні бути закінчені до моменту обвалення бортів траншеї. *Тривалість стійкого стану стінок траншеї при цьому залежить від багатьох факторів, але головний з них – рівень ґрунтових вод. Цю тривалість можна збільшити відповідним підбором складу глинистої суспензії, що зменшує фільтрацію води із траншеї, та знижує цим швидкість підйому рівня ґрунтових вод у навколишньому ґрунті, а також штучним зниженням рівня ґрунтових вод на відповідних ділянках.*

При будівництві методом „стіна в ґрунті” у зв'язних маловодопроникних ґрунтах розробка траншеї і будівництво в них стінок може іноді проводитися із заміною тиксотропної рідини звичайною водою, що в кожному конкретному випадку детально обґрунтовується дослідженнями й вишукуваннями.

## 6.2.Класифікація заглиблених споруд, зведених методом «Стіна в ґрунті» по призначенню, конфігураціях стосовно водоупору.

**За призначенням заглиблені споруди, що зводяться методом „стіна в ґрунті”, можна класифікувати в такий спосіб:**

*Промислові* - підземні поверхи й фундаменти промислових будівель, скипові ями, установки безперервного розливання сталі, колодязі для дробильних цехів гірничозбагачувальних комбінатів, бункерні ями під вагоноперекидачі; технологічні галереї й тунелі тощо;

**Цивільно-житлові** - підземні поверхи й фундаменти житлових і цивільних будівель, що закладаються на глибину до 30 м;

**Транспортні - підземні** переїзди й переходи під вулицями з інтенсивним рухом; станції й тунелі метрополітенів дрібного закладення; підземні автомагістралі; підземні автогаражі й автостоянки та інші підсобні споруди, що закладаються на глибині до 25 – 30 м;

**Гідротехнічні - водозабори й насосні станції**, розташовувані по берегах рік, водоймищ і озер; протифільтраційні діафрагми, що влаштовуються як у тілі, так і в основі гідротехнічних підпірних споруд на ріках, у ставках-накопичувачах для промислових стічних вод, що не піддаються очищенню, та забруднюють поверхневі й підземні води, канали й дренажні колектори, протизсувні та багато інших подібних інженерних споруд.

**По конфігурації ці споруди та конструкції можна розділити так:**

**Лінійні, що складаються тільки з однієї протяжної стіни** (протифільтраційні діафрагми, підпірні стіни, стрічкові фундаменти глибокого закладення та інші подібні споруди);

**Лінійно-протяжні, що мають дві протяжені стіни**, що огорожують, які зазвичай паралельні одна одній (галереї, колектори для сумісного прокладання інженерних мереж, тунелі з вертикальними стінами тощо);

**Колодязного типу споруди з вертикальними стінами** - круглі, прямокутні, багатокутні в плані (підземні поверхи будівель, підвали, колодязі дробильних цехів гірничозбагачувальних комбінатів, бункерні ями, насосні станції й станції метро, колодязні опори глибокого закладення, інші споруди).

**За відношенням до водопору стіни в ґрунті** підрозділяються на досконалі, доведені до водотривкого шару (природнього або штучного) і щільно врізані в нього, недосконалі (висячі), недоведені до водотривкого шару.

**За матеріалом найпоширеніші:**

**Залізобетонні несучі стіни споруд, що обгороджують, які сприймають** горизонтальні та вертикальні навантаження.

**Бетонні, що сприймають вертикальні навантаження, а також одночасно** служать протифільтраційними діафрагмами;

**Глино-ґрунтові, що є протифільтраційними**, які виконуються із природніх або штучних водотривких глиноґрунтових матеріалів, а при їхній відсутності - із суглинків у комбінації із синтетичними плівками.

**За конструкцією «стіни в ґрунті» можуть бути:**

**Буронабивні** (з паль, що січуться, торкаються або розташованих переривчасто);

**Монолітні бетонні**, що складаються із окремих щільно сполучених між собою секцій;

**Монолітні залізобетонні**, що складаються із окремих щільно сполучених між собою секцій з безперервною горизонтальною арматурою, що проходить крізь стики секцій або з горизонтальною арматурою, що переривається в стиках секцій;

**Збірні однарусні** - з панелей плоских, ребристих і коробчастих з вертикальними стиками між ними;

**Збірні багаторусні** - з панелей плоских, ребристих і коробчастих з вертикальними й горизонтальними стиками;

**Збірні, що складаються з колон** з бічними пазами для забірки між ними з багаторусних плит;

**Збірні із блоків з вертикальними порожнечами-гніздами**, замоноличені армованим бетоном у вертикальних колодязях-порожнечах;

**Комбіновані багаторусні з ярусами з різних** матеріалів: зазвичай нижній ярус з глиноґрунтових матеріалів або бетону (тільки протифільтраційний), а верхні яруси одночасно несучі й протифільтраційні, виконувані зі збірного або монолітного залізобетону.

### 6.3. Основні технологічні процеси, виконувані при зведенні споруд методом «Стіна в ґрунті»

#### При будівництві стін у ґрунті в різних умовах виконуються наступні основні технологічні процеси:

-*буріння одиночних свердловин насухо у стійких ґрунтах*, а в нестійких - під глинистою суспензією або із застосуванням обсадних труб з використанням відповідно шнекових, ударних або обертальних (лопатових та шарошечних долот) бурових верстатів;

-*розробка коротких траншей під глинистою суспензією* способом свердловин, що січуться;

-*розробка горизонтальними шарами зверху вниз під глинистою суспензією коротких траншей* окремими захватками через одну грейферами або довгих траншей піонерним способом, тобто відразу на всю глибину з безперервним нарощуванням довжини траншеї (зворотною лопатою, драглайном, багатоковшевим або штанговим екскаватором, а також бурофрезерними машинами);

-*обладнання монолітних стін у ґрунті окремими секціями* з матеріалів, що твердіють (бетон, залізобетон) або піонерним посипанням матеріалами, що не твердіють (глиноґрунтових, при необхідності у поєднанні з плівками);

-*обладнання збірних залізобетонних стін із плоских, ребристих, коробчастих панелей* іноді в комбінації з напрямними колонами.

### 6.4. Основні способи будівництва стін у ґрунті.

#### На основі цих процесів створені наступні основні способи будівництва стін у ґрунті:

-*«палі, що січуться»*, при якому буронабивна стіна складається з вертикальних паль, розташованих в одному створі при частковій врізці паль другої черги в палі першої черги;

-*монолітних стін в ґрунті* шляхом будівництва їх окремими секціями в траншеях зі «свердловин, що січуться»;

-*однорусних «збірних стін у ґрунті»* з робочим стиком між стіновими плоскими й ребристими панелями та неробочими стиками;

-*збірних багатоярусних стін у ґрунті з робочими* вертикальними й горизонтальними стиками між стіновими панелями;

-*збірно-монолітних стін у ґрунті коробчастих стінових* панелей, з робочими їх стиками й замонолічуванням вертикальних порожнеч-колодязів;

-*комбінованих стін у ґрунті, що поєднують* у собі верхні яруси з несучих стін, при нижньому протифільтраційному ярусі;

-*комбінованих стін заглиблених споруд у водоносних шарах* великої або необмеженої потужності зі створенням на необхідній глибині в основі штучного водопору.

### 6.5. Тиксотропні розчини, механізми й пристосування, що застосовуються.

При розробці траншей застосовують тиксотропні глинисті розчини. Тиксотропія розчину - його здатність густішати (перетворюючись у гель) у спокійному стані й знову ставати рідким (перетворюючись у золь) при перемішуванні, струшуванні й іншому механічному впливі.

Тиксотропний розчин дозволяє зберегти стійкість стінок траншеї як у період поглиблення забою, так і в період обладнання стін. Він створює підвищений гідростатичний тиск на стінки траншеї, а також сприяє утворенню на них глинистої кірки. Остання є зовнішньою частиною шару, що формується в процесі кольматації пор ґрунту. Товщина цього шару залежить від характеристик ґрунтового масиву.

Для приготування глинистих розчинів застосовують бентонітові глини, що поставляються на будівництво у вигляді порошку або грудок. Із цих глин готують стабільні

суспензії, які не розшаровуються, що повністю відповідають своєму призначенню. В Україні широко відомі родовища бентонітів: Черкаське, Горбське, Пижевське, Куцевське.

При використанні глинопорошків і грудкових глин для приготування глинистої суспензії використовуються різні глинозмішувачі від 2-70 м<sup>3</sup>/год. Для перекачування глинистих суспензій застосовуються поршневі грязьові відцентрові шламові насоси та розчинонасоси з тискам від 0,4-6 атм.

Для механічного очищення глинистих суспензій застосовують вібростата.

#### Машини, що застосовуються для риття траншей.

Гідрогрейфер, базова машина - эо-5122, глибина розробки 25 - 30 м.

Широкозахватний грейфер 0,5-1м э-10011 -----30 м.

Штанговий екскаватор-0,6-0,8м э-1252-----12-16 м.

Траншейний драглайн э-652 0,6-1,1м -----12-16 м.

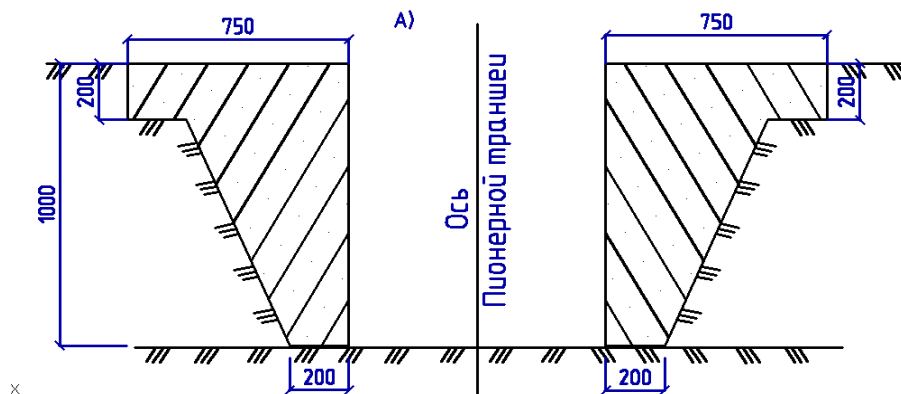
Плоский грейфер 0,6м э-10011 -----18 м.

Бурофрезерні машини шир. Тран.0,5-0,7м-----10-50 м.

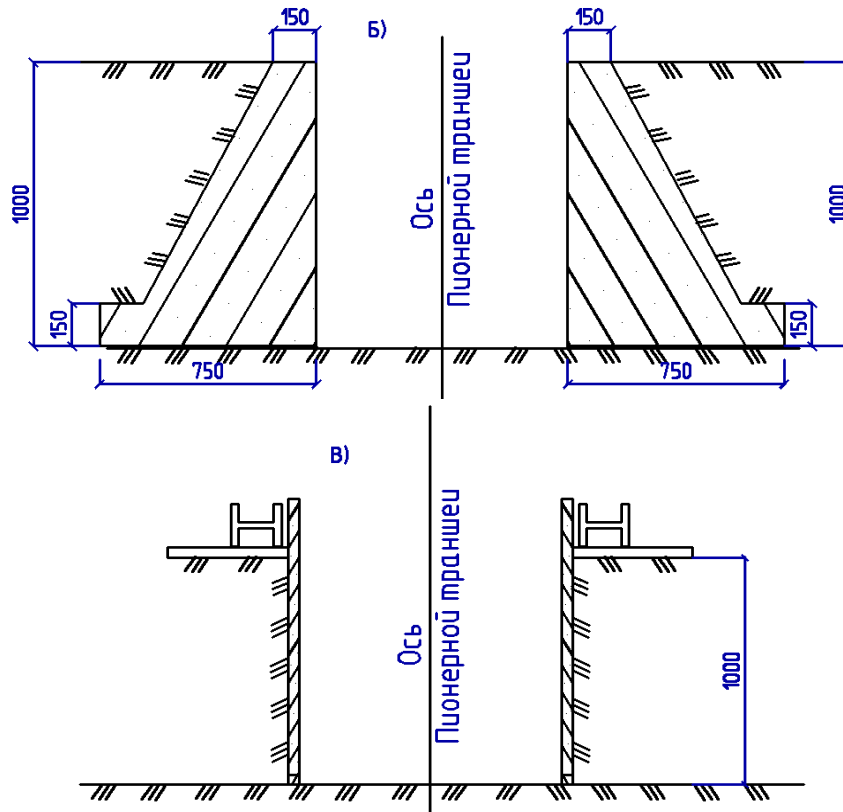
Проект провадження робіт по зведенню підземних споруд способом «стіна в ґрунті» повинен містити наступні розділи:

1. Обладнання форшахти (кріплення верхньої частини траншеї) зі збірного або монолітного залізобетону.
2. Приготування глинистої суспензії.
3. Розробка траншей під захистом глинистої суспензії.
4. Заповнення траншей монолітним або збірним залізобетоном, тампонаж застінного простору при зведенні стін зі збірного залізобетону.
5. Обладнання обв'язочного (розподільного) залізобетонного поясу по верхах стін і розпірних конструкцій.
6. Розробка ґрунту в заглибленому приміщенні.
7. Облаштування днища, перегородок, перекриттів.

Призначення форшахти - зміцнити траншею від обвалення та служить для напрямку руху ґрунторозроблюючих механізмів. У ряді випадків (наприклад, при спорудженні протяжних траншей протифільтраційних завіс) форшахту не влаштовують.







Мал. Варіанти конструкцій форшахт: а, б – із залізобетону; в – металева.

## 6.6. Конструкції з монолітного залізобетону, методи обладнання й бетонування.

### Конструкції з монолітного бетону й залізобетону.

Конструкції з зазначених матеріалів можуть бути виконані по двом різним технологічним схемам. *По першій схемі* основну роблять бурові машини, що споруджують бурові палі, а сама стіна по завершенню робіт являє собою конструкцію з набивних паль, що січуться. *По другій схемі* траншею в ґрунті влаштовують спеціальними землерийними машинами. Ця схема в останні роки отримала широка поширення.

Роботи з обладнання траншеї (як бетонування) у випадках близького розташування фундаментів існуючих будівель виконують окремими захватками (через одну). Якщо ж траншею влаштовують, не вдаючись до захваток, то роботи в ній виконують у такій послідовності: **встановлюють обмежники, що** розділяють траншею по довжині на захватки, **укладають бетонну суміш із витісненням глинистого** розчину. Зазвичай для армування стін у ґрунті застосовують арматурні каркаси. При великому заглибленні траншеї каркаси складають з окремих блоків, які стикують по мірі опускання їх у розчин. У каркасах передбачають місця для встановлення бетонолитних труб, що складаються із окремих секцій. Труби стикуються за допомогою фланців і швидкокороз'ємних хомутів.

Арматурний каркас повинен сприймати монтажні навантаження без залишкових деформацій, бути на **10-12 см** вужче траншеї та мати напрямні катки або санчата, які забезпечують правильне встановлення каркасу в траншеї та створенню захисного бетонного шару між арматурою та стінкою траншеї.

Передбачені проектом закладні деталі в арматурних каркасах монтують до встановлення каркасів у траншею. Якщо стрижні робочої арматури перед складанням арматурного каркасу стикуються, то стрижень не повинен мати більш трьох стиків. Стикування арматурних каркасів по висоті при укрупнюючій зборці роблять із дотриманням наступних правил:

-стики поздовжніх стержнів виконуються в розбіжку;

-у площині будь-якого *поперечного* перерізу каркасу повинно бути більше 50% стиків;

-стики сусідніх стрижнів зрушуються відносно один одного на величину, рівну довжині стику.

**Устаткування для бетонування траншей під захистом глинистого розчину методом труби, що вертикально переміщується (ВПТ), зазвичай включає наступні елементи:**

**-комплект металевих бетонолитних труб для подачі бетонної суміші в траншею (довжина ланок 1-6 м); завантажувальну лійку на трубі у формі перекинutoї усіченої піраміди або усіченого конусу;**

**-устаткування для ізоляції бетонної суміші від глинистого розчину при первинному заповненні труби; устаткування для підвішування, підйому та опускання труби; підмостя для розміщення устаткування та людей;**

**-автобетонозмішувачі, бетононасоси та інше устаткування та обладнання для транспортування бетонної суміші до установки ВПТ.**

Устаткування й механізми для бетонування повинні забезпечувати безперервність укладання бетонної суміші в траншею з інтенсивністю не менше  $0,3 \text{ м}^3/\text{м}^2$  та рівномірне заповнення бетоною сумішшю усієї захватки, що бетонується.

Для подачі бетонної суміші в траншею застосовують металеві труби діаметром 250-300 мм із товщиною стінок 8-10 мм без вм'ятин і напливів на стінках. Довжина бетонолитної труби має дорівнювати висоті секції, що бетонується. При встановленні в траншею між нижнім кінцем бетонолитної труби та дном траншеї повинен бути забезпечений проміжок.

**Для запобігання змішування бетонної суміші, що надходить у початковий період у бетонолитну трубу, із глинистим розчином застосовують ковзаючі пробки з мішковини, паклі, мішків із тирсою або надувні пристрої.** При цьому у горловині лійки над пробкою встановлюють знімний клапан, що утримує бетонну суміш у воронці до її заповнення.

**При бетонуванні методом ВПТ у торцях захватки встановлюють обмежники, що служать опалубкою, та надають торцю необхідну форму для обладнання прийнятого стику між захватками.** Обмежники зроблені у вигляді металевих інвентарних труб з привареними куточкам. Діаметр труб на 30-50 мм менше ширини траншеї. Труби одночасно служать опалубкою для формування обрису стику. Через 3-5 годин після бетонування захватки їх витягують, і торці захватки отримують напівциліндричний обрис. При бетонуванні суміжної захватки створюється стик, що має форму напівциліндра. Стики такої конструкції рекомендується влаштовувати при глибині до 15 м.

**Обмежники у вигляді сталевих листа, що приварюється з однієї сторони арматурного каркасу, слід застосовувати при глибині траншей до 30 м.**

Залізобетонні розділові перемички, що не витягуються, використовують при розробці траншей і бетонуванні захваток через одну. Залізобетонні перемички мають ширину 680 або 780 мм, довжину 7 і 9 м. Маса однієї перемички довжиною 9 м і шириною 780 мм становить 3,9 т. Монтаж арматурного каркасу виконують за допомогою твердої траверси, що виключає його деформації. Каркаси слід вивішувати на комір, застосовуючи поперечні балки (стрижні). Стержні арматурних каркасів не повинні опиратися на дно траншеї, вони повинні відходити від нього на 200-300 мм. Перед опусканням арматурних каркасів у траншею всі стрижні доцільно змочувати водою для зменшення товщини глинистої плівки, що утворюється на арматурах, і збільшення зчеплення арматури з бетоном.

**Довжина захватки бетонування береться від 3 до 6 м і** визначається умовами забезпечення стійкості траншеї: прийнятою інтенсивністю бетонування; типом машини, що розробляє траншею; конструкцією й призначенням стіни в ґрунті. При довжині захваток більше 3 м бетонування зазвичай виконують через дві труби одночасно. У роботах застосовують бетонну суміш, здатну забезпечувати вільне проходження по бетонолитній трубі й розподіл по площі захватки без розшарування, а також зберігати рухливість протягом часу, необхідного для транспортування й укладання її в траншею (не менше 40 хв.). **Для**

підвищення пластичності бетону і його зручного укладання без збільшення витрат води та цементу рекомендується застосовувати пластифікуючі добавки (сульфітно-спиртову, бардову тощо). Тип добавок і їх дозування встановлюють заданими лабораторних досліджень залежно від виду і якості цементу, а також вимог до бетону. Бетонолитну трубу переставляють та укорочують за допомогою крану посекційно, але так, щоб її нижній кінець завжди був заглиблений у раніше покладену бетонну суміш. **Перерви в бетонуванні допускаються не більше 1-1,5 год у літніх умовах і 30 хв. у зимових.** Глинистий розчин, що витісняється із траншеї, в процесі бетонування відводиться по лотку з траншеї в розроблювальну захватку або запасну ємність.

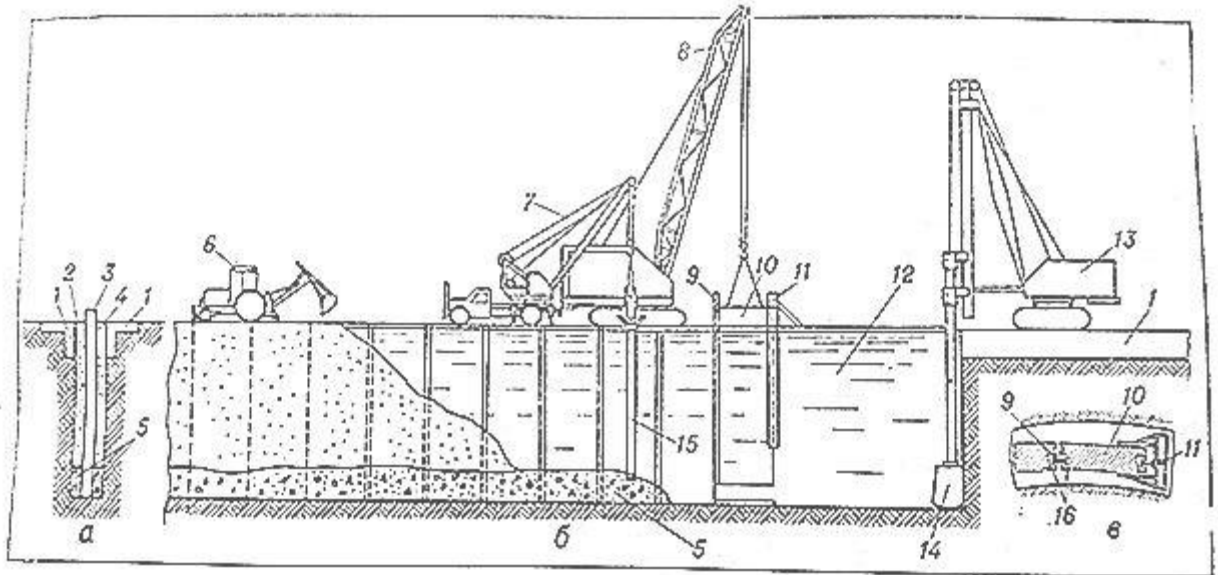
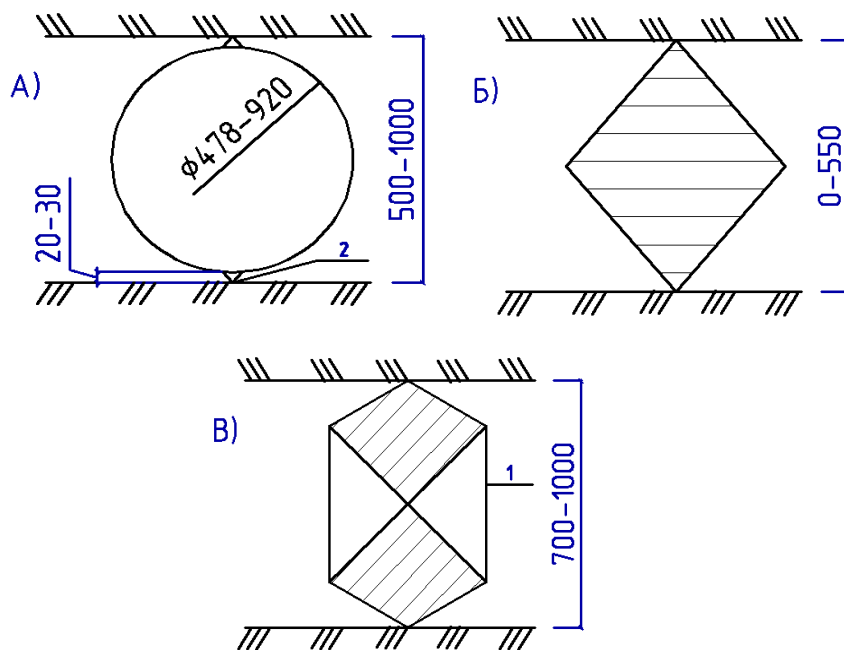


Рис. V.14. Технологическая схема метода «сборная стена в грунте»:

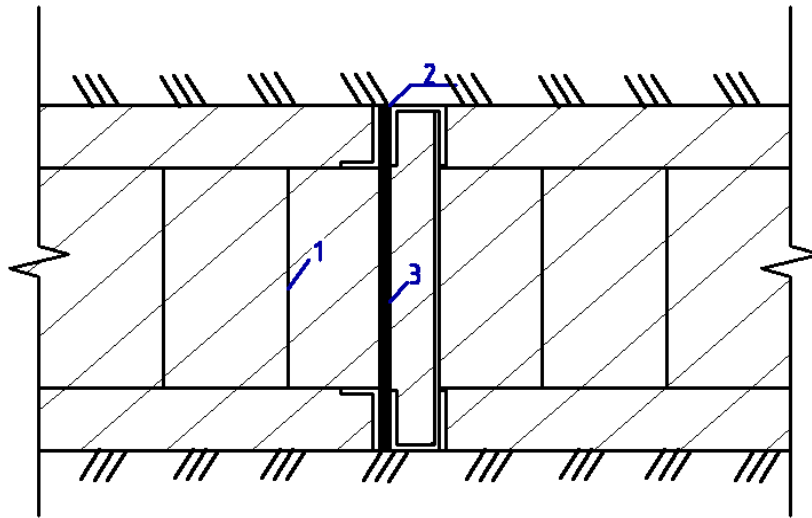
а — поперечный разрез траншеи после монтажа сборных панелей стены; б — продольный разрез траншеи по фронту всех процессов устройства сборной стены в грунте; в — схема стыкования очередной панели с предыдущими; 1 — обшивка пионерной траншеи; 2 — наружная забутовка глиноцементным материалом; 3 — сборная панель; 4 — внутренняя забутовка песчано-гравийной смесью; 5 — нижнее (фундаментное) защемление панели бетоном; 6 — экскаватор, выполняющий забутовку; 7 — кран, устанавливающий бетонолитную трубу и подающий бетон для защемления панели; 8 — кран, монтирующий панели стены; 9 — монтажный шаблон-двутавр; 10 — панель; 11 — направляющий кондуктор; 12 — траншея, заполненная глинистым раствором; 13 — штанговый экскаватор; 14 — ковш экскаватора; 15 — сплошная бетонолитная труба; 16 — направляющие уголки из коротких отрезков.

Мал. Технологічна схема методу «збірна стіна в ґрунті»

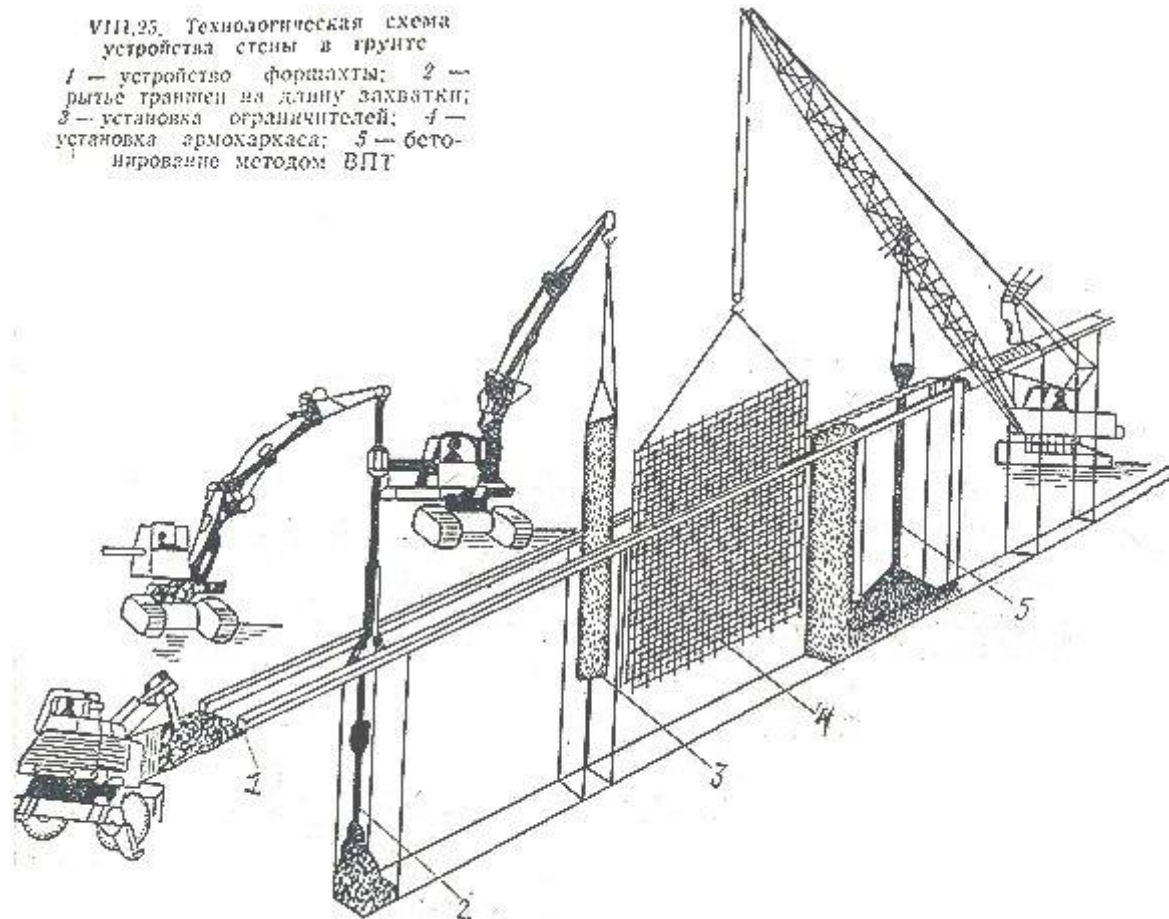


Мал. А - знімний інвентарний металевий обмежник;

б, в – стаціонарний обмежник з паль; 1- хомут з арматурної або смугової сталі; 2 - куточок.



Обмежник з металевого листа:  
1 - арматурний каркас; 2 - швелер; 3 - металева діафрагма.



Мал. Технологічна схема облаштування стіни в ґрунті.

**6.7.Конструкції зі збірного залізобетону, технологічні процеси, виконувані при зведенні.**

### **Конструкції зі збірного залізобетону**

При бетонуванні під захистом глинистого розчину погіршується зчеплення з арматурою, тому що на її поверхні осаджуються глинисті часточки з розчину, у якому в процесі бетонування знаходиться арматурний каркас (лабораторними дослідженнями у НДІ основ і підземних споруд ім. Н. М. Герсеванова встановлено, якщо зміст глини в затверділих бетонних блоках досягає 1,4% їх маси, то бетон втрачає міцність до 41%).

Міцність бетону для бетонування під шаром глинистої суспензії на практиці застосовують на 10% вище, ніж необхідно за розрахунками. Збірний залізобетон забезпечує гарну якість поверхні стіни на відміну від стін з монолітного залізобетону, які бетонують у розпір і які повторюють усі нерівності стін траншеї. У Франції, щоб одержати гладку поверхню стін, на арматурний каркас навішують листовий пінопласт, який видаляють зі стіни по мірі розробки ґрунту зсередини споруди.

Основними властивостями збірних конструкцій є висока індустріалізація, можливість забезпечення гарантованої якості робіт, можливість використання конструкцій ефективною форми (ребристих, коробчастих тощо), відсутність сталих вимог до якості глинистої суспензії.

У зв'язку з тим, що збірні конструкції виготовляють у заводських умовах у горизонтальному положенні, в металевій опалубці, товщина збірних стін становить переважно 250 - 400 мм, у той час як товщина монолітних стін, як правило, дорівнює 600 - 800 мм.

Застосовують збірні залізобетонні конструкції підвищеної заводської готовності, у тому числі облицьовані плиткою, покриті гідроізоляцією тощо.

У збірних елементах зручно заздалегідь встановити відповідні закладні або накладні деталі, залишити отвори, пробки, штраби тощо. Використання збірних елементів дозволяє застосовувати конструкції ефективного перетину - пустотні, таврові, двотаврові тощо.

Разом з тим слід зазначити, що при застосуванні збірних залізобетонних елементів потрібне спеціальне технологічне оснащення для їх виготовлення, застосування крупнорозмірних збірних конструкцій ускладнено в умовах стиснутої міської забудови, ускладнюється транспортування елементів на будівельний майданчик, а для монтажу в траншеях потрібні потужні вантажопідйомні крани, експлуатація яких обходиться дорого; вартість збірного залізобетону вище вартості монолітного, рішення про доцільність застосування збірного або монолітного залізобетону ухвалюють на основі техніко-економічного аналізу з урахуванням вартості, трудомісткості і строків робіт, розмірів капітальних вкладень в основні й обігові фонди будівельної організації, наявності й можливості ефективного використання потужних вантажопідйомних кранів та іншого устаткування.

На даний час розроблена та застосовується значна кількість різновидів технології зведення збірних конструкцій методом «стіна в ґрунті». Найпоширеніші типи технології, що відрізняються способами закладання стиків і заповнення застінного простору між бортом траншеї й збірним залізобетонним елементом (тампонаж пазух).

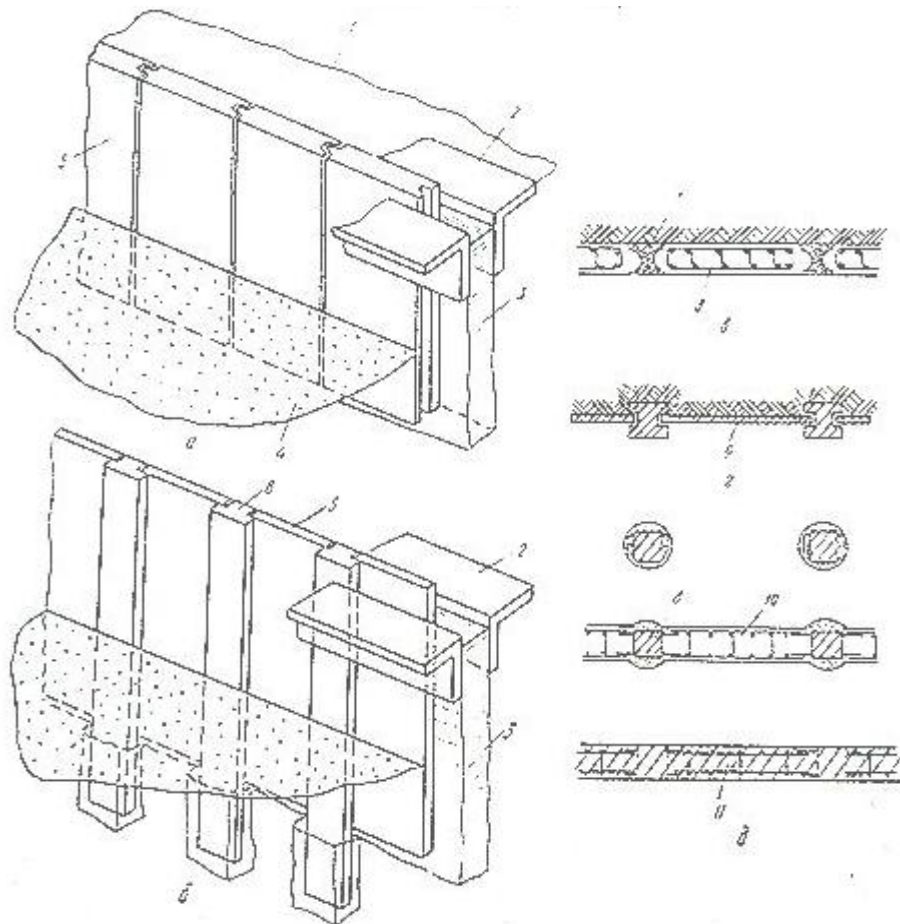


Рис. 53. Стенки, устраиваемые в грунте методом «Panosol».  
 а — стена из панелей; б — стена из панелей и стоек; в — сборно-монолитная стена; г — стена с заборкой; д — «парижские» стенки; 1 — поверхность грунта; 2 — воротник траншеи; 3 — траншея; 4 — поверхность грунта в котловане; 5 — стеновая панель; 6 — стойки; 7 — ограничитель захвата; 8 — бетон стены; 9 — заборка; 10 — арматурный каркас; 11 — бетон стены.

**Мал. Стінки, що встановлюються у ґрунті методом «Panosol»**

**Технологія монтажу панелей у розчині, що твердіє**, полягає в тому, що в траншеї, повністю або частково заповненої розчином, що твердіє, монтують збірні залізобетонні стінові панелі. Розчин заповнює стики між збірними елементами й застінний простір між стінами траншеї і збірними елементами (технологія ПОНОСОЛ, Франція), японська технологія тощо. Така технологія використана при будівництві насосної станції Обухівської картонної фабрики. Проектна міцність розчину зазвичай становить 0,5- 1,0 Мпа та дорівнює величині, не меншій міцності навколишнього ґрунту. Крім того, розчин повинен бути водонепроникним і мати малу деформативність.

Фірми не публікують склад розчину, обмежуючись тільки загальними даними (на 1м<sup>3</sup> розчину): цемент 150-450 кг; бетонітова глина 20 - 30 кг; вода й патентовані добавки, що регулюють строки схоплювання розчину. Певну складність представляє не тільки підбір складу й технологія готування розчину, але й підтримка властивостей розчину в заданих межах у процесі провадження робіт.

Збірні елементи виготовляють у вигляді вертикальних панелей зі стиком «паз-гребінь» або у вигляді таврових паль, на полки яких спираються панелі.

**Технологія монтажу панелей у тиксотропному розчині із закладенням стиків методом висхідного розчину** полягає в тому, що у відкритій під захистом глинистого тиксотропного розчину траншеї монтують стінові панелі з відкритими порожнинами стиків. Закладення стиків здійснюють висхідним цементно-піщаним розчином, який подають по трубках, опущених у порожнину стику. Цим же розчином одночасно заповнюють порожнини між бортами траншеї та збірними елементами (технологія Окамурагумі, Японія).

**Технологія монтажу панелей із закладанням стиків по мірі** розробки ґрунту зсередини споруди полягає в тому, що збірні елементи, що мають відкриті для доступу зсередини споруди порожнини стиків, монтують у траншеї, заповненою глинистою суспензією, з наступним заповненням пазух траншей, при цьому пазуху, повернену усередину споруди, заповнюють піском, а в протилежну пазуху подають тампонажний розчин. Стики, очищені від піску, зароблюють зсередини споруди по мірі розробки ґрунту зверху вниз. Технологія, розроблена НІБП Держбуду України, використана при будівництві насосної станції Ново-Дніпровського водопроводу.

### **Збірно-монолітні конструкції.**

Монолітні та збірні конструкції стін у ґрунті мають ряд недоліків, основними з яких є: для монолітних - низька якість поверхонь стін, для збірних - велика маса збірних елементів і висока вартість.

*Роботи з обладнання збірно-монолітних конструкцій ведуться в такій послідовності:*

- *обладнання форшахти;*
- *заповнення піонерної траншеї глинистою суспензією;*
- *розробка траншеї;*
- *виділення захватки для монтажу збірних панелей та встановлення тимчасового обмежника;*
- *зачищення дну траншеї;*
- *заміна суспензії в захватці;*
- *обладнання постілі з бетону методом ВПТ або напірним методом;*
- *монтаж збірних залізобетонних елементів;*
- *встановлення обмежника, що відмежовує монолітну частину, що бетонується, та зону тампонажу;*
- *встановлення бетонолитних труб між арматурними каркасами, що випущені зі збірної панелі;*
- *бетонування монолітної частини збірно-монолітної стіни з одночасним тампонажем із протилежної сторони панелі;*
- *виготовлення монолітної обв'язки;*
- *розробка ґрунтового ядра із встановленням тимчасових розпірок;*
- *бетонування днища споруди;*
- *обладнання перекриттів або інших постійних кріплень.*

## **6.8. Обладнання протифільтраційних завіс методом «Стіна в ґрунті»**

### **Траншейні протифільтраційні завіси.**

Роботи з будівництва протифільтраційних завіс містять у собі: підготовчі роботи; проходку траншей; спорудження завіси; контроль якості завіси, що будується.

*Основні вимоги до протифільтраційних завіс - здатність їх із часом зберігати протифільтраційні властивості, задані проектом.*

Для обладнання протифільтраційн завіс можуть використовуватися матеріали, що твердіють (бетон, глиноцементний розчин), і такі, що не твердіють (комова глина, заглинізований ґрунт).

Матеріал для заповнення протифільтраційних завіс обирають, виходячи з техніко-економічних порівнянь і враховуючи величину напору води на завісу, строк роботи завіси й очікуваний напружено-деформований стан завіси та ґрунту, що її вміщує. Глиноцементний розчин, застосовуваний у якості заповнювача для протифільтраційних завіс, готують із глин і суглинків із вмістом більше 30% часток розмірами менш 0,005 мм, цементів будь-якої марки, стійких до хімічного впливу ґрунтових вод. Щільність глиноцементного розчину, як правило, перевищує щільність глинистої суспензії для забезпечення можливості витиснення суспензії із траншеї.

## Розділ VII Зведення підземних споруд опускним методом.

### 7.1. Сутність методу.

Сутність способу опускного колодязя полягає в наступному. Споруду зводять на поверхні землі відповідно до плану її розташування на відведеному майданчику. Усередині такої споруди пошарово розробляють ґрунт, у результаті чого вона під власною масою опускається в ґрунт. Розробляють ґрунт у напрямку від центру до ножа. Ніж, втрачаючи опору із внутрішньої сторони під дією ваги розташованих вище конструкцій видавлює ґрунт усередину, і колодязь опускається. По мірі заглиблення колодязя його нарощують по висоті. Для успішного заглиблення колодязя його вага  $Q$  повинна перевищувати загальну величину сили бічного тертя ґрунту  $T$  не менш ніж на 25%, тобто

$$Q = 1,25 T \text{ кн(тс)}.$$

### 7.2. Необхідні умови для посиленого заглиблення колодязя.

При найпростішому способі перевірки співвідношення цих величин вважають, що сили тертя ґрунту на одиницю бічної поверхні стінки колодязя зростають до глибини 5 м, а далі залишаються незмінними. Сили тертя приймають за дослідними даними залежно від характеру ґрунту в межах 10-30 кн/м<sup>2</sup> (1-3 тс/м<sup>2</sup>). Вагу круглого колодязя визначають по формулі:

$$Q = (R^2 - r^2) h c_{yc} \text{ кн(тс)},$$

де  $R$  і  $r$  - зовнішній і внутрішній радіуси стін, м;

$h$  - проектна (або фактична) висота стін колодязя, м;

$c$  - вага 1 м<sup>3</sup> матеріалу стін, кн/м<sup>3</sup> (тс/м<sup>3</sup>).

Силу бічного тертя обчислюють так:

$$T = 2 R(h_c - h_a) f \text{ кн(тс)},$$

де  $h_a$  - ½ висоти, на якій сили тертя вважають змінною величиною, м;

$f$  - сила тертя ґрунту на одиницю бічної поверхні колодязя, прийнята постійною, кн/м<sup>2</sup> (тс/м<sup>2</sup>).

У випадках, коли частина колодязя перебуває нижче рівня ґрунтових вод, розрахункову вагу 1 м<sup>3</sup> його стін приймають із урахуванням зважуючого тиску води по формулі:

Де - висота стін під водою

?? - вага 1 м<sup>3</sup> води, тс/м<sup>3</sup>

Якщо в результаті перевірки виявиться, що вага колодязя недостатньо перевищує силу тертя з ґрунтом, збільшують товщину стін колодязя з метою його обвантажування, або зменшують сили тертя стін колодязя та ґрунту, застосовуючи підмив або обмазуючи поверхні епоксидними смолами, що поліпшує умови заглиблення опускних колодязів і знижує величину тертя до 25%. **Розроблені способи примусового впливу для подолання сил тертя:**

- додаткове обвантажування,
- вдавлювання домкратами,
- застосування потужних вібраторів тощо.

**7.3. Метод зменшення сил тертя на бічних поверхнях колодязя при його заглибленні.**



*Одним з найпоширеніших і ефективних способів зменшення сил тертя є спосіб заглиблення колодязів у тиксотропній сороці. Перевага цього способу заглиблення у порівнянні зі способом заглиблення традиційних масивних колодязів полягає в можливості зменшення власної ваги колодязя іноді в 2-3 рази, що відповідно дозволяє скоротити обсяг і вартість робіт, строки будівництва й досягти економії матеріалів.*

**Застосування опускних колодязів у якості заглиблених споруд може конкурувати в різних гідрогеологічних умовах при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні з іншими варіантами будівництва таких споруд: у відкритому котловані із застосуванням водозниження, шпунтового огороження, хімічного й електрохімічного закріплення ґрунтів стін котловану, способом «стіна в ґрунті», кесоном. Залежно від умов, а також з урахуванням економічної доцільності, колодязі можуть заглиблювати одним з наступних способів:**

- без водовідливу (при відсутності підземних вод або підводної розробки ґрунту);
- з відкритим водовідливом;
- з водозниженням;
- з обладнанням протифільтраційної завіси;
- комбінацією наведених вище способів.

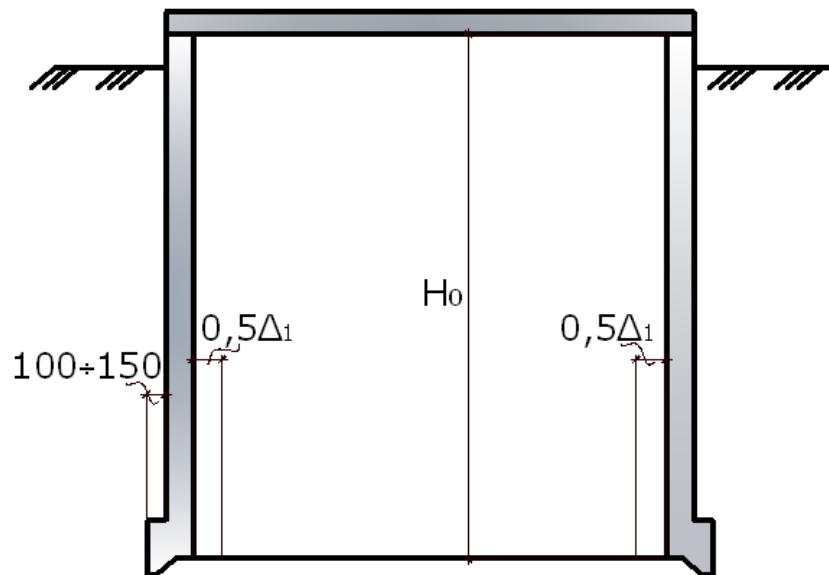
**Такі колодязі використовуються в різних галузях будівництва:**

- у цивільному, комунальному й міському господарстві - для фундаментів і підвальних поверхів висотних будівель, підземних гаражів, насосних станцій водозаборів і станцій перекачування, глибокої каналізації, сховищ і інших підземних приміщень різного призначення;
- у гірничорудній промисловості - для підземних частин дробильно-сортувальних і дробильно-збагачуючих фабрик, насосних станцій свіжої та оборотної води тощо;
- у металургії - для установок безперервного розливання сталі, вагоноперекидачів, скіпових ям доменних печей, відстійників окалини й інших підземних приміщень.

**7.4.Конструктивні рішення, основні технологічні методи обладнання монолітних залізобетонних колодязів зі збірних залізобетонних конструкцій.**

#### **Конструктивні рішення**

Відповідно до діючих нормативних документів внутрішні розміри в плані колодязів, що використовуються для приміщень, повинні бути більше розмірів, необхідних для розміщення устаткування та обладнання проходів на величину  $\Delta$  м, що визначається по формулі:



$$\Delta_1 = 0,01H_0 + 0,2$$

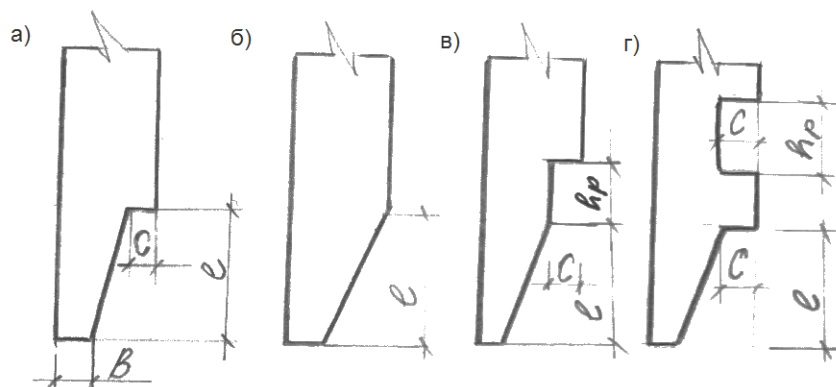
$H_0$  - внутрішня глибина колодезя.

Отвори у зовнішніх стінах колодезя необхідно брати більшими за розміри технологічного устаткування по висоті на 0,2 м і по ширині на 0,1 м. В опорах днища й перекриттів допускаються відхилення на + 0,1 м від проектних відміток уступів консолей та обрізів на зовнішніх стінах колодезів.

Найбільше поширення в сучасній практиці будівництва отримали бетонні й залізобетонні колодезя. За формою в плані опускні залізобетонні колодезя можуть бути круглими, прямокутними та змішаної форми (наприклад, прямокутними із закругленими торцевими стінами), із внутрішніми перегородками та без них. Форма колодезя визначається конфігурацією підземного приміщення, що проектується, вона обирається з урахуванням умов забезпечення вимоги технологій. Найбільш прийнятна кругла форма, оскільки вона забезпечує сприятливі умови роботи цієї конструкції при опусканні й експлуатації оболонки. Залізобетонні колодезя застосовуються в основному трьох типів: монолітні, збірно-монолітні й збірні.

В оболонках монолітних опускних колодезів розрізняють дві основні частини: ножову з банкеткою і, власне, саму оболонку. Ножову частину колодезя (ніж) виготовляють, як правило, із залізобетону. Металева конструкція або облицювання ножа металом, як показав досвід, не ефективна в ґрунтах із твердими включеннями, тому що при зіткненні з різними перешкодами вона деформується, що надалі призводить до ускладнень в її опусканні.

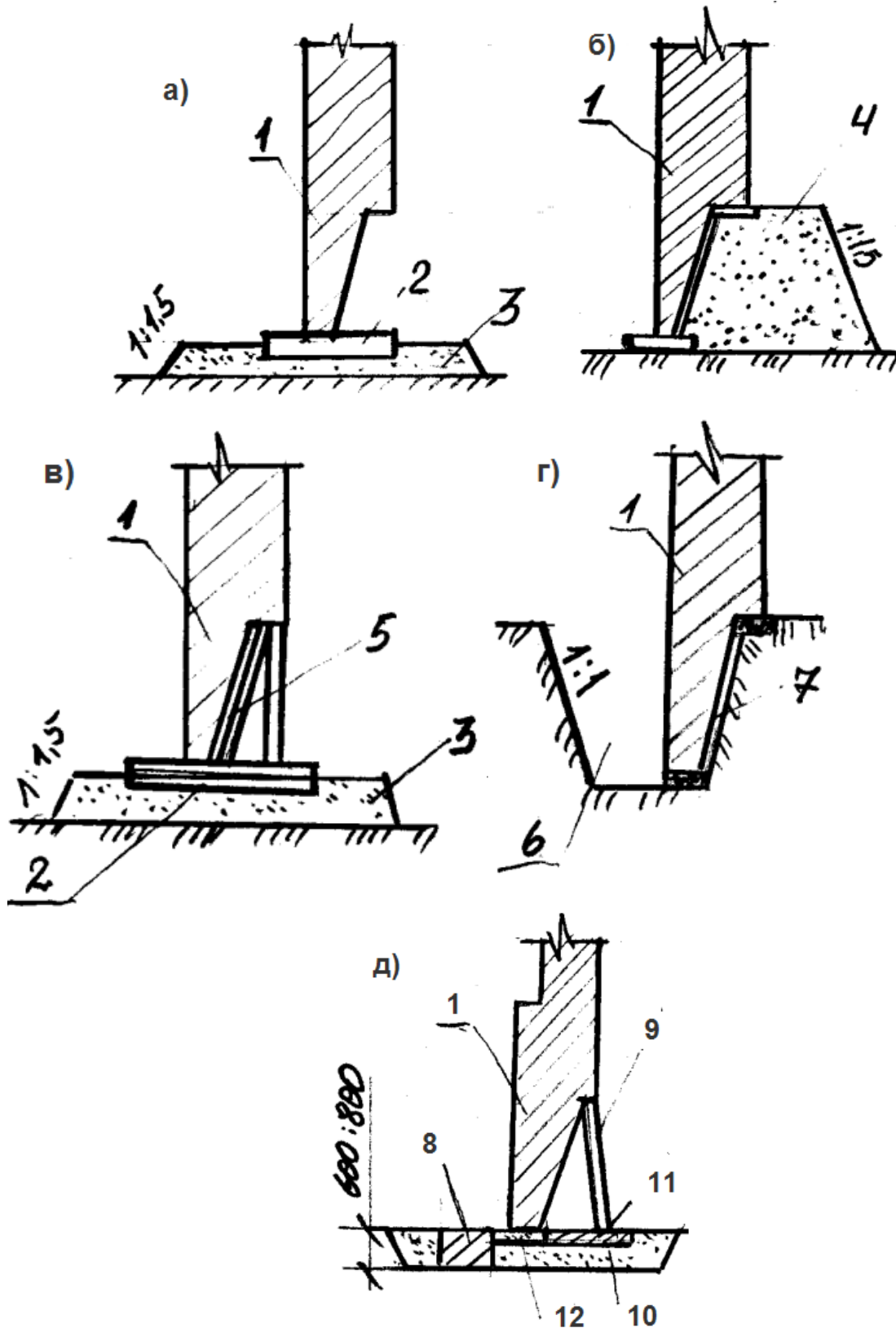
Основні типи ножів залізобетонних конструкцій показані на малюнку.



Ножова частина зазвичай повинна виступати за стіни оболонки убік ґрунту на 100-150 мм, щоб зменшити сили тертя при зануренні. При зануренні в тиксотропній сорочці на цій ділянці закріплюють ущільнювач-манжет.

При опусканні колодязів у сухих ґрунтах, з водовідливом або з водозниженням рекомендується застосовувати ножі типу «А» і «Б», а при опусканні колодязів підводним способом- ножі типу «В» і «Г».

Схеми установки ножа опускного колодязя на тимчасові основи.



Мал. Схеми встановлення ножа опускного колодязя на тимчасові основи

- а) на піщаній подушці та дерев'яних підкладках;
- б) на насипній ґрунтовій чи щебеневій призмі;
- в) на піщаній подушці та дерев'яних опорах;

г) у траншеї;

д) на опорному кільці із з/б елементів:

1 - ніж колодязя; 2 - дерев'яна підкладка; 3 - піщана подушка; 4 - ґрунтова призма; 5 – дерев'яна опора; 6 – траншея; 7 - дерев'яна опалубка або з/б плити; 8 - форшахта; 9 - опірні стійка; 10 - піщана засипка; 11 – опірне кільце зі збірних з/б блоків; 12- ущільнений щебінь.

**Ширина банкетки  $b$  становить 0,2-0,6 м. Розмір полки для опори плити- 0,2-0,4 м. Розмір  $l$  для ножів типу «а» і «б» відповідає товщині днища, а для ножів типу «в» і «г»- товщині бетонної подушки. Розмір  $h_p$  відповідає товщині залізобетонної плити днища.**

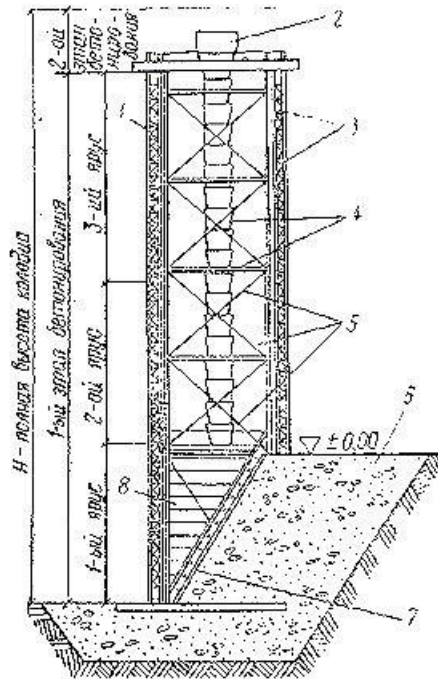
Залежно від власних розмірів і товщини стін у плані колодязі бувають тонкостінні (товщина стін до 0,5 м), середньої масивності (товщина стін 0,5-1,2 м) і масивні (товщина стін 1,2 м).

Висоту першого ярусу бетонування призначають залежно від характеристики застосовуваного кранового устаткування (виліту й висоти підйому стріли), але не більше за висоту, обумовлену розрахунками з умови граничної несучої здатності ґрунтів у основі ножевої частини колодязя. Висоту наступних ярусів визначають, як правило, рівною висоті першого ярусу або кратну розмірам міжповерхових перекриттів, опалубних щитів. Кількість ярусів визначається залежно від глибини опускання колодязя, при глибині опускання до 10 м колодязь бетонують на всю висоту.

Схема бетонування стіни

опуклого колодязя

1- опалубка зовнішньої поверхні колодязя; 2- лійка для прийому бетону; 3- опалубка внутрішньої поверхності стіни; 4- гнучкий хобот для транс.бетона; 5- армокаркаси стіни; 6-щербена призма; 7-плити опалубки; 8- ніж колодязя.



Мал. Схема бетонування стіни опускного колодязя.

Для бетонування стін поряд з дерев'яною щитовою опалубкою застосовують опалубку із залізобетонних плит-оболонок.

**Незважаючи на широке поширення, опускні колодязі з монолітного залізобетону мають істотні недоліки, головними з яких є велика витрата матеріалів і значна трудомісткість, тому що вони повністю виготовляються на будівельному майданчику. В останні роки були розроблені різні конструкції опускних колодязів із застосуванням збірних полегшених елементів:**

- з пустотілих криволінійних блоків, що укладаються з перев'язкою швів, із з'єднанням на зваруванні закладних деталей;

- з типових лоткових плит, що збираються на задалегідь виготовленому монолітному каркасі колодязя;

- з пустотілих прямокутних блоків, що укладаються без перев'язки швів, які з'єднуються за допомогою петлевих стиків;

- з вертикальних панелей, що з'єднуються за допомогою петлевих стиків або зварюванням з використанням металевих прокладок і замонолічуванням з'єднань.

Останні два типи конструкцій отримали найбільше поширення у будівництві. В опускному колодязі їх пустотілих збірних елементів ножова частина виготовляється з монолітного залізобетону з опалубкою із плит-оболонок. На ножовій частині монтують оболонку зі збірних двопустотних залізобетонних елементів із зазорами між ними для створення стику без перев'язки швів на всю висоту споруди. Уся оболонка збирається із прямокутних елементів і має в плані форму багатокутника.

Блоки армують сітками й каркасами. На кінцях кожного блоку влаштовують петлеві випуски робочої арматури. Петлі випусків суміжних вертикальних рядів блоків вставляють у вертикальні стержні, що приварюють до випусків арматур з ножової частини. Стики омонолічують бетоном. Блоки встановлюють на розчині, і окремі їхні ряди скріплюють між собою тільки у вертикальних стиках. Таким чином, стик сприймає як кільцеві, так і вертикальні розтяжні зусилля. Замонолічений безперервний по висоті стик являє собою, по суті, колону каркасу, нижньою частиною якого є ножова частина, а горизонтальними елементами по висоті оболонки - монолітні пояси, що влаштовуються у верхній частині кожного ярусу опускання.

Колодязь можна заглиблювати в тиксотропній сорочці або без неї, заповнивши при необхідності порожнечі блоків важкими місцевими матеріалами. Збірні колодязі (діаметром до 60 м і глибиною опускання до 20 м) із плоских панелей суцільного перетину знайшли поширення при будівництві об'єктів малих і середніх розмірів. Колодязі збирають із плоских панелей великої довжини - на всю висоту колодязя. Плоскі панелі формують в опалубці одночасно з ножовою частиною. Між собою панелі з'єднують накладками на зварюванні. Колодязі цієї конструкції необхідно опускати в тиксотропній сорочці, тому що при опусканні без неї вага їх недостатня. Спостереженнями встановлено, що стійкість ґрунту при заглибленні колодязів у тиксотропній сорочці забезпечується гідравлічним напором суспензії 1 м при її щільності 1,05-1,07 г/см<sup>3</sup>.

**Верхня частина ґрунтової стінки в щілині для тиксотропної рідини зазнає несприятливі впливи через коливання рівня й має найменшу стійкість, тому по периметру устя сорочки влаштовують форшахту, висота форшахти приймається рівною 0,8-1,2 м.**

Контакт колодязя із ґрунтом відбувається тільки на ділянці нижче цього уступу, а вище його стінка колодязя та ґрунт розділені тиксотропною рідиною, що виключає виникнення сил тертя по зовнішній поверхні оболонки колодязя. Висоту ножової частини слід приймати не менш 2-2,5 м незалежно від глибини заглиблення; ширину уступу - 100-150 мм.

**Для запобігання витіку глинистого розчину по периметру уздовж зовнішньої стінки ножової частини колодязя на його уступі влаштовують ущільнювач.**

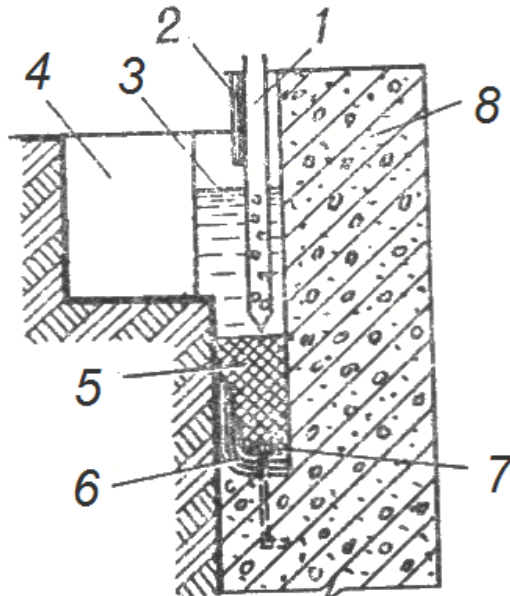
Найбільше застосування має конструкція, у якій ущільнення зазору досягається завдяки обладнанню манжети із трьох або чотирьох шарів транспортерної стрічки з замком із пластичної м'ятої глини. Ширина стрічки в нижньому шарі (за умовами міцності) повинна бути не більш 0,5 м. Манжет кріпиться до бетонного уступу за допомогою забитих у бетон болтів через притискуючий куточок. Висота глиняного замку 0,4-0,6 м, причому верх його повинен бути на 150-200 мм вище відігнутої нагору по ґрунтовій стінці краю стрічки манжети.

Слід зазначити, що всі застосовувані дотепер конструкції ущільнювачів не дають надійного рішення по запобіганню витіку глинистого розчину.

**В інституті по розробці проектів фундаментів розроблена принципово нова конструкція ущільнюючого обладнання, яка являє собою трикутний виступ, розташований на верхній ділянці зовнішньої поверхні ножа. Ефект ущільнення досягається завдяки виступу за рахунок утворення в процесі заглиблення зони ущільненого ґрунту по усьому периметру колодязя, розмір від краю виступу до зовнішньої поверхні оболонки може**

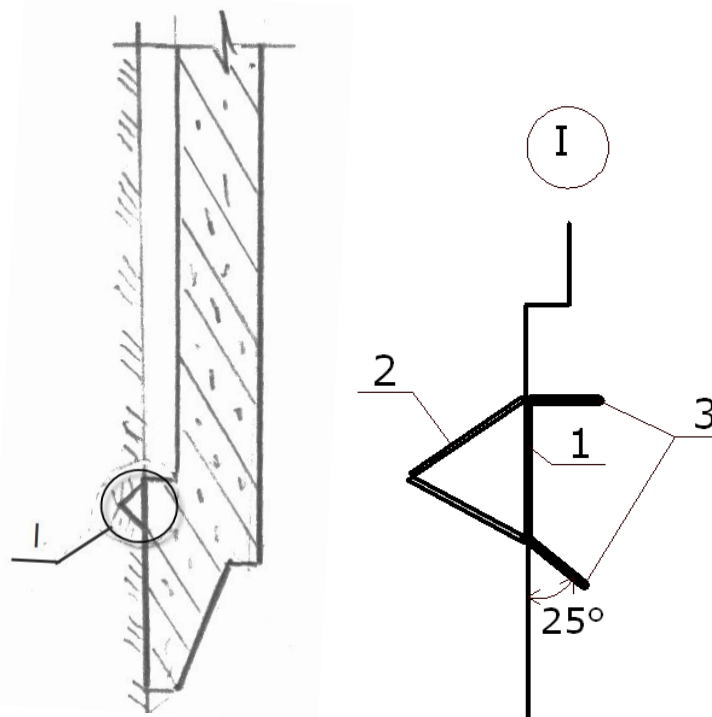
бути рекомендований 50-100 мм, і надалі повинен уточнюватися в результаті узагальнення практичного досвіду будівництва.

Порожнина сорочки заповнюється при заглибленні колодязя в глинисті ґрунти суспензією, що заливається зверху за форшахту. При заглибленні колодязів у піщаних водонасичених ґрунтах розчин слід подавати в нижню зону тиксотропної сорочки по ін'єкційних трубах, розташовуваних у плані через 3-6 м по зовнішньому краю опускного колодязя. Для захисту ін'єкційних труб при навалах вони закриваються суцільним куточком.



Мал. Манжета тиксотропної сорочки:

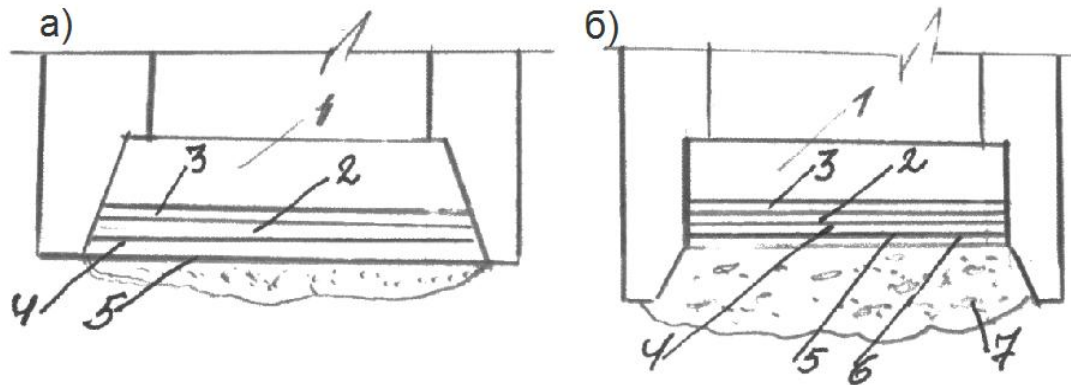
1- ін'єкційна труба; 2 - захисний кутник; 3 - тиксотропна суспензія; 4 - форшахта; 5 - глиняний замок; 6 - ущільнювач із транспортерної стрічки (гумова манжета); 7 - болт з кутником для кріплення манжети до виступу ножа; 8 - стінова панель збірного колодязя.



Мал. Ущільнюючий пристрій для запобігання виліву тиксотропної рідини: 1 – металевий лист; 2 - кутники; 3 - стержні-анкери

Днище виготовляється в монолітному залізобетоні незалежно від конструкції оболонки колодязя.

При заглибленні колодязів насухо (при відсутності підземних вод або із застосуванням водозниження) основу дна вирівнюють дренавальним матеріалом. У якості дренажу застосовують щебені, гравій і пісок, укладаючи їх по типу зворотного фільтра - від дрібних фракцій (знизу) до більших (угорі). Обклеювальну гідроізоляцію дна влаштовують під залізобетонною плитою по підготовці з монолітного бетону; металеву гідроізоляцію - поверх плити.



Мал.

Основи дна колодязя: а – при розробці ґрунту з водозниженням; б - при розробці з вийманням ґрунту з-під води

1- з/б днище; 2- гідроізоляція бітумними матеріалами; 3-цементна стяжка; 4-бетонна підготовка; 5- толь чи руберойд; 6-дренажна куля; 7- бетонна подушка

При опусканні колодязя з вилученням ґрунту з-під води в основу укладають подушку із дренавального матеріалу або з бетону. Дренажна подушка є пригрузкою ґрунтів основи для збереження їх стійкості при відкачці води з котловану для обладнання дна й тому застосовується при порівняно невисокому рівні підземних вод. Бетонну подушку виготовляють методом підводного бетонування. Товщину її визначають розрахунками на міцність при впливі гідростатичного навантаження в період обладнання дна. Як правило, у цей час для зниження гідростатичного навантаження воду із зумпфів відкачують. Конструкція гідроізоляції колодязів обирається залежно від гідростатичного напору підземних вод на рівні підлоги найбільш заглибленого приміщення й вимог вологості внутрішніх поверхонь колодязя, керуючись нормативними документами по проектуванню й обладнанню гідроізоляції підземних частин будівель і споруд. **Верхню границю гідроізоляції стін слід встановлювати на 0,5 м вище максимально прогнозованого рівня підземних вод.** До заглиблення колодязя по зовнішній поверхні стін влаштовують гідроізоляцію з торкретбетону, а на неї додатково наносять фарбувальну бітумну гідроізоляцію. Днище рекомендується ізолювати бітумними матеріалами (обклеювальна гідроізоляція, лита асфальтова гідроізоляція тощо), що укладаються по бетонній основі, поверхня якої вирівняна цементною стяжкою. Гідроізоляція й облицювання колодязів з листової сталі не допускається, крім випадків, коли це обґрунтоване технологічними вимогами (наприклад при одночасному впливі напірних підземних вод і високих температур). **Залізобетонні стіни й дна колодязів рекомендується проектувати з важкого бетону марки не нижче М-20. Бетон для колодязів, що заглиблюють в обводнені ґрунти, повинен мати проектну марку по водонепроникності не нижче В-4, марку по морозостійкості і питому вагу слід ухвалювати по ДБН.** Мінімальна товщина елементів залізобетонних конструкцій колодязів повинна прийматись наступною, мм:

- монолітних зовнішніх стін - 300;
- збірних - 200;
- днища - 300;
- захисного шару бетону для робочої арматури у зовнішніх стінах з боку ґрунту -30;
- те ж в основі днища - 35.

При сполученні колодязя зі спорудами, що примикають, слід враховувати можливу різницю їх осадки.

## 7.5.Методи опускання колодязів у ґрунт.

### Опалубні й арматурні роботи

У якості опалубки для спорудження опускних колодязів при складанні ППР можуть застосовуватися:

- розбірно-переставна щитова опалубка;
- залізобетонні тонкостінні плити-оболонки, що залишаються в конструкції колодязя;
- металева опалубка, що залишається в конструкції стін, що згодом слугує гідроізоляцією (застосовується при обґрунтуванні застосування металевої гідроізоляції);
- стаціонарна дерев'яна опалубка (застосовується у виняткових випадках).

Розпалублювання нижнього (опірною) ярусу стін слід здійснювати при досяганні бетоном не менше 70% проектної міцності. Для кращого відділення елементів опалубки від поверхні бетону, поверхню опалубки, що прилягає до бетону, перед бетонуванням змазують технічними мастилами або вапняним (крейдовим) молоком. Арматура конструкцій залізобетонних опускних колодязів повинна виготовлятися згідно до креслень, відповідним до вимог ДБН.

### Бетонування

Бетонування стін опускних колодязів залежно від розмірів може виконуватися як окремими блоками, так і послідовно по усьому периметру опускного колодязя. В обох випадках бетонування повинне проводитися шарами товщиною 25-50 см, але не більш ніж 1,25 довжини робочої частини вібратора. Товщина шарів повинна так само обиратися залежно від інтенсивності бетонування. Укладання бетону в стінки колодязя може проводитися такими способами:

- при товщині стін опускних колодязів до 0,5 м бетон подають на майданчики лісів і потім по лотках – до місця укладання; у цьому випадку одна із сторін опалубки нарощується по мірі бетонування; висота нарощування опалубки не повинна бути більше 2 метрів;
- при товщині стін 0,5 – 1,2 м і висоті бетонування більше 3 м бетон подають через металеві ланкові хоботи, установлені через 3 м по периметру колодязя; відтягування нижніх ланок хоботів убік дозволяється не більше ніж на 0,25 м на кожний 1 м висоти, при цьому 2 нижні ланки залишаються вертикальними;
- при товщині стін завбільшки 1,2 м і незначній насиченості конструкції армуванням розвантаження бадей можна робити безпосередньо на місці укладання.

**Замерзання бетону при бетонуванні в зимових умовах допускається:**

- **ножової частини (1-го ярусу) не раніше досягнення бетоном повної проектної міцності;**
- **наступних ярусів – не раніше досягнення бетоном 70% проектної міцності.**

### Опускання колодязів

**Колодязі опускають у ґрунт по одній з наступних схем:**

- 1) **насухо з відкритим водовідливом при розробці ґрунту у вибої, з водозниженням рівня підземних вод;**
- 2) **з вилученням ґрунту з-під води.**

При опусканні колодязів **по першій схемі для розробки й вилучення ґрунту використовують екскаватори**, обладнані прямою або зворотною лопатою (іноді грейфером), бульдозери та крани з бадьями або засоби гідромеханізації. Вибір необхідного устаткування визначається габаритами колодязя, інженерно-геологічними й гідрологічними умовами майданчика. Застосування засобів гідромеханізації (гідромоніторів, землесосів, гідроелеваторів) доцільне при ґрунтах, які легко розмиваються, - пісках, супесях, легких суглинках.



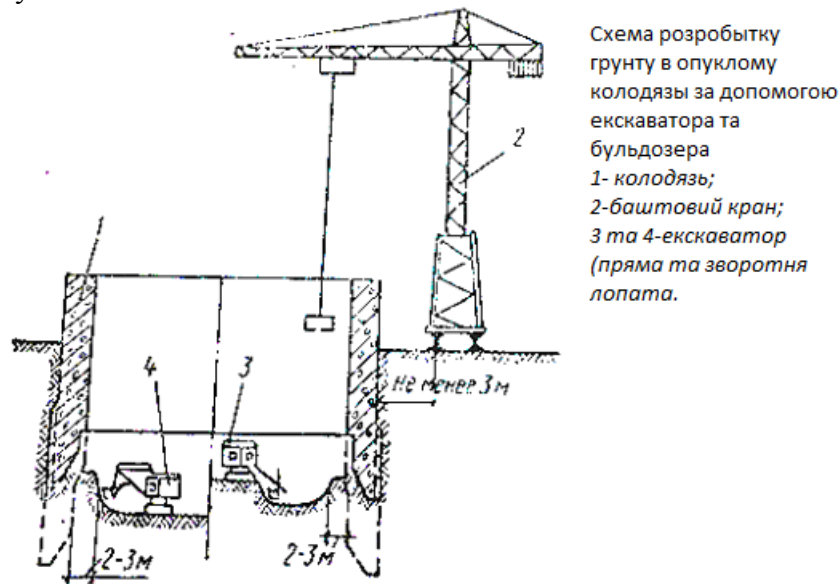
У стійких грунтах з відносно малими коефіцієнтами фільтрації ( $k < 1 \text{ м/сут}$ ) і слабкою водовіддачею раціонально використовувати відкритий водовідлив, здійснюваний шляхом відкачки води насосами з водозбірних піонерних траншей і приямків (зумпфів) усередині колодязя або голкофільтровими установками водозниження, розташованими як правило за зовнішнім контуром колодязя.

**Розробляти грунт у колодязі насухо рекомендується за наступними схемами:**

- бульдозерами з наступним транспортуванням ґрунту на поверхню баштовими або гусеничними кранами в бадях (з навантаженням екскаваторами) або кранами, обладнаними грейфером;

- екскаваторами, обладнаними прямою або зворотною лопатою, з видачею ґрунту на поверхню гусеничними або баштовими кранами в бадях.

У всіх випадках розробка ґрунту виконується рівномірно по всій площі колодязя із залишенням розрахункових зон обпирання. Зони обпирання розробляються бульдозерами, обладнаними спеціальним уширювачем. При роботі механізмів з дизельними двигунами в колодязях необхідно влаштовувати вентиляцію. При роботі з баштовими кранами справність стану підкранових петель повинна перевірятися після кожної «посадки» колодязя, але не рідше 1 разу на добу.



**Мал. Схема ґрунту в опуклому колодязі за допомогою екскаватора та бульдозера.**

Опускання колодязя з розробкою ґрунту засобами гідромеханізації проводиться за наступною схемою:

- розробка ґрунту гідромоніторами із транспортуванням пульпи гідроелеваторами;
- розробка ґрунту гідромоніторами із транспортуванням пульпи землесосами.

**Застосування гідроелеваторів доцільне при глибині опускання до 15 м.**

Розробка ґрунту проводиться від приямку з постійним переміщенням струменя гідромонітору до ножа колодязя, де залишають розрахункові зони обпирання. Глибина розробки ґрунту на одну «посадку» не повинна перевищувати 0,5 м. Пульпа від вибою до приямку транспортується самопливом, ухили русла потоку пульпи залежно від ґрунту становлять 2-8 %.

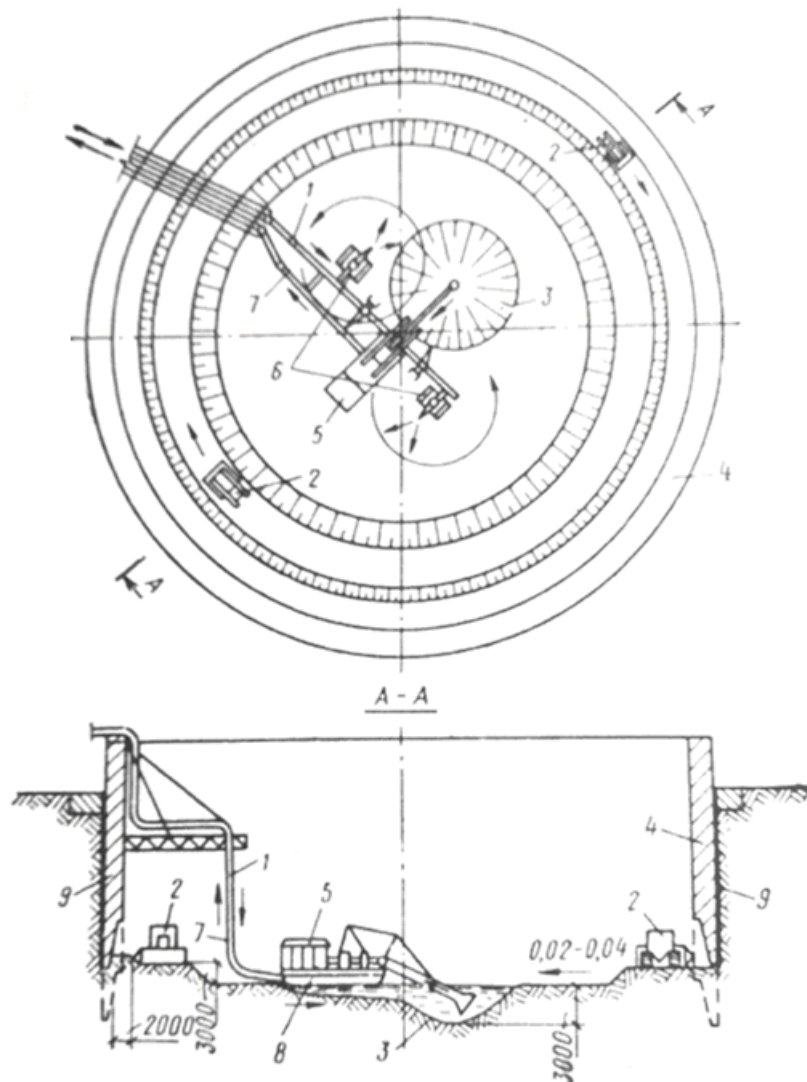


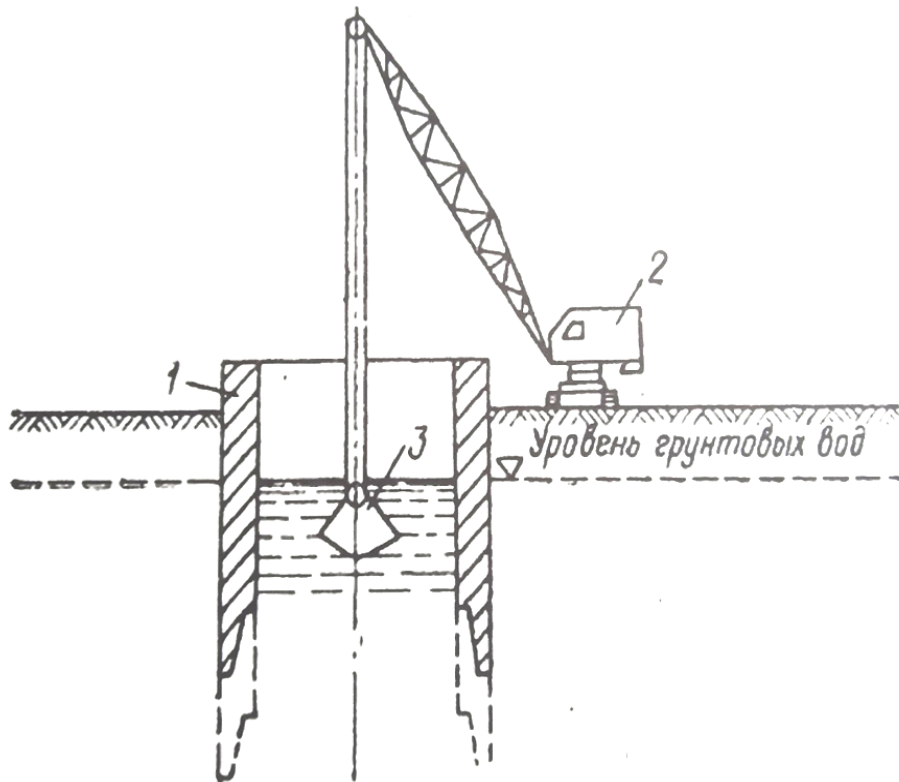
Схема розробки ґрунту в опускному колодязі з застосуванням землесосів, розташованого в середині колодязя на понтоні:  
 1-напорний водовід; 2-бульдозер; 3-зумаф; 4- колодязь; 5-землесос;  
 6-гідромонітори; 7 пульповод; 8- понтон; 9-тискоотрпна рубашка.

**Мал. Схема розробки ґрунту в опускному колодязі з використанням землесосу, розташованого всередині колодязя на понтоні.**

При опусканні колодязя у водонасичених ґрунтах по 2-й схемі розробку ґрунту здійснюють переважно екскаваторами, обладнаними грейфером. Цю схему застосовують при недоцільності відкачки води з колодязя внаслідок великого припливу підземних вод або через наявність нестійких ґрунтів, що загрожують напливами з-під ножа.

Розробка ґрунту грейфером з-під води проводиться рівномірно по всій площі колодязя – від центру колодязя до його країв, при цьому поверхня вибою повинна мати ухил від ножа до центру, щоб ґрунт під впливом ваги колодязя рівномірно по контуру видавлювався під банкеткою ножа.

Для правильного опускання колодязя необхідний безперервний інструментальний контроль його положення.



**Опускання колодязів у скельних ґрунтах проводиться з розпушуванням** порід буровибуховим способом. Розпушування здійснюють по всій площі колодязя на глибину передбачуваної «посадки» з навантаженням ґрунту екскаватором у бадді й видачею на поверхню кранами. Розробку скельного ґрунту потрібно виконувати не тільки в межах контуру, але й за контуром зовнішніх граней ножа, утворюючи пазухи шириною не менш 10 см. Для посадки колодязя, пазухи під банкеткою ножа підбиваються ґрунтом. У зонах обпирання породи рихлять шляхом одночасного вибуху у всіх зонах.

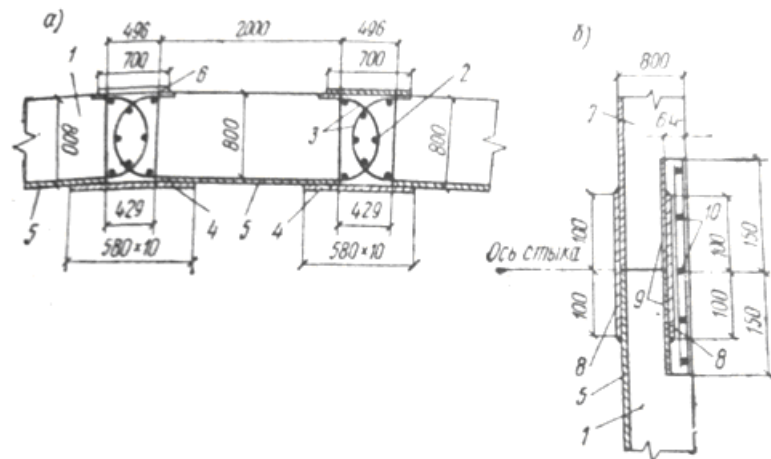
**При обладнанні днища у водонасичених ґрунтах по 2-й схемі** опускання колодязя для обладнання бетонної подушки днища, користуються методом висхідного розчину (ВР) або методом труби, що вертикально переміщується (ВПТ). При бетонуванні подушки методом ВР цементний розчин подають по трубах діаметром 50-200 мм у попередньо засипаний на дно колодязя крупний наповнювач. Труби закріплюють у постійному положенні до закінчення бетонування. Максимальний радіус поширення цементного розчину від кожної труби становить 2,5 м. При бетонуванні подушки методом ВПТ бетонну суміш подають по трубах діаметром 200-300 мм. По мірі бетонування трубу, заповнену на всю висоту бетонною сумішшю, поступово піднімають. Бетонна суміш для цього застосовується від дуже пластичної до щільної, щоб вона могла виходити із труби під дією власної ваги. Радіус поширення бетонної суміші від труби становить 4,5 м. Осушення колодязя проводиться після закінчення твердіння бетону подушки. Обладнання залізобетонної плити днища по другій схемі опускання здійснюється насухо після відкачки води з колодязя.

### **Спорудження колодязів зі збірних залізобетонних елементів**

Монтаж збірних елементів стін опускного колодязя проводять з використанням спеціальних кондукторів. Замонолічування стиків збірних елементів дозволяється починати після установки 75 % панелей стін. При цьому необхідно дотримуватися правильності монтажу збірних елементів у кондукторі згідно з раніше виконаною розміткою для всіх збірних елементів ярусу колодязя, що монтується.

Опускання збірних опускних колодязів, як правило, повинне проводитися в тиксотропній сорочці.

Відповідність форми колодязя проекту, а також вертикальність стін перед початком опускання оформлюються актом комісії на приховані роботи.



Мал. VII-8 Схема закладення стиків між панелями стиків колодезя  
 а-закладення вертикального стику; б-закладення горизонтального стику; 1-плоскі панелі першого ярусу; 2-вертикальна арматура; 3-петльові горизонтальні випуски арматури плоских панелей; 4, 6, 8 та 9 - металічні полоски; 5- металічна гідроізоляція; 7-другий ярус панелей стіни колодезя; 10- захисна армостінка, затерта розчином.

### Схема зашпаровування стиків між панелями стіни колодезя.

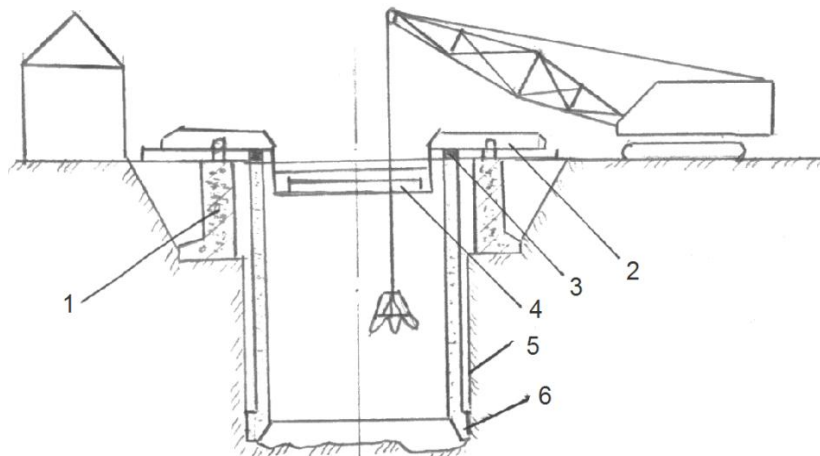
#### 7.6. Заглиблення опускних колодезів способом задавлювання.

##### Заглиблення опускних колодезів способом задавлювання.

Сутність будівництва опускних колодезів способом задавлювання полягає в задавлюванні у ґрунт системою гідродомкратів оболонки колодезя, нарощуваної ярусами, висотою, кратній величині ходу штоків гідродомкратів, у міру розробки й видачі ґрунту.

Заглиблення опускного колодезя проводиться при обов'язковому випередженні ріжучої крайки ножа поверхні вибою. Цей спосіб може застосовуватися при нарощуванні стін як збірними залізобетонними елементами, так і монолітним залізобетоном. Даний спосіб застосовується у різних ґрунтах, окрім скельних і напівскельних, а також порід із включенням валунів діаметром завбільшки 0,2 м.

Роботи виконуються в наступному порядку. Перед початком робіт із заглиблення опускного колодезя виготовляють опорну конструкцію, наприклад, у вигляді кругової контрфорсної підпірної стінки, заглибленої в ґрунт. Опорну конструкцію обладнують обладнанням для задавлювання (на малюнку зображено двуконсольну балку з гідродомкратами).



Мал. Технологічна схема заглиблення колодязя способом задавлювання:

1 - опорний комір; 2 - двоконсольна балка; 3 - гідроциліндри; 4 - полок; 5 - кріплення стовбуру; 6 - ножова частина

У середині опорної конструкції монтують ножову частину, а потім - стіни колодязя в збірному або монолітному варіанті до рівня прибраних штоків гідродомкратів і починають циклічне задавлювання колодязя по мірі нарощування стін і видалення ґрунту.

Така технологія заглиблення колодязів дозволяє вести будівництво опускних споруд без відхилення від вертикалі й може бути використана для зведення шахтних стовбурів, насосних станцій, берегових водозаборів, опор мостів та інших об'єктів.

У якості анкерного обладнання можна рекомендувати застосування анкерів у ґрунті.

Опускний колодязь розраховується на занурення з урахуванням врізання ножа у вибій:

- 1) у пісках – на 1,5 м;
- 2) у супесях і суглинках – на 0,75 м;
- 3) у глинах – на 0,5 м;
- 4) у нестійких обводнених ґрунтах (пливунах) – не менше, ніж на 2 м.

Перевірку міцності й тріщиновитримки колодязя слід робити для випадків виправлення кренів колодязя, коли усе домкратне навантаження зосереджене на 1/3 окружності торця оболонки.

Число домкратів розраховується залежно від вантажопідйомності та діаметру колодязя, що заглиблюється. При заглибленні колодязів діаметром 3-6 м використовують 3-4 домкрати, при діаметрі 6 - 10 м – 4 - 6 домкратів, при заглибленні опускних колодязів більших діаметрів слід передбачати установку домкратів не рідше, ніж через кожні 6-7 м окружності торця.

## **Розділ VIII Технологія зведення фундаментів глибокого закладення.**

### **8.1. Коротка характеристика, застосування.**

#### **Технологія зведення фундаментів глибокого закладення.**

Під будівлі та споруди, чутливі до нерівномірних опадів або такі, що передають на фундамент значні зосереджені навантаження, необхідні надійні основи зі скельних, напівскельних порід або малостиснених ґрунтів. Такі основи зазвичай залягають на великій глибині, іноді в кілька десятків метрів і часто перекриті водоносними шарами. У цих умовах застосовувати відкритий спосіб обладнання фундаментів глибокого закладення технічно складно й економічно недоцільно.

Їх споруджують спеціальними методами: у вигляді глибоких бурових опор, з тонкостінних збірних оболонок і кесонів.

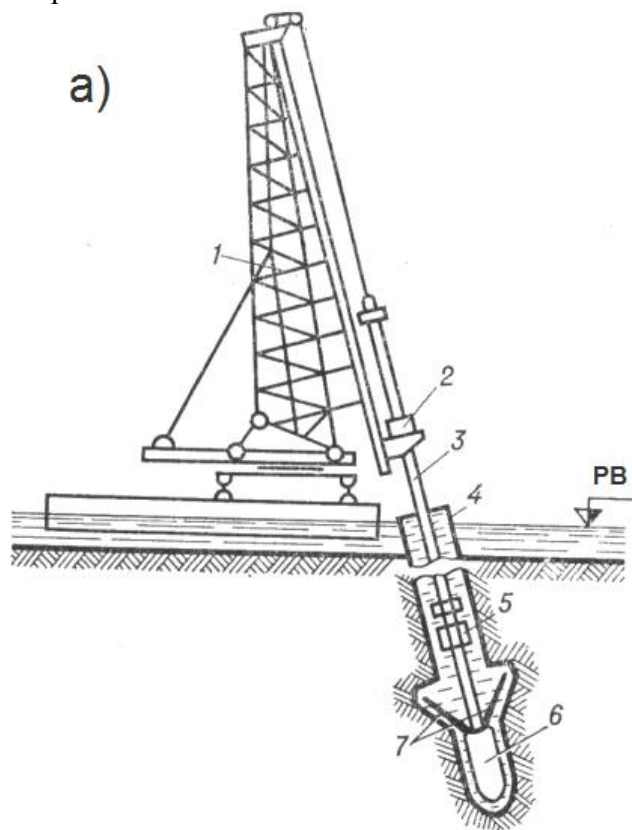
### **8.2. Обладнання ґрунтових бурових опор.**

#### **Глибокі бурові опори.**

Опори є різновидом буронабивних паль та аналогічні їм за технологією обладнання, але відрізняються більшими розмірами: їх діаметри сягають 1,6, 2 і 3 м, а глибина - до 60 м. Для їхнього виготовлення спеціальним устаткуванням бурять свердловини, потім буровим розширювачем розбурюють в основі розширення діаметром відповідно 2,5; 4 і 5 м. Устаткування можна використовувати в будь-яких ґрунтах, крім скельних та таких, що включають великі валуни, усі роботи виконують під шаром глинистого розчину.

У ріках глибиною до 4 м для бурового агрегату влаштовують штучні острівці, при великій глибині рік буравлення ведуть із риштовання або з наплавних засобів. У цьому випадку бурять через інвентарну обсадну трубу, яку попередньо занурюють у дно на 2 м нижче рівня можливого розмиву.

Після розбурювання розширення в свердловину встановлюють арматурний каркас і бетонують її способом ВПТ, з інтенсивністю не менше 4 м по довжині стовбура в 1 годину. Верхній шар бетонної суміші, що піднімається зі свердловини, видаляють на висоту забруднення його глинистим розчином.



Обладнання паль глибокого закладення: 1 - копер; 2 - ротор; 3 - бурова колона; 4 - інвентарна обсадна труба; 5 - напрямний барабан; 6 - фреза; 7 - ножі, що розкриваються.

### 8.3. Технологія зведення опор з тонкостінних оболонок методом загвинчування, вібрування та вдавнення.

#### Опори з тонкостінних збірних оболонок

Для таких фундаментів застосовують металеві й залізобетонні оболонки, що збираються із секцій довжиною до 12 м, діаметром до 4,5 м. Оболонки заглиблюють *загвинчуванням, вібруванням і вдавненням*. Способи ці аналогічні застосовуваним при зануренні паль і різняться лише устаткуванням, що використовується.

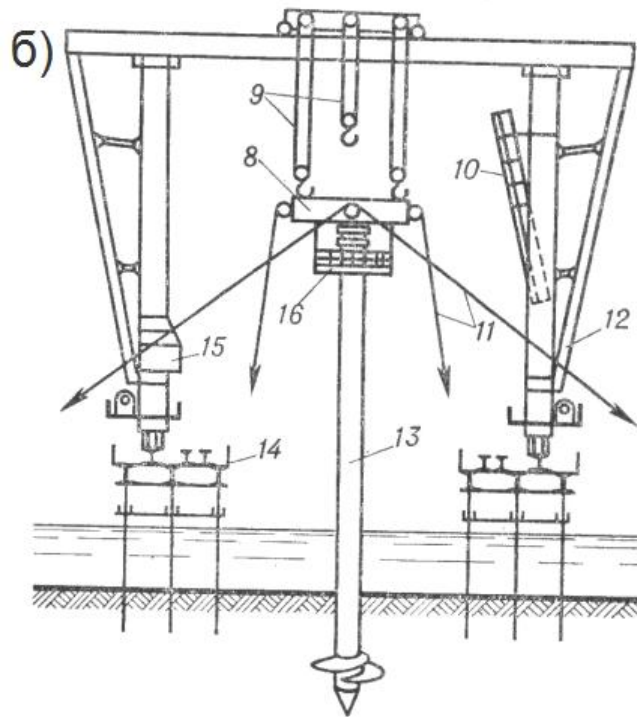
Перевагою фундаментів зі збірних тонкостінних оболонок є індустріальність їх виготовлення й можливість механізувати процеси занурення. У багатьох випадках такі фундаменти заміняють опускні колодязі й кесони. Трохи менша несуча здатність фундаментів-оболонок компенсується можливістю обладнання з них кузових опор, поєднаних загальним залізобетонним ростверком.

#### Оболонки, що заглиблюють загвинчуванням,

складаються із гладкого циліндричного стовбура, гвинтових лопат і гострого наконечника. Лопати й наконечник - металеві, стовбур оболонки із залізобетонних ланок, з'єднаних болтами.

Для загвинчування великих оболонок застосовують спеціальний механізм-кабестан, який обертає оболонку із частотою до 0,5 об/хв, розвиваючи обертаючий момент до 1000 кн-м, (100 тс-м). Кабестан, встановлений на оболонку, розчальють за платформу до нерухоливих точок (до анкерних паль, берегу) чотирма тросами, забезпечуючи цим стійкість системи в робочому положенні й сприйняття реактивного обертаючого моменту.

Оболонки загвинчують до моменту, коли гвинтові лопати заглиблюються у щільний ґрунт. Після цього порожнину оболонки повністю або частково заповнюють бетоном низьких марок.



8 - електрокабестан; 9 - поліспасти; 10 - перекидна драбина до колиски кабестана; 11 - розчалки кабестану; 12 - порталний кран; 13 - гвинтова паля-оболонка; 14 - естакада; 15 - пульт керування; 16 - колиска, що підвішена до кабестану; PB - рівень води

#### **Метод віброзаглиблення оболонок**

У комбінації з гідромеханізацією й буравленням застосовується для проходки в різних ґрунтах і забезпечує надійний контакт із будь-якими основами, включаючи скельні породи, що не руйнуються, навіть при похилому їх заляганні.

Збуджуюча сила віброзаглиблювачів повинна перевищувати в півтора-два рази їх вагу з оболонкою. Для заглиблення на більшу глибину (30 - 40 м) віброзаглиблювачі синхронної дії спаровують, доводячи збуджуючу силу до 500 кН (50 тс). Оболонки заглиблюють вертикально й з нахилом до 6:1. Потрібне положення їм надають напрямними каркасами, які збирають із універсальних інвентарних елементів, що закріплюються на місцевості анкерними палями.

При опусканні оболонки з неї безупинно або періодично видаляють ґрунт. Безперервну розробку ґрунту ведуть способом гідромеханізації, пропускаючи трубопровід, той, що подає та той, що відводить, через спеціальні отвори в наголовнику віброзаглиблювача. Періодичну розробку застосовують, якщо ґрунти містять кам'яністі вклучення або якщо потрібно пробурювати верхній шар скелястих порід при посадці підшви оболонки на основу.

Роботи організують одночасно на оболонках, що розташовані поруч, для того, щоб знявши віброзаглиблювач на період розробки ґрунту з однієї оболонки, його можна було використовувати для заглиблення іншої. Віброзаглиблювач переставляють після опускання кожної оболонки на 3-5 м. Піщані ґрунти в процесі розробки видаляють до рівня ножа оболонки, глинисті ґрунти для полегшення заглиблення видаляють на 1-2 м нижче.

Розробку скельних порід на глибину шару, що розробляється, або при похилому заляганні шару ведуть методом ударно-канатного буріння, застосовуючи важкі долота масою до 7 т. Посаджену на проектну відмітку оболонку очищають від ґрунту, промивають і бетонують. Схема посадки оболонки на основу наведена нижче.

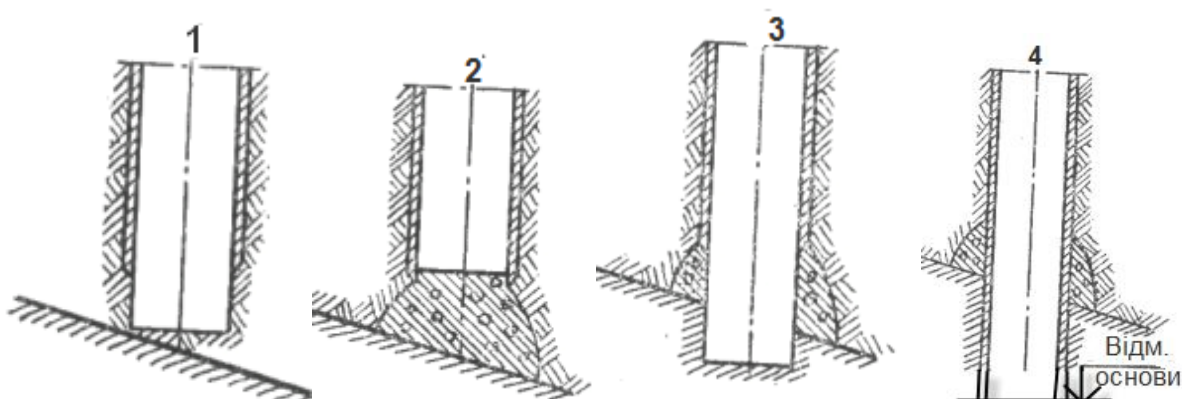


Схема посадки оболонки на ґрунт у складних умовах: 1 - оболонка, що досягла скельної основи; 2 - на дно свердловини вкрито тампонажну кулю бетону; 3 - вид свердловини після розбурювання тампону, що затвердів разом з кулею скельної основи (чи перешкоди); 4 - оболонка свердловини, заглиблена до відмітки основи.

Якщо є підпір ґрунтових вод, оболонку перед бетонуванням заповнюють водою до рівня ґрунтових вод і потім тампонуєть методом підводного бетонування.

Коли бетон досягає необхідної міцності, воду відкачують і подальше бетонування ведуть насухо, заповнюючи всю порожнину оболонки або тільки збільшуючи товщину її стінки.

#### **Заглиблення оболонок вдавлюванням**

Застосовують на відкритих акваторіях, коли щільні малостиснені ґрунти залягають під потужним шаром слабких і мулистих ґрунтів.

Роботи із вдавлювання оболонок ведуть за допомогою плаваючого крана. Оболонку збирають із секцій, з'єднуючи їх фланці зварюванням або на болтах. Металеві стики секцій для захисту від корозії покривають бітумною обмазкою. Нижню секцію в процесі виготовлення з'єднують із ріжучою металевою конструкцією - ножем.

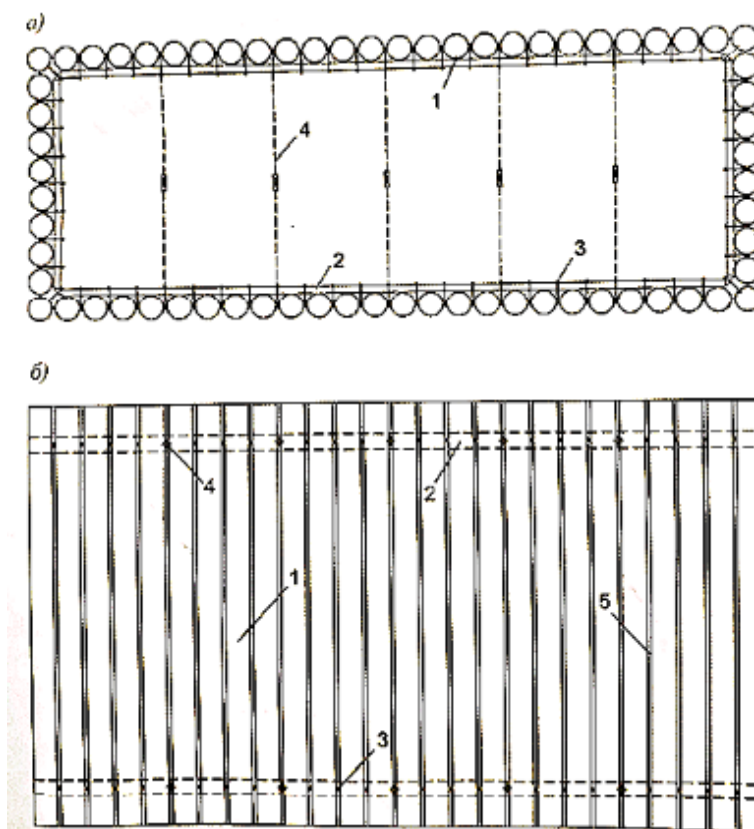
Оболонки вдавлюють багатотонним пакетом залізобетонних плит. Цей вантаж опускають на підготовлену до монтажу розчалену оболонку. У нижніх плитах пакету влаштований отвір для пропуску стовбура оболонки, що забезпечує центрування навантаження; верхня плита має п'яти, що передають навантаження на вінець оболонки. Під тиском вантажу оболонка швидко проходить шар слабких або мулистих ґрунтів і надійно заглиблюється у щільний ґрунт. Після цього вантаж знімають, порожнину оболонки звільняють від мулистого ґрунту засобами гідромеханізації й заповнюють бетонною сумішшю.

#### **ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ОБОЛОНОК ВЕЛИКОГО ДІАМЕТРУ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА ГЛИБОКОВОДНИХ ПРИЧАЛІВ.**

В зв'язку з інтенсивним ростом вантажоперевезень морським транспортом зростає необхідність у глибоководних причалах з глибиною кордону не менше 20 метрів. В Україні в Одесі та Іллічівську торгові порти мають глибину кордону 13-13.8 м, що не дає можливості приймати судна великої вантажомісткості. Для цього у світовій практиці використовуються металеві оболонки великого діаметру. Це сприяє індустріалізації будівництва, зменшує трудомісткість робіт, скорочує терміни зведення споруд і скорочує їх вартість.

Була розроблена принципово нова конструкція металевих оболонок великого діаметру.





Загальний вигляд оболонки великого діаметру прямокутної форми:

а – вигляд конструкції зверху; б – вигляд конструкції збоку.

1 – металеві труби; 2 – розподільчий пояс; 3 – стягуючі болти; 4 – анкери; 5 – з'єднуючі елементи.

### **БАРЕТИ – ЕФЕКТИВНІ ФУНДАМЕНТИ ДЛЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ.**

В Україні застосовується новий тип фундаментів у вигляді барет, викладена методика їх проектування та правила облаштування. Наведено досвід проектування та облаштування комбінованого баретно-плиточного фундаменту на прикладі проекту «MiraxPlaza» у Києві.

Барети – вид буронабивних паль, облаштування яких відбувається за допомогою грейфера. Під захистом суспензії грейфером ристься траншея, у яку згодом опускається арматурний каркас (у разі виробництва армованих барет) та виконується бетонування. Технологія виробництва барет відповідає технології виконання однієї захватки «стіни в ґрунті».

Баретні фундаменти використовуються при високих навантаженнях, найчастіше при висотному будівництві, і можуть слугувати альтернативою буронабивним палям, особливо коли потрібне облаштування значної кількості паль великих діаметрів. Барети за рахунок порівняно великих розмірів можуть сприймати великі навантаження по матеріалу та по ґрунту.

Барети виготовляються у формі чотирикутника та різноманітних комбінацій з них. При обиранні геометричних параметрів барет виходять з принципу співвісної передачі навантаження від вертикальних елементів верхньої конструкції (стіни, колони, пілони тощо) на елементи фундаменту, та відповідно підбирають розміри барет. Окрім цього, при визначенні розмірів барет необхідно враховувати можливі розміри грейфера та виробничі особливості при сполученні кількох барет у єдиний елемент.

Часто виробництво барет особливо доцільне у комбінації з виробництвом «стіни в ґрунті», тому що необхідні для виробництва техніка та прилади (грейфер, силоси для суспензії тощо) є в розпорядженні на будівельному майданчику, та одна виробнича технологія використовується як для фундаментів, так і для конструкції, що обгороджує.

При проектуванні баретних фундаментів особливу увагу необхідно приділяти стійкості траншеї, яка повинна підтверджуватися розрахунком. У робочих кресленнях баретного фундаменту повинна бути вказана розрахункова щільність суспензії, що використовується, при якій стійкість траншеї забезпечена.

При аналізі інженерно-геологічних умов необхідно звернути увагу на можливі крупнозернисті, галькові або схожі відкладення. При їх наявності (через те, що суспензія не може утримати тиск від таких відкладень) стійкість траншеї не може бути забезпечена без прийняття особливих заходів (попередня ін'єкція, спеціальні конструкції, що огорожують тощо).

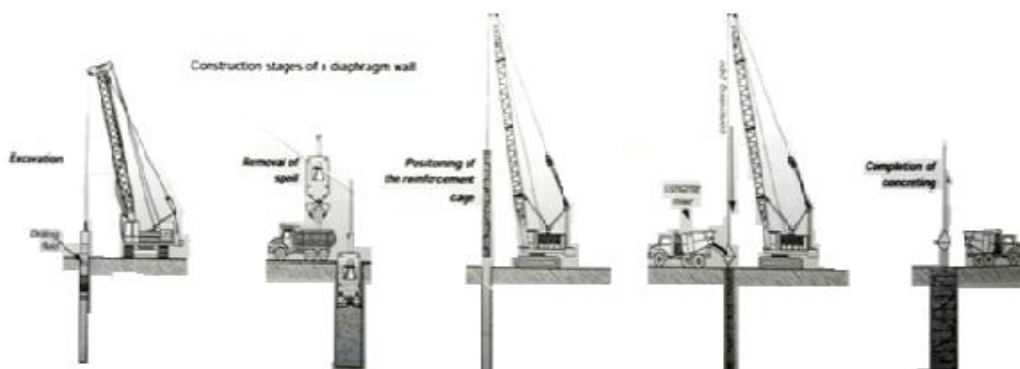
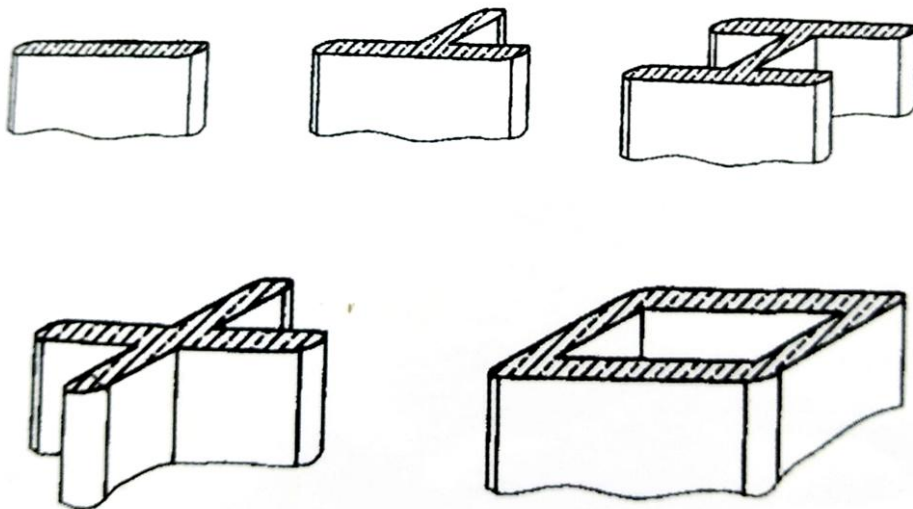
Під час аналізу гідрогеологічних умов на об'єкті, що проектується, важливо враховувати тиск води на підшву траншеї та запобігати зменшенню її щільності через тиск води. У зв'язку з цим необхідно виявити можливі напружені водоносні горизонти та тиск у них.

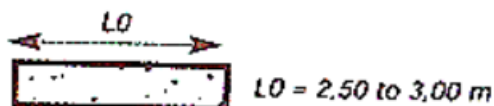
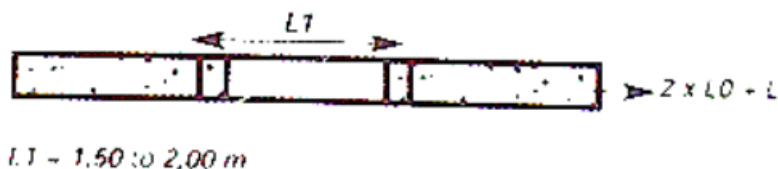
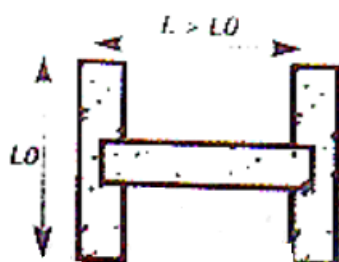
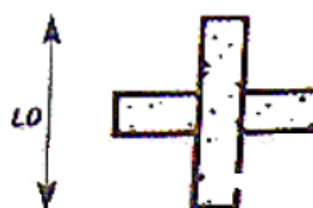
#### **Правила влаштування барет**

Перед початком влаштування самих барет необхідно виконати форшахти, які забезпечують вертикальне ведення грейфера при влаштуванні траншеї. Форшахти не є елементами несучої конструкції і влаштовуються виключно у відповідності з виробничими вимогами.

Рівень, з якого влаштовуються барети, повинен знаходитись вище рівня ґрунтових вод, тому що влаштування барет при проведенні водозниження неприпустиме. В іншому випадку, при роботі насосів у свердловинах водозниження можливе потрапляння суспензії та/чи бетону до свердловини, що може призвести до виходу зі строю останніх та до екологічного порушення гідрогеологічного режиму. Окрім цього, можливе зниження несучої здатності конструкції барети.

Процес облаштування баретного фундаменту представлений на мал.



**Single element****Panel****H shape****Cross shape**

Траншея заповнюється суспензією по мірі відривання (на сьогоднішній день, як правило, використовується бентонітова або полімерна суспензія). Перед використанням суспензії її щільність повинна бути перевірена дослідним шляхом на відповідність проектній щільності.

При влаштуванні барет необхідно контролювати рівень суспензії для забезпечення стійкості траншеї, можливі втрати повинні фіксуватися та аналізуватися. З точки зору економічної доцільності та екологічності виробництва суспензія повинна використовуватися багаторазово, для чого на об'єкті, як правило, встановлюють силоси. Для подальшого використання суспензія повинна постійно очищуватися від великих часточок ґрунту.

При завершенні робіт з влаштування траншеї та перед бетонуванням необхідно виконати очищення підшви траншеї від великих фракцій ґрунту. Після очищення підшви траншеї від великих часточок виконується вертикальне бетонування, при цьому повинні бути вжиті заходи з попередження розшарування бетону.

При заливці бетону необхідно передбачити, що при бетонуванні під бентонітовим розчином верхній шар бетону внаслідок змішування розчину з ґрунтом та суспензією не відповідає якості та міцності бетону, передбаченим у проекті. У зв'язку з цим необхідно враховувати, що верхній шар бетону, так званий «брудний бетон», повинен бути згодом видалений. Як правило, висота шару брудного бетону складає близько 1 м. Цей факт повинен бути врахований у проектних та виробничих відмітках.

**Використання баретного фундаменту****Короткий опис об'єкту**

На сьогоднішній день використання барет отримує усе більше поширення у світі. При будівництві висотних будівель в Азії та Європі, особливо у Франції, цей вид фундаменту використовується досить часто. В останній час ця технологія спорудження фундаменту знайшла широке використання на будівельних майданчиках України. Часто проектується комбіновані «баретно-плитні» фундаменти, коли в роботу залучається фундаментна плита.

На початку 2007 р. компанія «MiraxGroup» вийшла на український ринок з проектом висотного багатофункціонального комплексу «MiraxPlaza», розташованого у центрі Києва. У зв'язку з високою потребою міста у офісних будівлях класу «А» та у високоякісному житлі було прийнято рішення про будівництво двох веж з торгівельно-розважальним центром та паркінгом загальною площею 294 тис. м<sup>2</sup>. Висота веж складає 192 м (46 поверхів), що на

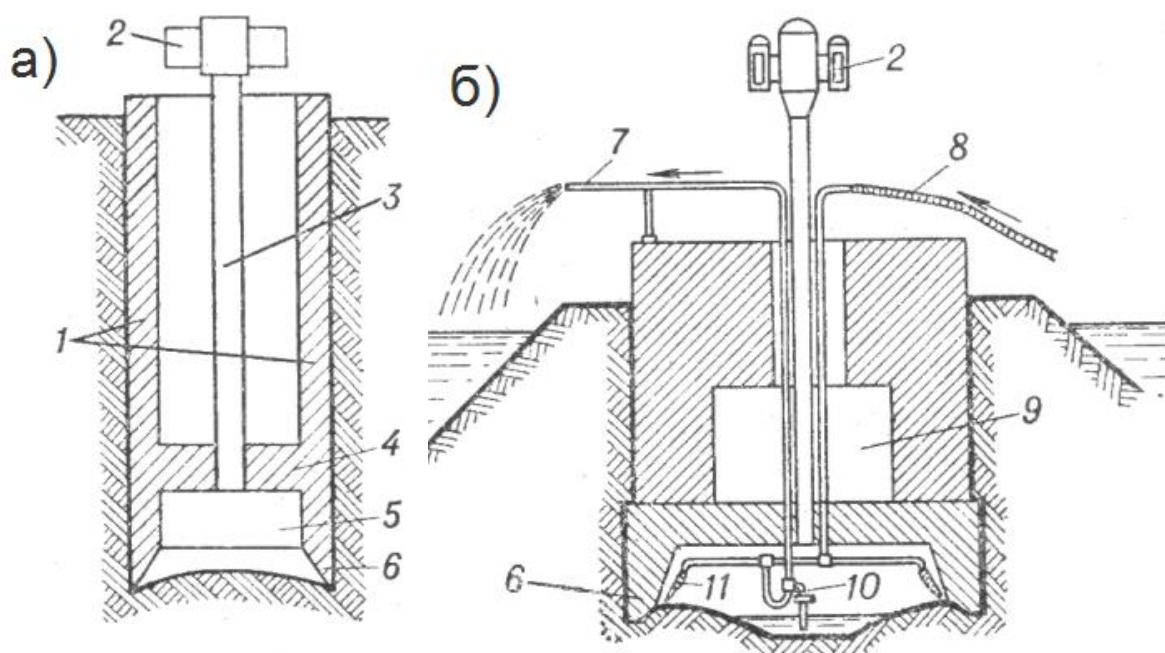
даний момент є проектом однієї з найвищих будівель в Україні. Висотні будівлі розташовані у підніжжя 30-метрового схилу. Торгівельно-розважальний центр з паркінгом врізається на 20 м у схил, на вершині якого розташовані житлові будівлі з 6-9 наземними поверхами. Для будівництва паркінгу та утримання схилу передбачається влаштування підпірної стіни з буронабивних паль у розбіжку, закріплених кількома рядами анкерів у ґрунті.

#### 8.4. Кесонний метод обладнання фундаментів, сутність методу.

##### Заглиблення кесонів

Кесонний метод обладнання фундаментів глибокого закладання застосовують, коли заглибленню звичайних опускних колодязів заважає сильний наплив ґрунту або якщо ґрунти містять великі включення твердих порід, а великий приплив води ускладнює роботи з осушення.

Оболонка фундаменту повинна мати в нижній частині кесонну камеру з ножом і перекриттям, а також шахту зі шлюзом.



Кесонний метод облаштування фундаментів: а - основні елементи кесона; б - заанкернення кесону за допомогою гідромеханічної установки з дистанційним керуванням: 1 - надкамерні стіни; 2 - шлюзовий апарат; 3 - шахтна труба; 4 - стеля камери; 5 - кесонна камера; 6 - консоль камери з ножовою частиною стіни; 7 - відвід пульпи; 8 - подача води від насосної станції; 9 - камера спостереження та дистанційного керування; 10 - гідроелеватор, що видаляє пульпу; 11 - гідромонітор, що обертається.

#### 8.5. Основні технологічні процеси при спорудженні кесонів.

##### Сутність методу

*Полягає в тому, що під час заглиблення оболонки в її кесонну камеру нагнітається стиснене повітря, що витісняє ґрунтові води за межі ножа. Тоді внутрішній тиск повітря запобігає напливу ґрунту, і розробку твердих включень ведуть в осушеному просторі камери. Для входу в кесони й транспортування ґрунту служить шлюзовий апарат, що має герметизовані двері назовні та люк у шахту.*

Стиснене повітря в кесон і шлюзовий апарат подають роздільно. Раптове зниження тиску в кесоні може призвести до аварії й важким захворюванням робітників, тому двері й люки завжди роблять так, щоб вони відкривалися у бік більшого тиску, що запобігає випадковій втраті повітря. Щоб відкрити зовнішні двері, коли кесон перебуває під тиском,

потрібно закрити люк у шахту та знизити тиск у шлюзовому апараті. Коли зовнішній та внутрішній тиски зрівняються, двері можна відкрити. При цьому тиск повітря в шахті та кесоні збережеться. Після входу в шлюзову камеру, зовнішні двері закривають. Потім піднімають тиск повітря усередині камери до рівня тиску в кесоні. Тільки після цього можна відкрити люк шахти для входу робітників або транспортування ґрунту.

Шахту монтують із ланок труб на фланцях. Її можна нарощувати при опусканні, не знижуючи тиск у кесоні. Для цього закривають люк на стелі кесону, знижують тиск у шахті й виконують роботи з нарощування.

Кесони заглиблюють у ґрунт під дією ваги конструкції. Але заглибленню тут перешкоджає не тільки опір ґрунту, а й тиск повітря в кесонній камері. Успішне заглиблення визначається співвідношенням активних і реактивних сил:

$$Q_1 + Q_2 > T + P_3 \cdot 1 + 100 P_v \cdot 2 \text{ кн (тс)},$$

де  $Q_1$  - вага кесонної камери, кн (тс);  $Q_2$  - те ж, надкесонної будови, кн (тс);  $T$  – загальна сила бічного тертя колодязя та ґрунту, кн (тс);  $P_3$  - тиск ґрунту під ножем кесону, кн/м<sup>2</sup> (тс/м<sup>2</sup>);  $1$  – площа внутрішньої поверхні ножової частини кесона, м<sup>2</sup>;  $2$  - площа кесона по зовнішньому обрису, м<sup>2</sup>;  $100 P_v$  - надлишковий тиск повітря в кесоні, кн/м<sup>2</sup> (тс/м<sup>2</sup> )

Регулюючи в певних межах надлишковий тиск повітря, можна управляти процесом заглиблення й рівнем води в кесоні.

Технологічна схема зведення фундаментів кесонним методом включає наступні процеси:

- 1) *підготовчі роботи;*
- 2) *виготовлення кесону;*
- 3) *заглиблення кесону до проектної відмітки;*
- 4) *заповнення кесонної камери бетонною сумішшю або іншим матеріалом за проектом.*

У підготовчий період монтують компресорну станцію з резервними агрегатами й розвідну мережу. Кесонну камеру, попередньо виготовлену, частково облаштовують стіною оболонки таким чином, щоб порожня оболонка надавала камері плавучість при транспортуванні. Кесонну камеру водним шляхом доставляють до місця встановлення, розчальюють до анкерних паль, нарощують шахту на висоту, що забезпечує її піднесення над водою після заглиблення, і заглиблюють.

Кесон складається з кесонної камери, надкесонної будови й шлюзового обладнання. Кесонну камеру виготовляють, як правило, із залізобетону П-образної форми. Висота камери від банкетки до стелі  $H_k$  2,2 м. У стелі камери залишається отвір для установки шахтної труби. Стінки камери закінчуються ножем. Надкесонна будова являє собою повнотілу монолітну конструкцію з бетону або залізобетону. Шлюзове обладнання включає шлюзовий апарат, матеріальний і людській шлюзові прикамерки. Стиснене повітря подається компресором по трубопроводах із двох ниток: робочої й резервної.

Під час заглиблення оболонки її стіни нарощують до верхнього стику ланок шахти. У момент занурення нижче рівня води тиск повітря в кесоні піднімають і в міру заглиблення збільшують його так, щоб трохи перевищити гідростатичний тиск на рівні ножа, тільки в цьому випадку забезпечується повне осушення камери кесона.

*Зазвичай ґрунт у кесонній камері розробляють методами гідромеханізації: розмивають гідромоніторами й видаляють пульпу гідроелеватором.* Керування стовбурами гідромоніторів буває ручним (коли оператор перебуває у кесонній камері) або дистанційним - тоді він перебуває в спеціальній надкесонній камері, у якій зберігається нормальний тиск повітря. Спостерігають за ходом робіт через перископи. Схема подібної установки приводиться

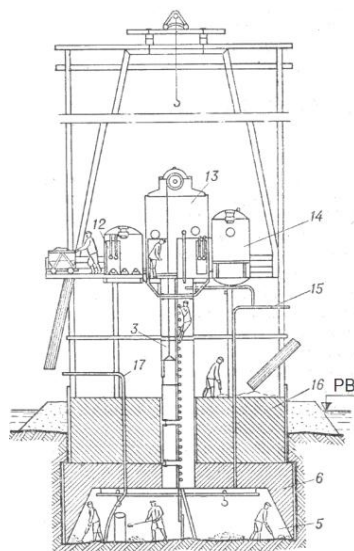


Схема занурення кесону при розробці ґрунті засобами малої механізації: 3 - шахтна труба; 5 - кесонна камера; 6 - консолькамери з ножовою частиною стіни; 12 - матеріальний прикамерок шлюзу; 13 - центральна камера шлюзового апарату; 14 - пасажирський прикамерок; 15 - подача стиснутого повітря; 16 - надкесонний масив кладки; 17 - сифонна труба для видалення води, що просочилася, та надлишкового повітря; PB - рівень води

**Гідромеханічну розробку щільних ґрунтів ведуть від ножа до середини**, у слабких ґрунтах - тільки в середній частині дна. Слабкий ґрунт з-під ножа видавлюється під дією ваги конструкції й сповзає в центральну лійку, а тут розмивається струменем гідромонітору й видаляється гідроелеватором. По мірі опускання кесона зростають сили бічного тертя й тиск стисненого повітря на стелю камери, внаслідок чого рух кесона уповільнюється, а при рівновазі цих сил може зовсім припинитися. Тоді для подальшого занурення застосовують форсований спосіб посадки кесона. Для цього по периметру ножа розробляють траншею глибиною до 0,5 м, потім усі робітники залишають кесонну камеру й надлишковий тиск у ній знижують, але не більше ніж на половину. У результаті рівновага активних і реактивних сил порушується, і кесон швидко поринає до упору ножа в дно траншеї. Після цього тиск повітря знову піднімають і розробляють ґрунт у центрі камери.

Якщо ґрунти не піддаються гідромеханізації, доводиться розробляти їх вручну пневматичними інструментами й дрібними вибухами.

**Щільні ґрунти в цьому випадку розробляють в іншому порядку.** Спочатку уздовж периметра ножа риють траншею глибиною до 0,5 м, починаючи між фіксованими точками й просуваючи її так, щоб ґрунт проти цих точок був вийнятий в останню чергу. Потім розширюють траншею, розробляючи ґрунт убік ножа.

Коли опірна площа ножа зменшується, кесон заглиблюється до упору ножа у дно траншеї. При проходці скельних порід риття траншеї розширюють за межі ножа назовні на 10-15 см, інакше кесон може бути затиснутий випадковими уламками або нерівностями та вийде перекіс.

Робота людей у кесоні допускається при тиску не більше  $0,4 \text{ Мн/м}^2$  (4 атм.), що відповідає глибині 40 м, але через те, що тиск у кесоні повинен на 10% перевищувати тиск стовпа води, то практично досяжна глибина занурення складає лише 36 м. Занурення глибше 40 м можливе при автоматичній розробці ґрунтів або дистанційному керуванні механізмами. Зсув кесонів у плані не допускається більше, ніж на 0,01 глибини занурення, тангенс кута відхилення осі від вертикалі не повинен перевищувати 0,01.

## 8.6. Охорона праці при обладнанні фундаментів глибокого закладення.

### Охорона праці при обладнанні фундаментів глибокого закладення.

При заглибленні оболонок велику небезпеку представляють їхні шахти, поки вони не заповнені бетоном. Зону незабетонуваних оболонок обгороджують і позначають попереджувальними написами. Обгороджувати треба місця роботи кранів, бурових установок і зони підричних робіт.

Шлюзові апарати, шахтні труби й системи подачі повітря кесонів випробовують гідравлічним тиском, що перевищує максимальний робочий тиск в 105 разів. Компресорну станцію забезпечують резервними компресорами. Компресорна робоча камера кесону, камера шлюзового апарату, насосна станція, контора виконавця робіт, медпункт і лікувальний шлюз повинні бути з'єднані місцевим телефонним зв'язком. У кесонах, що заглиблюють у слабкі ґрунти, улаштовують шпальні клітки, що попереджають можливість раптового осідання.

Робота в кесоні під великим тиском небезпечна для здоров'я, тому в міру підвищення тиску з 0,01 до 0,39 Мн/м<sup>2</sup> (0,1-3,9 атм.) тривалість робочого дня скорочують від 5,2 до 2,4 год., а час шлюзування при вході в кесонну камеру й виході з неї збільшують.

Не менш важливі вимоги до температури повітря, що подається: при тиску до 0,2Мн/м<sup>2</sup> (2 атм.) вона повинна становити +16 - +20 С, при тиску до 0,4Мн/м<sup>2</sup> (4 атм.) - від +18 до +26 С. На кожного робітника потрібно подавати 25 м<sup>3</sup> стисненого повітря на годину.

Фундаменти:

1. Нормативний опір ґрунту повинен відповідати лабораторним.
2. На пухкий ґрунт не можна ставити основи.
3. У випадках перекопаних котлованів по відміткам фактичним складається акт на додаткові роботи.
4. Виконується бетонна або піщана підготовка
5. Не можна допускати замочування котловану.
6. На мерзлий ґрунт ставити фундаменти не можна.
7. Марка бетону повинна відповідати проектній не нижче Б-15.
8. На пальовий фундамент складається акт приймання основ та ведеться журнал забивки паль та проводяться випробування.
9. Акт приймання основи.

Перші удари по палі роблять із малої висоти - 0,5 м, поки паля не отримає правильний напрямок.

Потім силу удару збільшують до максимальної, від кожного удару паля заглиблюється на певну величину, яка зменшується по мірі заглиблення.

Надалі настає момент, коли після кожного удару паля заглиблюється на оду і ту ж саму величину, яку називають відмовою. Відмову прийнято знаходити як середню величину після замірювання заглиблення від десяти ударів. Серію ударів, виконуваних для виміру середньої величини відмови, називають заставою.

Палі забивають до досягнення розрахункової відмови.

Лр визначають по формулі

$$L_p = \frac{nQH_nF}{P_{np}(P_{np} + nF)} \cdot \frac{Q + 0.2q}{Q + q}$$

Де Q- маса ударної частини молота, т

q- маса палі з оголовком, т

H<sub>n</sub>- розрахункова (залежна від устаткування) висота падіння ударної частини молота, см

n- коефіцієнт, що залежить від матеріалу палі й способу забивання, тс/см<sup>2</sup>

F- площа поперечного перерізу палі, м<sup>2</sup>

P<sub>np</sub>- гранична несуча здатність палі

Якщо середня відмова в трьох послідовних заставах не перевищує розрахункової, процес забивання палі вважається закінченим.

Величину застави для визначення відмови палі, що заглиблюють молотами подвійної дії й віброзаглиблювача, встановлюють за часом.

Прийнято визначати відмову по величині заглиблення палі за 1 хв. дії молота при заданому тиску пари або повітря, а для віброзаглиблювача – за 1 хв роботи при заданій напрузі струму у мережі. Усі зміни відмови палі, її номер, відомість про хід заглиблення й можливі відхилення від правильного положення, дані про умови роботи молотів і віброзаглиблювачів, записують у спеціальний журнал.

## **Розділ VIВ Транспортні та підготовчі процеси**

### **9.1. Загальна характеристика.**

#### **Транспортні та підготовчі процеси.**

Будівництво промислових і цивільних будівель та споруд пов'язане з переміщенням значної кількості вантажів. Так, для зведення 1 м<sup>2</sup> промислової будівлі перевозять у середньому 0,15 т вантажів, а цивільного-0,4 т. Транспортні і пов'язані з ними вантажорозвантажувальні роботи впливають на вартість і трудомісткість будівництва об'єктів та становлять у середньому 20-25% загальної вартості й трудомісткості будівельної продукції.

Настільки значна питома вага транспортних робіт вимагає оптимальних рішень при виборі напрямку вантажопотоків, транспортних засобів, а також комплексної механізації усього транспортного процесу-навантаження, переміщення, розвантаження.

При цьому необхідно прагнути до зменшення відстані перевезень вантажів, уникати перевантажень, раціонально використовувати у вантажно-розвантажувальних операціяхосновні монтажні механізми будівельного майданчика.

*Однак, питомих обсяг перевезень вантажів, віднесений до 1 м<sup>2</sup> споруджуваного об'єкта, у майбутньому трохи зменшиться за рахунок застосування нових ефективних матеріалів і конструкцій, що повинно призвести до загального зниження маси будівель та споруд.*

### **9.2. Класифікація вантажів по фізичним характеристикам.**

Усе різноманіття будівельних вантажів прийнято класифікувати за їхніми фізичними характеристиками на дев'ять наступних видів:

- 1) *сипучі*-пісок, гравій, щебені, ґрунти;
- 2) *порошкоподібні -цемент*, гіпс, усілякі порошкоподібні шпаклювальні суміші, що швидко готуються, для приготування всіляких розчинів і клейових сумішей для оздоблювання будівель.
- 3) *тістоподібні-бетонна* суміш, розчин, вапняне тісто;
- 4) *дрібноштучні -цегла*, бутовий камінь, асфальт у плитках, бідони з фарбою тощо;
- 5) *штучні-віконні* дверні блоки, залізобетонні плити й панелі;
- 6) *великовагові-залізобетонні* елементи значної маси, різного виду важке устаткування;
- 7) *довгомірні-залізобетонні* й сталеві колони, ферми, труби, лісоматеріали;
- 8) *великооб'ємні* - санітарно-технічні кабінки, блок-кімнати, великогабаритні контейнери, резервуари та інші ємності;
- 9) *рідкі-бензин*, гас, мастила тощо.

### **9.3. Види транспорту за переміщенням вантажів.**

Від фізичних характеристик вантажів залежать не лише методи виконання навантажувально-розвантажувальних робіт та види приладів і засобів для їх переміщення,



але і коефіцієнт використання вантажопідйомності і місткості транспортних засобів, від якого, у свою чергу, залежать тарифи на перевезення, а також трудомісткість транспортних робіт. Так, тарифи на автомобільні перевезення різних вантажів залежать від міри використання вантажопідйомності автомобіля і підрозділяються на 4 класи

Клас тарифу	Використання вантажопідйомності автомобіля, %
I	100
II	71-99
III	51-70
IV до 50	

Вантажі в будівництві переміщують горизонтальними й вертикальними видами транспорту.

**Горизонтальним** транспортом вантажі переміщують від місця їх отримання до об'єктів будівництва та на самих об'єктах.

**Вертикальним** транспортом піднімають і опускають конструкції, деталі, матеріали при вантажно-розвантажувальних роботах і в робочій зоні споруджуваного об'єкта.

Стосовно будівельного майданчика й будівельних об'єктів розрізняють горизонтальний транспорт – зовнішній, внутрішньобудівельний і об'єктний. За допомогою зовнішнього транспорту перевозять будівельні вантажі, що надходять на будівельний майданчик ззовні, по шляхах загального користування.

**Внутрішньобудівельний** транспорт забезпечує переміщення вантажів по території будівництва, а **об'єктний** транспорт – переміщення безпосередньо на об'єкті.

В умовах індустріального будівництва значна частина таких вантажів, як, наприклад, збірні конструкції, доставляється від підприємств будівельної індустрії до робочих місць. У такий спосіб усувається відмінність між зовнішнім і внутрішньобудівельним транспортом.

У ряді випадків є можливість сполучити транспортні процеси з технологічними. У цих цілях застосовують спеціальні засоби для переміщення вантажів – **транспортні засоби технологічного призначення**.

До таких засобів відносяться, наприклад, автобетонозмішувачі (приготування й переміщення бетонної суміші відбувається одночасно). Транспортні засоби технологічного призначення перспективні й відіграють у сучасному будівництві усе більшу роль.

У промисловому і цивільному будівництві зовнішні й внутрішньобудівельні транспортні перевезення здійснюють в основному **рейковим і безрейковим** транспортом. Значно рідше використовують **повітряний** (для доставки вантажів у важкодоступні райони гелікоптерами й великовантажними літаками) і **спеціальний** (для доставки вантажів в умовах надто пересіченої місцевості й водних перешкод) – підвісні канатні дороги, кабельні крани, монорейкові дороги тощо. Повітряний і деякі види спеціального транспорту по своїм технологічним можливостям забезпечують горизонтальне і вертикальне переміщення будівельних вантажів.

#### 9.4. Що таке вантажообіг, вантажопотік.

При виборі виду транспорту слід враховувати цілий ряд факторів, і, в першу чергу, роль вантажів та пов'язані з ними умови вантажно-розвантажувальних робіт, дальність перевезень, дорожні умови, необхідний вантажообіг і вантажопотік.

**Вантажообігом** (добовим, місцевим, річним) називається загальна кількість вантажів у тонах, які необхідно перевезти за певний проміжок часу.

**Вантажопотоком** називається інтенсивність перевезення вантажів у тонах по певній ділянці транспортного шляху в одиницю часу. Сума виконаних вантажопотоків по кожному вантажу на відстань перевезення становить загальний тона-кілометраж по усьому майданчику за цей час.

Вибір засобів горизонтального транспорту в кожному конкретному випадку вирішується шляхом порівняння варіантів. Перевага віддається тому варіанту, який при менших витратах забезпечує мінімальну собівартість перевезень  $C$ .

$$C = E + \text{Э} \text{ min,}$$

де  $C$  – сумарні витрати;  $E$  – сума одноразових витрат;  $\text{Э}$  – сума експлуатаційних витрат за весь час експлуатації транспортних засобів, що обслуговують будівництво.

Іноді найбільш економічне рішення залежить від правильного вибору типу транспортної одиниці по найбільш низькій собівартості перевезення 1 т вантажу  $C_T$ , грн.

$$C_T = M_{\text{м.днів}} / P_{\text{см}},$$

де  $M_{\text{м.днів}}$  – собівартість 1 маш.-зміни транспортної одиниці, грн.;  $P_{\text{см}}$  – продуктивність автомобіля в зміну в умовах будівництва, т.

## 9.5. Рейковий транспорт.

### Рейковий транспорт

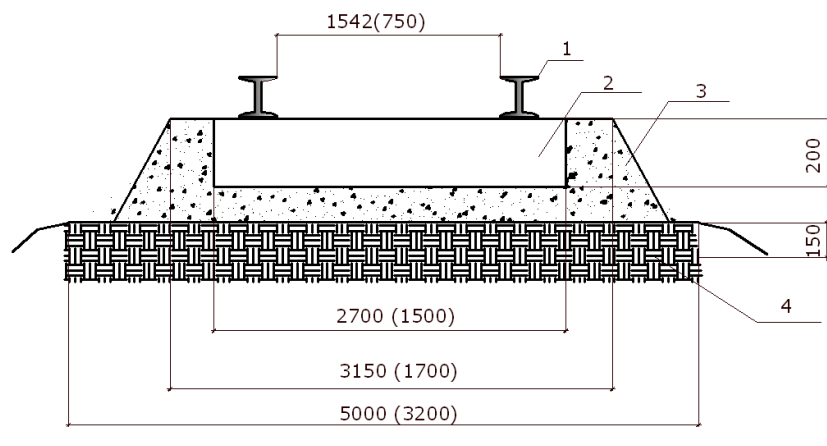


Рис. Рейкова колія: 1- рейки; 2- шпали; 3- баластовий шар; 4- земляне полотно

У якості рейкового транспорту в будівництві використовують залізничний з дорогами нормальної (1524 мм) і вузької колії (750 мм).

#### ***Залізничному транспорту властиві деякі характерні якісні показники:***

- *порівняно низька вартість перевезень;*
- *можливість через велику вантажопідйомність одиниці рухомого складу використовувати невелике число транспортних засобів для доставки значної кількості вантажів.*

Дані переваги найбільш повно характеризуються під час перевезення вантажів на відстані, що перевищує 200 км. В іншому випадку середньодобовий пробіг транспорту виявляється надзвичайно низьким, знаходження в дорозі вагонів з вантажем становить тільки 4-5% часу повного циклу. Ці обставини призводять до значного збільшення собівартості перевезення вантажів.

У будівництві залізничний транспорт застосовується в основному при зведенні промислових і гідротехнічних споруд, а також при розробці великих кар'єрів по видобуванню будівельних матеріалів.

#### **Обладнання залізничних колій.**

Залізничні колії будівельних майданчиків поділяють на під'їзні будівельні майданчики, що з'єднують із загальною мережею залізниць, і внутрішньобудівельні, по яких перевозять вантаж усередині будівельного майданчика. Залізнична колія складається із земляного полотна та покладеного по ньому верхнього настилу. Земляне полотно повинне бути міцним і стійким до впливу різних навантажень, води та інших факторів. Для цього насип виконують із дренажних ґрунтів, а полотно захищають від дії атмосферних опадів. Із цією метою

земляному полотну надають трапецевидний профіль (зливна призма), що забезпечує відвід атмосферних опадів бік -у водовідвідні канали, що мають поздовжній ухил. Верхня будова колії складається з баластового шару (при розрахунковій тривалості експлуатації будівельного шляху менше року може не укладатися), шпал (1300-1900шт на 1км) і рейок. Баластовий шар товщиною 15-30 см укладають з добре дренажного матеріалу (пісок, шлаки, гравій, щебені), що забезпечує пропуск атмосферних вод з наступним стоком їх по зливній призмі. Шпали для будівельних шляхів виготовляють із дерев'яних брусів, просочених для збільшення строку їх служби (від 3 до 12 років) креозотом або застосовуються з/б шпали. На шпалах кріплять сталеві рейки довжиною 12,5 або 25м, що укладаються з невеликим нахилом всередину для сприятливого проходження бандажем коліс рухомого складу. Похиле положення рейок досягається за рахунок клиноподібної форми металевих підкладок, що мають отвори для кріплення рейки до шпали.

#### **Рухомий склад і його технологічні особливості.**

У якості *тягових засобів* у будівництві застосовують електровози, тепловози й мотовози (тепловози потужністю менше 300 кВт називаються мотовозами). Найбільш ефективні тепловози та мотовози.

У якості *рухомого складу* для потреб будівництва служать відкриті платформи (для будівельних конструкцій і довгомірних вантажів), вагони-самоскиди (думпкари) з бічним перекиданням (для ґрунту й заповнювачів), напіввагони-гондоли з люками у днищі (застосовуються для штучних і сипучих вантажів) і хопери з бункероподібним кузовом для сипучих матеріалів. З гондол і хоперів сипучі вантажі розвантажують униз через бункери на естакадах на пунктах розвантажування. Окрім того, існують спеціальні типи залізничних вагонів: для перевезення цементу- у вигляді цистерн, для перевезення бітуму- у вигляді ковшів, що нахилиються тощо. В даний час випускають в основному чотиривісні вагони всіх видів вантажопідйомністю 50-60т.

#### **9.6.Безрейковий транспорт.**

Основними видами безрейкового транспорту є автомобільний і рідше тракторний. Останній використовують головним чином при переміщенні важких вантажів, особливо в умовах бездоріжжя. Переваги автомобільного транспорту полягають в порівняно невеликій частці капітальних вкладень у них, незначних витратах на вантажно-розвантажувальні роботи, можливості доставки вантажів до місць їх використання (з дотриманням певної черговості по номенклатурі й обсягу, необхідною технологічною послідовністю виробництва будівельно-монтажних робіт). Переваги автомобільного транспорту особливо значні під час перевезення вантажів на відстань до 200 км. Цим і пояснюється переважна частка автомобільного транспорту (до 85%) у перевезеннях вантажів.

#### **9.7.Обладнання автомобільних доріг.**

На будівництві, як правило, повинні бути прокладені *постійні* автомобільні дороги, і лише при їх відсутності до початку робіт зі зведення основних споруд слід будувати *тимчасові під'їзні й внутрішньобудівельні* автомобільні дороги.

Дороги на будівельних майданчиках можуть бути тупиковими та кільцевими. У кінці тупикових повинні бути разворотні майданчики. Дороги прокладають так, щоб відстань від краю доріг до споруджуваних будівель (споруд) була не менше 0,8м, а до брівки траншей або котлованів, розташованих уздовж доріг, не менше 1,5м. При цьому самі дороги повинні перебувати поза призмою обвалення ґрунту.

Виходячи з нормативного габариту автомобіля (прямокутник шириною 2,5 і висотою 3,8м) ширина дорожнього покриття автомобільної дороги при однополосному русі повинна бути не менше 3,5м, а при двополосному-5,5м. Однак, треба мати на увазі, що фактичні

розміри деяких засобів автомобільного транспорту перевищують зазначений габарит і по ширині, і по висоті.

Ширину доріг на поворотах при доставці великогабаритних і довгомірних вантажів автопоїздами в кожному конкретному випадку визначають по формулі:

$$B_{np} = (l_p + l_1)d + 0.25b_1 + 0.35b_2$$

Де  $l_{ap}$  - довжина вантажу,  $l_1$  - довжина частини вантажу, що звисає з причепа;  $b_1, b_2$  - ширина провідної колісної пари тягача;  $b_1, b_2$  - ширина причепа.

$$a = 0.5(\sqrt{1 + (x - 1.4y)^2} + 2y)$$

$$x = \frac{l_2}{l_{ap} - l_1}$$

$$y = \frac{l_4}{l_{ap} - l_1}$$

Де  $l_2 = l_{гр}(l_1 + l_3)$   $l_3$  - довжина частини вантажу, що звисає з сидла тягача;  $l_4$  - відстань від тягача до сидла, на який опирається вантаж.

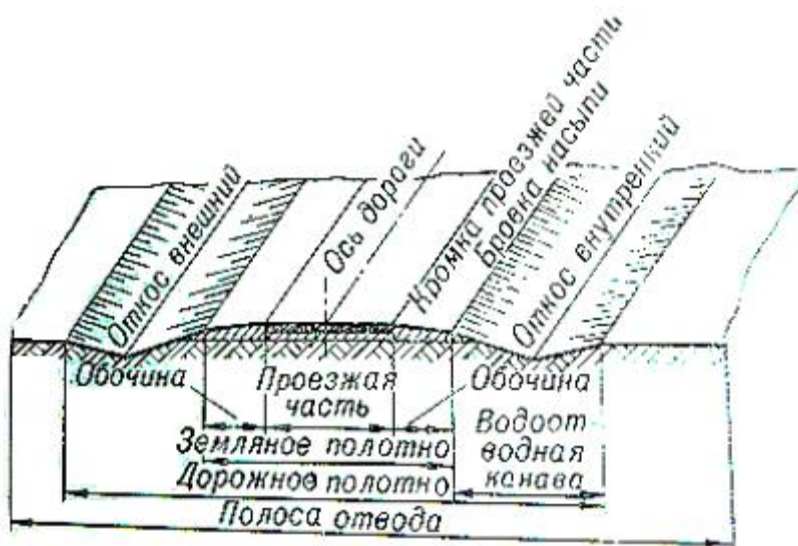
Рух транспортних засобів на будівельних майданчиках регулюють дорожніми знаками єдиного державного зразка, а поряд з в'їздом на територію вивішують схему доріг і організацію руху транспортних засобів.

Для скорочення витрат у період будівництва на будмайданчику доцільно використовувати постійні дороги без укладання повного покриття. У цьому випадку можна укласти по земляному полотну лише нижні шари й використовувати їх у період будівельних перевезень як дорожнє покриття або, що є ще більш ефективним, покласти по основі тимчасове покриття з залізобетонних дорожніх плит. Основне ж покриття постійної дороги слід виконувати перед здачею об'єкта в експлуатацію.

Покриття із залізобетонних дорожніх плит (довжиною 2,5-3, шириною 1-1,5, товщиною 0,14-0,22 м і масою 0,63-1,8 т) прості в обладнанні, можуть сприймати підвищені навантаження, придатні для експлуатації відразу ж після укладання в будь-яку пору року, при будь-якій погоді. Дороги влаштовують колійними - одноколійними та двоколійними з роз'їздами. Витрати на обладнання, ремонт і склад таких доріг в умовах типової для будівництва інтенсивності руху зазвичай окупаються за 1,5 - 2 роки. Збірно-розбірні плити є реманентом будівельної організації й повинні багаторазово використовуватися.

При трасуванні доріг повинні дотримуватися відстані, м, між:

- дорогою та складським майданчиком - 0,5 - 1;
- дорогою та підкрановими коліями - 6,5 - 12,5 (приймається виходячи з вильоту стріли крану та раціонального взаємного розміщення крану, виду дороги);
- між дорогою і віссю залізничних колій - 3,75;
- дорогою і забором, що захищає будівельний майданчик - не менше 1,5 м;



Перетин автодоріг і залізничних колій допускається під кутом 60-90 градусів. Ширина проїжджої частини на перехрестях має бути не менше 4,5 м; прилеглі ділянки доріг на відстань 25 м в обидві сторони повинні мати тверде покриття з ухилом більше 5%. Переїзди мають бути обладнані світловою і звуковою сигналізацією. Мінімальний радіус для будівельних проїздів становить 12 м.

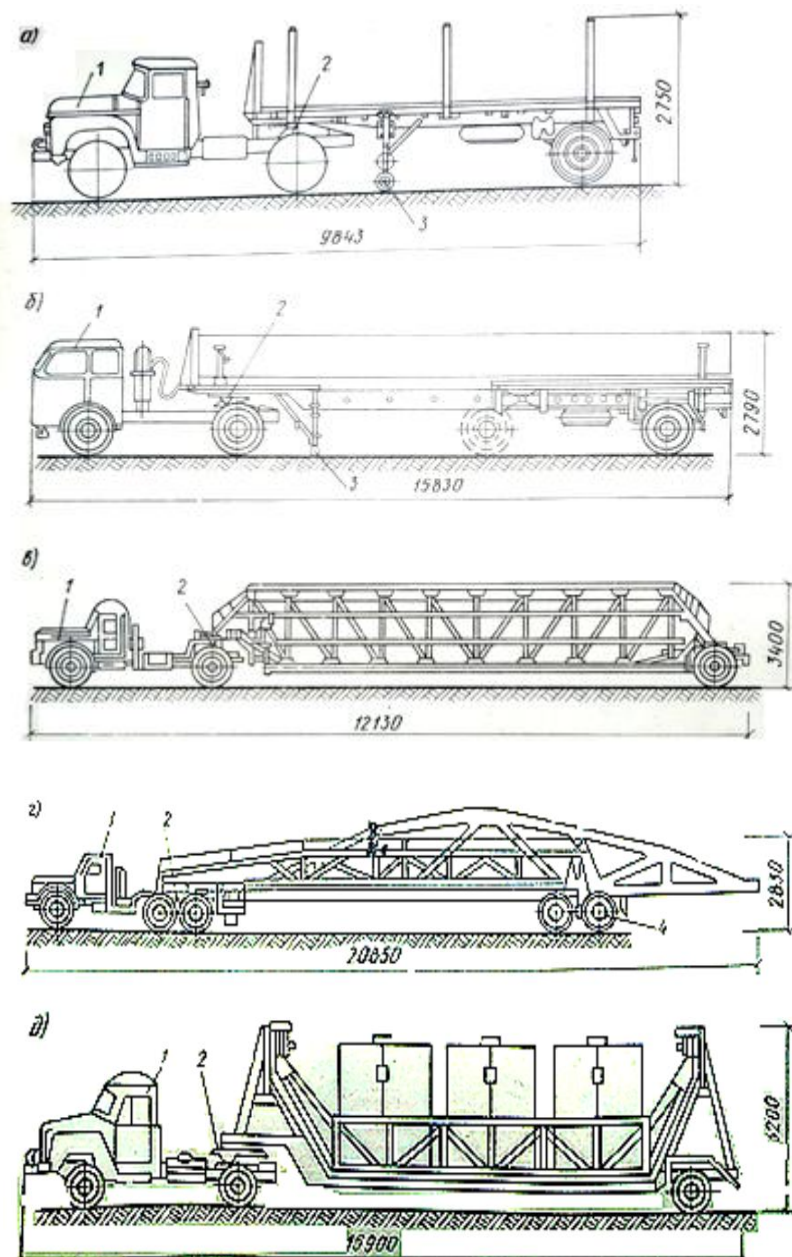
**Будівельні конструкції залежно від їхньої маси й габаритів перевозять на бортових автомобілях, на бортових автомобілях з одно- або двовісними причепами, автотягачами з напівпричепами, на спеціальних платформах, панелевозах, фермовозах, балконовозах, на трейлерах.**

Найбільше застосування отримали автомобільні спеціалізовані транспортні засоби - автотягачі з напівпричепами різного призначення. Бортові автомобілі, у яких перевозять довгі конструкції, обладнують спеціальними напівпричепами-розпусками вантажопідйомністю 25т, з несучою розсувною рамою, що сприймають додаткові зусилля від руху автомобіля.

Фермовози призначені для перевезення у вертикальному положенні залізобетонних ферм довжиною 18-30м і масою до 30т. Вони мають велику маневреність у будь-яких умовах, підвищену стійкість при пересуванні по будівельному майданчику, можуть перевозити різні ферми. Для транспортування стінових панелей у вертикальному положенні застосовують панелевози із твердою або плаваючою підвіскою вантажу. Широко застосовуються панелевози, на яких панелі встановлюються з зовні.

Для перевезення бетонної суміші служать автобетонозмішувачі. Для перевезення будівельних розчинів служать авторозчиновози. При безпечному перевезенні порошкоподібних матеріалів (цементу, гіпсу, вапна, меленого вапняку тощо) застосовують автоцементовози.

У якості засобів автомобільного транспорту використовують різні автомобілі вантажопідйомністю 1,5 - 40т. Крім одиночних автомобілів застосовують автопоїзди.



Мал. а – плитовоз; б – розсувний балконовоз; в – панелевоз; г – фермовоз; д – сантехнокабіновоз.

### 9.8. Спеціальний будівельний транспорт.

Зі спеціальних видів горизонтального транспорту найбільше застосування у будівництві знаходять стрічкові конвеєри, канатні дороги та трубопровідний транспорт.

**Стрічкові конвеєри являють собою нескінченну стрічку** шириною 300—1500мм. Найчастіше стрічки гумовотканні, рідше – зі сталі або металевої сітки. Стрічка охоплює два барабани, один з яких приводиться в обертання від мотору, який, у свою чергу, надає руху стрічці, а інший за допомогою контргрузу або пружинного обладнання надає стрічці постійне натягнення. Верхня вантажна частина стрічки підтримується роликми, що надають їй жолобчастий профіль, а нижня - плоскими рідше розташованими роликми.

**Трубопровідний транспорт використовують для доставки деяких будівельних матеріалів:** по трубах переміщують розмитий водою ґрунт, бетонну суміш, розчин для штукатурних робіт, цемент тощо.

**Підвісний канатний транспорт найчастіше застосовується в** місцевостях зі складним рельєфом. У цьому випадку для доставки будівельних матеріалів використовують

канатні дороги із двома паралельними канатами, які підтримуються проміжними опорами. По цих канатах переміщуються за кільцевою схемою на приблизно рівних відстанях підвісні вагонетки, які призводить в рух замкнений канат.

**Вартість транспортних витрат знижується при скороченні холостих пробігів, підвищенні коефіцієнта використання вантажопідйомності транспортних засобів, при скороченні тривалості навантажень і розвантажень і зменшенні витрат на експлуатацію транспорту. Комплексна механізація вантажно-розвантажувальних робіт забезпечує зниження транспортних витрат і збереження будівельних вантажів, що перевозяться.**

Збірні залізобетонні конструкції укладаються на транспорт і розвантажуються кранами.

Червона цегла транспортується на бортових автомашинах пакетним способом, пакети навантажують на автомашини й розвантажують на будівельному майданчику кранами.

**Силікатну цеглу транспортують у такий спосіб:** цегла-сирець при виході з пресу укладається на металеві піддони, встановлені на запарочних вагонетках. Після пропарювання вагонетки викочують із автоклавів на виставочний майданчик. З майданчика піддони із цеглою встановлюють автокраном на транспортні засоби. На будівельному майданчику цегла розвантажуються та подається на робоче місце за допомогою спеціального футляру.

**Пакетизація цегли знижує вартість і трудомісткість вантажно-розвантажувальних робіт на 15-20% і вартість перевезення на 10%.**

Пилуваті матеріали розвантажують за допомогою пневматичних пересувних насосів, шнеків і механічних лопат.

## 9.9. Підготовчі роботи.

До провадження робіт на будівельному майданчику дозволяється приступати тільки при наявності наступних документів:

- **Робочих креслень на підземну частину будівлі з кошторисом, а також затверджених проектного завдання й кошторисно-фінансових розрахунків на об'єкт будівництва в цілому;**
- Технічної документації на обладнання внутрішньоквартальних підземних комунікацій;
- **Дозволу Держархбудконтролю на провадження робіт;**
- Акту відводу земельної ділянки під будівництво, рішення про відвід під будівництво ділянки ухвалюється радами народних депутатів, їх виконавчими та розпорядчими органами та землевпорядною службою.

**Використання існуючих транспортних і інженерних комунікацій.**

- **Для використання існуючих джерел електро-, водо-, тепло-, паро-, повітря- та газопостачання, зв'язку, каналізаційних мереж як для тимчасового, так і постійного користування замовник розробляє, оформлює, і передає підрядній організації технічні умови. Підключення виконує організація, що експлуатує даний вид мереж;**

- **Узгодження на виробництво земляних робіт з організаціями, що експлуатують підземні мережі газопроводу, теплотраси, водопроводу, каналізації, електрокабельних і телефонних мереж; у містах, якщо будівництво заважає вуличному руху, потрібен дозвіл Державної автоінспекції;**

- **Проекту організації будівництва;**

- **Річного плану будівельно-монтажних робіт;**

- **Внутрішньобудівельних титульних списків об'єктів будівництва;**

- **Довідки про місце укладки ґрунту, що вивозиться, або про місце резерву;**

- **Специфікації необхідних ресурсів з поквартальними замовленнями;**

- **Лімітних карток потреби в дефіцитних матеріалах;**

- **Довідки про фінансування будівництва.**

**Підготовчі роботи включають інженерну** підготовку території та загальномайданчикові роботи.

**Інженерна підготовка території будівельного майданчика** містить наступні роботи:

- *Перенесення існуючих комунікацій, що перешкоджають* провадженню робіт;
- *Винесення на місцевість і закріплення опорної геодезичної мережі* (головні осі будівель і споруд, репера або марки);
- *Видалення поверхневих і відвід ґрунтових вод, зміцнення ґрунтових основ* (силікатизація, бітумізація тощо);
- *Прокладка постійних комунікацій тепло-, водо-, газопостачання, каналізації, електросилових та слабкоструменевих кабелів, необхідних на період будівництва;*
- *Планування території майданчика;*
- *Будівництво постійних і тимчасових доріг;*
- *Обладнання тимчасових або постійних джерел водо-, електро-, газо-, і паропостачання.*

*До загальномайданчикових робіт відносяться:*

- *Видалення будівель, що не використовуються для потреб будівництва, дерев і чагарників;*
- *Огородження майданчика;*
- *Організація складського господарства;*
- *Обладнання (або доставка) тимчасових споруд, необхідних для потреб будівництва;*
- *Доставка, монтаж і демонтаж механізованих установок і кранів на території будівельного майданчика.*

Дерева видаляють з будівельного майданчика валянням разом з корінням або зрізанням стовбурів і корчуванням пнів. Дерева діаметром до 250мм звалюють бульдозерами, більші-трелювальними тракторами з підрубванням товстого коріння. Пні можна корчувати бульдозерами або за допомогою вибуху. Від чагарнику територія очищується кушорізами. Викорчувані пні та чагарник видаляють корчевателем-збирачем.

Існуючі на майданчику будівлі, що не використовуються для потреб будівництва, розбирають поповерхово. Діючі підземні й надземні комунікації переносять після їхнього відключення організаціями, які експлуатують мережі, або будівельниками.

***Опорна геодезична мережа здається замовником по акту. У ній надаються координати головних вісей будівель, червона лінія й вертикальна прив'язка споруджуваної будівлі до державного репера.***

По головних вісях роблять розбивку котлованів, траншей та інших земляних споруд. Розбивка виконується на основі планів фундаментів геодезичними інструментами в наступній послідовності: наносяться головні вісі будівлі; потім на відстані 2-3м від брівки котловану встановлюється інвентарна обноска висотою 1-3м; на горизонтальній дошці обноска наносять та закріплюють вісі фундаментів. Обноска може бути по усьому периметру будівлі або тільки по кутах.

***Вертикальне планування території майданчика проводять шляхом зрізання або підсипання ґрунту до заданої оцінки за допомогою бульдозерів або скреперів.***

***Поверхневі води видаляють при плануванні території по водовідвідних каналах.***

## **Розділ X. Зведення будівель методом підйому поверхів та перекриттів.**

1. Особливості методу (значення, у чому полягає).
2. Основні переваги методу підйому поверхів і перекриттів (у яких районах і умовах застосовується).
3. Специфіка будівель, що зводяться (які будівлі за розміром в плані, конструктивні особливості, ядро жорсткості).
4. Послідовність робіт початкового періоду зведення будівлі (коротка послідовність виконання робіт, два варіанти з підвальним перекриттям та без нього).
5. Специфіка конструкцій, що приймаються (перетин колон, їх довжина, монтажні колони, плити перекриття, товщина, конструктивні рішення, ядра жорсткості, посилення жорсткості).



6. Опалубка для бетонування ядер жорсткості (ковзна, переставна, змішана об'ємно-блокова з внутрішньої сторони і крупно-щитова із зовнішньої).

7. Технологія виготовлення плит перекриттів (конструктивні елементи, розділовий шар, черговість виконання робіт, канали для переднапруги, вакуумування).

8. Технологія підйому перекриття. Підйомники, принцип роботи (вантажопідйомність від 10 до 350 тон, вага конструкції 1200 - 1800 тон, кількість - 24-36 штук)

9. Послідовність провадження робіт по підйому плит.

10. Механізація зведення будівель.

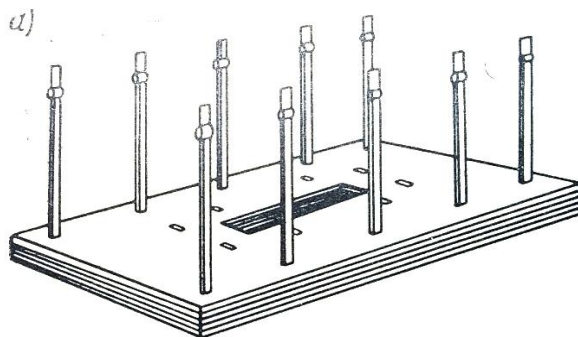
11. Технологія робіт при підйомі поверхів (три схеми проходки крану, послідовність виконання робіт за конструктивами, процес підйому, закріплення плити покриття .)

### **10.1 Спорудження об'єктів методом підйому перекриттів і поверхів.**

#### ***Особливості методу.***

Метод підйому перекриття і поверхів використовують для зведення житлових, громадських і виробничих будівель.

Суть методу підйому перекриття полягає у виготовленні на рівні землі між раніше змонтованими залізобетонними колонами пакету перекриття всіх поверхів і покриття, які за допомогою підйомників послідовно піднімають по колонах і ядрах жорсткості і потім закріплюють в проектному положенні. Метод підйому поверхів відрізняється тим, що після виготовлення пакету перекриття всі або майже всі конструкції кожного поверху монтують на землі і потім готовий поверх в зборі піднімають на проектну відмітку. При зведенні будівель методом підйому перекриття всі роботи по облаштуванню поверхів ведуть на проектних відмітках, а при методі підйому поверхів - на рівні землі.



Підйом перекриття доцільний для будівель понад 9 поверхів, підйом поверхів для будівель поверховістю від 5 до 9 поверхів через необхідність установки дуже великої кількості тяг для підйому змонтованого поверху, вимагає підвищеної міцності тяг, вживання потужних підйомників.

#### ***10.2. Основні переваги методу підйому поверхів і перекриття:***

- в районах із слаборозвиненою базою будіндустрії можна організувати будівництво житла без вживання баштових кранів;

- будівлі можна зводити в обмежених умовах будівельного майданчика, на забудованих територіях, при реконструкції підприємств, коли розміри будівельного майданчика трохи перевищують площу забудови;

- метод застосовується в сейсмічних зонах, за складних інженерно-геологічних умов майданчика;

- є можливість використовувати гнучке планування поверхів, здійснювати необхідне компонування об'єму споруди, застосовувати нетипові конструктивні і планувальні рішення будівлі, мати ширшу гамму архітектурних рішень;

- метод універсальний - дозволяє зводити будівлі різного призначення, поверховості, різних розмірів і конфігурації в плані з використанням в основному засобів малої механізації;

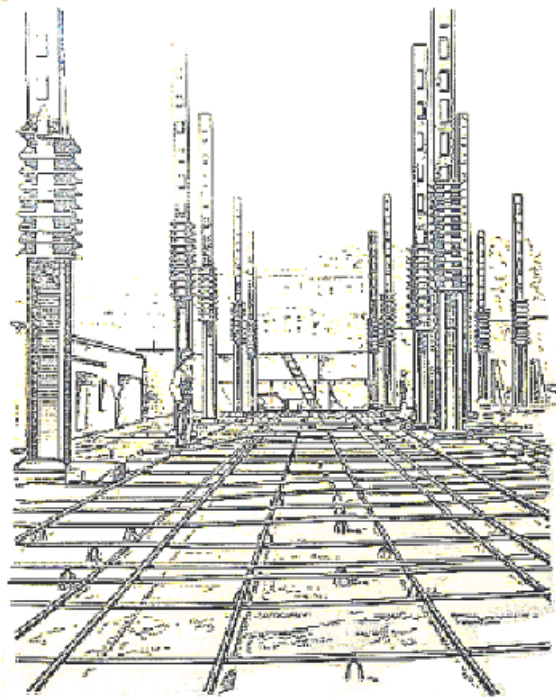
- бетонування плит перекриття здійснюють на рівні землі, що дозволяє забезпечити високий рівень механізації процесу. Перекриття мають гладкі стелі, малу будівельну висоту, мають підвищену жорсткість і вогнестійкість.

### **Специфіка будівель, що зводяться.**

Особливість будівель, що зводяться, полягає в тому, що вони часто мають точковий контур в плані, одне ядро жорсткості, розташоване в центрі будівлі, колони довкола ядра жорсткості. Розміри таких будівель в плані від 30+30 до 40+40 м. Методом підйому перекриттів можна зводити будівлі будь якої форми в плані — від простої до складної, з різними виступами, лоджіями, балконами, конфігурація плит перекриттів на різних поверхах може бути різною, висота будівель досягати 30 поверхів.

Методом підйому можна зводити і багатосекційні будівлі при двох обов'язкових вимогах - розбивання на захватки по площі секції і наявності додаткових, окрім ядер жорсткості, подовжніх та поперечних елементів жорсткості.

### ***10.3.Послідовність робіт початкового періоду зведення будівлі:***



1. Фундаменти під ядро жорсткості роблять у вигляді цілісної монолітної плити, фундаменти під колони стовпчасті, склянкового типу; найближчі до ядра жорсткості колони можна встановлювати на фундаменті ядра жорсткості;
2. Після фундаментів зводять ядро жорсткості, яке може бути споруджене відразу на всю висоту будівлі або випереджати зведення каркасу на декілька поверхів;
3. Вмонтовують перший ярус колон;
4. Після облаштування перекриття над підвалом його вирівнюють;
5. Влаштовують бетонну підготовку або цементне стягування по перекриттю, покривають розділовим шаром для виключення зчеплення плит з основою;
6. Послідовно бетонують увесь пакет плит перекриттів. Плити бетонують по черзі, починаючи з плити першого поверху, бетонування подальших плит починається тільки після набору достатньої міцності бетоном попередньою. Верхню поверхню кожної плити вирівнюють і покривають розділовим шаром;
7. Тільки після цього на колони встановлюють підйомне устаткування, його підключають до пульту і налагоджують.

У практиці зведення будівель методами підйому перекриттів і поверхів зустрічаються два варіанти зведення підземної частини будівлі. При першому повністю зводиться підвальна частина з облаштуванням над нею перекриття. В цьому випадку усі перекриття бетонуються з рівня нульових відміток. При другому варіанті після установки стаканів фундаментів і монтажу колон першого ярусу на рівні верха стакана здійснюють бетонування усіх перекриттів і плити покриття.

#### **10.4 Специфіка прийнятих конструкцій.**

Колони бувають збірні залізобетонні і сталеві. Переріз колон залежно від навантажень змінюється від 0,4+0,4 до 0,6+0,6 м. Довжина колон першого ярусу складає зазвичай 8-10 м. Довжина колон подальших ярусів складає 6- 9 м, тобто їх виготовляють заввишки в 2-3 поверхи будівлі. Максимальна довжина ярусу колони, що встановлюється із землі стріловидним краном, може сягати 30 м. Стик колон передбачений на висоті 1,5-1,6 м над рівнем перекриття, щоб на пеньку колони можна було б розташувати підйомник, і щоб не демонтувати його при встановленні чергового ярусу колон, оскільки він буде знаходитись нижче рівня стику. Вище його можна легко розташувати у висячому положенні поодинокий кондуктор, вживаний при нарощуванні колон. Колони верхнього ярусу виготовляють меншої довжини на ті ж 1,5-1,6 м, що дозволяє ним бути на рівні з плитою покриття і простіше забезпечити гладкість і водонепроникність покрівельного покриття.

Для висунення підйомників вище за плиту покриття і підйому її на проектну відмітку використовують вентерні монтажні колони - сталеві секції з перерізом, аналогічним перерізу прийнятої колони і заввишки 1-1,3 м, які потім будуть демонтовані разом з підйомниками.

Усі колони каркасу безконсольні, в необхідних місцях по висоті мають прямокутні поперечні отвори розміром 150+60 мм для встановлення кріпильних штирів.

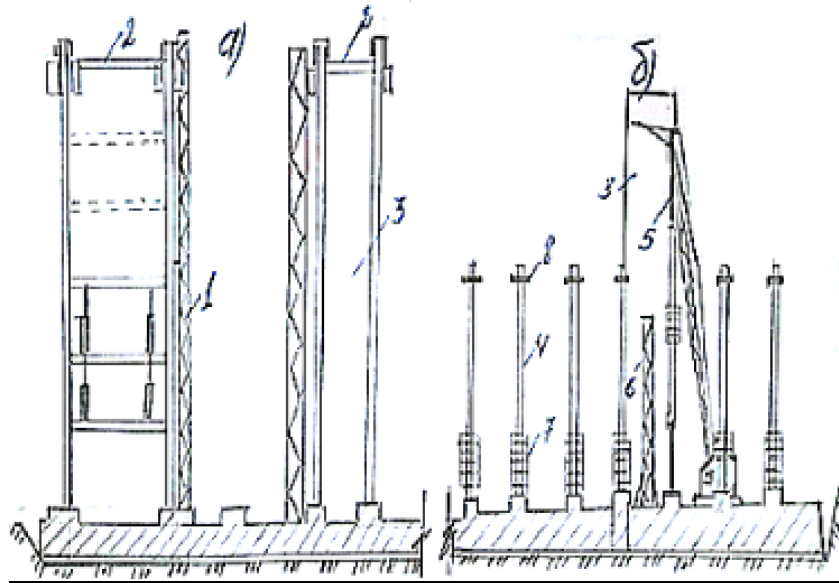
Перед установкою колон першого ярусу на них надівають сталеві коміри - прокатні профілі у вигляді квадратної рами, які при бетонуванні будуть замонолічені в плиті перекриття. Коміри служать для передачі навантаження з плити перекриття на колони, запобігають руйнуванню стику при постійних підйомах плит перекриття. Плити піднімають за коміри, в яких передбачені отвори для пропускання підйомної тяги домкратів і захоплення плит при підйомі. Монтувати коміри на встановленій колоні складно, тому їх нанизують на колони перед встановленням. Кількість комірів на кожній колоні дорівнює числу плит перекриття. Зустрічаються коміри роз'ємні, що складаються з двох половинок, які сполучаються болтами або зварюванням. В цьому випадку коміри встановлюють безпосередньо перед бетонуванням плити перекриття.

Плити перекриття зазвичай виконані з монолітного залізобетону площею 800-1000 м<sup>2</sup>, рівній площі поверху. При прольотах між колонами 6-8 м плити перекриття виконують плоскими завтовшки 160-220 мм, при великих прольотах їх роблять пустотними, кесонними, ребристими завтовшки 350-450 мм. Для будівель з великими прольотами до 15 м застосовують заздалегідь напружені кесонні або ребристі плити. Ядра жорсткості зводять з монолітного або збірного залізобетону, з цегли, у вигляді сталеві просторової конструкції. У середині ядра зазвичай розміщують ліфти, сходи і вертикальні комунікації: вентиляційні канали, димовидалення, сміттєпроводи, електротехнічні панелі.

Цегляні і збірні залізобетонні ядра жорсткості застосовують у будівлях до 12 поверхів. Їх зводять зазвичай з випередженням підйому плит на 2-3 поверхи. Зовнішні стіни зазвичай самонесучі або навісні, їх навішують зовні як при зведенні каркасно-панельних будівель.

Будівлі, що зводяться, мають каркасну конструкцію, тому внутрішніх несучих стін в них немає, за винятком стін ядер жорсткості. Якщо будівля, що зводиться, сильно розвинена в плані і одного ядра жорсткості виявляється недостатньо для сприйняття усіх горизонтальних навантажень, часто передбачають облаштування додаткових внутрішніх стін або ядер жорсткості.

#### **Опалубки для бетонування ядер жорсткості.**

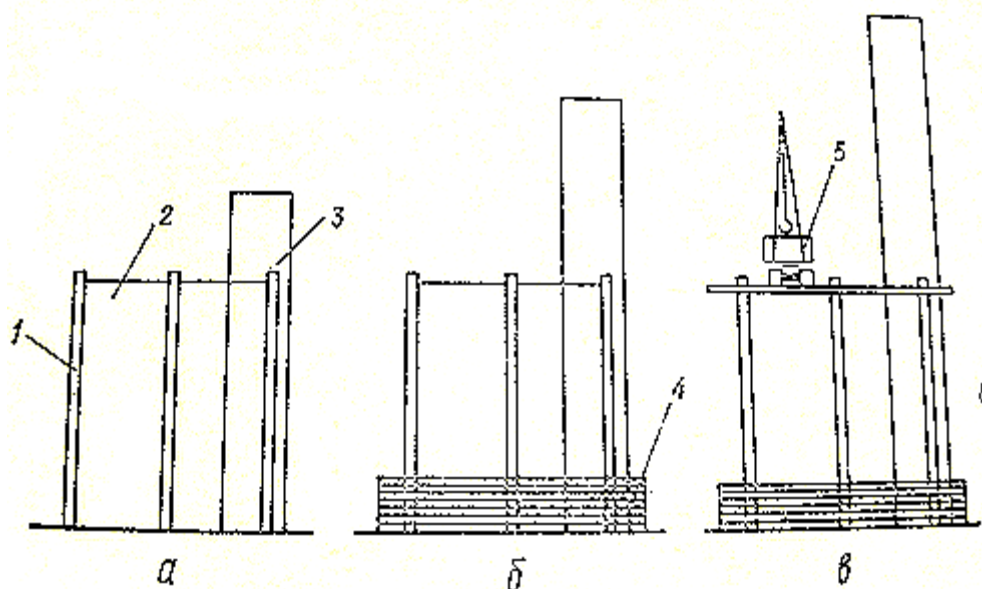


Мал. 1 – вантажопасажирський підйомник, 2 – опалубка для ядра жорсткості, 3 – ядро жорсткості, 4 – колона першого ярусу, 5 – строповка колони, 6 – монтажні підмостя, 7 – комплект комірв на колоні, 8 – домкрати для підйому плит.

У ковзаючій опалубці ядро жорсткості зазвичай зводять відразу на усю висоту, після цього усередині ядра монтують вбудовані конструкції - лифтові шахти, сходові марші і майданчики. Монтувати елементи, опускаючи їх в ядро на усю його висоту, і заводити конструкції в залишені для них гнізда дуже незручно. Тому ковзаючу опалубку застосовують тільки при зведенні будівель заввишки 9-12 поверхів. Монолітні залізобетонні ядра жорсткості при використанні переставної опалубки спочатку бетонують на висоту 2-3 поверхів, а потім в процесі робіт контролюють, щоб верх забетонованого ядра жорсткості випереджував верх піднятої плити покриття на 2-3 поверхи. Переставну опалубку використовують частіше, оборотність її висока, висота ярусу бетонування зазвичай дорівнює половині висоти поверху і навіть цілому поверху. Установка вбудованих конструкцій також ускладнена, їх опускають в забетоноване ядро і далі заводять в залишені гнізда. Перепад між верхом забетонованої шахти і рівнем монтажу вбудованих конструкцій складає 4 - 5 поверхів. Застосування переставної опалубки для зведення ядер жорсткості зазвичай обмежується будівлями заввишки до 16 поверхів включно.

При будь-якій прийнятій технології зведення ядра жорсткості повинне випереджати підйом плит (див. мал.). Міцність бетону в місці їх обпирання повинна складати не менше 70% проектної.

Перевага надається застосуванню змішаної опалубки - об'ємно-блочній з внутрішньої сторони ядра та крупнощитовій з зовнішньої. Відставання в установці збірних елементів в ядрі жорсткості при цьому варіанті бетонування складе не більше 2-3 поверхів.



Мал.: а – зведення сходинокво-лифтової шахти, встановлення колон та монтажних зв'язків; б – виготовлення покриттів та перекриттів, а також зведення сходинокво-лифтової шахти; в – підйом покриття на висоту першого ярусу.

### **10.5.Технологія виготовлення плит перекриттів**

До бетонування пакету плит для них необхідно підготувати рівну і гладку основу. Ця основа може бути на рівні верху монолітної фундаментної плити або на рівні перекриття над підвалом. По цій площині влаштовують цементне стягування завтовшки 25-30 мм для вирівнювання основи. Для отримання гладкої і міцної поверхні стягування вакуумують, по ще не затверділій поверхні проходять шліфувальною машиною, згори влаштовують необхідний розділовий шар; через 3-4 дні приступають до бетонування пакету перекриття.

Бетонують по черзі, починаючи з плити першого поверху. Бетонування наступної плити починають, коли бетон попередньою набирає необхідну початкову міцність. Верхню поверхню кожної плити вирівнюють, шліфують і покривають розділовим шаром. Виготовлення плити безпосередньо на об'єкті дозволяє зробити її суцільною на увесь поверх разом з балконами і лоджіями, стоншуючи переріз за рахунок розміщення заставних елементів в цих місцях при бетонуванні. Крім того, відсутність в плиті швів і монтажних петель покращує звукоізоляцію.

У якості розділового шару використовують різні матеріали:

- руберойд, пергамін, поліетиленову плівку;
- рідкі полімери, що утворюють при висиханні на поверхні плівку;
- суспензії та емульсії - крейдову, вапняну або глинисту;
- листові матеріали - азбестоцементні, склоцементні та інші, які, схоплюючись з бетоном вище розміщеної плити, утворюють декоративну поверхню, що практично не вимагає подальшої обробки.

Розділовий шар повинен швидко висихати, мати достатню міцність і еластичність, витримувати навантаження від робітників і арматури, добре оберігати бетон навколишніх плит від взаємного зчеплення, мати невелике власне зчеплення з бетоном при необхідності видалення його з поверхні, бути дешевим. Найбільш зручна крейдова паста з додаванням казеїнового клею, або вапняний розчин на основі етилового лаку.

Після облаштування розділового шару встановлюють арматурний каркас. На цей шар опускають вниз коміри по одному з кожної сторони. Під коміром необхідно залишити простір для подальшого підйому плити, тому під ним укладають 4-и прокладки та герметизуючий шнур по контуру. Герметик у вигляді клоччя законопачують у проміжок між

колоною та коміром, а також в отвір в комірці для пропускання підйомної тяги, для цих саме цілей може бути використаний просмолений канат. Тільки після цього встановлюють арматурні каркаси, які сполучають з комірами зварюванням. Бажано, щоб каркас був з готових сіток або навіть сітчастих просторових каркасів. Каркаси укладають на прокладки для забезпечення захисного шару бетону завтовшки не менше 25-30 мм.

При використанні попередньої напруги бетону в арматурний каркас встановлюють пластмасові або металеві канали з укладеними в них арматурними пасмами. Після бетонування і твердіння бетону арматуру напружують і кріплять кінці анкерами. Потім в канал нагнітають цементний розчин, що зв'язує арматуру з бетоном.

Для бетонування плит перекриття встановлюють бортову опалубку, що обмежує плиту по контуру. В якості опалубки зазвичай застосовують металевий швелер по висоті плити перекриття. По довжині до швелера приварені ребра з 2-х смуг з наскрізними отворами для анкерних болтів з гайками для кріплення. Після бетонування першої плити встановлюють бортову опалубку другої плити і закріплюють анкерними болтами, привареними до каркасу арматури. Це дозволяє зняти опалубку першої плити та використовувати її при бетонування третьої. Бетонування кожної плити ведуть без облаштування робочих швів. Бетонну суміш подають бетононасосами або по віброжолобах і хоботах. Ущільнення бетонної суміші здійснюють віброулавами або віброрейками. Останнім часом застосовують "литі" бетонні суміші з додаванням суперпластифікаторів, які роблять суміш настільки пластичною, що вона заповнює усі важкодоступні місця в ребрах, між пустотоутворювачами, спрощується процес віброущільнення.

**Майті-100** – Японія, мельмент-110 – Німеччина, ПАЩ-1 0,1-0,6%.

**Суперпластифікатори** - СДБ (сульфітодріжжева барда).

Для поліпшення структури і підвищення міцності бетону його піддають вакуумуванню, вирівнюють віброрейкою, шліфують алюмінієвими і пластмасовими гладилками. Оптимальний цикл виготовлення однієї плити, включаючи усі необхідні обов'язкові процеси, становить 2-3 доби.

## **10.6. Технологія підйому перекриття.**

### **Підйомники, принцип їх роботи.**

Комплект підйомного устаткування включає підйомники вантажопідйомністю від 10 до 350 тон, об'єднані в синхронно діючу систему.

Число підйомників залежить від об'ємно-планувального рішення будівлі і маси конструкції, що піднімається. Оптимальне число підйомників в комплекті – 24-36 штук; при вантажопідйомності кожного 50 тон можна одночасно піднімати конструкції масою 1200 - 1800 т. Якщо підйомників потрібно значно більше, будівлю розбивають на захватки, на яких встановлюють власні підйомники і пульти управління, підйом конструкції на цих захватках здійснюється самостійно і по черзі.

Підйомники бувають гідравлічні, електрогідравлічні і електромеханічні з груповим пультом управління на 12 підйомників. Якщо використовують декілька комплектів підйомників і відповідно декілька пультів управління, управління підйомом здійснюють з єдиного, загального пульта. Швидкість підйому складає зазвичай 2 - 4 м/годину.

Принцип роботи підйомника в цілому аналогічний домкратам подвійної дії у ковзній опалубці. Різниця полягає в тому, що там стержні гладкі, а тут з нарізкою. Для переміщення по нарізці слугують спеціальні механізми підкручування гайки, яка при робочому ході загвинчується по різьбі, а при холостому ході пробуксовує, залишаючись на місці.

Існує два типи підйомників, що використовуються. Підйомники першого типу встановлюють і закріплюють на голівках колон, після підйому перекриттів і поверхів на висоту першого ярусу їх знімають і після монтажу колон другого ярусу знову встановлюють на ці колони. Максимальна довжина колон при цьому типі підйомників не може перевищувати 12 м.

Підйомники другого типу встановлюють в обхват колон, вони вільно переміщуються по довжині колони по тязі з нарізкою і, знаходячись в нижній частині колони, можуть підніматися вгору по ній разом з підвішеним перекриттям або поверхом. Вільна довжина колони в цьому випадку дорівнює відстані від рівня її заземлення до рівня підйомників.

#### Послідовність провадження робіт.

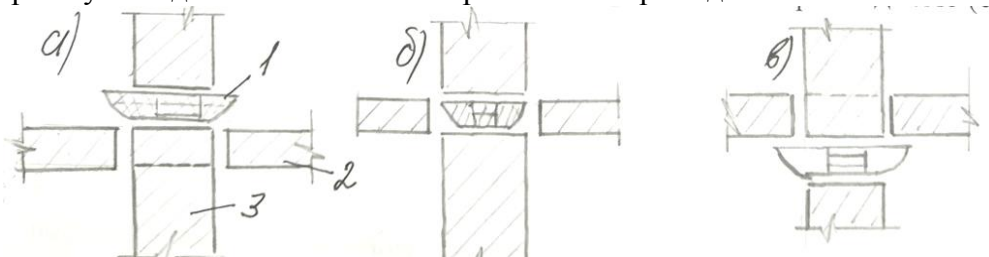
До підйому плит перекриттів приступають після установки колон першого ярусу, бетонування ядра жорсткості часткове або на повну висоту, закінчення бетонування пакету плит перекриттів, установки і налагодження системи домкрату підйому. Стійкість каркасу будівлі повинна забезпечуватися на усіх етапах роботи, що і визначає схему підйому і послідовність провадження робіт. Тяга від встановлених підйомників підводить під плиту покриття, зачіпляє, забезпечує синхронність підйому усієї плити, піднімає її на проміжний рівень (не менше 40 см), що дозволяє відірвати плиту від загального пакету і оглянути її. Далі плиту піднімають вище за верхній ряд отворів в колонах (зазвичай, це рівень 2-3 поверхів) для того, щоб тимчасово спіралися плити покриття, що дає можливість спрацювати усім пружинним фіксаторам. Пливу опускають на ці фіксатори, також опускають підйомну тягу, зачіпляють наступну плиту або відразу декілька плит (від 2 до 4-х), якщо дозволяє вантажопідйомність підйомників і є доступ до усіх точок зачеплення нижньої плити, що піднімається. Пакет плит піднімають в проміжне положення і також опускають на пружинні фіксатори.

Потім монтують колони другого ярусу і продовжують підйом плит з періодичним нарощуванням колон. Коли плити перекриттів нижніх поверхів досягнуть проектних відміток, їх жорстко сполучають з колонами і ядром жорсткості.

Для підйому в проектне положення плити покриття використовують спеціальні монтажні колони, які тимчасово закріплюються на колонах останнього ярусу. Після завершення підйому і закріплення усіх плит покриття підйомники і монтажні колони демонтують. На поверхні подають матеріали і конструкції для загальнобудівельних робіт, що залишилися, викладають або бетонують стіни і перегородки, виконують встановлення усього внутрішнього устаткування.

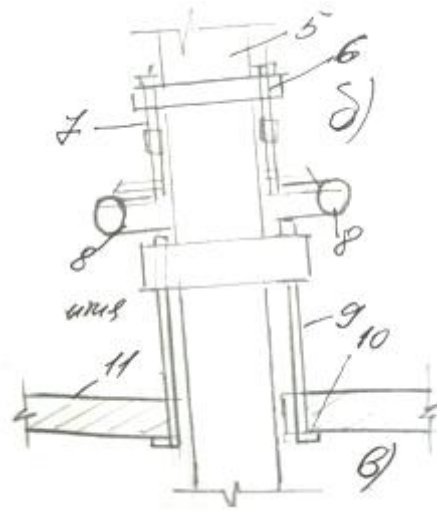
Плити піднімають за допомогою підйомної тяги, по 2 тяги на один підйомник. Через отвори в комірці опускають нижню захватну гайку, що нагвинчують на нижню тягу-подовжувач, заводять за плечиком за нижню площину коміра і затискають в такому положенні клином. Гайки опускають вниз вручну і починають піднімати вгору при ручному режимі роботи кожного окремого підйомника. Міру натягування контролюють візуально, після потрібного натягування підйом припиняють, встановлюють клини, що підтискають тягу до коміра і перешкоджають її ковзанню з-під коміра.

Фіксатори служать для тимчасового спирання плит при підйомі.



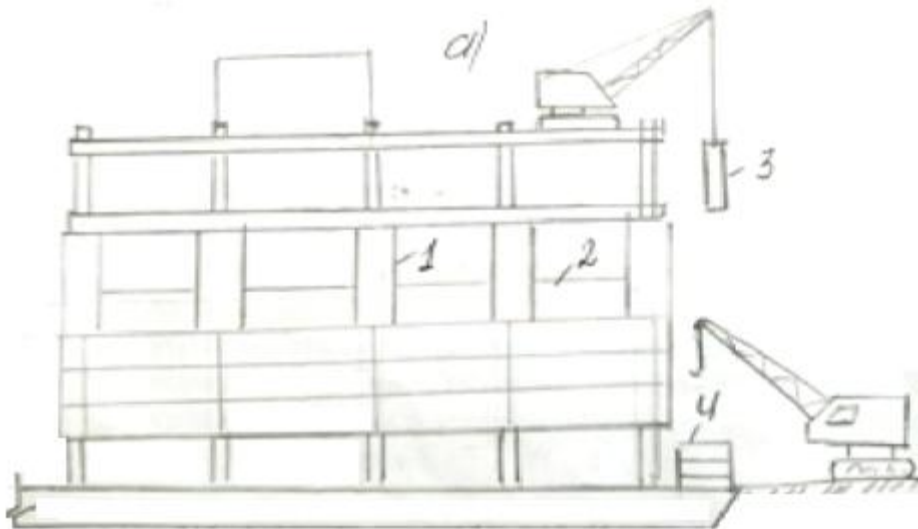
Мал.: а – фіксатор перед проходом через нього перекриття, що піднімається, б – в період проходження фіксатора, в – обпирання на фіксатор; 1 – фіксатор, 2 – перекриття, 3 – колони.

По досягненню плитами перекриття проектних відміток пружинні фіксатори замінюють на звичайні опорні штирі, на які опираються плити в період експлуатації будівель.



Мал.: 5 – колона, 6 – верхня рама підійомника, 7 – гвинтова секція тяги, 8 – домкрат підійомник, 9 – тяга, 10 – фіксатор тяги, 11 – плита перекриття.

Після закріплення плит перекриття на проектних відмітках починають монтаж конструкцій, бажано з першого поверху будівлі вгору.



Мал. Навішування стінових панелей: 1, 2 – змонтовані панелі, 3 – підйом стінової панелі, 4 – склад конструкції.

Перед встановленням зовнішніх стінових панелей у межах поверху із застосуванням різних пристосувань встановлюють внутрішні стіни й перегородки, усі інші конструкції та елементи. Для підйому людей і матеріалів на поверхи встановлюють вантажопасажирський підійомник, нарощуваний по мірі закріплення плит на проектних відмітках.

### **10.6.Механізація зведення будівель**

Схеми механізації зведення будівель можуть залежати від різних чинників. Для будівель розміром в плані до 30\*30 м і заввишки до 16 поверхів застосовують баштовий кран, що стоїть окремо, розміщений на кільцевих шляхах, або два крани з двох сторін будівлі. Може бути використаний самопідійомник, приставний кран. Гусеничний кран вантажопідійомністю 6-10 тон встановлюють на плиту покриття і піднімають на ній по мірі зведення будівлі. Кран вільно переміщується по плиті, ним монтують усі збірні конструкції (зокрема колони), переставляють підійомники, здійснюють необхідний демонтаж після завершення підйому плит перекриття на проектні відмітки, навішують стінні панелі.



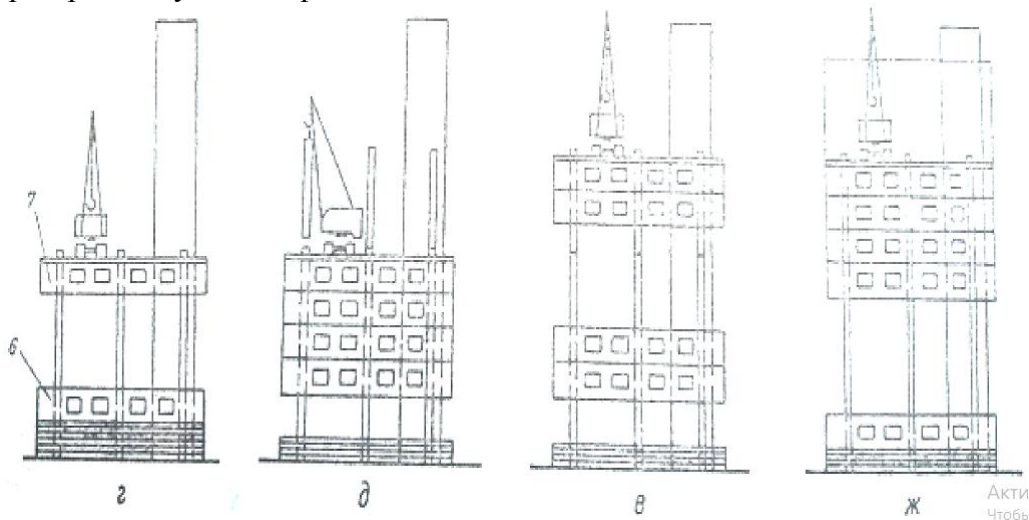
При невеликих розмірах будівлі в плані, на плиті покриття можуть бути розміщені автомобільний кран, навантажувач із стріловидним устаткуванням вантажопідйомністю 4-8 тон і навіть просто кран, який після завершення робіт легко може бути демонтований по частинах з даху елементарним краном-укосиною.

Після зведення будівлі монтажний механізм, встановлений на плиті покриття, може бути демонтований гелікоптером, спущений по частинах краном.

### **Технологія робіт при підйомі поверхів.**

На рівні землі (або на перекритті над підвалом) виготовляють у вигляді пакета одну за іншою плиту перекриття всіх поверхів і покрівлі. Потім готову плиту покриття із уже виконаною покрівлею піднімають і закріплюють у верхній частині першого ярусу колони. Здійснюють монтаж верхнього поверху на плиті перекриття, що знаходиться на землі, і потім піднімають повністю змонтований поверх під закріплену плиту покрівлі. У тій же послідовності здійснюють монтаж і підйом наступних поверхів.

Процес підйому готових поверхів і послідовного монтажу конструкцій зверху-униз повторюють доти, поки не буде змонтовано всю будівлю. Цю схему застосовують, якщо стіни й перегородки будівлі збірні.



Конструкції кожного окремого поверху на рівні землі монтують самохідними кранами вантажопідйомністю до 10 т, переважно гусеничними, оскільки вони мають більшу продуктивність і маневреність у порівнянні з автомобільними.

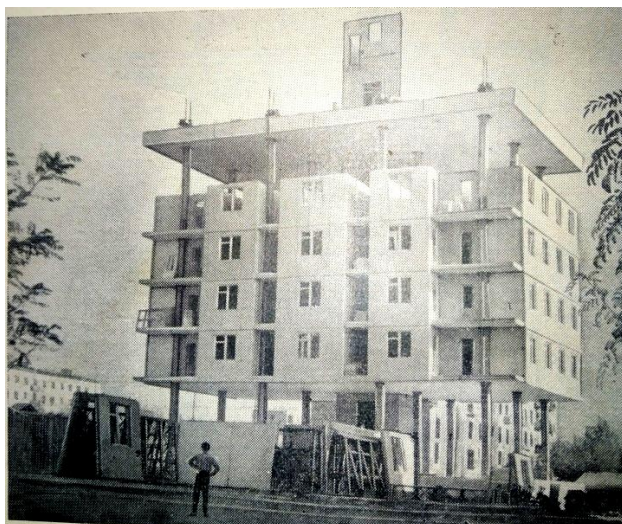
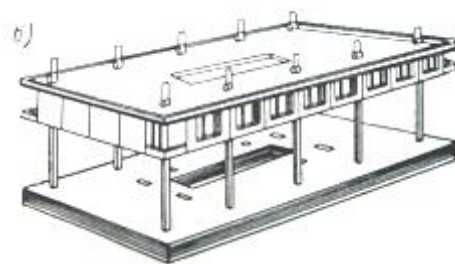
Можливі 3 варіанти розташування монтажних механізмів. При значному вільному просторі між піднятою нагору плитою покриття та пакетом плит покриття може бути застосований монтажний кран, що здійснює встановлення всіх елементів на верхній плиті перекриття, переміщуючись уздовж будівлі з однієї сторони. При недостатньому вільоті стріли й вантажопідйомності кран при монтажі повинен буде переміщуватися навколо будівлі. При третій схемі встановлюють земляне підсіпання (пандус) або естакаду для заїзду монтажного механізму на пакет плит, і переміщуючись по верхній плиті він буде здійснювати монтаж конструкції даного поверху.

Для забезпечення нормальних умов монтажу конструкції всіх проміжних поверхів, поверх, що піднімається (уже піднятий), повинен перебувати вище верхньої відмітки стріли крану в піднятому положенні, чого не завжди можна досягти. При невеликих розмірах будівлі в плані, конструкцію чергового поверху можна монтувати автомобільним краном або автотранспортом із стріловим оснащенням. Навантажувач із підвішеною на ньому збіркою конструкцією, наприклад стіновою панеллю, переміщується по пакету перекриття, підвозить панелі до місця встановлення, опускає на підкладки й після вивірки й тимчасового закріплення панелі підкосами від'їжджає за наступною панеллю.

Після закінчення монтажу усіх конструкцій поверху, панелі зварюють і підкоси знімають. Для підвищення ефективності застосування методу підйому поверхів

архітектурно-планувальне рішення поверху має бути таким, щоб після зварювання і замоноличування стиків збірних елементів забезпечувалася їх стійкість, тобто не повинно бути окремо розташованих панелей і стін, сполучених в одну лінію, без тих панелей, що примикають до них в поперечному напрямку. Якщо такі окремі елементи є на поверсі, то перед підйомом вони мають бути тимчасово додатково закріплені. Одночасно з монтажем конструкції на плиті складають матеріали, необхідні для завершення будівельних робіт на проектній відмітці.

Схема підйому поверхів аналогічна підйому перекриття і передбачає послідовний підйом кожного поверху, починаючи з верхнього. Однак, на відміну від застосовуваної схеми одночасного підйому декількох плит перекриття, можливо здійснювати підйом тільки одного поверху до проектного або проміжного положення.



Зведення методом підйому поверхів дев'ятиповерхового будинку в Єревані.

Застосування методу за кордоном починаючи з 1960 року: отримав застосування метод підйому перекриттів, яким в різних державах (США, Мексика, Англія, Куба тощо) було побудовано більше 100 багатоповерхових будівель.

Підготовчі роботи – обладнання фундаментів, встановлення колон першого ярусу, бетонування плит перекриття і бетонування ядра жорсткості – виконують так, як і при зведенні будівель методом підйому перекриття. По закінченню виготовлення пакета плит на верхній плиті здійснюють монтаж парапетних панелей, обладнання теплоізоляції та м'якої покрівлі (окрім останнього шару). Потім на верхню плиту встановлюють підйомне устаткування з пультом керування.

На плиту покриття заїжджає монтажний кран для встановлення колон верхніх ярусів, обслуговування підйомників і інших транспортно-монтажних операцій. Цей механізм в процесі усього підйому знаходитиметься на верхній плиті і після його закінчення може бути знятий з даху за допомогою спеціальної розбірної стріли. Після цього на колонах встановлюють підйомне устаткування і піднімають верхню плиту покриття, мінімальна

висота підйому не менше двох поверхів. Доцільно, щоб у міру підйому плити покриття з нею встановлювалися в монтажні отвори фіксатори, що дозволить при підйомі поверхів без проблем встановлювати їх на проміжні опори.

Потім монтують збірні конструкції верхнього поверху й піднімають його під вже підняту плиту покриття. Для усунення впливу присосу при відриванні плити необхідно послідовно включати крайні підйомники для підйому її на величину одного циклу 8-10 мм. Після відривання плити всі підйомники включаються на автоматичний режим і готовий поверх плавно й рівномірно піднімається нагору під плиту покриття. Після закінчення підйому й закріплення поверху на цих проміжних відмітках нарощують колони, переставляють підйомники та піднімають верхній поверх разом з покриттям на черговий монтажний горизонт, тобто на всю висоту знову встановленого ярусу колон. Колони нарощують як і при підйомі плит перекриття за допомогою одиночних кондукторів з розсувним або начіпним риштуванням.

Мінімальна висота підйому плити покриття більше 5 м, це дозволяє почати монтаж на верхньому перекритті стінних панелей, а також верхніх конструкцій і устаткування верхнього поверху. Стійкість кожної встановлюваної панелі забезпечується за рахунок загальної просторової стійкості суміжних панелей, що сполучаються разом, монтаж яких краще розпочинати з одного з кутів будівлі.

Для підйому верхнього поверху на проектні відмітки вгору, колони верхнього ярусу встановлюють та закріплюють інвентарні монтажні колони, по яких піднімають верхні поверхи до проектних відміток, і потім ці колони демонтують.

Коли верхній поверх піднятий на проектній відмітці, його закріплюють до ядра жорсткості клинами або гвинтовими упорами, жорстко сполучають по верху комірів перекриття з колонами. Для того, щоб конструкції, що піднімаються, встановити на колонах на проектні відмітки, поверх піднімають на 20-30 мм вище за отвори в колонах, виймають інвентарні автоматичні фіксатори, в отвори, що звільнилися, заводять опорні штирі, підйомники вмикають на опускання, поверх м'яко опускається на ці опорні штирі, які приварюють до комірів плити. Бетоном замоноличують проміжки між колонами і комірами. Паралельно з цим закладають горизонтальні шви зовнішніх і внутрішніх стін, в які розміщують спеціальні герметизуючі прокладки, що складаються з штучного каучуку, просоченого спеціальними складами для підвищення довговічності.

Після закріплення поверху під нього піднімають наступний і також закріплюють. Аналогічним чином збирають і піднімають на проектні відмітки конструкції поверхів, що знаходяться нижче. Коли з'являється можливість, а саме після підйому другого поверху будівлі, на його проектних відмітках здійснюють демонтаж інвентарних монтажних колон і підйомників, далі з рівня землі монтують збірні елементи першого поверху.

Знайшов застосування для виконання робіт і спеціальний даховий кран, який легко монтувати і демонтувати. Після підйому на проектну відмітку верхнього поверху можна переходити до заповнювання із зовнішнього боку швів між стіновими панелями цементно-вапняним розчином. Роботи виконують з підвісної люльки. На поверсі можна виконувати санітарно-технічні і оздоблювальні роботи. Необхідні для цього матеріали можуть бути підняті разом з поверхом. Остаточне оздоблювання поверхів при даному методі здійснюють зверху вниз. При розбивці будівлі великої довжини плити зі змонтованими поверхами виготовляють і піднімають окремо для кожної захватки.

## **Розділ XI. Технологія монтажу промислових будівель легкого та середнього типу**

1. Особливості, що характеризують монтаж будівель та споруд.
2. Основні критерії вибору методів організації монтажу.
3. Методи монтажу конструкцій різних будівель.

4. Попереднє укрупнення конструкцій.
5. Підйомо-монтажне устаткування.
6. Послідовність і методи монтажу: роздільний, комплексний, змішаний, переваги та недоліки методів.
7. Технологія монтажу одноповерхових промислових будівель із залізобетонним каркасом.
8. Технології монтажу одноповерхових промислових будівель з металевим каркасом.

#### Технологія монтажу промислових будівель легкого й середнього типу.

Монтаж будівель та споруд характеризується наступними особливостями:

- каркаси будівель можуть виконуватись зі сталевих, збірних залізобетонних і змішаних конструкцій: колони - із залізобетону, стінові панелі - багатошарові, підкранові балки, ферми, зв'язки та елементи покриття - сталеві;
- розміри будівель зазвичай перевищують радіус дії монтажних кранів;
- ряд конструкцій - колони великої висоти та маси, потужні підкранові балки, ферми великого прольоту, об'ємні елементи покриття - доводиться монтувати частинами або застосовуючи кілька кранів;
- монтаж будівлі необхідно погоджувати із встановленням технологічного устаткування.

Одноповерхові промислові будівлі зі сталевих конструкцій проектують і зводять із прольотами 18, 24, 30 і 36 м і висотою до 30 м. Одноповерхові будівлі з залізобетонних конструкцій мають прольоти 12, 18, 24 і 30 м і висоту (по верху колон) до 14,4 м, а будівлі зі змішаним каркасом проектують на прольоти 24, 30 і 36 м при висоті до 18 м.

Одноповерхові промислові будівлі залежно від розміру прольоту, кроку та висоти колон розділяють на типи: *легкі* - прольот 6 - 18 м, висота 5 - 12 м; середні - 18 - 30 м, висота 8 - 24 м; важкі - прольот 24 - 36 м, висота 18 - 30 м.

Основні критерії вибору методів та організації монтажу конструкцій будівель:

- обсяг монтажних робіт;
- об'ємно-планувальне і конструктивне рішення будівлі;
- встановлені строки монтажу й зведення будівлі в цілому;
- наявний парк монтажних механізмів.

**Методи монтажу конструкцій різних будівель** підрозділяють залежно від:

- підйомно-монтажного устаткування, що застосовується, - крановий і безкрановий методи;
- ступені укрупнення елементів у блоки перед монтажем - поелементний, великоблочний монтаж, конвеєрне складання, рулонування;
- послідовності встановлення в проектне положення плоских і просторових монтажних і технологічних блоків;
- послідовності встановлення елементів у проектне положення;
- руху крану уздовж або поперек будівлі при монтажі;
- способів наведення й встановлення елементів на опори;
- послідовності зборки конструкцій по вертикалі;
- конструктивних особливостей будівель, споруд;
- конструкцій у процесі монтажу;
- напрямку зведення об'єкту - методи насуву, вертикального підйому.

**Попереднє укрупнення конструкцій.** Залежно від ступеня попереднього укрупнення розрізняють:

- монтаж окремими конструктивними елементами;
- монтаж попередньо укрупненими площинними або об'ємними блоками;

Монтаж комплексними блоками із установленими та закріпленими елементами інженерного й технологічного устаткування.

У конструкціях зі збірного залізобетону укрупнюють, але дуже рідко, основні елементи каркасу - колони та ферми.

Частіше укрупнюють елементи з металу - підкранові балки, колони, віконні рами, зв'язки, конструкції ліхтарів, комплексні укрупнені блоки - блоки покриття з металевими несучими конструкціями та ефективною полегшеною покрівлю.

**Підйомно-монтажне устаткування** підрозділяють на три основні групи:

**Монтажні крани** - автомобільні, пневмоколісні, крани на спеціальних шасі, гусеничні, баштові, козлові, залізничні.

**Безкранове оснащення** - для підйому та укладання конструкцій з використанням лебідок, поліспаств, підйомників, укосин, домкратів.

**Вантажопідйомне обладнання** - монтажні щогли, шевери, порталні підйомники, домкрати для монтажу конструкцій і устаткування, маса яких перевищує вантажопідйомність серійних кранів.

Важливим питанням при монтажі будівель є вибір монтажних механізмів. При монтажі одноповерхових промислових будівель застосовують найрізноманітніше кранове устаткування:

- автомобільні крани вантажопідйомністю 6,3 - 16 т;
- колісні крани (10 - 100 т);
- гусеничні крани (6,3 - 160 т);

- баштові крани розрізняють за призначенням: для масового житлового будівництва випускають крани вантажопідйомністю до 12,5 т з висотою підйому гаку до 83 м і вильотом гаку до 50 м, за схемою зміни вильоту - з піднімальною стрілою, зі стрілою, що має вантажний візок.

Для промислового будівництва - вантажопідйомністю від 20 до 100 т з максимальною висотою підйому гаку 116 м і вильотом гаку до 50 м.

Баштові крани встановлюють на рейковий шлях, для баштових кранів ширина шляху змінна від 4 до 10 м. Крани БК-404, БК-406 і більш важкі пересуваються по шляхах із чотирма рейковими нитками.

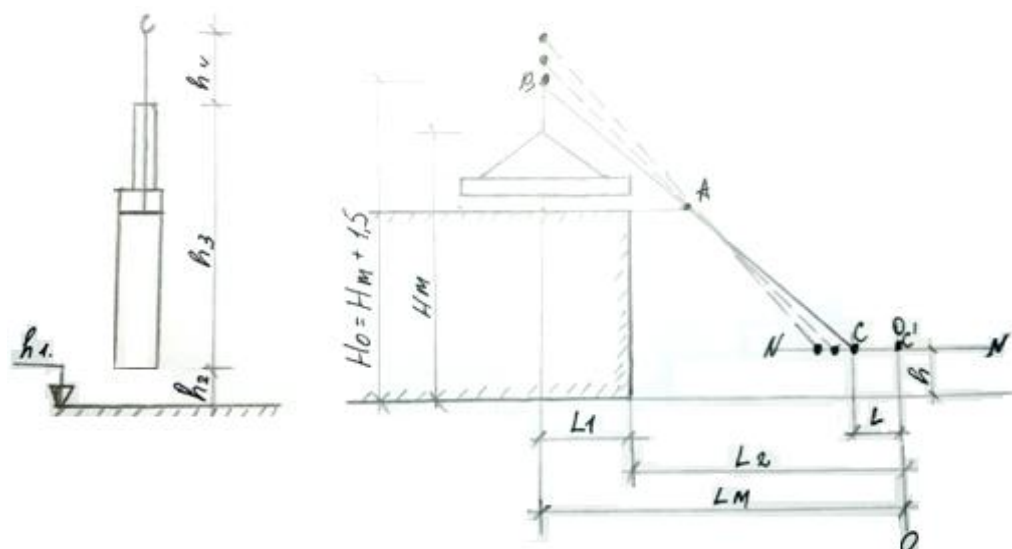
Конструкції характеризуються монтажною масою (самої конструкції та обладнання, що піднімається разом з нею)  $G_m$ , монтажною висотою (висота підйому гаку крана)  $H_m$  і необхідним вильотом стріли крана

$$G_m = m_k + m_c + m_0$$

Де  $m_k$  - маса елемента, що монтується

$m_c$  - стропуче обладнання

$m_0$  - оснащення, встановлене на конструкціях до їхнього підйому



$$H_m = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$$

$h_1$  – відмітка, на яку встановлюють елемент

$h_2$  – висота підйому елементів над опорою 0,5 - 1 м

$h_3$  – висота встановлюваного елемента

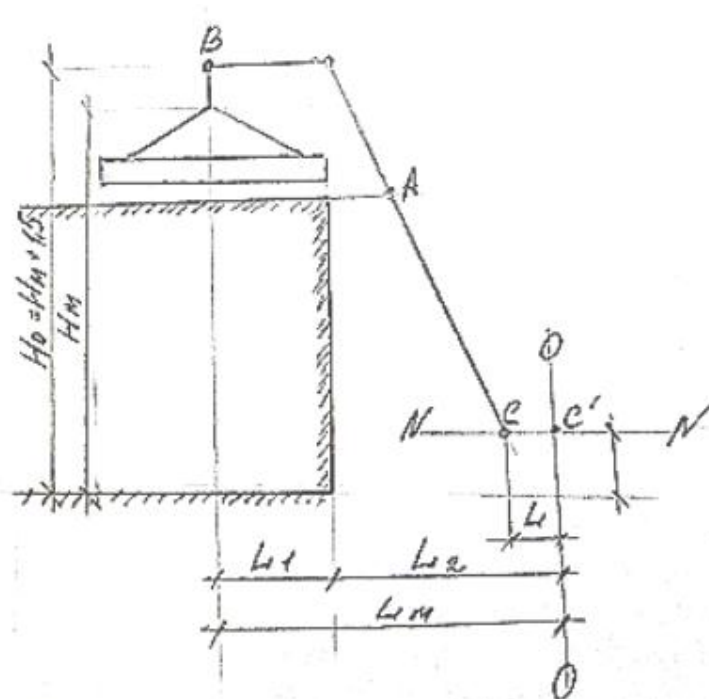
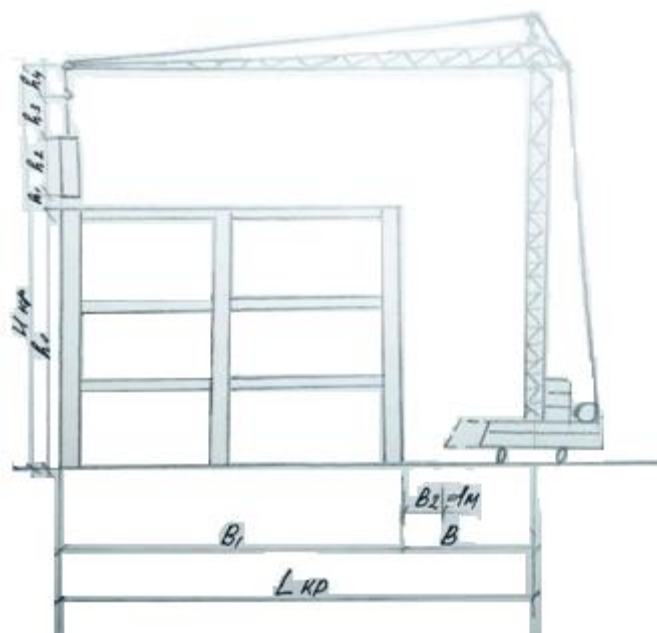
$h_4$  – висота монтажного обладнання над встановлюваним елементом, м

Вісь стріли крана повинна пройти через дві точки: А – на відстані 1,5 м від краю точки встановлюваної конструкції (ферми, стіни, ригеля) і В – на висоті  $H_m + 1,5$  м – висота від гаку крана до осі голівки стріли.

Вище рівня положення крана на висоті  $h$  проводять лінію N-N, яка проходить через шарнір стріли крана. Вісь стріли проводять до цієї лінії та вправо від точки їх перетинання відкладають відстань  $L$ , відповідно до положення осі повороту крана.

Якщо виліт стріли визначають для заздалегідь підбраного крана (по  $G_m$  і  $H_m$ ), то величини  $h$  і  $L$  ухвалюють, виходячи з його технічних характеристик, а при визначенні необхідного вильоту стріли до вибору крана  $h$  і  $L$  приймають такими, що дорівнюють 1,5 м.

За рахунок подовження стріли можна зменшити її виліт і наблизити кран до споруди.



Для вибору крану з гуськом вправо від точки В відкладають розмір гуська та вісь стріли проводять від кінця гуська через точку А.

Виліт стріли  $L_m$  змінюють від осі встановлення конструкції до осі повороту крану.

Часто при поелементному монтажі будівель легкого типу застосовують автомобільні та гусеничні крани, тому що вони відрізняються великою мобільністю, зручні в роботі. При блоковому й великоблочному монтажі одноповерхових будівель середнього та важкого типів застосовують гусеничні крани великої вантажопідйомності, часто оснащені баштово-стріловим устаткуванням. При такому монтажі часто передбачають застосування баштових кранів з великими вантажними моментами (3500 т-м), які можуть піднімати 100 т на вильоті 35 м.

Пневмоколісні крани мають гарні вантажні й геометричні характеристики, але відносно рідко застосовуються при виконанні монтажних робіт. Для монтажу щодо важких конструкцій таким кранам потрібно встановлювати виносні опори, що значно знижує темп монтажних робіт, тому перевагу віддають гусеничним кранам.

Для монтажу каркасів будівель необхідно проектувати не тільки потребу в монтажних кранах, але і їх розміщення. Рішення ухвалюють залежно від наявності кранів на місці провадження робіт, можливості їх оренди, а також від конфігурації будівель, їх геометричних характеристик, особливостей конструктивного рішення. **Зазвичай аналізують два варіанти розташування кранів:**

1. Кран розташований усередині каркасу будівлі. Монтаж здійснюється «на себе», кран, задкуючи, здійснює монтаж, залишаючи змонтовані гнізда каркасу. При такій організації монтажу легко здійснити попередню розкладку елементів у місцях їх підйому. Конструкції в зону монтажу доставляють назустріч руху крана. При цьому розвантаження конструкцій і їх монтаж здійснюють у різних гніздах каркасу і робітники не заважають один одному. Рух крана усередині каркасу будівлі найбільш широко поширений в практиці будівництва, воно раціональне й економічно виправдане.

2. Кран здійснює монтаж зовні каркасу будівлі. Таке рішення ухвалюють при розвиненому підземному господарстві будівлі, а значить великому обсязі земляних робіт, бетонних робіт з обладнання фундаментів під технологічне устаткування, прокладці інженерних комунікацій з тунелями. Подача конструкцій під монтаж у цьому випадку буде здійснюватися в напрямку монтажу або з іншого боку, що буде залежати від конкретних умов будівельного майданчика.

#### **Послідовність встановлення елементів каркасу.**

Залежно від послідовності встановлення елементів застосовують диференційований (роздільний), комплексний і змішаний (комбінований) методи монтажу.

**При диференційованому (роздільному) методі** однойменні конструктивні елементи монтуєть самостійними потоками, сполученими у часі. При цьому зростає продуктивність праці монтажників і більш повно використовується вантажопідйомність кранів.

Диференційований монтаж може здійснюватись одним монтажним механізмом або декількома, переміщуваними один за одним.

Метод не дозволяє в одноповерхових промислових будівлях послідовно встановлювати тільки кроквяні ферми, тому що неможливо забезпечити їхню стійкість навіть після повної приварки їх монтажних вузлів. При послідовному встановленні усіх підкроквяних і кроквяних ферм у будівлі, що зводиться, ускладнене або неможливе використання монтажного крану для укладання плит покриття по фермах.

**При комплексному методі встановлення** всіх конструкцій ведуть в одному потоці, у результаті одержують повністю змонтовані гнізда будівлі. Відкривається фронт для виконання наступних робіт, помітно скорочуються загальні строки будівництва.

Комплексний метод монтажу полягає в комплексному встановленні конструкцій у кожному гнізді будівлі й характерний для будівель з металевими конструкціями каркасу. Для першого гнізда спочатку монтуєть чотири колони, яким відразу забезпечують проектне

положення й встановлюють необхідні поздовжні зв'язки між ними. Далі укладають дві підкранові балки, монтують підкровоквяну ферму. Монтаж гнізда завершується встановленням кровляних ферм із прогонами й зв'язками, укладанням елементів покриття. Далі послідовність встановлення конструктивних елементів зберігається, але кількість елементів, що монтуються, може змінюватись. Комплексний метод недоцільно застосовувати при великій різниці в масі різнойменних конструкцій.

**При змішаномуметоді, що** увібрав у себе якості двох попередніх методів, припустима найрізноманітніша послідовність встановлення елементів.

Цей метод найбільш характерний для одноповерхових промислових будівель зі збірного залізобетону, дозволяє роздільно встановлювати елементи конструкцій, віконні рами й комплексно, у єдиному потоці, монтувати підкровоквяні, кровляні конструкції, панелі покриття і іноді підкранові балки.

**Вибір напрямку монтажу при самохідних кранах.** Вибір напрямку монтажу визначається декількома параметрами - особливостями конструктивної схеми, необхідністю послідовної задачі під монтаж технологічного устаткування окремих прольотів або частин будівлі, розташуванням технологічних ліній і їх взаємним зв'язком. Організація монтажних робіт повинна забезпечувати паралельне виконання робіт організаціями, що беруть участь у будівництві об'єкту, швидко задачу окремих ділянок будівлі під монтаж технологічного устаткування, окремих частин, прольотів або захваток в експлуатацію.

Залежно від напрямку монтажу стосовно основних вісей об'єкту, розрізняють поздовжній монтаж, коли встановлення конструкцій ведуть окремими прольотами, і поперечний, або секційний, коли здійснюють монтаж в поперечному напрямку. Поперечний монтаж знаходить застосування, коли введення будівлі в експлуатацію передбачається окремими секціями поперек будівлі або при використанні кранів з великим радіусом дії, що дозволяє значно скоротити перестановку механізму.

Аналізувати можливий напрямкокруху можна тільки для самохідних кранів і при зведенні одноповерхових промислових безліхтарних будівель, у каркасі яких відсутні підкровоквяні ферми.

Визначають метод в основному тільки для монтажу елементів покриття по двом основним приводам - недостатня вантажопідйомність наявного монтажного крану при значних вильотах стріли й необхідності найшвидшого звільнення ряду поперечних гнізд для наступного монтажу технологічного устаткування й виконання оздоблювальних робіт.

**При поздовжньому методі** будівлю монтують послідовно окремими прольотами, що дозволяє в короткий термін здавати їх під монтаж устаткування. Монтажник кран розташовується поза секцією, що монтується, й монтаж плит покриття ведеться через змонтовану кровляну конструкцію. Плита покриття в просторі розташована уздовж стріли крану, що є вкрай нераціональним.

**При поперечному методі кран** переміщується поперек прольотів. Такий метод застосовують переважно при кроці колон 9 і 12 м у будівлях безкранової системи. Монтажник кран встановлюється всередині секції, що монтується, стріла розташовується поперек плити покриття, яка монтується, а це означає, що точка підвісу плити знаходиться на відстані від стріли не 6 - 9 м, а всього тільки 1 - 1,6 м. Поперечний монтаж дозволяє здійснювати встановлення конструкцій одночасно двома кранами різної вантажопідйомності. Перший кран, більшої вантажопідйомності, послідовно монтує ферми. Інший кран, меншої вантажопідйомності, також переміщуючись поперек прольотів, здійснює укладання плит. При такій організації монтажу значно знижується вартість і тривалість робіт.

Метод дозволяє здійснювати монтаж конструкцій і при наявності в каркасі будівлі підкранових балок. Необхідно суворо дотримуватись рекомендацій з послідовності встановлення елементів (ферми, підкранові балки, плити покриття), викладені в технологічній карті монтажу.



Поперечний метод монтажу застосовують:

- коли будівлю вводять в експлуатацію окремими секціями, що включають усипрольотибудівлі;
- при монтажі конструкцій кранами великого радіусу дії, щоб повніше використовувати їх на кожній стоянці;
- при необхідності або доцільності переміщення монтажних кранів тільки в поперечномунапрямку.

Комбінований, тобто поздовжньо-поперечний, метод заснований на встановленні колон поздовжнім методом і монтажі покриття при поперечній проходці крану. **Поперечний монтаж може виявитися більш економічним, особливо при використанні плит покриття 12+3 м і 24+3 м і довгомірних настилів «2Т»**, маса яких і виліт стріли суттєво впливають на вибір монтажного крану. Кран працює з меншим вильотом стріли за рахунок його розміщення між двома змонтованими фермами. Вибір напрямку монтажу значною мірою залежить від технологічних особливостей зведення промислової будівлі.

### **Монтаж одноповерхових промислових будівель із залізобетонним каркасом.**

Об'ємно-планувальні рішення промислових будівель.

На практиці найчастіше зустрічаються одноповерхові повнозбірні **промислові будівлі площею 3 - 20 тис. м<sup>2</sup>**. Вони можуть бути безкрановими або обладнані мостовими електричними кранами. **Прольотибудівельстановлять 12, 18, 24 і 30 м, крок колон 6 і 12 м, висота будівель від 8,4 до 18 м**. Маса збірних елементів становить від 2,5 до 33 т. Будівлі характеризуються однотипними секціями, конструкціями і більшими розмірами в поздовжньому й поперечномунапрямках.

Основні якості одноповерхових промисловихбудівель - відносна дешевизна, можливість застосовувати розрідженусітку колон і передавати навантаження від технологічногоустаткуваннябезпосередньо на ґрунт. Такі будівлі зазвичай будують прямокутного обрису в плані, без перепадів висот, із прольотами в одномунапрямку.

Розроблені універсальні об'ємно-планувальні й конструктивні рішеннябудівель, які дозволяють застосовувати індустріальні методи монтажу. Встановлено обмежену кількість взаємних комбінацій параметрів будівель або габаритних схем. Розміри прольотів пов'язані з певними висотою й кроком колон, надкрановими габаритами. Усі елементи каркасу, огороження й покриття одноповерхових будівель кратні номінальним розмірам укрупнених модулів: планувального - 6 м, висотного - 1,2 м.

**Послідовність провадження робіт.** Одноповерхові виробничі будівлі зазвичай монтують із типових елементів, серійно виготовлених на заводах збірного залізобетону. Збірні конструкції одноповерхових будівель підрозділяють на несучі та такі, що обгороджують. До несучих відносять збірні фундаменти, колони, підкранові балки, підкроквяні й кроквяні ферми, до таких, що обгороджують, - плити покриття й стінові панелі.

При прольотахбудівель 30 м і більше застосовують ферми зі сталевих конструкцій, будівлі з меншими прольотами можуть перекриватися залізобетонними фермами з паралельними поясами або верхнім криволінійним поясом - арковим або сегментним. Необхідно зазначити, що зведеннябудівель із залізобетонним каркасом є більш трудомістким у порівнянні з аналогічною будівлею з металевих конструкцій.

Будівлі зі збірних залізобетонних елементів монтують поелементно, їх не укрупнюють у просторові блоки через наявність «мокрих процесів», необхідності замонолічування стиків. Подальший монтаж конструкцій після встановлення колон у фундаменти склянкового типу і їх замонолічування може бути розпочатий тільки після досягнення міцності бетону у замоноліченому стикі 70% марочної. У зв'язку із цим додаткові труднощі виникають при проведенні робіт у зимових умовах.

При наявності на будівельномумайданчикудекількох кранів монтаж каркасу можна виконувати декількомапаралельними й послідовними потоками: монтаж збірних фундаментів, колон, зв'язків між колонами, підкранових балок і елементів покриття,

навішення стінових панелей. Така організація робіт дозволяє значно скоротити строки монтажу об'єкту.

Після риття ям або траншей під фундаменти, вирівнювання й ущільнення основи приступають до монтажу фундаментів. При великому заглибленні фундаментів або суцільномукотловані під будівлю кран буде переміщуватися по дну котловану.

Колони монтують другим потоком, і тільки після закінчення й приймання закінчених робіт нульового циклу на першій захватці. До таких робіт відносяться:

- прийняття встановлених фундаментів під монтаж колон;
- виконання зворотного засипання пазух траншей та ям;
- здійснення планування ґрунту в межах захватки;
- прокладка шляхів для транспорту;
- підготовка майданчиків для складування конструкцій і роботи кранів.

Оптимальним рішенням після виконання планування слід вважати обладнання бетонної підготовки під підлоги по всій площі захватки. Допускається обладнання твердого покриття з дорожніх залізобетонних плит для переміщення транспорту й кранів. У цьому випадку для майданчиків складування конструкцій рекомендується піщана підготовка.

Колони висотою до 12 м зазвичай не розчальюють, стійкість їх забезпечується тільки закладенням у фундаменті. При установці більш високих колон їх необхідно розчальювати в площині найменшої стійкості (уздовж ряду колон). Після досягнення необхідної міцності стиків колон з фундаментами можна приступати до монтажу зв'язків і укладання підкранових балок. Після прихвачування закладних деталей підкранових балок до консолей колон і закладання стиків, розчальювання між колонами знімають.

Монтаж підкранових балок зазвичай виконують в одному потоці з елементами покриття будівлі. Кожну секцію каркасу будівлі слід монтувати комплексно: встановлюють усі підкранові балки, підкровоквяну, кроввяну (одну або дві) ферми, по них усі плити покриття на секцію.

Плити крайнього прольоту встановлюють з навісних майданчиків, закріплених на колонах першого ряду, плиту для середнього прольоту - з раніше змонтованих плит крайнього прольоту.

Стінові панелі монтують у заключному монтажному потоці, зазвичай самостійним краном. Панелі навішують відразу на всю висоту між сусідніми колонами, зазвичай у прив'язці до процесів з встановлення віконних рам і закладенню швів між елементами.

При монтажі одноповерхових промислових будівель об'єктних складів не влаштовують. Конструкції в зону монтажу доставляють у третю зміну, розвантажують і розкладають у місцях їх підйому. Запас конструкцій повинен бути не менш ніж на два дні роботи, при перебоях у поставці запас повинен зростати. Доставку конструкцій можна здійснювати і у денний час, конструкції в цьому випадку підвозять назустріч напрямку монтажу.

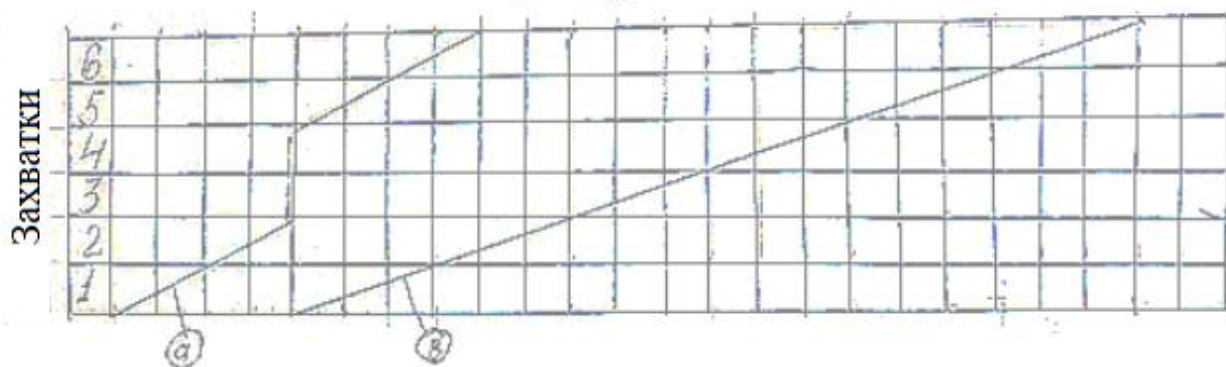
**Організація монтажу будівель.** Для скорочення тривалості будівництва монтаж будівлі зазвичай здійснюють від торців до середини, від середини до торців, можливий і інший напрямок, важливо, що кожний температурний блок монтується самостійно. Організують два незалежні об'єктні потоки робіт, кожний з них може включати декілька спеціалізованих потоків по монтажу окремих конструкцій - колон, підкранових балок, елементів покриття й стінових панелей. Кожний спеціалізований потік забезпечують монтажним краном і відповідним комплектом монтажного обладнання.

Якщо будівля, що зводиться, має значну площу, її ділять на кілька захваток. Розміри захваток ухвалюють залежно від об'ємно-планувального й конструктивного рішення будівлі, особливостей введення її в експлуатацію, трудомісткості робіт. Розчленування будівлі на захватки або монтажні ділянки забезпечує потоковість виробництва, поява для кожної ділянки самостійного монтажного потоку. Роботи на ділянках можуть виконуватись послідовно одним потоком або паралельно й одночасно декількома спеціалізованими потоками на декількох ділянках.



11

### Циклограма



а – монтаж колон, б – монтаж підкранових балок, ферм, плит покриття.

### Методи зведення одноповерхових промислових будівель та монтажні механізми.

Одноповерхові промислові будівлі легкого та середнього типу монтують переважно **роздільним методом**, важкого типу - **комплексним**, але основним методом монтажу будівель є **змішаний метод**.

Будівлі легкого типу монтують самохідними стріловими кранами на гусеничному ходу; середнього типу - самохідними стріловими, козловими й баштовими кранами.

Для монтажу застосовують:

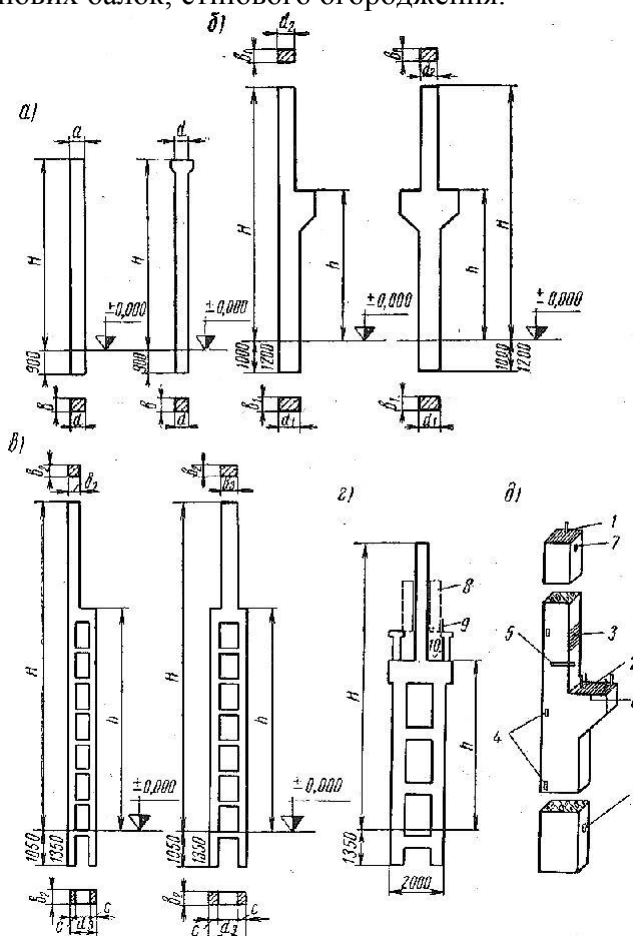
- гусеничні крани з баштово-стріловим устаткуванням вантажопідйомністю 40 т і більше;
- баштові крани на будівлях до трьох прольотів по 24 м при роботі крану з однієї підкранової колії в середньому прольоті;
- козлові крани звичайного типу при ширині будівель до 36 м;
- козлові крани з попередньо напруженим ригелем при ширині будівель до 66 м; ці крани дозволяють здійснювати монтаж конструкцій і устаткування одночасно у двох-трьох суміжних прольотах.

При монтажі будівель легкого та середнього типів часто застосовують метод попередньої розкладки елементів у монтажній зоні. Напрямок подачі елементів зазвичай протилежне напрямку монтажу, за винятком елементів, що укрупнюються перед підйомом.

Раціональна організація монтажного процесу - потоковість здійснюється шляхом поділу комплексного монтажного процесу на складові й створення заздалегідь встановленого ритму монтажу. За певний проміжок часу повинні виконуватися порівняно однакові обсяги робіт

при постійному складі бригади монтажників і комплекті машин. Для проведення монтажу в мінімальний термін слід підготувати необхідний фронт робіт, вчасно доправити збірні конструкції у зону монтажу, підібрати оптимальні монтажні крани.

При зведенні одноповерхових промислових будівель монтажні роботи поділяють на кілька монтажних потоків. Окремими спеціалізованими потоками здійснюють монтаж колон, покриття і підкранових балок, стінового огороження.



Мал. Вид залізобетонних колон одноповерхових промислових будівель.

### **Монтаж одноповерхових промислових будівель з металевим каркасом.**

В одноповерховому виконанні проектується і будують понад 70% промислових будівель з металевим каркасом. Відзначається широке використання металоконструкцій для перекриття великих прольотів, особливо в будівлях значної площі.

Трудомісткість виготовлення й монтажу покриття таких будівель становить 50-75% загальної трудомісткості зведення будівлі, тому від тривалості монтажу покриття залежить і строк закінчення будівництва.

Існуюча тенденція розмішувати в міжфермовому просторі інженерних комунікацій, устаткування й обладнання призводить до додаткового збільшення трудомісткості зведення покриття.

Конструктивні рішення покриття будівель відрізняються більшим числом вузлів примикання елементів, тому дуже велика трудомісткість робіт з вивірки й припасування окремих елементів покриття, особливо по їхньому з'єднанню та закріпленню. Окрім цього, поелементний монтаж покриттів належить до категорії верхолазних і найнебезпечніших робіт.

Обладнання покриття виконують зазвичай дуже повільно.

Широке застосування структурних і великоблочних покриттів взагалі виключає поелементний монтаж, тому що покриття повністю збирають на землі й можуть піднімати на проектні відмітки у вигляді закінчених блоків.

Блоковий монтаж став реальністю із застосуванням сталевих оцинкованих профільованих настилу й ефективного утеплювача, що дозволило збирати блоки покриття більш високої будівельної готовності і маси, відповідно до вантажопідйомності окремих будівельних кранів.

Конструктивне рішення блоків у металі дозволяє відмовитися від важких залізобетонних ферм і плит покриття. Для порівняння, блок розміром 12 x 24 м у металі важить до 40 т, а маса збірних залізобетонних конструкцій на ту ж секцію становить 80 - 120 т, тобто в 2 - 3 рази більше.

#### **Монтаж будівель легкого типу.**

Ці одноповерхові промислові будівлі мають обмежені геометричні параметри (проліт і висоту), у них часто відсутні мостові крани. У таких будівлях нерідко застосовують легкі конструкції покриття: із замкнених гнучозварюваних профілів прямокутного перетину, з фермами із труб, із широкополочних таврів і двотаврів, з рамних конструкцій каркасів, структурні конструкції покриттів. Усі конструктивні елементи будівель легкого типу мають незначну масу, яка не перевищує 8 т.

Залежно від площі будівлі, її конструктивного рішення й пов'язаного з ним обсягу конструкцій, застосовують поелементний або блоковий монтаж покриттів, зі складанням блоків на стелажах, стендах і на конвеєрних лініях. Рамні конструкції монтують поелементно, а структурні - тільки укрупненими блоками.

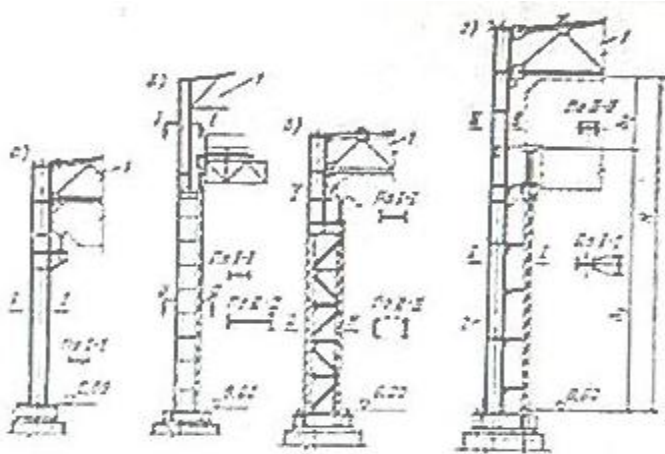
Поелементний монтаж виконують самохідними кранами - гусеничними, пневмоколісними й автомобільними вантажопідйомністю 10 - 20 т. При блоковому монтажі застосовують монтажні крани вантажопідйомністю 40 - 50 т.

Легкі стінові огороження можна монтувати поелементно, укрупненими елементами з 3 - 4 панелей або єдиним елементом на всю висоту будівлі, що складаються із панелей, укрупнених з'єднаннями й ригелями фахверка.

**Монтаж будівель середнього типу.** До таких будівель відносяться прокатні стани, блюмінги, склади заготовок, будівлі машинобудування з мостовими кранами.

Сталеві конструкції каркасів будівель (колони, балки, ферми, зв'язки) установлюють на місце розсіпом, окремими конструкціями й блоками конструкцій. До початку монтажу каркасу перевіряють правильність встановлення фундаментів і анкерних болтів. Положення фундаментів вивіряють геодезичними інструментами. При цьому перевіряють оцінку поверхні фундаментів або опорних листів, їх положення в плані щодо поздовжніх і поперечних вісей, оцінки й положення в плані анкерних болтів і довжину їх нарізки. Фактичне положення фундаментів і анкерних болтів фіксують на виконавчому кресленні й звіряють із проектними розмірами.

Відхилення при перевірці вісей фундаментів з анкерними болтами під металеві конструкції  $\pm 5$  мм, особливо ретельно перевіряють положення фрезерованих поверхонь плит, покладених на фундаменти для безвивірочного встановлення колон.



**Особливості монтажу металевих конструкцій.** Оскільки металеві конструкції мають підвищену деформативність під час перевезення, складування й монтажу, необхідно вживати заходів, що виключають ушкодження (втрату стійкості в горизонтальному напрямку, вм'ятини, ушкодження фасонки, фрезерованих торцевих поверхонь, стикових крайок тощо). Тому перевозять і зберігають металеві конструкції (за винятком колон, секцій вертикальних конструкцій і деяких інших) у проектному положенні, нижні та верхні пояси ферм при необхідності підсилюють шляхом прикріплення до них дерев'яних пластин, при стропуванні універсальними сталевими канатами «в обхват» влаштовують прокладки, які оберігають стропи від перетирання, а конструкції з легких сплавів - від ушкоджень.

Технічні умови допускають відхилення при виготовленні металевих конструкцій, наприклад по довжині ферм не більш 7-10 мм. Більш зручні мінусові допуски, які можуть бути погашені встановленням в місцях опорних вузлів металевих прокладок.

**Сталеві колони** встановлюють на бетонні фундаменти, у яких забиті анкерні болти, що забезпечують проектне положення колон у плані, наведення основ колон на анкерні болти полегшує встановлення напрямних конічних насадок, які надягаються на болти. Вони також виключають зрізання різьблення з болтів.

Залежно від прийнятого способу забезпечення точності монтажу колон їх встановлюють:

**1.** На фундамент, оцінка якого доведена до проектної з відхиленнями не більше  $\pm 2$  мм. Цей спосіб передбачає встановлення колон фрезерованими торцями на заздалегідь вивірені сталеві опорні деталі.

**2.** На фундамент, оцінка якого нижче проектної на 40 - 50 мм, тобто колона може бути встановлена на підкладки з наступним заповненням зазору бетоном сумішшю.

**3.** На фундаменти, що мають на проектній відмітці обпирання колон заздалегідь вивірені і підліті стругані сталеві плити. У цьому випадку колони встановлюють без додаткової вивірки, і тому цей метод називається **безвивірним**.

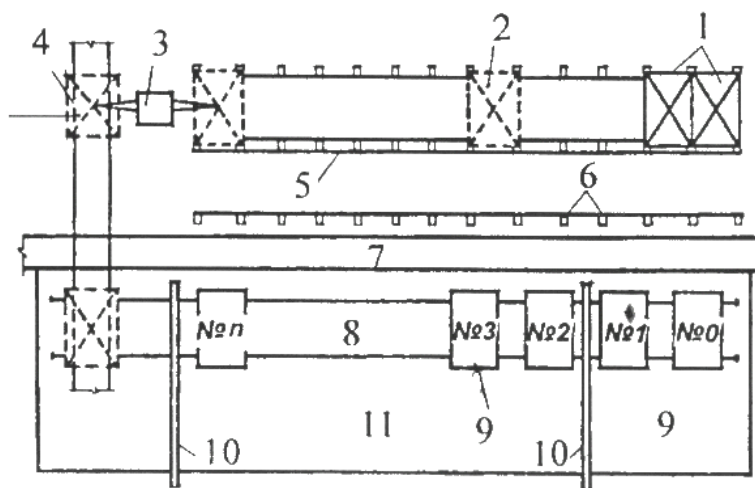
**Безвивірний метод монтажу** передбачає встановлення колони на заздалегідь вивірені фрезеровані сталеві опорні плити, що виключає надалі вивірку колон і підкранових балок. При обладнанні фундаменту його верх не доводять до оцінки низу опорної плити на 50-60 мм. Потім встановлюють по нівеліру опорні плити, рівень яких регулюють за допомогою трьох гвинтів або спеціального кондуктора. Верх плити повинен збігатися із фрезеровано-торцевою поверхнею основи колони з відхиленнями не більше  $\pm 1$  мм. При використанні оптичного плоскоміру опорні плити можна встановлювати з погрешністю не більше  $\pm 5$  мм. Перевіривши правильність встановлення опорних плит, їх підливають цементним розчином.

Після отримання розчином достатньої міцності на плити наносять осьові ризки, які при установці колон сполучають із ризками на опорах. Цей метод дозволяє приблизно на 30% зменшити трудомісткість монтажу колон. При установці колон висотою до 15 метрів їх стійкість забезпечують затягуванням гайок на анкерних болтах, а при наявності вузьких опір - додатковим встановленням розчалювань у напрямку найменшої стійкості. При монтажі колон більше 15 метрів стійкість їх забезпечують затягуванням анкерних болтів,

постановкою додаткових розчалувань уздовж ряду колон і хрестоподібних розчалувань - для високих колон з вузькою опорою. Перші дві змонтовані колони негайно розкріплюють передбаченими проектом постійними зв'язками або (при відсутності таких) тимчасовимитвердими зв'язками. При шарнірномуобпиранні колон їх розчалують уздовж і поперекрыду. Після геодезичної перевірки точності встановлення колон їх остаточно кріплять, включаючи дообертання (при необхідності) гайок анкерних болтів, приварку металевих підбивок, встановлення постійних зв'язків у зв'язнихпрольотах.

**Підкранові балки** монтують відразу після встановлення двох або чотирьох чергових колон. Балки встановлюють на консолі колон і тимчасово кріплять до упорів через прокладки з овальними отворами. По висоті й у плані балки регулюють підбивками, додаючи або витягуючи їх. Важкі підкранові балки масою до 100 тон і довжиною до 36 метрів доставляють до місця встановлення у вигляді складених елементів. Їх монтують після укрупнюючогоскладання на землі за допомогою двох кранів або вроздріб із застосуванням проміжних опор.

**Підкровокняні ферми** встановлюють на монтажні столики, приварені до колон, і зміцнюють розчалуваннями; кроквяні ферми - на монтажні столики колон або на підкровокняні ферми. При монтажі підкровокняних і особливо кроквяних ферм слід звертати особливу увагу на їхню стійкість. Для цього першу ферму до розчалування кріплять розчалками, після чого другу ферму зв'язують із першою розпірками. Традиційні методи поелементного складання конструкцій **покриттів** вимагають значного обсягу верхолазних робіт. Це знижує продуктивність праці й обмежує можливості досягнення високої якості й безпеки монтажних робіт. Розвитком традиційної технології зведення одноповерхових промислових будівельє **конвеєрний метод великоблочного монтажу** конструкцій покриттів. Він передбачає наземне складання на приоб'єктнійконвеєрній лінії блоків покриттів з високим ступенем конструктивної закінченості, доставку їх у монтажну зону й наступне встановлення у проектне положення.



Мал.: конвеєрний метод монтажу металокопструкцій

Використана література.

1. Технологія будівельного виробництва. С.С.АтаєвН.Н.Данилов та ін. М. Стройиздат, 1984.
  2. Технологія будівельного виробництва. Л.Д. АкімоваН. М. Амосов та ін. Л. Стройиздат, 1987.
  3. Технологія будівельного виробництва. О.О. Литвинова. Київ. Вища школа, 1977.
  4. Методи монтажу будівельних копструкцій. Черненко В.К. Київ. Будівельник, 1982.
- Технологія зведеннябудівель та споруд. В.І. Теличенко О.М.Терентьев А.А.Лапідус. М. Вища школа, 2004.

## **Розділ XII.Зведення будівель у ковзаючій опалубці**

### **12.1.Коротка характеристика застосування, його переваги, особливі умови використання.**

#### Зведення будівель у ковзаючій опалубці.

Ковзаюча опалубка рухлива, її піднімають нагору, не перериваючись у бетонуванні, і застосовують при зведенні висотних залізобетонних споруд із монолітними вертикальними стінами постійного, а останнім часом і змінного перетинів. Застосування опалубки особливо ефективно при будівництві висотних будівель (16 - 24 поверхів) і споруд із мінімальною кількістю віконних і дверних прорізів, закладних деталей та елементів. До них відносяться сховища різних матеріалів, димарі висотою до 400 м, градирні, ядра жорсткості будівель, стіни робочих веж елеваторів і силосів, резервуари для води, радіо- і телевізійні вежі.

### **12.2.Основні конструктивні рішення ковзаючої опалубки, матеріали та устаткування, що застосовуються, послідовність збірки.**

**Інша потенційна зона використання ковзаючої опалубки** - будівництво будівель атомних реакторів, секцій аркових гребель, мостових опор, стін і колон промислових будівель. Важливою перевагою ковзаючої опалубки слід вважати підвищення темпів будівництва, завдяки чому скорочується його вартість.

Зведення монолітних будівель і споруд не вимагає великих капітальних вкладень в організацію бази будіндустрії. В результаті загальні приведені витрати можна знизити на 13-25 % в порівнянні з повнозбірним будівництвом. В той же час зведення будівель і споруд в ковзаючій опалубці вимагає висококваліфікованої робочої сили і чіткої організації робіт.

Важливою перевагою зведення таких об'єктів в ковзаючій опалубці є значне підвищення темпів будівництва, зниження трудомісткості, вартості, термінів робіт. У відмінності від збірних залізобетонних споруд в монолітних виключені стики, що сприяє покращенню експлуатаційних характеристик будівель. Ковзаюча опалубка дозволяє розширити гамму архітектурно-планувальних рішень, забезпечує поліпшення звукоізоляції споруди, підвищує теплотехнічні характеристики будівлі. При зведенні будівель в сейсмічних районах вирішується проблема їх надійності і сейсмостійкості.

Монолітне будівництво будівель в ковзаючій опалубці дозволяє, використовуючи один комплект опалубки, шляхом його переналадки, здійснювати будівництво будівель різноманітного планувального рішення і різної поверховості.

Застосування ковзаючої опалубки в житловому будівництві ускладнене рядом технологічних чинників, в першу чергу, необхідністю облаштування різних отворів, що вимагають високої точності їх розміщення (отворів для вікон і дверей, ніш для розміщення електроустаткування, сантехнічного обладнання тощо). Досвід показує, що ефективність будівництва монолітних будівель у ковзаючій опалубці залежить від чіткої організації робіт, забезпечення безперервності бетонування, підбору спеціальних складів бетонів, характеру армування і багатьох інших чинників.

Опалубка ефективна, якщо її використання передбачене для зведення декількох поруч розташованих будівель. При зведенні поодиноких будівель опалубка виявиться економічно ефективною при висоті будівлі не менше 25 м.

Ковзаючу опалубку збирають на фундаментній плиті або перекритті цокольного поверху з щитів, що встановлюються відразу по усьому зовнішньому і внутрішньому контуру майбутньої споруди.

Опалубка складається з двох однакової висоти внутрішнього і зовнішнього щитів незмінної конструкції. Незмінність щитів забезпечується опалубними балками, що розташовуються в два яруси по висоті щитів по усьому їх контуру із зовнішнього і



внутрішнього боку. Балки, у свою чергу, передають зусилля на металеві рами домкратів, що розташовуються над опалубкою по усьому її периметру і передають масу всієї опалубки на стержні домкратів діаметром 22 - 28 мм і завдовжки до 6 м. Замість стержнів можуть бути застосовані труби, відстань між якими, а значить і між рамами домкратів, визначається розрахунками залежно від навантажень, що діють на стержні, і не перевищує 2 м при круглих стержнях і 1,2 - 1,4 м при прямокутних. Несуча здатність стержнів має бути більше усіх зусиль і навантажень, що діють на них. Стержні домкратів знизу кріплять за допомогою електрозварювання до арматурного випуску з фундаменту будівлі. Стержні нарощують по висоті, стик виконують на різьбленні; у нижньому стержні є виточка з внутрішнім різьбленням, у верхньому стержні - хвостовик із зовнішнім різьбленням. Доцільно, щоб стики сусідніх арматурних стержнів розташовувалися на різних рівнях.

На домкратних рамах згори закріплені гідравлічні або електричні домкрати, з їх допомогою одночасно піднімають усі елементи опалубки по стержнях домкратів.

На рами домкратів і верхній ряд балок спирається з внутрішньої сторони робочий настил, де знаходяться робітники, необхідне для робіт устаткування, матеріали і зовнішній настил з обгороджуванням. Також із зовнішньої і внутрішньої сторін опалубки до рам домкратів і робочого настилу підвішені на ланцюгових підвісках підмостя, з яких виконують роботи по виправленню дефектів бетонування і вилученню заставних деталей та отвороутворювачів.

Рами домкратів фіксують положення стінок опалубки, утворюючи єдину жорстку конструкцію. Вони сприймають горизонтальні зусилля від бетонної суміші, що укладається в опалубку, і вертикальне від домкратів при підйомі опалубки. Рами домкратів встановлюють перпендикулярно до стінок і так, щоб домкрат знаходився по вісі стіни.

Насосно-розподільча станція може знаходитися на землі, але краще, якщо вона перебуває на робочому настилі в зоні робіт. По настилу прокладають систему гідророзведення, які з'єднують кожний домкрат з насосною станцією. Вантажопідйомність домкратів 6 - 10 т, маса домкратів 15 - 21 кг, кількість одночасно працюючих на об'єкті може досягати 160 - 200.

Більшість домкратних рам конструктивно вирішені із двома стійками, але в місцях примикання й перетинання стін застосовують рами відповідно із трьома й чотирма стійками.

Опалубку не часто виготовляють із одного матеріалу (деревини або металу), зазвичай вона буває дерев'яно-металевою. Настили й балки при такому рішенні виконують із деревини, інші конструкції - з металу. Обшивку (внутрішню поверхню щитів опалубки) частіше роблять із листової сталі або вологостійкої фанери, якщо опалубка призначена для зведення 10-ти і більше однотипних споруд; при меншому обсязі робіт застосовують обшивку з дерев'яної клепки.

По конструкції щитів опалубку розділяють на крупно- і дрібнощитову. Остання більш універсальна, але трудомісткість її монтажу й демонтажу значно вище. При використанні дрібних щитів їх укрупнюють за допомогою елементів укрупнюючих з'єднань. У великорозмірних щитах балки входять в конструкцію щита. Щити виконують плоскими і криволінійними, що дозволяє урізноманітнити **архітектурні форми фасадів будівель**.

Щити опалубки зазвичай мають висоту 1,1 - 1,2 м; їх роблять із 0,5% розширенням донизу, тому відстань між щитами у верхній частині менше на 10 - 12 мм відстані в нижній частині опалубки. Щит металевої опалубки виготовляють з листової сталі завтовшки 1,5 - 2 мм, приварений до куточків ребер жорсткості і обрамлення. Кружала кріплять до ребер жорсткості. Для полегшення ковзання перед бетонуванням внутрішні стінки опалубки змащують солярною олією.

Комплекти інвентарної ковзаючої опалубки виготовляють в майстернях, маркують і доставляють на будівельний майданчик.

Опалубку монтують в такій послідовності. Очистивши основу, на неї наносять положення опалубки і розміщення домкратних рам. Спочатку по нанесеному фарбою

контуру і вісям обноси збирають внутрішні стінки опалубки. Після закріплення їх кружалами і встановлення арматури збирають зовнішні стінки опалубки і тимчасово їх фіксують. Шаблонами перевіряють конусність стінок опалубки і задану товщину її середньої частини. При цьому допускаються наступні відхилення: у відстані між стінками опалубки  $\pm 3$  мм, в зміщенні вісей стінок від проектних  $\pm 18$  мм, вісей домкратів від вісі стіни  $\pm 2$  мм, у відмітці ригелів домкратних рам  $\pm 10$  мм. Конусність у зворотний бік не допускається.

Мінімальна товщина стінок бетонованої конструкції визначається розрахунком і дорівнює 12 см. Необхідно забезпечувати такий порядок і темп робіт, щоб при підйомі опалубки не відбувся відрив бетону за рахунок сил тертя. При товщині стінки 12 см маса бетону, свіжоукладеного вище зазору, що утворився між опалубкою і раніше укладеним бетоном, буде більше сил тертя між бетоном і стінками опалубки. Для колон з урахуванням малої площі перерізу при відносно великому периметрі опалубки мінімальна товщина стінок має бути не менше 25 см.

### 12.3. Особливості встановлення та монтажу опалубки на будівельному об'єкті.

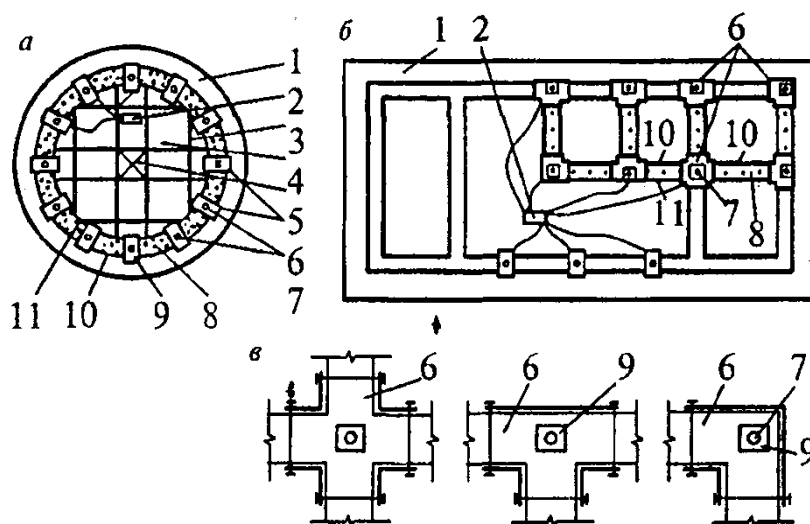
Для підйому опалубки використовують домкрати: ручні гідравлічні і електричні. **Найнезручніші у роботі ручні гвинтові домкрати.** Специфіка їх роботи полягає в тому, що на холостому ходу зусилля від рами домкрату і вага прилеглої до неї опалубки передаються на поряд розташовані домкрати, оскільки на новий ярус їх піднімають поперемінно. Цим пояснюється низький темп робіт. Стержні домкратів при використанні ручних гвинтових домкратів залишаються в тілі конструкції і слугують додатковим, нерозрахованим армуванням, на яке витрачається до 20% загальної кількості арматури.

За допомогою ручних гвинтових домкратів підйом роблять синхронно, повільно, без ривків, починаючи і закінчуючи його одночасно на усіх групах домкратів (зазвичай один робітник-крутильник обслуговує 6 - 8 домкратів). В обідню перерву і між змінами чергові слюсарі продовжують підйом з уповільненою швидкістю до появи видимого проміжку між опалубкою і бетоном.

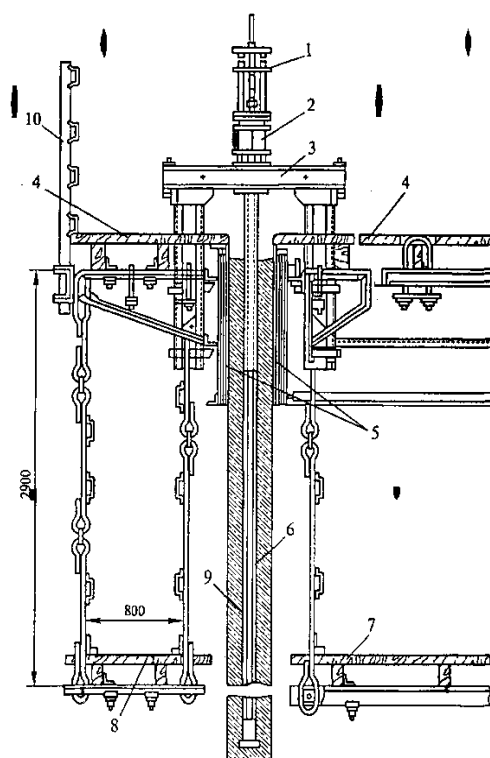
Домкратні стержні, що залишилися не заробленими у бетон, наприклад на ділянці віконного прорізу, розкріплюють по висоті через кожні 50 см до стійок, розшитим схватками.

При використанні електричних і гідравлічних домкратів для запобігання зчеплення домкратного стержня з бетоном знизу домкрату приєднують спеціальну трубку довжиною до 1,2 м, що утворює в бетоні канал, у якому вільно без зчеплення з бетоном розміщується домкратний стержень, який після завершення бетонування виймають.

Підйом ковзного опалублення здійснюють за допомогою синхронно працюючих гідродомкратів, що приводяться в дію одночасно насосно-розподільчою станцією з одного пульта керування. Гідравлічний домкрат складається з робочого циліндру, верхнього й нижнього затискних приладів (див. мал.)



Мал. Ковзаюча опалубка: а – план круглої споруди; б – план прямокутної споруди; в – варіанти домкратних рам (для вузла перетину стін, примикання та кута споруди); 1 – робочий настил; 2 – насосна станція; 3 – прогон; 4 – настил; 5 – шахтний підйомник; 6 – домкратні рами; 7 – домкратні стержні; 8 – конструкція, що бетонується; 9 – домкрати; 10 та 11 – зовнішній та внутрішній щити опалубки.



Мал. Конструкція ковзаючої опалубки: 1 – регулятор горизонтальності; 2 – гідравлічний домкрат; 3 – домкратна рама; 4 – робочий настил; 5 – щити опалубки; 6 – домкратний стержень; 7 – підвісні підмостя внутрішні; 8 – підвісні підмостя зовнішні; 9 – металева труба; 10 – зовнішнє огородження.

Затискний пристрій включає обійму, розточену на конус, і шість клиновидних зубчастих вкладишів, що обтискають гладкий стержень домкрата. У верхню частину циліндра нагнітається робоча рідина, при цьому поршень, пов'язаний через шток з верхнім затискним

пристроєм, залишається на місці, оскільки вкладиш верхнього затискного пристрою заклинює стержень домкрата.

В цей час циліндр під дією тиску робочої рідини піднімається вгору і тягне за собою нижній затискний пристрій, який автоматично відключається від стержня домкрата і через опорну плиту піднімає раму домкрата і сполучену з нею опалубку. При знятті тиску циліндр домкрата під дією навантаження від опалубки прагне опуститися, в результаті нижній затискач заклинює стержень домкрата, тому домкрат залишається нерухомим разом з рамою домкрата та опалубкою. У момент заклинювання нижнього затискача поршень під дією поворотної пружини піднімається вгору, верхнє затискне обладнання розклинається й ковзає нагору уздовж домкратного стержня. При повторному нагнітанні рідини цикл повторюється, за один цикл система піднімається нагору на 20 - 30 мм.

Для вирівнювання положення опалубки в комплекті з домкратом працює автоматичний регулятор горизонтальності.

Регулятор підтримує горизонт опалубки й забезпечує зворотньо-поступальний рух опалубки в межах одного кроку (крок на місці). Це дозволяє в будь-який час при необхідності зупинити опалубку й уникнути схоплювання бетону з поверхнею щитів. Крім того, при перекосах опалубки й випередженні горизонту будь-якою частиною, встановлюють режим «крок на місці», поки не відбудеться повна вивірка усіх домкратів. Такий режим буде продовжуватися доти, поки всі домкрати не займуть суворо горизонтального положення.

Слід пам'ятати одну з основних умов правильного ведення бетонних робіт - суворе дотримання горизонтальності робочої підлоги опалубки, що досягається рівномірним вертикальним переміщенням домкратів. Порушення горизонтальності може призвести до зриву й зламу бетону, вигину домкратних стержнів, відхиленню споруди від вертикалі.

Використання ковзаючого опалублення при безперервній роботі в три зміни дозволяє зводити споруди на висоту 3-4 м у добу. При такому темпі бетонування стін у житловому будівництві реально споруджувати до одного поверху на добу. Такої швидкості не забезпечують інші методи провадження робіт.

Підйом арматур і бетонної суміші на робочий настил здійснюють шахтним підйомником, змонтованим усередині будівлі, що зводиться, за допомогою баштового крану, для подачі бетонної суміші застосовують також сучасні бетононасоси з гідроприводом, а також інше обладнання для вертикального переміщення вантажів. Підйом і пуск робітників здійснюють спеціальним підйомником, змонтованим поряд із шахтним або зовні споруди, а при відносно невеликій висоті будівлі - по сходах.

Підйом опалубки починають відразу після укладання в неї бетонної суміші. Опалубні щити в процесі підйому не відриваються від бетону, а ковзають по його поверхні. Швидкість підйому опалубки становить 1-4 см/хв. За такої швидкості цілком достатньо часу для виконання всього циклу бетонування - встановлення арматури, заставних частин і елементів, нарощування домкратних стержнів, укладання й ущільнення бетонної суміші.

Зведення будівель у ковзній опалубці вимагає суворого виконання технологічних вимог: високої якості бетонної суміші (рухливість, в'язкість, зручність її укладання), безперервності бетонування, сувора вертикальність руху опалубки, доставки бетонної суміші за графіком бетонування, безперервності робіт з встановлення арматури.

Частину цих вимог може бути пом'якшено. Бетонування можна здійснювати не цілодобово, а з перервами, використовуючи спеціальні добавки у бетонні суміші. Сповільнювачі твердіння бетону дозволяють продовжити строк схоплювання до 18 годин. Перспективним є безвібраційний метод бетонування, коли в опалубку укладають надпластичну литу бетонну суміш із осіданням конусу 14-16 см зі спеціальними добавками, зокрема, суперпластифікаторами. Суміш самоущільнюється без вібрування при високій якості розпалублених поверхонь і високій міцності бетону; в районах з холодним кліматом, навпаки, можна застосовувати добавки-прискорювачі твердіння бетону, використовувати його теплову обробку за допомогою інфрачервоного випромінювання або електропрогріву.

Зведення житлових будівель у ковзному опалубленні - комплексний процес, який містить у собі встановлення й вивірку опалубки, армування конструкцій, нарощування домкратних стержнів, встановлення закладних деталей, отвороутворювачів для віконних і дверних блоків, догляд за бетоном тощо. Ці процеси повинні бути пов'язані в часі. Армування стін слід здійснювати паралельно з бетонуванням, без відставань, отвороутворювачі необхідно встановлювати до монтажу та плетення арматурних каркасів.

За цією відповідальною роботою зобов'язані стежити майстер і черговий арматурник, які повинні забезпечити фіксацію арматур у проектному положенні й встановлення прокладок для дотримання товщини захисного шару (внутрішньої й зовнішньої сторін). Горизонтальну арматуру укладають на «поперечини драбинок» і загинають її кінці. Верхній ряд арматури повинен знаходитись вище рівня покладеного бетону.

Кожний будівельний процес виконує спеціалізована ланка робітників, зведення об'єкту в ковзній опалубці - комплексна бригада. Через те, що провідними процесами є укладання й ущільнення бетонної суміші, то з прийнятою швидкістю бетонування повинні бути узгоджені всі інші процеси. Для потокового виробництва робіт будівлю розбивають на захватки, на кожній з яких у конкретний момент виконують певну роботу. По завершенню процесу ланка робітників переходить на сусідню захватку, звільнюючи колишню ділянку роботи іншій ланці. При безперервному процесі робіт особлива увага приділяється засобам механізації, забезпеченню їх стабільної роботи. Вихід з ладу одного механізму призведе до порушення ритму потоку.

#### **12.4.Технологія приведення опалубки у рух, механізми, що застосовуються, та особливості контролю руху опалубки.**

*Будівлі у ковзній опалубці зводять із використанням баштових Л кранів. На зведенні будівель висотою до 16 поверхів застосовані крани на £ рейковому ході, при більшій поверховості - приставні. Кран повинен обов'язково обслуговувати усю зону робіт, включаючи склади, майданчики приймання бетону, подачу бетонної суміші в баддях і арматури у зону провадження робіт, обслуговувати під'їзні колії. При подачі бетонної суміші бетононасосами на землі повинен бути передбачений спеціальний майданчик для приймання суміші, достатній для одночасного розміщення на ньому не менше двох автобетонозмішувачів.*

#### **12.5.Матеріали, що використовуються при конструктивному бетонуванні, методи подачі бетонних сумішей і обладнання арматурних каркасів, послідовність руху опалубки.**

Бетонна суміш рухливістю 6-8 см вважається оптимальною. Застосування литої суміші скорочує до мінімуму трудомісткість розрівнювання, ущільнення й обробки горизонтальних поверхонь, у тому числі й перекриттів. Навіть при відсутності пластифікуючих добавок бетонна суміш може мати рухливість 4 - 6 см і подаватися в конструкції за допомогою пневмоустановок.

Бетонна суміш повинна бути марки не нижче 200, на портландцементи - марки 400 і вище (початок схоплювання не раніше 3 годин, кінець - не пізніше 6 годин) готують на щebenях або гравії розміром від 20 мм, але не більше 1/6 поперечного перерізу конструкції, піску з модулем крупності не менше 1/5 при В/Ц=0,50-0,55.

На початковому етапі бетонування по периметру спорудження укладають ярус висотою 70-80 см шарами 20-30 см з обов'язковим віброущільненням. Перший шар товщиною 300-350 мм укладають по усьому контуру опалубки, другий - після повного ущільнення першого також по усьому контуру. Укладання ведуть у темпі, що забезпечує заповнення опалубки на висоту 700 мм протягом 3-5 годин. Після цього починають відрив і пробний підйом опалубки і, якщо при цьому не спостерігається зривів бетону і він не обпливає, продовжують

заповнювати опалубку шарами суміші по 200-250 мм до повної висоти, одночасно піднімаючи її зі швидкістю не більш 60 мм/год.

*При швидкості підйому опалубки, що встановилася (зазвичай від 80 до 350 мм/год), бетонну суміш укладають безперервно шарами товщиною не більше 250 мм по усьому периметру споруди. Верхній рівень суміші, що укладається, повинен бути нижче робочої підлоги не більше ніж на 5 см. Бетонну суміш негайно ущільнюють вібраторами із гнучким валом і вібронаконечниками діаметром 36-51 мм. Тривалість вібрування при осадці конуса до 8 см - близько 40 сек. Крок перестановки вібраторів не більше півтора радіуса їх дії. Більш пластичну бетонну суміш слід ущільнювати вручну.*

Після набору бетоном необхідної початкової міцності, опалубку починають піднімати зі швидкістю 20-30 см/год з одночасним укладанням бетонної суміші шарами. З урахуванням транспортування із заводу, перевантажень, укладання шарами, бетонну суміш готують із використанням сповільнювачів схоплювання не менше, ніж на 3 год. Для укладання суміші в опалубку можуть бути використані бункери, мото- і ручні візки, оптимальним можна вважати застосування бетононасосів з розподільчими стрілами. Бажано бетонну суміш укладати відразу по усьому периметру споруди, кожний наступний шар - до схоплювання раніше покладеного.

Опалубку періодично очищують за допомогою скребків, ретельно забираючи сміття. З підвісних підмостей контролюють якість бетону, що виходить із опалубки. Дефекти усувають і затирають поверхню бетону цементно-піщаним розчином складу 1:2. До опалубки кріплять брезент для запобігання пересихання свіжого бетону й за допомогою кільцевого трубопроводу регулярно поливають його водою.

У ході робіт ведуть контроль над вертикальністю споруди та горизонтальністю опалубки. Горизонтальність перевіряють безупинно, а *вертикальність не рідше одного разу на зміну.*

У традиційній формі ковзаючої опалубки, з розташуванням усередині неї опорних стержнів, є багато недоліків:

Складність, а іноді й неможливість встановлення арматури у вигляді сіток, пакетів, каркасів, неможливість обладнання великих отворів у стінах.

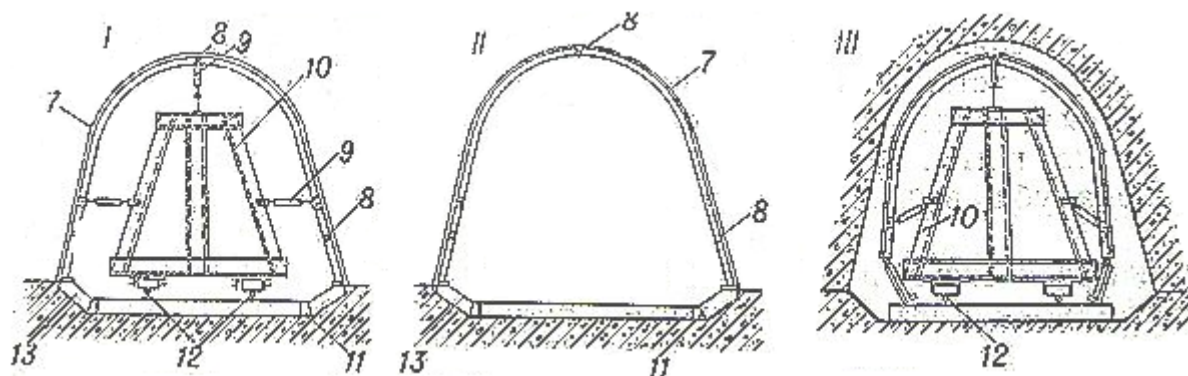
Застосування опалубки вимагає великого обсягу допоміжних робіт з обладнання отворів, високої трудомісткості обладнання перекриттів, усе це обмежує застосування опалубки в житловому будівництві. Додаткові недоліки опалубки - складність контролю вертикальності споруди та необхідність використання бетонів більш високих марок.

Стримуючими факторами розвитку й широкого поширення ковзаючої опалубки є:

- різке здорожчання робіт у зимових умовах;
- використання робітників тільки високої кваліфікації;
- різке зниження ефективності при порушенні технологічного процесу;
- великі витрати на ліквідацію дефектів бетонування.**

Зазначені недоліки не можуть, однак, слугувати причиною для відмови від застосування ковзаючої опалубки. У кожному випадку рішення потрібно обґрунтовувати техніко-економічними розрахунками.

Горизонтально-ковзаюча опалубка застосовується для бетонування стін лінійно-протяжних споруд, а також резервуарів висотою до 6 м. Для цієї мети використовують спеціальний агрегат, що рухається по рейках, що й забезпечує ковзання прямолінійних або вигнутих щитів горизонтально по ярусах бетонування, а потім наступну їхню перестановку на новий ярус (смугу бетонування).



Мал.: Горизонтальна ковзаюча опалубка.

## 12.6. Технологічна послідовність при спорудженні об'єктів.

Одним з конструктивних рішень покращення використання ковзаючої опалубки може бути автоматизація роботи гідродомкратів, зокрема, використання режиму «крок на місці», що дозволяє виключити прилипання опалубки до бетону при зупинці підйому системи. Цей режим слугує і іншій, більш важливій меті - суворому горизонтальному вирівнюванню опалубки. При підйомі опалубки може відбутися її перекіс. При заданому рівні зупинки підйому домкратів той із них, який досяг цього рівня, починає тупцювати, чекаючи вирівнювання інших.

Іншим рішенням, що підвищує індустріальність і технологічність робіт у ковзаючій опалубці, є перехід від ковзаючого безперервного руху щитів до їх циклічного підйому. Для цієї мети використовують відривні щити із системою крокуючих електромеханічних підйомників. В основу технології покладений принцип зупинки опалубної системи після бетонування ярусу на висоту  $1/4$  висоти поверху, або на 70 - 80 см. Бетонування при цьому ведуть традиційно. Після досягнення бетоном заданої початкової міцності здійснюють відрив щитів від бетону й перестановку (переміщення) їх на нову відмітку ярусу. При цьому підйом усієї системи здійснюють електромеханічними підйомниками, що спираються на телескопічні стержні з опорними черевиками. Механізм підйому налаштовують на забезпечення ходу, рівного висоті шару, що бетонується, або 70 - 80 см.

Розглянута технологія досить ефективна. Підвищується якість поверхонь, виключаються дефекти бетонування, пов'язані з перервами в подачі бетонної суміші. Технологічні перерви сприяють кращій організації виконання усіх супровідних робіт. Застосування відривних щитів дозволяє збільшити довговічність їх експлуатації, використовувати в якості опалубки водостійку фанеру, що значно підвищує якість поверхні, що бетонується, та знижує масу щитів.

Існують системи ковзаючої опалубки, де домкратні стержні винесені за межі конструкції, що бетонується. Вони розташовані зовні із двох сторін від опалубки й розкріплені у просторових каркасах. Таке рішення дозволяє полегшити витягування домкратних стержнів з конструкції, спростує встановлення арматурних каркасів, обладнання віконних, дверних і інших отворів, укладання в опалубку будь-яких закладних деталей, але одночасно виникає проблема забезпечення стійкості домкратних стержнів.

При зведенні стін у ковзаючій опалубці можуть бути використані наступні варіанти обладнання міжповерхових перекриттів:

- зі збірних залізобетонних плит розміром на кімнату після зведення стін;
- монолітні, що бетонуються «знизу нагору», також після зведення стін;
- монолітні, коли сполучають бетонування стін та перекриттів поповерховим способом;
- монолітні перекриття, що бетонуються «зверху вниз»;

д) монолітні перекриття, що бетонуються в процесі зведення стін з *відставанням на два-три поверхи*.

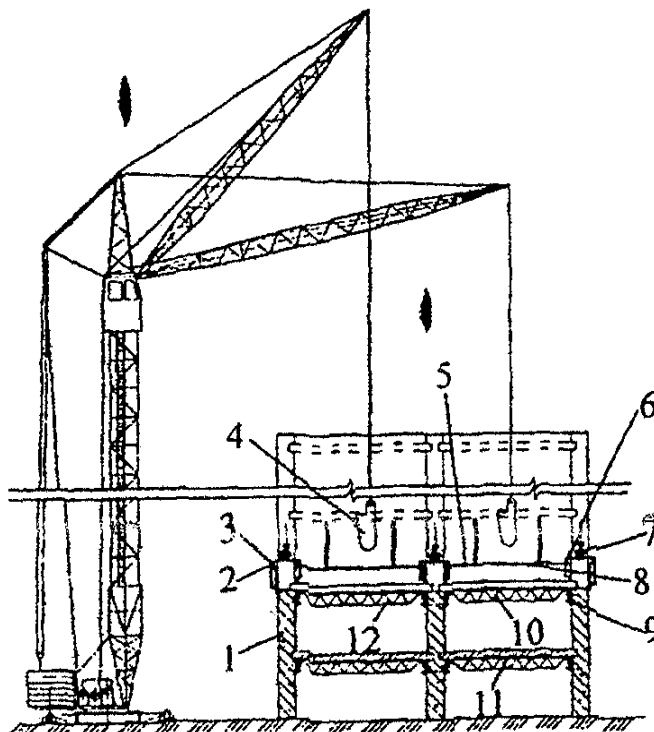
### 12.7.Методи обладнання міжповерхових перекриттів.

**Варіант «А».** Розглянутий докладно при описі зведення великопанельних будівель.

**Варіант «Б»** При обладнанні монолітного перекриття «знизу нагору» використовують крупнощитову інвентарну опалубку, щити якої укладають на інвентарні прогони й стійки.

Для армування використовують сітки, які приварюють до армокаркасів стін через штраби, що залишаються в стінах при бетонуванні. Бетонування ведуть поповерхово, до робіт на новому ярусі приступають після повного завершення робіт на попередньому перекритті. Демонтаж опорних стійок і ригелів здійснюють після набуття бетоном розпалублювальної міцності з урахуванням навантажень від перекриттів, розташованих вище.

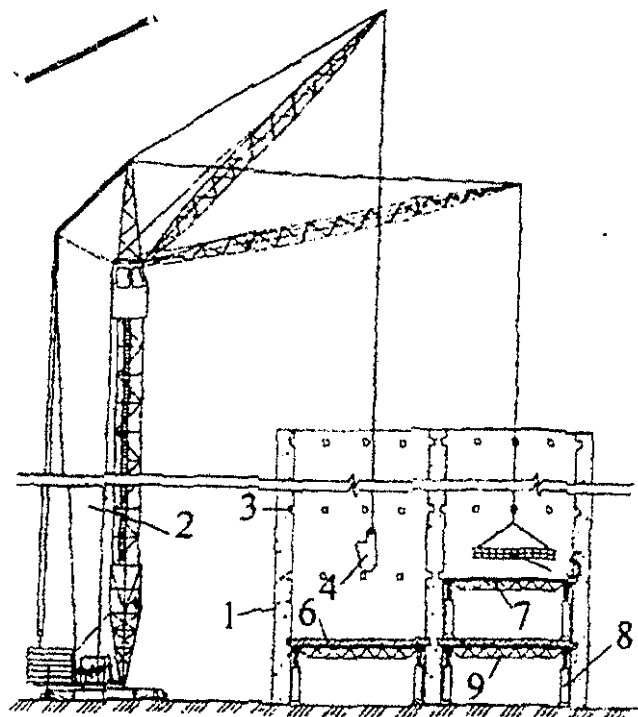
**Варіант «В».** При поповерховому способі бетонування перекриттів сполучають зі зведенням стін. Для зручності ведення робіт внутрішні щити опалубки роблять коротше зовнішніх на товщину перекриття. Після завершення бетонування стін на висоту поверху ковзаючу опалубку встановлюють суворо на рівні перекриття, нижче рівня робочого настилу. Далі встановлюють опалубку міжповерхового перекриття, що спирається на прогони, які кріпляться за допомогою анкерів до стін. Армокаркаси й бетонну суміш подають краном через монтажні отвори у робочому настилі ковзаючої опалубки. Після завершення бетонування перекриття приступають до бетонування наступного поверху. При вказаній, надзвичайно трудомісткій та незручній технології, обов'язкова зупинка опалубки при бетонуванні перекриттів, що ускладнює технологію ведення робіт.



Мал. Бетонування міжповерхових перекриттів циклічним методом:

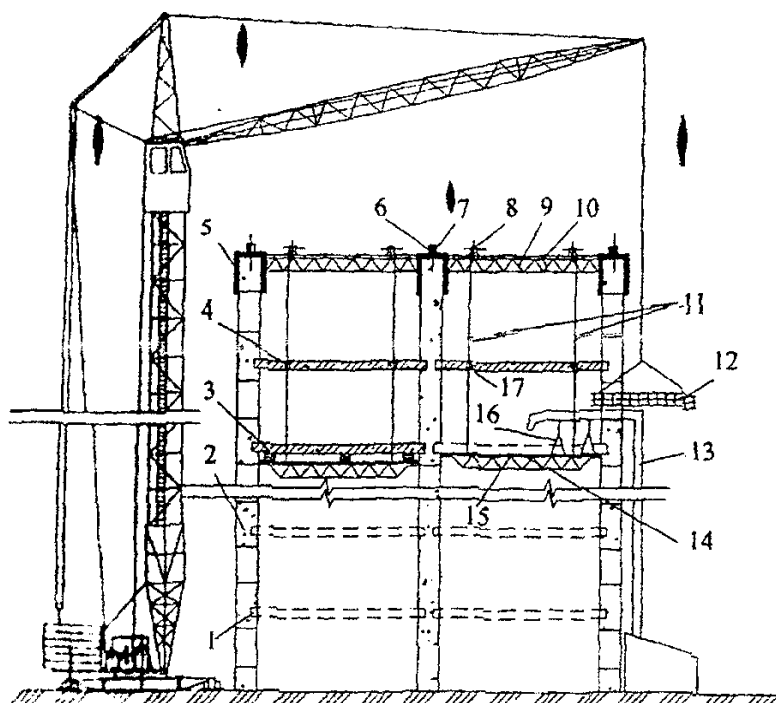
1 – монолітні стіни; 2 – домкратна рама; 3 – зовнішні подовжені щити; 4 – баддя для подачі бетонної суміші; 5 – робочий стіл; 6 – внутрішні опалубні щити; 7 – гідродомкрат; 8 – знімні щити робочого стола; 9 – анкери для кріплення прогону; 10 – фермочний прогон; 11 – монолітне перекриття; 12 – опалубка монолітного перекриття.





Мал. Бетонування міжповерхових перекриттів методом «знизу догори»

1 – монолітні стіни; 2 – кран; 3 – залишені при бетонуванні гнізда; 4 – баддя для подачі бетонної суміші; 5 – армокаркас; 6 – опалубка перекриття; 7 – фермочний прогон; 8 – телескопічна стійка; 9 – монолітне перекриття.



Мал. Бетонування міжповерхових перекриттів методом «зверху донизу» 1 – гнізда; 2 – стіна; 3 – пневматичний відривний пристрій; 4 – монолітне перекриття; 5 – домкратна рама; 6 – домкратний стержень; 7 – гідродомкрат; 8 – тормозний пристрій; 9 – опалубочний щит; 10 – робочий настил; 11 – гнучка тяга; 12 – арматура; 13 – бетоновід; 14 – опалубка перекриття; 15 – несуча ферма опалубки перекриття; 16 – стійка; 17 – гільза.

**Варіант "Г"**. Спосіб бетонування перекриттів «зверху вниз» знайшов поширення в США, Швеції та інших країнах. Спосіб використовують при зведенні стін на повну висоту. Не демонтуючи ковзаючу опалубку, на її робочому настилі встановлюють спеціальні лебідки з гнучкою тягою, на яку підвішують інвентарну опалубку перекриттів, що складається з інвентарних телескопічних прогонів і щитів. Після закріплення опалубки і армування здійснюють бетонування із застосуванням бетононасосів. Після набуття бетоном розпалубочної міцності опалубку демонтують і переміщують її вниз на відмітку наступного перекриття.

Переваги ковзаючої опалубки:

- комплект опалубки можна використовувати для будівель різного планування;
- висока просторова жорсткість і стійкість до сейсмічних навантажень;
- працевзатрати нижче, ніж при будівництві цегляних і блокових будівель;
- висока швидкість бетонування (до 4 м/доб);
- різке скорочення витрат на базу будіндустрії.

## **Розділ XIII. Монтаж багатоповерхових промислових будівель**

### **13.1. Технологічні характеристики монтажних прямолінійних будівель.**

#### **Монтаж багатоповерхових промислових будівель.**

##### **Загальні положення.**

Багатоповерхові промислові будівлі, як правило, проектують і зводять каркасно-панельним методом. Об'ємно-планувальне рішення таких будівель - сітка колон 4,5 x 6; 6 x 6; 6 x 9; 6 x 12 та 9 x 12.

Висота поверхів може змінюватися в значних межах у залежності від виробничої необхідності. Найчастіше зустрічаються значення висоти 3,3; 3,6; 4,8; 6; 7,2 та 8,4 м. Поверховість будівель найрізноманітніша, оптимальною вважається в 4 - 6 поверхів, але може сягати і 12 - 20 поверхів.

**Специфіка застосовуваних конструкцій.** *Колони* мають квадратний перетин від 40 x 40 до 60 x 60 см або прямокутні аналогічної площі. Висота колон залежить від прийнятої їх висотної розрізки та може становити 1 — 5 поверхів.

Але з урахуванням умов виготовлення, транспортування й монтажу елементів рідко перевищує 20 м. Стики колон передбачено на висоті 1 м від відмітки перекриття та проектується жорсткими.

**Ригелі** для будівель з перекриттями, що опираються на їх полки, мають висоту 80 та ширину 65 см. При сполученні з колоною випуски арматур обох елементів зварюють, приварюють і закладні деталі ригеля, й консолі колони з наступним замонолічуванням стику.

**Перекриття** випускають у вигляді основних плит шириною 150 і 300 см і добірних плит шириною 75 см. Добірні плити розміщують тільки по зовнішнім рядам колон. Основні міжколонні (розпірні) плити розташовують по осям колон і приварюють до закладних деталей ригелів у чотирьох точках.

**Стінові панелі** навісні, основна номенклатура висотою 1,2 та 1,8 м при ширині на проліт 4,5 та 6 м. Цокольні панелі першого поверху встановлюють на фундаментні балки, панелі наступних поверхів на сталеві столики, що приварюються до закладних деталей колон.

У практиці багатоповерхового будівництва використовують рамну, рамно-зв'язкову та зв'язкову конструктивні схеми каркасу, що відповідають різним умовам його статичної роботи.

**Рамна** схема являє собою жорстку та стійку просторову систему колон, ригелів та плит перекриттів, з'єднаних між собою. Усі вертикальні та горизонтальні навантаження сприймаються вузлами колон і ригелів, які виконані жорсткими. Така система дуже трудомістка й вимагає підвищених витрат металу. Її застосовують у тих випадках, коли за

умовами технології не допускається встановлення поперечних і поздовжніх перегородок або зв'язків між колонами.

**Зв'язкова схема** відрізняється від попередньої тим, що колони працюють тільки на вертикальні навантаження, а горизонтальні сприймаються системою вертикальних дисків і ядер жорсткості.

**Рамно-зв'язкова** схема є проміжною та для багатоповерхових каркасних будівель включає плоскі рами, розташовані в поперечному напрямку щодо поздовжньої осі будівлі, та діафрагми жорсткості. Поздовжня стійкість будівлі створюється за рахунок вертикальних дисків жорсткості, які виготовляють у вигляді металевих ґрат або залізобетонних площин.

Перспективною вважається збірно-монолітна залізобетонна конструкція, у якій просторова жорсткість забезпечується ядром жорсткості, виконаним у монолітному або збірному залізобетоні.

### **13.2. Основні способи монтажу будівель.**

Способи монтажу будівель.

При зведенні багатоповерхових промислових будівель, залежно від умов їх введення в експлуатацію та матеріалу конструкцій, застосовують два основні способи монтажу: горизонтальний поповерховий або поярусний і вертикальний по частинам (секціям) будівлі на всю висоту.

*Поверховий* спосіб є найпоширенішим, тому що забезпечує більшу жорсткість і стійкість каркасу на всіх стадіях монтажу, а також більш рівномірне осідання фундаменту. Цей спосіб застосовують при монтажі збірних залізобетонних елементів із обробкою стиків слідом за встановленням конструкцій. При цьому, після закінчення зборки поверху (ярусу при дво- або триповерховій розрізці колон), коли бетон у стиках конструкцій набуде 70% проектної міцності, починають монтаж наступного ярусу (поверху).

*Вертикальний монтаж* передбачає зведення будівлі окремими частинами, зазвичай 2 - 4 кроки колон одразу на всю висоту будівлі. Перевага методу в тому, що допускаються значно менші розміри будівельного майданчика, тому що передбачається розташування монтажного крану та складів конструкцій у габаритах споруджуваної будівлі. Монтаж частини будівлі на всю висоту дозволяє на цій частині одразу виконати покрівлю й приступити до здійснення всіх післямонтажних та оздоблювальних робіт, що значно скорочує терміни зведення будівлі з оздоблюванням.

Колони першого ярусу, зазвичай найважчі у каркасі, монтуються найчастіше в самостійному потоці. Для прискорення провадження робіт, скорочення технологічних перерв можуть застосовуватися фундаменти склянкового типу «з пеньками» висотою 1 м, забитими у склянку в заводських умовах.

Оптимальним вважається технологічне рішення, при якому один монтажний кран використовують для монтажу конструкцій одного - двох температурних блоків.

В цілому, з погляду послідовності встановлення елементів, метод монтажу багатоповерхових промислових будівель можна визнати змішаним. Роздільно можна встановити всі колони на монтажній ділянці, навісити стінові панелі усього ярусу захватки та раціонально комплексно монтувати ригелі та панелі перекриттів. Така відносна варіативність у послідовності встановлення елементів характерна тільки для баштового крану. Якщо для монтажу задіяний самохідний стріловий або баштово-стріловий кран, то він повинен чітко виконувати принцип монтажу «на кран», уникати послідовного встановлення великої кількості багаторярусних колон.

### **13.3. Монтажні механізми, що застосовуються.**

У якості технічних засобів, що реалізують технології монтажу збірних конструкцій, рекомендуються баштові, самохідні стрілові та козлові крани. При ширині будівлі до 18 м

баштові та стрілові крани встановлюють із одного боку будівлі, при більшій ширині — із двох боків або усередині будівлі.

Баштові крани вантажопідйомністю від 5 до 25 т широко використовують для монтажу конструкцій багатоповерхових промислових будівель. Стрілові крани, що застосовуються, на гусеничному та пневмоколісному ході, мають вантажопідйомність від 16 до 100 т та оснащені звичайним стріловим або баштово-стріловим устаткуванням.

Змішаний варіант використання кранів (баштових і стрілових) застосовують при зведенні будівель, у яких у нижніх поверхах встановлюють колони масою 8 - 10 т, а маса інших конструкцій не перевищує 5 т. У цьому випадку стріловий кран вантажопідйомністю 16 - 25 т здійснює монтаж колон нижніх поверхів, а всі інші елементи монтує баштовим краном вантажопідйомністю 5 т.

При горизонтальній схемі монтажу крани встановлюють поза будівлею з одного або двох сторін, при вертикальній схемі кран розташовують звичайно в межах середнього прольоту будівлі, і конструкції монтує секціями всю висоту будівлі.

На практиці знайшли поширення наступні схеми розташування монтажних кранів: кран з однієї сторони будівлі — 2 - 3 прольоти в будівлі, його ширина до 24 м; 2 крана із двох сторін будівлі — 4, 6 і 8 прольотів у будівлі; кран у середньому прольоті будівлі — 3, 5 і 7 прольотів у будівлі.

Козлові крани використовують у тих випадках, коли в будівлі передбачається монтувати велику кількість важкого й великогабаритного технологічного устаткування та монтаж здійснюють змішаним методом. Козловими кранами доцільно монтувати будівлі висотою до чотирьох поверхів, особливо при їхній значній ширині. Залежно від маси збірних конструкцій застосовують козлові крани із прольотом до 44 м і вантажопідйомністю до 30 т.

Основна умова монтажу — забезпечення незмінюваності, стійкості й міцності кожної змонтованої частини будівлі і її окремих елементів на всіх стадіях монтажу, тому важливим фактором є черговість встановлення конструкцій. На початку монтажу створюють першу жорстку секцію, до якої потім приєднують наступні частини будівлі.

Монтаж здійснюють комплексні бригади, до складу яких входять монтажники, електрозварювальники, бетонувальники, слюсарі, робітники інших спеціальностей та різноробочі.

### **13.4. Технологічна черговість монтажу каркасу багатоповерхових промислових будівель.**

#### **ЧЕРГОВІСТЬ МОНТАЖУ КАРКАСУ БУДІВЛІ**

Залежно від черговості монтаж поділяють на три етапи:

- облаштування фундаментів та монтаж підземної частини будівлі, іноді колон першого ярусу;
- монтаж каркасу та плит перекриття з вивіркою й закріпленням;
- навішування стін з великих панелей.

Доцільно, щоб навішування стінових панелей відставало не менш, ніж на один ярус (поверх) від монтажу інших елементів каркасу.

Конструкції надземної частини будівлі, як правило, монтує після завершення всіх робіт підземної частини даного об'єкту, включаючи прокладку підземних комунікацій, облаштування доріг і проїздів, засипання пазух фундаментів, цоколя тощо.

У будівлях довжиною у два та більше температурні блоки, конструкції монтує захватками, кожна у межах температурного блоку. При цьому сполучають монтаж конструкцій на одній захватці із загальнобудівельними й спеціальними роботами на іншій захватці. Конструкції захваток можуть бути змонтовані й пред'явлені до приймання незалежно одна від одної.

Розміри монтажних захваток зазвичай приймають наступними:

- по довжині будівлі — один температурний блок довжиною до 72 м;

- по ширині будівлі — уся будівля або її половина при розташуванні кранів по поздовжнім сторонам, кілька кроків колон — при розташуванні усередині будівлі.

Для зведення будівель використовують усі три методи монтажу: роздільний, комплексний і змішаний. Їх вибір залежить від багатьох факторів, у тому числі й від монтажного оснащення. Основою оснащення є кондуктори, що використовуються для встановлення одно- і багатоповерхових колон.

Метод монтажу й монтажне оснащення повинні встановлюватися проектом провадження робіт (ППР) або технологічною картою залежно від поверховості будівлі, обсягу монтажних робіт і конструктивних особливостей елементів. Монтаж каркасів багатоповерхових будівель з колонами двоповерхової (і більше) розрізки рекомендується робити за допомогою групових кондукторів і рамно-шарнірних індикаторів (РШІ). Для монтажу каркасів малоповерхових і двопрогінних будівель зручніше застосовувати одиночні кондуктори.

У комплексний монтажний процес входять: сам монтаж, зварювання й обробка стиків, тільки в цьому випадку можна забезпечити просторову жорсткість і міцність конструкцій. Тому специфіка зведення багатоповерхових промислових будівель полягає в тому, що вимагає своєчасного і якісного виконання робіт зі зварювання й обробки всіх стиків і швів. У цих цілях у межах кожної захватки слід передбачити, що в зоні монтажу одночасно здійснюється тимчасове закріплення й точкове зварювання встановлених конструкцій, а в раніше змонтованих секціях, що примикають, — вивірка, остаточне з'єднання елементів на зварюванні, закладення монтажних вузлів і швів. Так, при встановленні колони на нижче розташовану, стик між ними спочатку прихоплюють точковим зварюванням. Після укладання ригелів і розпірних плит між колонами можна виконувати остаточне зварювання по периметру колони.

Коли неможлива розбивка поверхів на окремі захватки через невеликі розміри будівлі в плані, виконання сполучених з монтажем робіт передбачається тільки в ті зміни, коли не ведуться монтажні роботи. При цьому рекомендується монтувати конструкції будівлі на нижніх 4 - 5 поверхах у дві - три зміни, а на розташованих вище - тільки в одну - дві (вечірню й нічну) зміни, при цьому в першу зміну виконують тільки загальнобудівельні та спеціальні роботи. Для підйому робітників і дрібних вантажів у будівлях висотою більше 15 м використовують вантажопасажирські підйомники.

Відповідно до умов доставки й складування збірних елементів в основному застосовують монтаж зі складу. Монтаж безпосередньо із транспортних засобів здійснюють при використанні плоских П-П-, Ш-Ш- або Н-образних рам заводського виготовлення.

Перед початком монтажу каркасу на черговому ярусі (поверсі) необхідно:

- закінчити встановлення усіх конструкцій каркасу розташованого нижче ярусу, здійснити зварювання й замонолічування вузлів усіх змонтованих елементів;
- перенести основні розбивочні осі на перекриття або оголовки колон нового ярусу, визначити монтажний горизонт і скласти виконавчу схему елементів каркасу раніше змонтованого поверху.

При застосуванні одиночних кондукторів для колон першого й наступних ярусів і при довжині колон більше 12 м необхідно додатково передбачати розтяжки або підкоси.

### **13.5. Технологічні особливості монтажу з використанням одиночних і групових кондукторів.**

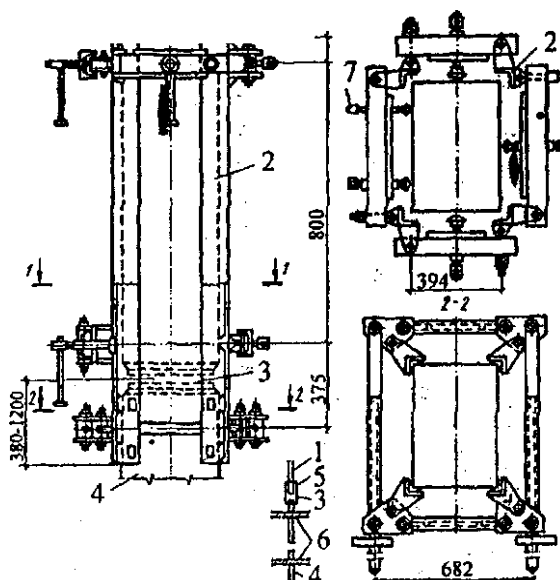
Монтаж конструкцій при використанні одиночних кондукторів.

При наявності монтажного оснащення у вигляді одиночних кондукторів (мал. 11.1) монтаж каркасу краще виконувати за *роздільною* схемою. Спочатку в межах монтажною ділянки встановлюють усі колони, вивіряють їх, закріплюють на зварюванні й обробляють стики. Після встановлення ригелів, зварювання й замонолічування їх вузлів приступають до монтажу елементів сходових кліток й укладанню плит перекриттів. Спочатку укладають

розпірні плити між колонами, потім основні або проміжні. Усі плити надійно приварюють до ригелів і шви між елементами бетонують. До монтажу конструкцій наступного ярусу приступають після досягнення бетоном у швах не менш 70% проектної міцності.

Для виконання зварювальних робіт кондуктор може бути обладнаний спеціальним майданчиком. Для монтажу колон зі стиком вище рівня перекриття використовують кондуктор з роликми на кінцях, що дозволяє знизити сили тертя й здійснити встановлення колон спочатку в положення, близьке до проектного. Коректують положення колони за допомогою регулюючих гвинтів кондуктора.

Збирати елементи каркасу необхідно поповерхово. До встановлення колон на кожному ярусі на оголовках розташованих нижче колон закріплюють за допомогою гвинтів кондуктори. Підняту краном колону заводять у хомути кондуктора й повільно опускають на оголовок розташованої нижче колони. Колони приводять у проектне положення за допомогою гвинтів кондуктора, забезпечуючи співвісність встановлюваної й розташованої нижче колон. По вертикалі їх вивіряють за допомогою верхніх гвинтів кондуктора. Точність приведення колони у вертикальне положення контролюють теодолітом по двом осям. Неспіввісність встановлених й розташованих нижче колон після вивірки не повинна перевищувати 5 мм, а відхилення їх від вертикалі не більше 3 мм.



Мал. 11.1. Одиночний кондуктор для колон багатопверхових будівель:

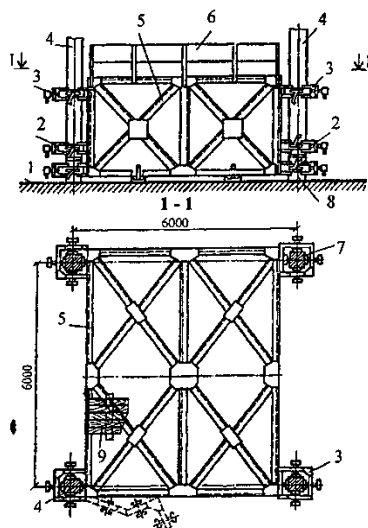
1 — колона, що монтується; 2 — кутова стійка кондуктора; 3 — стик колон; 4 — розташована нижче колона; 5 — одиночний кондуктор; 6 — міжповерхове перекриття; 7 — регулюючі гвинти для встановлення та вивірки колон.

Після вивірки починають укладати ригелі першого поверху ярусу колон і зварюють закладні деталі ригелів і колон. Кондуктори можна переставляти на наступну позицію тільки після зварювання стиків колон, укладання й зварювання ригелів, укладання розпірних і основних плит перекриття. У випадку застосування збірних перегородок, останні встановлюють до укладання рядових плит перекриття.

Після закінчення монтажу й зварювання всіх елементів першого поверху ярусу приступають до монтажу елементів другого поверху того ж ярусу.

Монтаж конструкцій з використанням групових кондукторів.

При наявності групових кондукторів (мал. 11.2) монтаж виконують за *комплексною* схемою. У кожній секції послідовно встановлюють, вивіряють і закріплюють усі елементи каркасу й після цього переміщують кондуктор на наступну.



Мал. 11.2. Груповий кондуктор для чотирьох колон:

1 — перекриття; 2, 3 — хомути кондуктора; 4, 7 — колони; 5 — кондуктор; 6 — перила; 8 — оголовок розташованої нижче колони; 9 — робочий настил.

Після встановлення колон їх розкріплюють хомутами кондуктора, здійснюють попереднє точкове зварювання, укладають ригелі й зварюють їхні стики з колонами, укладають і зварюють розпірні плити із закладними деталями ригелів, зварюють стики колон по висоті, укладають і приварюють основні плити перекриттів (у секціях без кондукторів). Основну частину цих робіт виконують із настилу (настилів) групового кондуктора.

Найпростішими засобами для тимчасового кріплення й вивірки багатопверхових колон слугують похило-зв'язувальні *системи, що* складаються із підкосів і струбцин, шарнірно з'єднаних із хомутами в основі конструкції. При розташуванні у двох взаємно перпендикулярних площинах такі системи дозволяють досить точно проводити вивірку конструкцій.

Для монтажу залізобетонних конструкцій багатопверхових будівель використовують просторові кондукторно-зв'язувальні системи у вигляді плоских і просторових кондукторів. Плоскі кондуктори використовують для монтажу рам. Кондуктор, що застосовується, являє собою просторову конструкцію, яка встановлюється у суворо проектне положення й слугує базою для встановлення рами.

Груповий кондуктор призначений для складання каркасу з колонами довжиною до 18 м, розташованими по сітці 6 x 6 м. Він складається із чотирьох стійок, пов'язаних між собою в чотирьох рівнях поясами у вигляді ферм. Кондуктор оснащений поворотними майданчиками, а також кільцевим риштуванням, що забезпечують зручність і безпеку виконання робіт при укладанні й зварюванні ригелів двох поверхів. Крім того, на стійках кондуктора укріплено два ряди хомутів. Нижній і верхній ряди слугують для вивірки й тимчасового кріплення відповідно низу й верху встановлюваної колони. Верх колони кріпиться приблизно на рівні другого поверху. На кондукторі також є підкоси для його кріплення до раніше змонтованих конструкцій, а також струбцини для вивірки й тимчасового кріплення перегородок. Маса кондуктора складає приблизно 5 т.

Після остаточного зварювання стиків колон висотою на поверх, груповий кондуктор переміщують по перекриттю в наступне секцію; пересування кондуктора в межах поверху зазвичай здійснюють за допомогою лебідки. З поверху на поверх кондуктор переставляють у зібраному вигляді баштовим краном. Якщо колони запроектовані на два поверхи, монтаж також здійснюють за допомогою групового кондуктора за комплексною схемою.

Для забезпечення безперервного потоку робіт комплект монтажного устаткування повинен складатися із чотирьох групових кондукторів. У цьому випадку послідовність встановлення конструкцій така ж, як при використанні РШ. Монтують каркас із

застосуванням групових кондукторів у наступній послідовності: кондуктор за допомогою крану подають на перекриття поверху, що монтується, встановлюють на дерев'яні прокладки й закріплюють до раніше змонтованих конструкцій за допомогою чотирьох підкосів, кожний з яких має на кінці гак і фаркопф (стягну муфту). При установці колон у склянки фундаментів кондуктори кріплять до петель фундаментів, а при установці кондукторів на перекриття — до монтажних петель ригелів.

Перед встановленням колон необхідно повернути в робоче положення та застопорити робочі майданчики, нижні й верхні хомути. Колону краном подають у зону розташованої нижче, монтажники приймають її, заводять у розкриті хомути кондуктора, опускають на розташовану нижче колону або в склянку фундаменту, після цього хомути закривають. За допомогою затискних гвинтів хомутів колону тимчасово кріплять та розстроповують. Її вивіряють за допомогою теодоліта по двом взаємно перпендикулярним осям. Положення колони в процесі вивірки регулюють за допомогою гвинтів хомутів. Монтаж ригелів і плит перекриттів верхнього ярусу здійснюють із конструкцій змонтованого поверху при розташуванні робітників на спеціальних пересувних майданчиках-драбинах.

### **13.6. Технологія монтажу конструкцій з використанням рамно-шарнірного індикатору.**

Монтаж конструкцій при використанні рамно-шарнірного індикатору.

Рамно-шарнірний індикатор (РШІ) складається із твердої опорної рами, що являє собою просторову гратчасту конструкцію, регульованої індикаторної рами, поперечних і поздовжніх зв'язків зі сталевих труб. База РШІ обладнана кільцевим рижтованням і поворотними колісками, розташованими в рівні нижнього й верхнього поверхів ярусу колон. За базову модифікацію прийнятий РШІ для секції 6 x 6 м із двоповерховою розрізкою колон (мал. 11.3). Інші модифікації РШІ дозволяють монтувати каркаси із різними об'ємно-планувальними параметрами будівель.

Комплект монтажного оснащення повинен включати не менш чотирьох РШІ, кожний з яких має свій номер, що визначає його положення в ланцюзі, і встановлюється в однойменній секції по вертикалі. Тому розташовують РШІ на будівлі й переставляють із однієї позиції на іншу в суворо встановленому порядку, зазначеному в проекті провадження робіт (мал. 11.4).

У проектне положення індикаторні рами комплекту РШІ встановлюють із дотриманням наступних правил:

- на першій позиції раму РШІ №1 вивіряють щодо поздовжньої й поперечної осей будівлі по теодоліту;
- раму РШІ №2 — по теодоліту щодо поздовжньої осі будівлі й за допомогою поздовжніх зв'язків щодо поперечної осі;
- раму РШІ №3 — по теодоліту щодо поперечної осі будівлі та за допомогою поперечних зв'язків щодо поздовжньої осі;
- раму РШІ №4 не вивіряють за допомогою геодезичних приладів. Положення її фіксується за допомогою поздовжніх і поперечних зв'язків, приєднаних до рам РШІ № 2 і № 3.

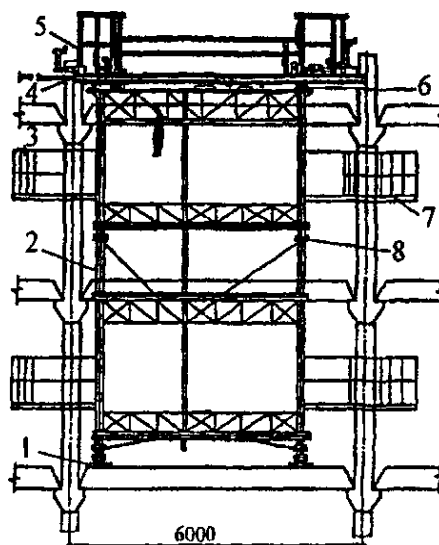
При перестановці рамно-шарнірних індикаторів на наступні позиції їх проектне положення визначають тільки за допомогою поздовжніх і поперечних зв'язків.

З однієї стоянки РШІ каркас збирають на висоту двох поверхів ярусу колон з дотриманням наступної черговості монтажу елементів:

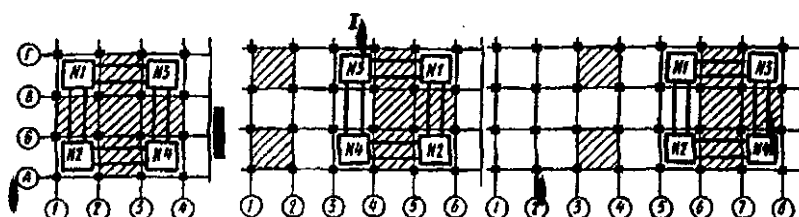
- 1) встановлюють і зварюють між собою по висоті колони;
- 2) встановлюють і кріплять між колонами по висоті зв'язки жорсткості;
- 3) укладають і приварюють до консолей колон ригелі спочатку першого, потім другого поверху ярусу;
- 4) укладають і приварюють до полиць ригелів міжколонні плити першого, а потім і другого поверху ярусу колон;



- 5) укладають і приварюють до консолей колон ригелі спочатку першого, потім другого поверху ярусу;
- 6) укладають і приварюють до полиць ригелів міжколонні плити першого, а потім і другого поверху ярусу колон.



- Мал. 11.3. Рамно-шарнірний індикатор: 1 — дерев'яна підбивка; 2 — просторові підмостя; 3,7 — висувні поворотні коліски; 4 — шарнірний індикатор; 5 — огороження; 6 — кульові опори; 8 — роз'ємний фланцевий стик



Мал. 11.4. Монтаж багатоповерхових будівель з використанням рамно-шарнірних індикаторів (РШІ):

I - III — схеми перестановки РШІ

- 1) встановлюють збірні перегородки, якщо вони передбачені проектом, на першому поверсі в прольотах між РШІ;
- 2) укладають у прольотах між РШІ плити перекриття першого поверху;
- 3) встановлюють збірні перегородки на другому поверсі в прольотах між РШІ;
- 4) укладають у прольотах між РШІ плити перекриття другого поверху;
- 5) переставляють на наступні позиції РШІ, а в секціях, що звільнилися, монтують відсутні елементи;
- 6) після монтажу елементів каркасу монтують елементи сходів і сходові марші.

РШІ переставляють на іншу позицію тільки після забезпечення просторового розкріплення каркасу й виконання зварювальних робіт, передбачених проектом. Після перестановки РШІ на нову позицію в секціях, що звільнилися, монтують перекриття спочатку першого, а потім другого поверхів, при цьому до укладання плит перекриття в секції попередньо подають матеріали, необхідні для облаштування перегородок.

Монтаж будівель інших конструктивних схем.

Монтаж багатоповерхових каркасних промислових будівель може бути спрощений при використанні в каркасі П-П-, Н-Н- або Ш-образних рам. Це просторові елементи, що мають 2 - 3 стійки, ригелі між ними й консолі поряд з ригелем. При такому рішенні елементів каркасу

значно зменшується кількість стиків і монтажних елементів. Збірні просторові конструкції виготовляють на висоту одного - двох поверхів, стики цих рамних елементів розташовують по висоті в найменш напружених і зручних для з'єднання між собою зонах, зазвичай на рівні  $1/3$  висоти поверху. Монтаж каркасу при застосуванні зазначених конструкцій виконують поповерхово у такій послідовності: залізобетонні рамні елементи, панелі перегородок, вентиляційні блоки, розпірні елементи, панелі перекриттів, конструкції, що огорожують.

### **13.7.Технологія монтажу багатоповерхових промислових будівель з безбалковими перекриттями.**

При монтажі будівель з *безбалковими перекриттями* застосовують ту ж технологію монтажу, що й для інших каркасних будівель. Однак, деякі конструктивні особливості каркасу вимагають дотримання певної послідовності робіт.

У безбалковому каркасі прийняті фундаменти під колони склянкового типу, монолітні, сітка колон  $6 \times 6$  м. Основні елементи каркасу — колони квадратного перетину з розрізкою на один або два поверхи, капітелі із центральним отвором для обпирання на оголовки колон, надколонні плити, що укладаються на капітелі в обох напрямках, і прольотні плити.

Каркаси відрізняються великою жорсткістю внаслідок наявності потужних капітелей. При своєчасному замонолічуванні такі каркаси можна монтувати по ярусам або секціям на повну висоту, окремо від цегельної кладки зовнішніх стін, внутрішніх стін і сходових кліток.

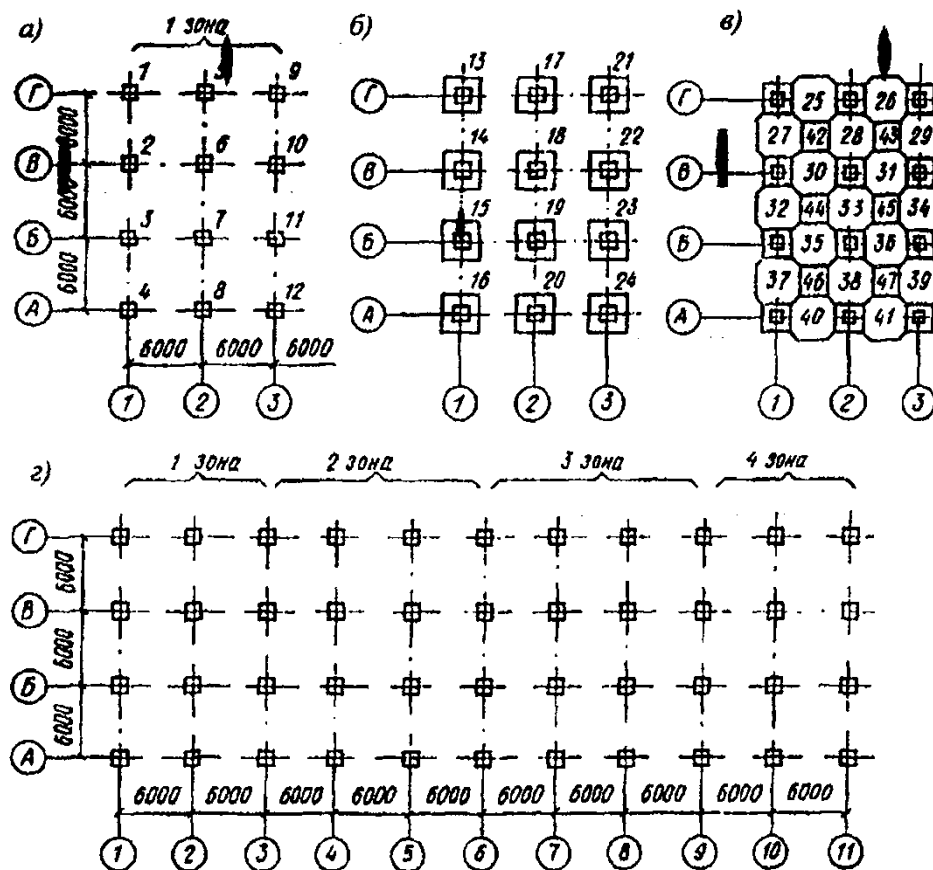
Технологічна послідовність монтажу збірних конструкцій містить у собі первинну розбивку будівлі (або її окремого блоку) на монтажні зони, у межах яких однойменні елементи монтують послідовно: встановлюють колони, капітелі, укладають надколонні й прольотні плити (мал. 11.5).

Конструкції каркасу монтують поповерхово, будівлю розбивають на захватки, розмір яких відповідає температурному блоку будівлі.

Монтаж конструкцій будівель з безбалковими перекриттями здійснюють у наступному порядку:

- встановлюють і вивіряють колони;
- на верхні торці колон встановлюють капітелі;
- на краю капітелей із чотирьох сторін укладають перпендикулярно одна до одної плити-балки;
- монтують середні квадратні плити, які обпираються на бічні виступи плит-балок і міцно скріплюються з ними в кутах за допомогою зварювання сталевих закладних деталей або випусків арматури.

*Колони* першого поверху встановлюють у склянки фундаментів за допомогою клинових вкладишів — для колон перетином  $400 \times 400$  і  $500 \times 500$  мм необхідно застосовувати чотири клиновидні вкладиші, для колон більшого перетину — шість клиновидних вкладишів. Стик колони з фундаментом бетонують сумішшю марки 300 на дрібному ґравії або щебенях з обов'язковою обробкою порожнини стику глибинним вібратором.



Мал. 11.5. Технологічна послідовність монтажу каркасу будівлі з безбалковими перекриттями:

а - встановлення колон; б — укладання капітелей; в — укладання міжколонних і пролітних плит;

г — зони монтажу конструкцій.

Монтують *капітелі* після досягнення бетоном замоноличування стиків колон з фундаментами 70%-ї проектної міцності влітку та 100%-ї — узимку. Перед встановленням капітелей із двох сторін колони встановлюють пересувні майданчики (при висоті поверху до 4,8 м) або приставні сходи-майданчики при більшій висоті поверху. Потім стропують капітель чотирьохгілковим стропом, прикріплюють до неї дві відтяжки з канату й капітель подають краном до місця монтажу. Капітель підводять до оголовка колони на висоту 20 - 30 см, орієнтують у необхідне положення за допомогою відтяжок і опускають, не доводячи до повного торкання з консолями колон.

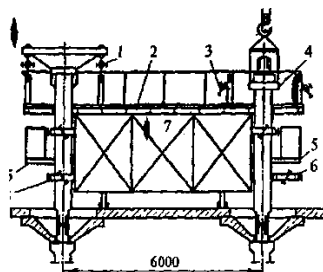
Далі капітель орієнтують по геодезичним (розбивочним) осям, нанесеним на консолі колон, опускають і разстроповують. За допомогою рівня або нівеліра перевіряють положення капітелі по горизонталі. Після приведення її в проектне положення зварюють стик капітелі й консолей колони, додатково приварюють чотири арматурні накладки, що зв'язують капітель і колону.

Укладання *надколонних плит* починають із встановлення сходів для підйому на капітелі, нанесення осьових рисок на капітелях і плитах, виправлення арматурних випусків при необхідності. Надколонну плиту стропують чотирьохгілковим стропом і укладають на капітелі, дотримуючись рівної довжини майданчиків опирання надколонних плит. Далі розстроповують надколонну плиту та зварюють випуски арматур. Аналогічно укладають інші надколонні плити в межах монтажно́ї зони.

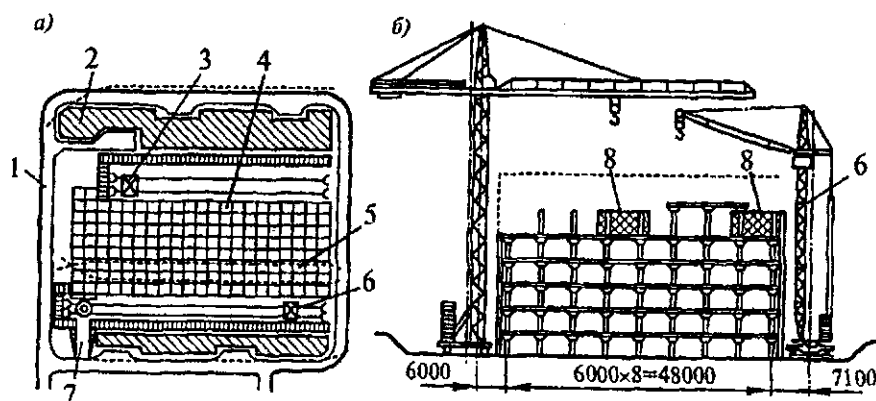
Укладання *прольотних плит* починають тільки після укладання усіх надколонних плит перекриття на монтажній ділянці й зварювання їх стиків. Прольотну плиту також стропують чотирьохгілковим стропом і укладають на закладні деталі надколонних плит з дотриманням рівних зазорів між прольотними й надколонними плитами. Розстроповують і зварюють випуски арматур плит, що стикають.

До монтажу конструкцій другого поверху можна приступати не замонолічуючи стики та шви. Колони другого поверху встановлюють на оголовки розташованих нижче колон з тимчасовим кріпленням розкосами. Стики колон розташовують на 0,5 - 1 м вище рівня перекриттів для зручності з'єднання їх між собою за рахунок випусків робочої арматури, що зварюються встик. По закінченню зварювання й виконання необхідного контролю стики замонолічують.

Попередньо на основі виконавчої геодезичної зйомки відміток оголовків колон і визначення монтажного горизонту, до оголовків розташованих нижче колон, при необхідності, приварюють рихтувальні пластинки потрібної товщини. Далі укладають і закріплюють опорні балки, стропують колону, подають до місця встановлення, опускають на оголовок розташованої нижче колони. Поєднують риски, кріплять кінці підкосів до опорних балок і вивіряють колону по вертикалі за допомогою підкосів. Після вивірки приварюють низ колони до рихтувальної пластинки та розстроповують колону.



Мал. 11.6. Кондуктор для монтажу безбалкових перекриттів: 1 — робоче положення гвинтів для вивірки капітелей; 2 — робочий майданчик; 3 — неробоче положення гвинтів; 4 — траверс для підйому колон; 5 — відкидні майданчики; 6 — хомут незакріплений; 7 — рама кондуктора; 8 — хомут закріплений



Мал. 11.7. Схема організації монтажу безбалкового каркасу багатоповірхової промислової будівлі: а — план монтажного майданчика; б — монтаж каркасу; 1 — автодорога; 2 — зона складування; 3 — кран КБ-674; 4 — каркас будівлі; 5 — зона переміщення вантажу краном; 6 — кран КБ-573; 7 — з'їзд у котлован; 8 — груповий кондуктор.

Інші конструктивні елементи другого поверху монтують аналогічно елементам першого поверху.

При використанні групового кондуктора на чотири колони, їх встановлюють, вивіряють у кондукторі в плані та по вертикалі (мал. 11.6). Вирівняну по рискам колону приварюють до оголовка розташованої нижче колони, стик омонолічують. Потім на колону встановлюють капітель та вивіряють за допомогою домкратів кондуктора. З робочого майданчика кондуктора після зварювання стикових з'єднань капітелі з колоною встановлюють надколонні щити й зварюють закладні деталі. Переміщують кондуктор краном, після цього здійснюють монтаж пролітної плити покриття. Стики капітелі замонолічують тільки після встановлення та приварювання колони наступного ярусу.

Схема організації монтажу безбалкового каркасу багатоповерхової промислової будівлі представлена на мал. 11.7.

**Сталеві конструкції** багатоповерхових промислових будівель можна монтувати як вертикальним, так і горизонтальним потоками. При першому способі різко зменшується число переміщень монтажного крану і його застосовують частіше.

### **13.8. Технологічні особливості обробки монтажних стиків і технологія перевірки якості при монтажі багатоповерхових промислових будівель.**

**Від якості обробки монтажних стиків залізобетонних конструкцій залежить міцність конструкцій, їх просторова жорсткість і стійкість споруди.**

Обробка стиків складається з наступних процесів: зварювання й захисту закладних деталей від корозії, замонолічування стиків розчином або бетонною сумішшю, трудомісткість обробки стиків – 75 - 80% загальної трудомісткості монтажу плит перекриттів та стінових панелей.

Зварювання арматурних випусків і закладних деталей. До зварювання закладних деталей і випусків арматури стикових з'єднань приступають після перевірки правильності їх розташування й ретельного очищення від бруду, іржі, льоду. Випуски арматурних стержнів у стиках і вузлах збірних залізобетонних конструкцій зварюють залежно від діаметру арматур внахлест або з накладками для стержнів діаметром 8-20 мм, для стержнів діаметром більше 20 мм застосовують переважно напівавтоматичне ванне зварювання на постійному струмі.

Поверхня зварюваних з'єднань повинна бути гладкою, дрібнолускатою, не повинна мати підрізів, недоварів, пор та інших видимих дефектів. Зварювальник, який робить зварювання, ставить клеймо на заварені їм стики та заносить дані про виконання зварювальних робіт у журнал.

Залежно від типу з'єднання якість шва перевіряють шляхом огляду, свердління й травлення кислотою дефектних ділянок швів з метою усунення непровару кореню шва. Внутрішні дефекти шва можуть бути виявлені за допомогою ультразвукової або гамма-дефектоскопії.

Для забезпечення надійності стикових з'єднань необхідно захищати металеві частини сполучень від корозії. У стикових з'єднаннях руйнування металу від корозії відбувається в основному в результаті електрохімічної реакції. При наявності у бетоні стику тріщин, корозія металу протікає більш інтенсивно, ніж на відкритому повітрі, і вражає за рік до 0,2 мм тіла металу. При цьому продукти корозії сталі збільшуються в обсязі й створюють додаткові напруги, що руйнують бетон. Метал від корозії захищають електрохімічним способом, що полягає у тому, що на поверхню металу наносять покриття з розплавленого металу, наприклад цинку, який має більш негативний потенціал, ніж сталь. В умовах будівельного майданчика протикорозійне покриття наносять за допомогою пересувної установки. Для кращого зчеплення покриття з основою зварені шви й закладні деталі прогрівають полум'ям газового пальника до 200 - 300 градусів С. Необхідна якість покриття (товщина 0,1 - 1,5 мм) досягається за 2 - 3 проходи по одному місцю.

Антикорозійний захист можна здійснити газополум'яним і механічним нанесенням покриттів (лакофарбових, металевих, комбінованих). Покриття на метал наносять після його ретельного очищення. У якості лакофарбових покриттів використовують перхлорвінілові

лаки, полістирольні клеї, епоксидні лаки, а також їх суміші із цементами. Лакофарбові покриття значно краще тримаються на металі, якщо нанесені на попередньо прогрунтовану поверхню. Окрім загальновідомих масляних ґрунтів, можуть бути використані ґрунти на основі фенольних смол, епоксидні тощо.

Одним з перспективних напрямків зменшення трудомісткості обробки стиків і підвищення надійності вузлів сполучень колон багатоповерхових будівель є застосування беззварних клеєних стиків. При цьому слід мати на увазі, що при **облаштуванні звичайних стиків на зварюванні, у бетоні з'являються тріщини, викликані зварювальними напругами, а трудомісткість оброблення таких стиків становить 40—80% загальних трудових витрат по монтажу каркасних конструкцій.**

За останні роки в практику вітчизняного й закордонного будівництва почали впроваджувати різні типи беззварних стиків (див. мал.), з яких найбільш **технологічні стільникові стики.** У таких стиках арматурні випуски елементів колон, що монтуються, заводять за допомогою спеціальних кондукторів у гнізда, розташовані в торцях раніше встановлених колон.

У якості матеріалу, що склеює, яким заповнюють гнізда й покривають торці колон, використовують полімер-розчини на епоксидній смолі, колоїдно-цементний або інші клеї.

Як показали дослідження НДІЖБ, епоксидний полімерний розчин знижує трудомісткість обробки стику приблизно у 5 разів, а швидкий набір міцності швів стику дозволяє звести до мінімуму технологічні перерви при монтажі каркасних конструкцій. У цілому, застосування беззварних клейових з'єднань при зведенні багатоповерхових каркасних будівель дає можливість знизити собівартість монтажу на 10-12%.

Замонолічування стиків роблять піщаною бетонною сумішшю або бетонною сумішшю (марки М-30), заповнювачем у якій слугують щебені із розміром фракцій до 20 мм. При великому обсязі стику (наприклад, стик між колоною й склянкою фундаменту або колоною й капітеллю безбалкового перекриття) застосовують звичайні бетонні суміші. Стики збірних конструкцій багатоповерхових виробничих будівель обробляють після завершення усіх робіт з вивірки конструкції, зварювання й протикорозійного захисту.

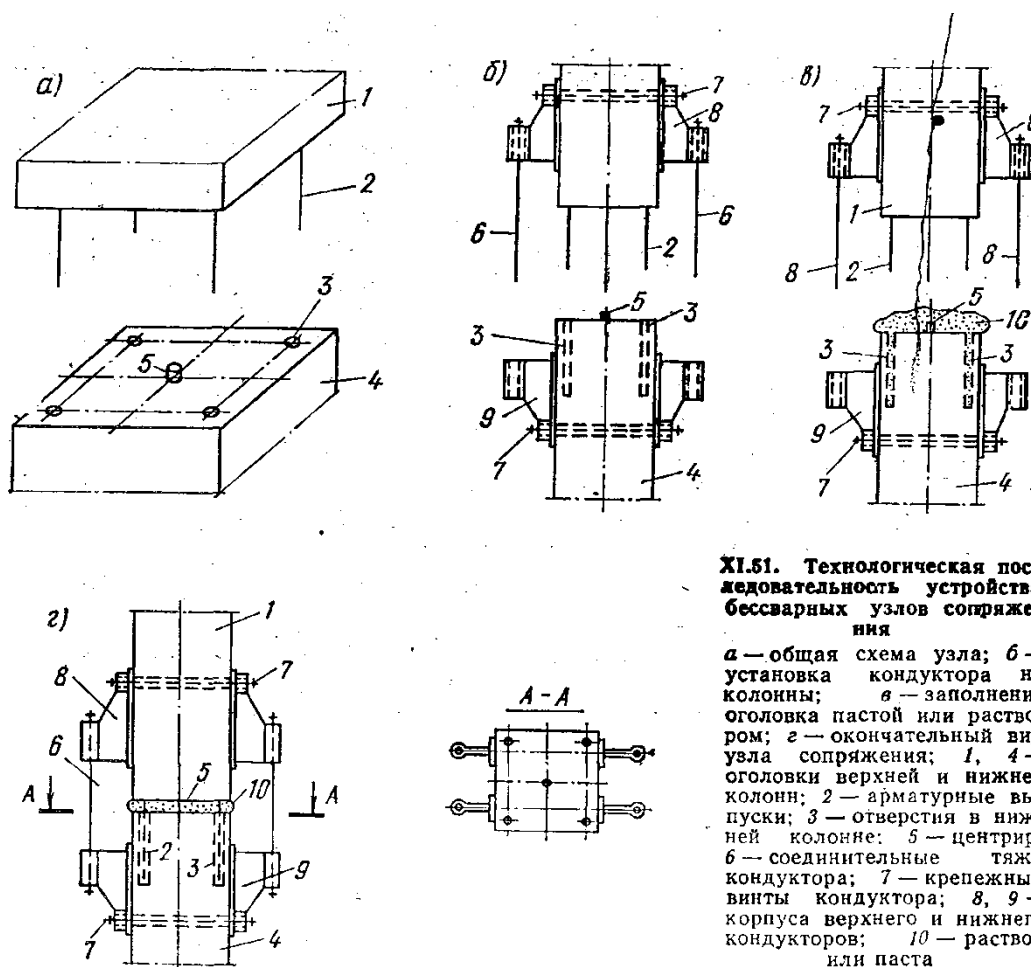
Проектне положення колон перевіряють теодолітами, розташованими на взаємно перпендикулярних осях сітки колон, зсув, що допускається, осей у нижньому перетині відносно розбивочних осей  $\pm 5$  мм; відхилення осей колони від вертикалі у верхньому перетині при висоті колон від 4,5 до 15 м не повинне перевищувати відповідно  $\pm 10$  та  $\pm 15$  мм. Вивіривши та закріпивши колони в кондукторі, зварюють і замонолічують стики. До монтажу ригелей першого поверху приступають після досягнення бетоном стику колони з фундаментом 50% проектною міцністю влітку та 100% - взимку.

Зсув осей ригелів відносно розбивочних осей на опорних консолях колон не повинен перевищувати  $\pm 5$  мм.

Для забезпечення більшої щільності бетону у стику практикується подавати бетонну суміш у струмені стисненого повітря. Суміш ущільнюється за рахунок аеродинамічного ефекту. При замонолічуванні стиків між колонами проміжок між оголовками колон розміром не менш 40 мм бетонують твердим розчином бетонної суміші марки не менше М-30, а увесь стик покривають металеву сіткою та замонолічують.

При облаштуванні стикових з'єднань у збірних безбалкових перекриттях обсяг бетону, що укладається між колоною та капітеллю, може доходити до  $1 \text{ м}^3$ , а витрата монолітного бетону - до 28% збірного. Тому для заповнення стиків слід передбачати подачу бетонної суміші бетононасосами або застосовувати роздільний спосіб бетонування з ін'єкціонуванням розчину розчинонасосами в задалегідь покладений заповнювач.

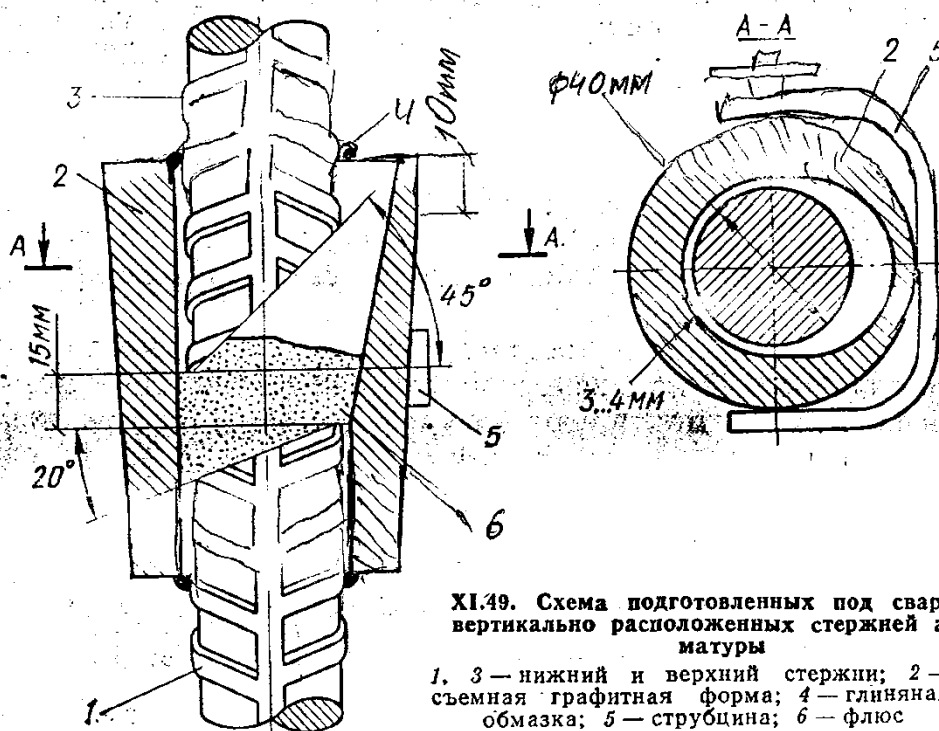
Трудомісткість механізованої обробки стиків в 4-5 разів менше трудомісткості обробки стиків вручну.



**XI.51. Технологическая последовательность устройства бессварных узлов сопряжения**

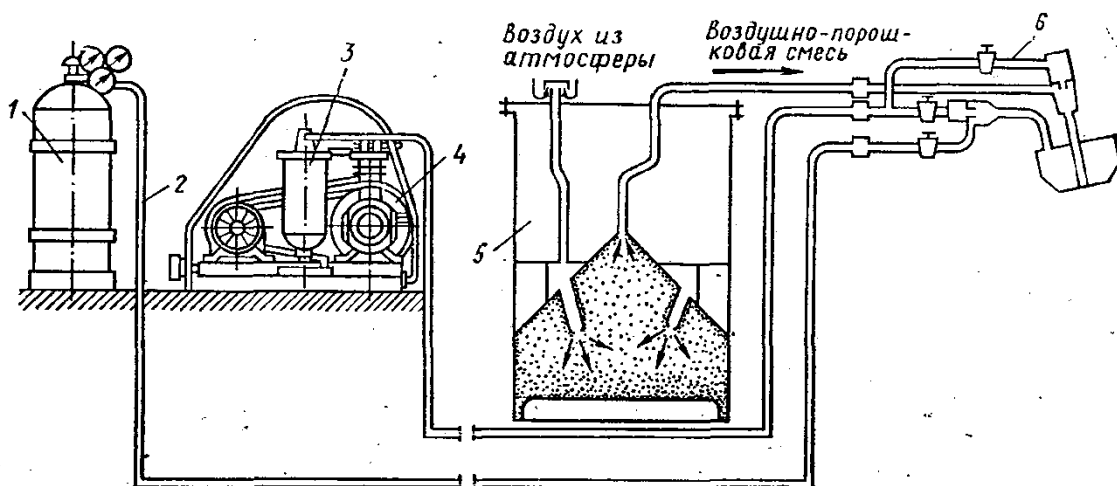
*a* — общая схема узла; *б* — установка кондуктора на колонны; *в* — заполнение оголовка пастой или раствором; *г* — окончательный вид узла сопряжения; 1, 4 — оголовки верхней и нижней колонн; 2 — арматурные выпуски; 3 — отверстия в нижней колонне; 5 — центрик; 6 — соединительные тяжи кондуктора; 7 — крепежные винты кондуктора; 8, 9 — корпуса верхнего и нижнего кондукторов; 10 — раствор или паста

Технологічна послідовність облаштування безварних вузлів сполучення: *a* — загальна схема вузла; *б* — встановлення кондуктора на колони; *в* — заповнення оголовка пастою або розчином; *г* — кінцевий вигляд вузла сполучення; 1, 4 — оголовки верхньої та нижньої колони; 2 — арматурні випуски; 3 — отвори у нижній колоні; 5 — центрик; 6 — з'єднувальні тяжі кондуктора; 7 — гвинти кріплення кондуктора; 8, 9 — корпуси верхнього та нижнього кондукторів; 10 — розчин або паста.



**XI.49. Схема подготовленных под сварку вертикально расположенных стержней арматуры**

1, 3 — нижний и верхний стержни; 2 — съемная графитная форма; 4 — глиняная обмазка; 5 — трубочина; 6 — флюс



**XI.50. Установка для газопламенного нанесения противокоррозионного цинкового покрытия**  
1 — газовый баллон; 2 — рукав для подачи газа; 3 — масловододетделювач; 4 — компрессор;  
5 — питательный бачок; 6 — распылительная горелка

Мал. 49 Схема підготованих для зварювання вертикально розташованих стержнів арматури: 1, 3 — нижній та верхній стержні; 2 — знімна графітна форма; 4 — глиняна обмазка; 5 — струбочина; 6 — флюс.

Мал. 50 Установка для газополум'яного нанесення протикорозійного цинкового покриття: 1 — газовий балон; 2 — рукав для подавання газу; 3 — масловодовідділювач; 4 — компрессор; 5 — живильний бачок; 6 — розпилюючий пальник.

При підготовчих роботах кінці арматурних стержнів на довжину не менш п'яти діаметрів очищають, як вказувалося раніше, та просушують нагріванням до 100-150°C інфрачервоними пальниками або індукційним методом. Якщо має місце не співвісність або скривлення стержнів, то ці дефекти усувають за допомогою важільних пристосувань після нагрівання стержнів газовим пальником до 600-650°C для сталей класу А-1 і до 800°C для сталей А-11. Зсув осей стержнів, що з'єднуються, не повинен перевищувати допуски, необхідні по ДБН.



Обрізку й обробку кінців стержнів виконують газовими різачками (ацителенокисневими або пропан-бутановими). Різання іншими засобами не допускається, тому що при цьому погіршується якість сталі. При наявності проміжку, більшого за допустиму норму, між торцями стержнів зварювання можна робити із застосуванням проміжного елемента - вкладиша з арматурної сталі того ж діаметру та марки, що і стержні, які стикуються.

Форма оброблення торців арматури й величина проміжку між стержнями залежить від положення арматури, що стикується, та прийнятого методу зварювання.

З'єднання випусків арматурних стержнів роблять двома способами - за допомогою накладок або зварюють встик. У першому випадку накладками із круглої, смугової або кутової сталі, виготовленими суворо за проектом, з'єднують арматурні стержні діаметром 8 - 20 мм. Площа перетину накладок повинна бути рівна або більше 1,2 площі поперечного перерізу стержня. Накладки з'єднують із арматурними стержнями ручним електродуговим зварюванням. Для з'єднання арматурних випусків встик застосовують різні види електродугового зварювання: ручну одноелектродну, ручну одно- та багатоелектродну ванну та ванно-шовну, напівавтоматичну під флюсом, голим легованим дротом, порошковим дротом тощо.

Електродугове ванне зварювання в знімних формах або підбивках, що залишаються, значно підвищує продуктивність ручного зварювання. Зварювання ручне одноелектродне, переважно ванно-шовне на підкладках, що залишаються, та які приварюються до арматур фланговими швами, виконується для з'єднання горизонтальних і вертикальних стержнів діаметром 8 - 20 мм. Площа перетину підкладок, що одночасно виконують роль стикових накладок, повинна бути не менше 50% площі поперечного перерізу стержня, що стикується.

У горизонтальних з'єднаннях проміжок між торцями арматури повинен бути не менше 1,5 діаметру електроду та не більше 0,8 діаметру арматур. Зварювання починають із флангових швів з'єднання підкладки зі стержнями. Потім зварюють нижню частину, уважно стежачи за зварюванням сполучення торців стержнів з підкладкою. Далі стик заповнюють розплавленим металом, передаючи електроду коливальні рухи уздовж і поперек. По закінченню наплавляють посилення шву.

При вертикальних з'єднаннях зварювання починають із флангових швів підкладки у нижнього стержня й сполучення між ними зсередини, потім проварюють внутрішнє сполучення верхнього стержня. Далі наплавляють окремими шарами торець нижнього стержня та верхнього стержня, заповнюючи в такий спосіб проміжок наплавленим металом. Завершують операцію зварюванням флангових швів підкладки у верхнього стержня й наплавлюванням посилення шву.

Ручна багатоелектродна ванна або ванно-шовне зварювання застосовується для з'єднання арматурних стержнів діаметром 20 - 40 мм для сталі класів А-1 і А111 і діаметром до 80 мм - для сталі А-11.

Напівавтоматичне зварювання відкритою дугою голим легованим дротом діаметром 1,6 - 2 мм із компонентами в складі сталі, що захищають метал від дії повітря, застосовують для стикування горизонтальних і вертикальних стержнів арматури класів А-1, А-11 і А-А-111 діаметром 20 - 80 мм на сталевих підкладках, що залишаються, та скобах-накладках. На торцях горизонтальних стержнів роблять скоси під кутом 5-10° при проміжку 10-20 мм. Вертикальні стержні при зварюванні у скобах-накладках підрізають.

Під дією зварювальної дуги відбувається розплавлення дроту, торців стержнів, що стикуються, і частково поверхні підкладок або скоб-накладок і тим самим заповнення міжторцевого проміжку й утворення зварювального шву.

Напівавтоматичне електрошлакове (під флюсом) зварювання стиків горизонтальних і вертикальних стержнів діаметром 36-40 мм будь-якого класу сталі виконують в інвентарних мідних, графітових або керамічних формах з використанням електродного дроту діаметром 2-2,5 мм і флюсу.

Перед початком зварювання на дно інвентарної форми насипають флюс на висоту 0,4-0,5 діаметра арматур для горизонтальних і 6-8 мм для вертикальних стержнів. Електродугу

направляють у нижню частину ванни і надають електроду коливального руху в межах міжторцевого проміжку, послідовно заповнюючи його розплавленим металом. Постійна глибина жужільної ванни (10 - 12 мм) підтримується періодичним додаванням флюсу.

Напівавтоматичне зварювання порошковим дротом виконують у формах, сталевих підкладках, що залишаються, або скобах-накладках для стикування горизонтальних і вертикальних стержнів арматури з маловуглецевої і легованої сталі.

З метою зниження впливу залишкових напруг зварених швів рекомендується арматурні випуски зварювати в певній послідовності. Наприклад, у колонах спочатку попарно зварюють діагонально протилежні стержні, а потім - по черзі стержні із протилежних сторін. У горизонтальних з'єднаннях збірних елементів спочатку зварюють нижні, а потім верхні стержні.

Зварені з'єднання арматурних випусків є прихованими роботами й оформлюються актом.

## **Розділ XIV Зведення будівель з арочним та купольним покриттям**

### **14.1. Загальні положення, де застосовуються арочні та купольні покриття, їх основні конструктивні рішення.**

#### Зведення будівель з арочним і купольним покриттям.

##### Загальні положення.

Для багатьох промислових і цивільних будівель і споруд із архітектурних міркувань і вимог експлуатації необхідно передбачати покриття з більшими прольотами без облаштування проміжних опор. Із усіх інженерних споруд одноповерхові виробничі будівлі знаходять найширше застосування для розміщення підприємств різних галузей економіки.

До цивільних будівель з великими прольотами відносяться великі спортивні, виставочні й концертні зали, криті стадіони, вокзали, цирки, ринки й інші подібні споруди. У промислових будівлях великі прольоти найчастіше застосовують у складальних цехах авіа- і суднобудування, складальних і експериментальних цехах машинобудівних підприємств. Технологія експлуатації будівель і протипожежна безпека вимагають проектування будівель з великими прольотами для ангарів, призначених для стоянки та ремонту літаків, великих автобусних і тролейбусних парків з розміщенням великої кількості одиниць зчленованих транспортних засобів.

### **14.2. Механізми та пристосування при монтажі арочних та купольних покриттів промислових і цивільних будівель.**

Різноманітність будівель з великими прольотами і різноманітність вимог до них, обумовлюють відповідні конструктивні рішення. Найчастіше застосовують рамні, балкові системи, арочні покриття та висячі просторові системи. Конструктивні рішення просторових споруд, умови їх зведення, особливості будівельного майданчика, можливість використання монтажних механізмів і устаткування часто вимагають найбільш прийнятну технологію й послідовність зведення споруди.

Як правило, для зведення споруди можуть бути використані різноманітні методи монтажу, часто їх застосовують у комбінації, й тим самим утворюють багатоваріантність технологій, коли вибір раціональної технології становить змістовне завдання проектування монтажних робіт.

До будівель з великими прольотами відносяться будівлі, у яких відстані між несучими опорами більше 40 м.

Арочні покриття застосовують при прольотах до 200 м.

Залежно від статичної схеми роботи їх підрозділяють на двошарнірні, трьохшарнірні та безшарнірні. Вони мають відносно меншу масу, ніж рамні й балкові, але більш складні у виготовленні й монтажі. Вони мають і більшу жорсткість. Усі типи арок чутливі до

нерівномірного навантаження, температурні коливання сприймаються ними по різному. У двошарнірних та безшарнірних арках з'являються зусилля від температурних коливань, а у трьохшарнірних вони не виникають. Якісна характеристика арок в основному залежить від їхньої висоти та обрису. Оптимальна висота знаходиться в межах від  $1/4$  до  $1/6$  прольоту, і найкращий обрис, якщо геометрична вісь збігається із кривою тиску. Для пологих арок застосовують кругові обриси, тому що при цьому дуга кола близька до параболи (форма кривої тиску від постійного навантаження), вона технологічна, тому що виготовлення елементів значно спрощується. У високих арках параболу замінюють комбінацією дуг окружностей різних радіусів. Іноді виявляється раціональним ламаний обрис арки, вписаний в криву тиску. Перетин арок роблять ґратчастим або суцільним, висотою відповідно  $1/30 - 1/60$  і  $1/50 - 1/80$  прольоту.

### **14.3. Технологія облаштування залізобетонних збірних і монолітних арокних покриттів.**

*Залізобетонні арки доцільно застосовувати при більших прольотах (40 м і більше).*

Арки підрозділяють на трьохшарнірні із шарнірами на опорах і в середині прольоту, двошарнірні із шарнірами на опорах та безшарнірні. Обрис розбивочної осі арок повинен максимально збігатися з лінією тиску, для того щоб арки головним чином працювали на стиск. Опорами арок можуть бути колони будівлі або спеціальні фундаменти. При більших прольотах арки, як правило, обпираються безпосередньо на фундаменти.

У трьохшарнірних арках середній ключовий шарнір досить ускладнює як конструктивне рішення самої арки, так і облаштування конструкцій, що обгороджують покриття з покрівлею. Із цих причин залізобетонні трьохшарнірні арки практичного застосування на даний час не мають.

Найпоширенішими є двошарнірні арки, найбільш прості у виготовленні й монтажі. При температурних впливах вони мають можливість вигинатися, вільно повертаючись у шарнірах без істотного збільшення напруг у перетинах арки. У двошарнірних арках розпір сприймається зтяжкою або передається на опори.

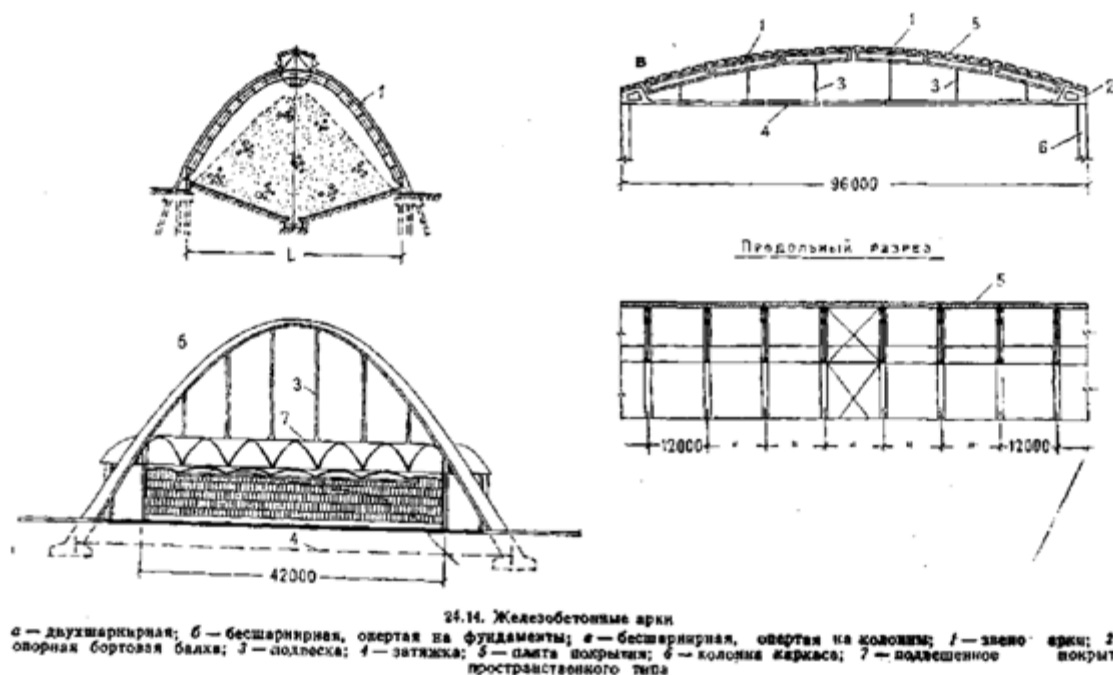
Безшарнірні арки мають найбільш легке конструктивне рішення, але для їхнього обпирання необхідне облаштування потужних фундаментів, до того ж вони досить чутливі до нерівномірних осаджень ґрунтів основи. Безшарнірні арки у випадку обпирання безпосередньо на фундаменти виконують як правило, без зтягувань.

*Арки бувають збірні й монолітні. У практиці будівництва застосовують* переважно арки зі збірних елементів. Монолітні арки не отримали поширення через велику трудомісткість їх зведення. Збірні елементи, у свою чергу, збирають із блоків. Перетин арки може бути прямокутним, тавровим, коробчастим та іншої форми. Приклад двошарнірної арки, що спирається на пальові фундаменти, представлений на мал. 24.14,а. Приклад безшарнірної арки з прольотом 60 м, висотою (у середній частині) 40 м, що спирається безпосередньо самостійно на фундаменти, представлений на мал. 24.14. У цьому прикладі арку запроєктовано відкритою, до неї за допомогою сталевих стержнів підвішене просторового типу покриття.

Залізобетонна арка з попередньо напружених елементів прольотом 96 м, що спирається на колони із кроком 12 м, наведена на мал. 24.14в. Довжина окремих збірних ланок із двотавровим поперечним перерізом не перевищує 17 м при масі до 25 т. Ланки з'єднують між собою зварюванням заставних сталевих деталей. Підвіски, що підтримують залізобетонне зтягування лоткового перетину, виконані з металевих куточків. Арка сприймає навантаження від підвісного транспорту - чотирьох підвісних кранів вантажопідйомністю по 5 т.

Сталеві арки застосовують у промислових будівлях в основному для обладнання покриттів зі значними розмірами прольотів. Розпір арок передають через фундаменти на

грунт, а при несприятливих ґрунтових умовах він може бути сприйнятий зтяжкою, яку розміщують нижче рівня підлоги цеху.



Мал. 24.14 Залізобетонні арки: а – двошарнірна; б – безшарнірна, що спирається на фундаменти; в – безшарнірна, що спирається на колони; 1 – ланка арки; 2 – опорна бортова балка; 3 – підвіска; 4 – зтяжка; 5 – плита покриття; 6 – колона каркасу; 7 – підвішене покриття просторового типу.

Статична схема сталевих арок може бути безшарнірною, дво- та тришарнірною. Аркові покриття за конструктивним рішенням бувають площинні та блокові. Останні більш раціональні, тому що монтаж спарених арок менш трудомісткий. Стріла підйому арок перебуває в межах  $1/2 - 1/15$  прольоту. Обрис арки обирають по кривій тиску, тому що в цьому випадку згинальні моменти будуть мінімальними. Арки, як рами, можуть мати суцільний або наскрізний перетин.

Для облаштування покриттів з більшими прольотами, наприклад ангарів, застосовують двошарнірні наскрізні арки, що спираються на залізобетонні рами, які є несучими конструкціями симетрично розташованих прибудов для розміщення виробничих допоміжних приміщень (мал.25.16, б). З метою збільшення корисної висоти приміщень без збільшення загальної висоти будівлі іноді зтяжку двохшарнірних арок розташовують вище лінії опорних шарнірів (мал.25.16, в).

Висота перетину наскрізних арок становить  $1/30-1/60$  прольоту, суцільних арок -  $1/50-1/80$  прольоту. Можливість застосування арок з такою незначною висотою перетину пояснюється відносно малою величиною згинальних моментів, що виникають у арках. Просторову жорсткість та стійкість арок та інших площинних конструкцій каркасу будівель забезпечують системою зв'язків, встановлюваних між цими конструкціями (мал. 25.18).

#### 14.4. Технологія облаштування сталевих і дерев'яних арочних покриттів.

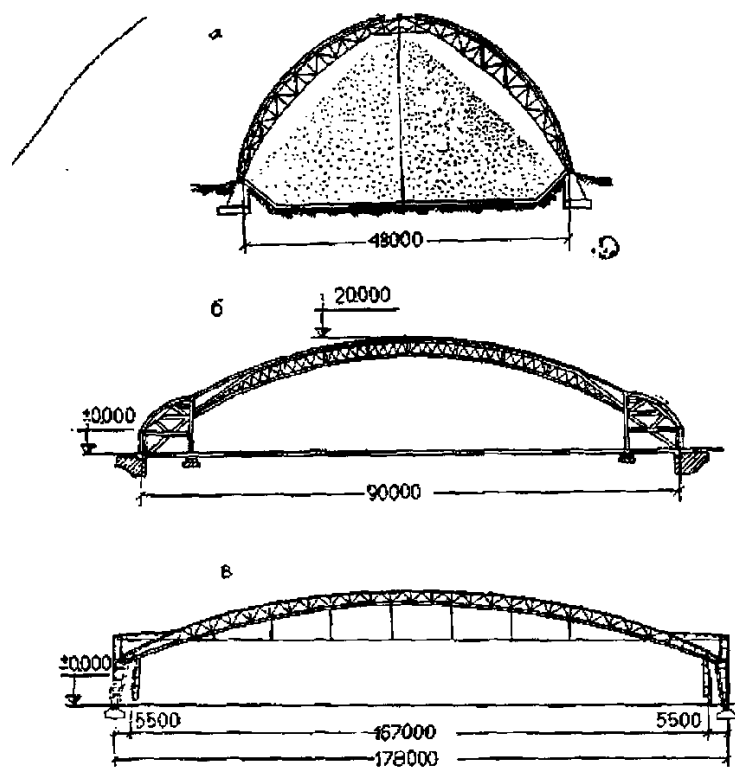
*Дерев'яні арки зі стрілою підйому  $1/2-1/4$  обпираються безпосередньо на фундаменти, а пологі арки — на колони будівлі. Найбільш доцільні клеєні, суцільного перетину тришарнірні арки. Перетин арок - зазвичай прямокутний із гнутих клеєних дощок, висота якого становить приблизно  $1/50$  прольоту. Обрис арок приймають з таким*

розрахунком, щоб крива тиску від рівномірно розподіленого навантаження збігалася з віссю арки.

Тришарнірні арки часто застосовуються у якості несучих конструкцій покриттів складських будівель. Форму поперечного обрису арки обирають так, щоб вона збігалася з габаритами штабелю матеріалу, що складається, та спеціального крану. Тришарнірні стрілочасті арки встановлюються на залізобетонні фундаменти із кроком 3 м. Конструкція покриття складається з поздовжнього робочого настилу товщиною 40 мм, косою захисного настилу товщиною 16 мм і тришарового рулонного килиму. Просторова жорсткість споруди забезпечується перехресним настилом.

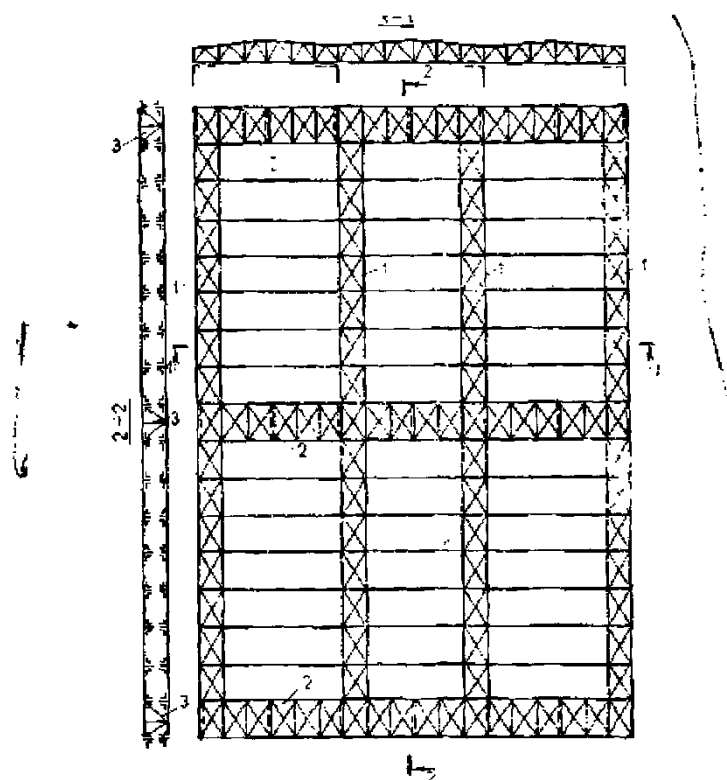
#### 14.5. Коротка характеристика купольних покриттів, що застосовуються, їх конструктивні схеми.

Конструкція пологих невеликих прольотів арок (до 24 м), що опираються на колони, у значній мірі аналогічна розглянутим вище конструкціям сегментних ферм. Такі тришарнірні криволінійного обрису арки збирають із двох клеєних блоків. Затягування виконують із круглої сталі або із двох куточків.



25.16. Схеми сквазних арок  
 а — трехшарнирная; б — двухшарнирная; в — арка с приподнятой затяжкой

Мал. 25.16 Схеми наскрізних арок: а – тришарнірна; б – двошарнірна; в – арка з піднесеною затяжкою.

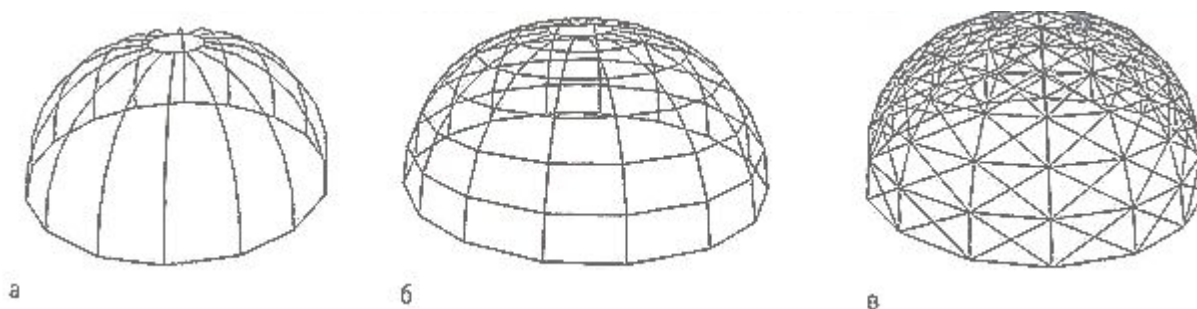


**25.18.** Схема устро́йства зв'язей в покритті багатопрольотного цеху  
 1 — продольная связевая ферма; 2 — поперечная связевая ферма;  
 3 — вертикальные связи

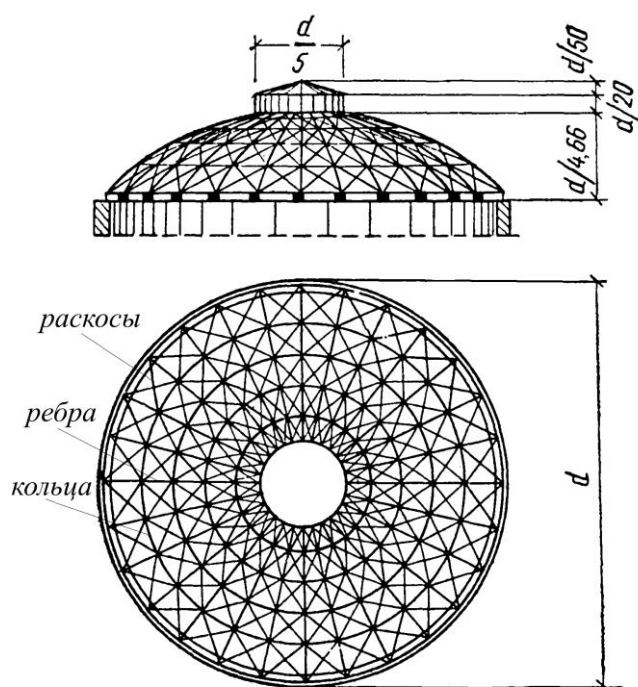
Мал. Схема облаштування зв'язків у покритті багатопрольотного цеху: 1 — поздовжня зв'язуюча ферма; 3 — вертикальні зв'язки.

Просторові покриття характерні тим, що осі усіх несучих елементів не лежать в одній площині. Вони підрозділяються на три типи: купола, складки та зводи (оболонки).

Конструкції куполів можуть бути ребристими, ребристо-кільцевими та сітчастими.



Мал. Конструктивна система куполів: а – ребристі; б – ребристо-кільцеві; в – сітчасті.



Мал.: Ребристо-кільцевий купол

#### 14.6. Технологія облаштування ребристих, ребристо-кільцевих і сітчастих куполів.

**Ребристі куполи** складаються із системи плоских ферм, зв'язаних по низу та по верху кільцями. Верхні пояси ферм утворюють поверхню обертання (сферичну й параболічну). Такий купол є розпірною системою, у якій нижнє кільце зазнає зусилля розтягування, а верхнє - стискання. При несиметричних навантаженнях верхнє кільце піддається крутінню, зусилля від якого зростають зі збільшенням діаметру кільця. Нижнє кільце може бути у вигляді багатокутника з обпиранням на стіни або окремі колони. Кільцеві прогони в металевих і дерев'яних куполах, що мають невелику жорсткість, шарнірно прикріплюються до ребер та на деформації ребер практично не впливають.

У ребристих кільцевих куполах кільцеві прогони з'єднуються з ребрами більш жорстко. У цьому випадку дозвільний вплив кільця значно знижує зусилля в радіальних ребрах.

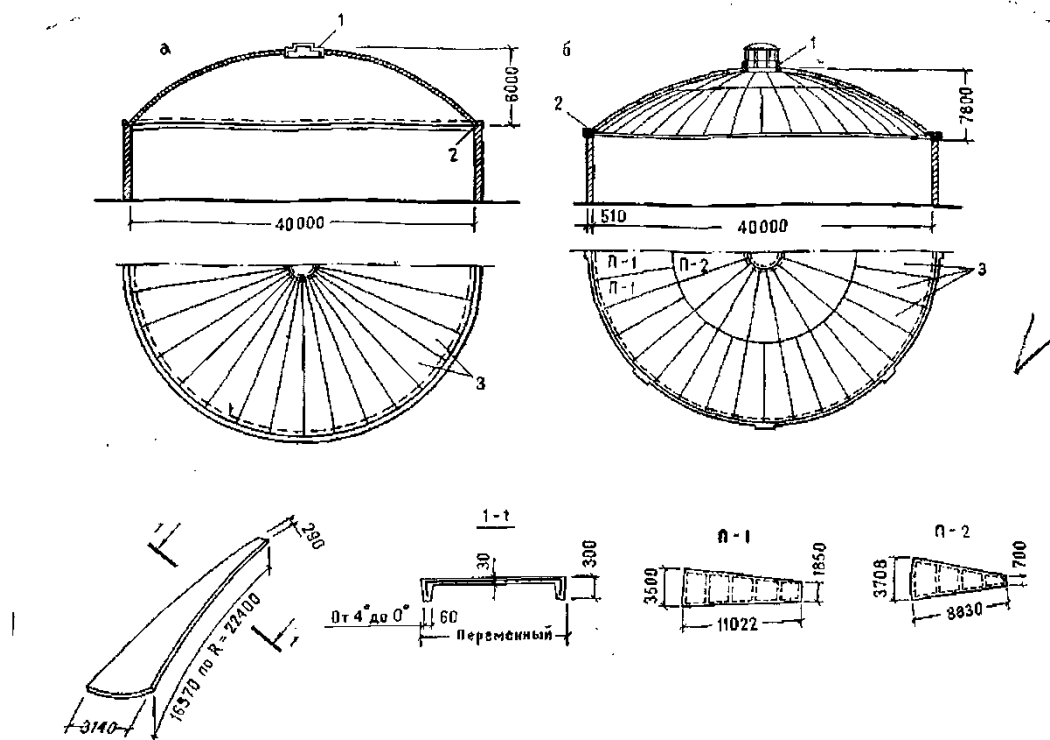
**Сітчасті куполи** утворюються включенням в усі панелі ребристо-кільцевих куполів додаткових зв'язків, що призводить до значного збільшення жорсткості системи й поліпшення роботи при несиметричних навантаженнях.

Купола отримали поширення для облаштування покриттів над промисловими будівлями або спорудами, що мають круглу форму у плані. Вони можуть виготовлятися зі збірних залізобетонних елементів чи монолітними. Перші, як правило, мають ребристу структуру, другі — гладку. Збірні залізобетонні куполи можуть мати радіальну або радіально-кільцеву розрізку поверхні на збірні елементи.

Так само із суцільними залізобетонними облаштовують сітчасті куполи, які в більшості випадків збирають із ґратчастих прямокутних, трикутних, ромбовидних або шестикутних панелей. За витратою матеріалів купола більш економічні інших типів оболонок. **Купольне покриття складається з оболонки та нижнього опірною кільця. При наявності центрального прорізу облаштовують також верхнє кільце, що облямовує проріз. Нижнє кільце сприймає розтяжні зусилля, а верхнє - стискальні зусилля.**

Покриття над будівлею радіальних згущувачів вуглезбагачувальної фабрики металургійного заводу виконане у вигляді збірного залізобетонного купола діаметром 40 м зі стрілою підйому 8 м (мал. 24.23, а). Купол має радіальну систему розрізки й складається з 32

елементів, що опираються на нижнє й верхнє опорні залізобетонні кільця. Нижнє поперечно напружене кільце шарнірно оберте на колони.



24.23. Сборные железобетонные купола

а — с радиальной разрезкой поверхности на сборные элементы; б — с радиально-кольцевой разрезкой поверхности на сборные элементы; 1 — верхнее опорное кольцо; 2 — нижнее опорное кольцо; 3 — элементы купола

Мал. Збірні залізобетонні купола: а — з радіальною розрізкою поверхні на збірні елементи; б — з радіально-кільцевою розрізкою поверхні на збірні елементи; 1 — верхнє опірне кільце; 2 — нижнє опірне кільце; 3 — елементи купола.

Елементи купола являють собою плиту товщиною 30 мм трапецієподібного обрису, плоску ребристу в поперечному перерізі й криволінійну в поздовжньому радіальному напрямку. Плити з'єднують між собою за допомогою заставних сталевих деталей на зварюванні, після чого шви й пази, що утворюють шпонки, замоноличують монтажним бетоном.

Купольні покриття діаметром 40 м над шлам-басейном цементного заводу виконане з радіально-кільцевою розрізкою поверхні на окремі елементи (мал. 24.23,б). Купол складається із двох опорних кілець і двох типів плит, які утворюють оболонку купола.

Будівельні крани для монтажу конструкцій великопролітних будвель.

Для вантажно-розвантажувальних робіт, укрупнюючого складання й монтажу конструкцій великопролітних будвель *застосовують козлові, гусеничні, пневмоколісні, автомобільні, рейкові, тракторні, баштові, кабельні крани, вертольоти.*

**Козлові крани** вантажопідйомністю 5 - 50 т використовують для укрупнюючого складання й монтажу великопролітних будвель. Ці крани застосовують при прольотах 15 - 45 м.

**Баштові крани** застосовують вантажопідйомністю 5 - 75 т.

**Стрілові самохідні рейкові крани** використовують у вигляді двох груп: модифікації в стріловому й навантажувальному виконанні і спеціальні крани. Їх застосовують при укрупнюючому складанні й монтажі.

**Гусеничні крани** застосовують вантажопідйомністю до 160 т. **Автомобільні крани** вантажопідйомністю 3 - 16 т використовують на вантажно-розвантажувальних роботах, укрупнюючому складанні й на монтажі великопролітних конструкцій.



**Пневмоколісні крани** вантажопідйомністю до 100 т застосовують для монтажу конструкцій великопролітних будівель.

**Кабель-крани в деяких** випадках виявляються найбільш ефективними для монтажу великопролітних будівель.

**Вертольоти доцільно** застосовувати при монтажі конструкцій у важкодоступних місцях, в умовах бездоріжжя.

На монтажних вертольотах встановлюють зовнішню підвіску - канатну систему зі стропами.

Загальні принципи організації й технології монтажу великопролітних будівель.

**Монтаж будівельних конструкцій великопролітних будівель відрізняється наступними особливостями:** будівлі мають зазвичай більші розміри у плані, які у більшості випадків перевищують радіус дії монтажних кранів, ряд конструктивних елементів великопролітних будівель (важкі колони великої довжини, рамні елементи, арки, ферми, просторові структури тощо) іноді доводиться монтувати частинами або піднімати цілком, використовуючи одночасно два та більше крани, роботи з монтажу будівельних конструкцій з метою скорочення загальної тривалості будівництва необхідно сполучати з будівельними роботами та монтажем технологічного устаткування до або після монтажу, враховуючи в кожному конкретному випадку реальні виробничі умови.

Практикою вироблений ряд методів монтажу будівельних конструкцій у великопролітних будівлях, що застосовуються залежно від необхідної послідовності провадження робіт, конструктивної схеми будівель, що монтуються, виду технологічного устаткування, строків і порядку введення будівлі в експлуатацію, черговості поставки конструкцій, деталей і матеріалів.

Залежно від виду монтажу розрізняють метод поздовжнього монтажу, коли складання ведуть окремими прольотами, і метод поперечного або секційного монтажу. Метод поперечного монтажу застосовують коли будівля вводиться в експлуатацію окремими секціями, що включають усі прольоти будівлі, при монтажі конструкцій кранами великого радіусу дії, для того щоб повніше використовувати їх на кожній стоянці, при необхідності або доцільності переміщення монтажних кранів тільки в поперечному напрямку.

Для скорочення тривалості будівництва монтаж будівель з великими прольотами доцільно здійснювати одночасно у двох напрямках: від середини до торців. При такому методі організують два незалежні об'єктні потоки провадження робіт, які можуть включати один або кілька спеціалізованих потоків. При цьому кожний спеціалізований потік виконується відповідним комплектом машин. Якщо будівля, що споруджується, має значну площу, її поділяють на ряд ділянок (захваток). Розміри ділянок ухвалюють залежно від об'ємно-планувальних і конструктивних рішень будівлі, особливостей введення її в експлуатацію, необхідного типу та кількості монтажних механізмів і машин, трудомісткості робіт тощо. Монтаж конструкцій на кожній ділянці здійснюється самостійним спеціалізованим потоком.

Залежно від можливого та доцільного ступеня сполучення робіт, від реальних виробничих умов монтажу будівельних конструкцій і технологічного устаткування, будівлі з великими прольотами можна зводити відкритим, закритим, сполученим або комбінованим методами.

**1. Відкритий метод** полягає в тому, що спочатку виконують усі роботи зі зведення підземної частини на монтажній ділянці (або на всій будівлі - при методі закінчених робіт нульового циклу), після чого монтують конструкції з великими прольотами наземної частини будівлі, технологічне устаткування, трубопроводи та виконують оздоблювальні роботи.

**2.** При закритому методі на кожній монтажній ділянці спочатку виконують земельні роботи та споруджують фундаменти під будівлею, після чого монтують несучі конструкції. По закінченню монтажних робіт усередині будівлі розробляють котловани, зводять фундаменти під вбудовані конструкції (етажерки) і технологічне устаткування й усі підземні

споруди, а потім роблять монтаж конструкцій етажерок, технологічного устаткування, трубопроводів і оздоблювальні роботи. Закритий метод може бути більш раціональним, якщо фундаменти під технологічне устаткування займають значну частину площ прольотів будівлі та є необхідність у спорудженні розвинутої мережі підземного господарства.

*Закритий метод монтажу будівельних конструкцій дозволяє розосередити* роботи, застосувати самохідні крани, що мають велику маневреність й більш низьку вартість експлуатації, ніж баштові, які застосовуються найчастіше для монтажу при відкритому методі.

**3.** При сполученому методі риють загальний котлован під підземне господарство, фундаменти під устаткування та будівлю. Потім бетонування фундаментів під устаткування та інші підземні роботи сполучають із монтажем каркасу будівлі так, щоб до моменту здачі фундаментів під устаткування був закінчений на відповідних ділянках монтаж несучих елементів будівлі (каркас) і можна було б приступити до монтажу технологічного устаткування.

**4.** При комбінованому методі прольоти з великим насиченням технологічним устаткуванням та з розвиненим підземним господарством зводять закритим методом, а прольоти зі слабозвиненим підземним господарством і невеликою кількістю технологічного устаткування - відкритим. При цьому методі монтажні крани розташовують у прольотах зі слабозвиненим підземним господарством. Усі монтажні процеси виконують потоковим методом за допомогою комплексу підйомно-транспортних та інших машин і механізмів, зв'язаних між собою по основним параметрам.

Для організації потокового монтажу будівлю розділяють на захватки і яруси, а при більших розмірах у плані й значних обсягах робіт - на монтажні ділянки (зони). У межах кожної ділянки провадження робіт здійснюють ділянки монтажних управлінь, за якими закріплюють необхідні крани, майданчики та устаткування для укрупнюючого складання, монтажні пристосування, транспортні засоби тощо.

Монтаж будівель з великими прольотами виконують із конструкцій і деталей, виготовлених на заводах і полігонах, по можливості у готовому вигляді та великими частинами з готовністю, що забезпечує скорочення підготовчих післямонтажних робіт.

Конструкції, що надходять на будівництво окремими частинами, укрупнюють для підйому на місця встановлення в монтажні блоки масою, що відповідає вантажопідйомності та іншим параметрам кранів. Монтажні блоки конструкцій з великими прольотами укрупнюють, якщо дозволяють умови робіт, конструктивні елементи, технологічне устаткування, створюючи лінійні, площинні й просторові блоки конструкцій або конструктивно-технологічні блоки.

При укрупненні конструкцій повинна бути забезпечена їхня геометрична незмінюваність. Із цією метою при необхідності роблять тимчасове посилення укрупнених блоків або використовують пристосування, що попереджають виникнення небезпечних деформацій і напруг при підйомі. Монтаж необхідно здійснювати переважно із транспортних засобів, без проміжного складування конструкцій.

На кожній ділянці будівлі й споруди монтаж конструкцій виконують із забезпеченням геометричної незмінюваності, стійкості й міцності кожної змонтованої конструкції, частини або будівлі в цілому на всіх стадіях монтажу. Для цього на початку монтажу створюють першу жорстку секцію до якої потім приєднують наступні частини будівлі.

Монтаж будівельних конструкцій здійснюють комплексні бригади, до складу яких входять монтажники, електрозварники, машиністи, що обслуговують монтажні машини.

Можливі наступні основні схеми потокової організації монтажу будівель і споруд з великими прольотами:

**1. Монтаж усіх конструкцій**, у тому числі фундаментів одним краном, на окремих ділянках або послідовно на всій площі будівлі встановлюють фундаменти, після чого ведуть монтаж наземних конструкцій.

**2. Монтаж фундаментів одним краном**, наземних конструкцій - іншим або декількома кранами.

**3. Монтаж кожної ділянки будівлі з великими прольотами окремим краном, обраним з урахуванням характеристики** відповідних конструктивних елементів, або декількома кранами. При різнотипних конструкціях будівлі й сполученні робіт найбільш доцільна друга схема: вона забезпечує більш рівномірне завантаження окремих ланок монтажників і скорочує загальний строк монтажу. Третю схему застосовують у випадках великої відмінності конструкцій, що монтуються, на окремих ділянках і з метою скорочення тривалості зведення будівлі, іноді на шкоду іншим техніко-економічним показникам (ТЕП).

Рішення про оптимальні організаційно-технологічні рішення монтажу будівельних конструкцій будівель з великими прольотами ухвалюють з урахуванням усього комплексу реальних виробничих умов: порядку введення об'єкту в експлуатацію, параметрів монтажного устаткування, габаритів будівлі, доцільного руху кранів і на підставі порівняння ТЕП різних варіантів тощо.

**Двошарнірні арки.** Двошарнірні аркові конструкції монтують конструктивними елементами у вигляді окремих арок з наступним їхнім з'єднанням між собою зв'язками й прогонами; конструктивними елементами арок із застосуванням пересувних веж; укрупненими блоками арок методом насуву.

У випадку монтажу окремих арок перші дві закріплюють у проектному положенні розчалюваннями. Прогони в цьому випадку монтують по верху, використовуючи спеціальні підмостя. При монтажі укрупненими блоками немає необхідності у облаштуванні риштування, значно скорочуються роботи на висоті, зменшується кількість підйомів. Розглянемо ці положення прикладами із практики вітчизняного й закордонного великопрольотного будівництва.

Монтаж конструктивними елементами у вигляді окремих арок з наступним їхнім з'єднанням був застосований при зведенні ковзанки у Франції розміром 26 x 60 м, перекритого металевим арковим каркасом, що має довжину 85 м, ширину 46 м і висоту 13,5 м.

Каркас складався із трубчастих арок трикутного перетину й десяти основних арок різного прольоту. У перетині арки мали висоту 1 м і спиралися двома шарнірами на фундамент. Верхні пояси виготовлені із труб діаметром 101,6 мм, бічні грати - із труб діаметром 60,3 мм, верхні грати - із труб діаметром 34,4 мм, нижні пояси - з куточків 120 x 120 x 15.

Монтаж виконувався монтажними кранами. Перша арка розкріплювалася розчалюваннями, наступні закріплювалися металевими розпірками. Загальна маса конструкцій 66,4 т.

Більша гнучкість арок, як правило, не дозволяє монтувати їх цілком. Тому їх монтаж виконують переважно з окремих частин з використанням тимчасових опор (мал. 5.13), число яких залежить від прольоту арки, архітектурно-планувального рішення (не завжди є можливість встановлення опор у будь-якому місці) і монтажного устаткування.

**Монтаж арок із затягуваннями має ряд особливостей, які повинні враховуватися при розробці конструктивних рішень.** Мінімальна кількість елементів буде у тому випадку, якщо відправні елементи арки й затягування можуть бути укрупнені в один блок. Це можливо тільки за умови жорсткого кріплення до арки підвісок, що підтримують затягування, тому що при шарнірному вузлі досить ускладнюється кантування укрупненого блоку з горизонтального положення при укрупнювальному складанні у вертикальне для підйому в проектне положення. Підвіска затягування повинна бути запроєктована з урахуванням її роботи на стискання від опірної реакції блоку.

**Безшарнірні арки.** Такі арки *прольотом 168 м* застосовані у конструкції покриття велотреку у Крилатському (Москва). Покриття у плані овальної форми розміром 132 x 168 м складається із чотирьох несучих арок: двох зовнішніх й двох внутрішніх по великій осі. Арки замкненого коробчатого перетину 2 x 3 м зварено з низьколегованої листової сталі 10Г2С1

товщиною 20 і 40 мм. Стикелементів арок - через фрезеровану сталеву прокладку з обварюванням торців по контуру. Зовнішні й внутрішні арки спираються на спільні залізобетонні опори. Зовнішні арки нахилені на  $14^\circ$  до обр'ю й підтримуються балками та колонами трибун. Розпір арок сприймають два залізобетонні затягування, розташовані нижче рівня підлоги.

Кожну арку (мал. 5.14) збирали з 17 окремих об'ємних блоків (секцій) довжиною до 12,3 м і масою до 40 т, використовуючи два гусеничні крани СКГ-100/40 у баштово-стріловому виконанні вантажопідйомністю 40 т зі стрілами 35 м і дзьобами 19 м. Секції арок монтували в напрямку від підвалин до середини прольоту на попередньо вивірених ґратчастих сталевих тимчасових опорах перетином у плані 2х3 м, встановлених під монтажними стиками секцій. Базис тимчасових опор затискалися в залізобетонних фундаментах. Верхні частини опор мали робочий майданчик і спеціальну підставку, яка слугувала для встановлення, вивірки й тимчасового кріплення секцій арок у проектному положенні, а надалі й для розкружачення арок. Витрати металу на виготовлення тимчасових опор з підставками склали 460 т.

Ферми та зв'язки між арками монтували паралельним потоком з відставанням від зварювання на одну секцію.

По закінченню монтажу арок робили їх розкружачення.

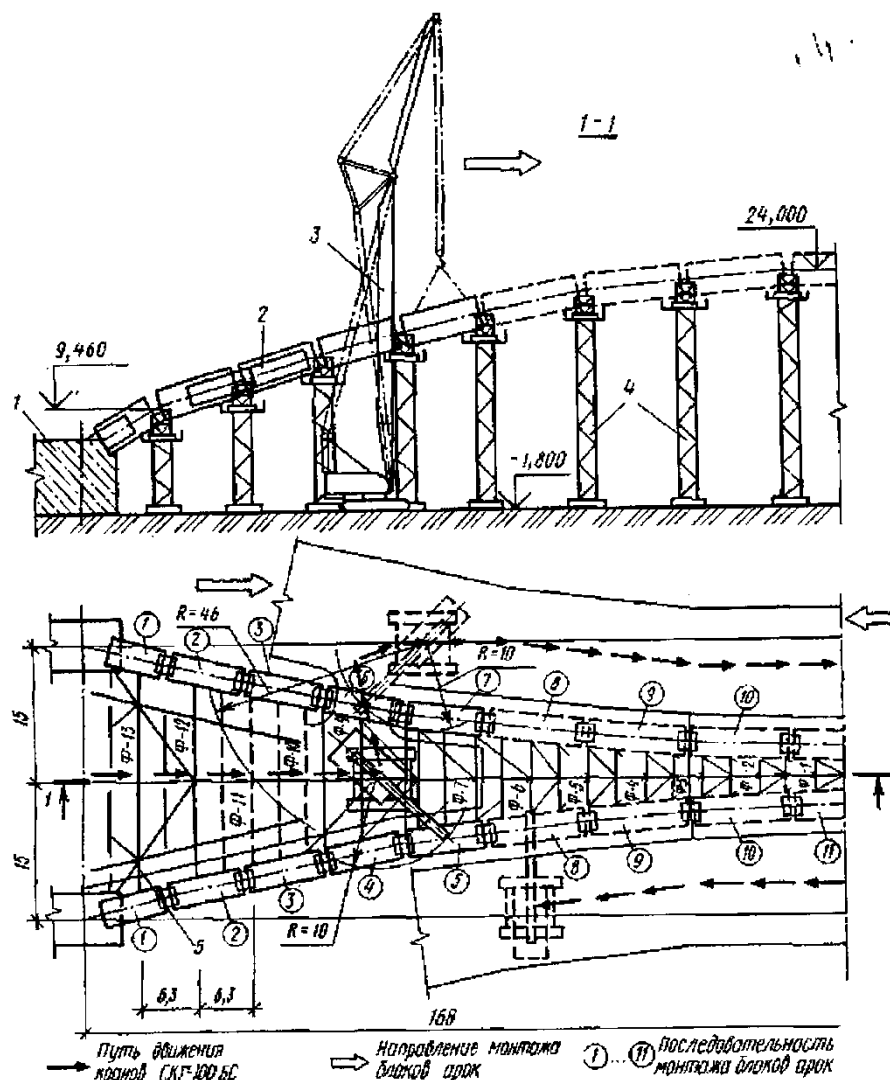


Рис. 5.14. Схема монтажу арок внутрішнього контура (показана тільки лівая часть до осі симметрии):

1 — железобетонный устой; 2 — блок арки; 3 — кран СКГ-100БС; 4 — временная опора; 5 — фермы

Мал. 5.14. Схема монтажу арок внутрішнього контуру (зображено лише ліву частину до вісі симетрії): 1 – залізобетонна опора; 2 – блок арки; 3 – кран СКГ-100БС; 4 – тимчасова опора; 5 – ферми.

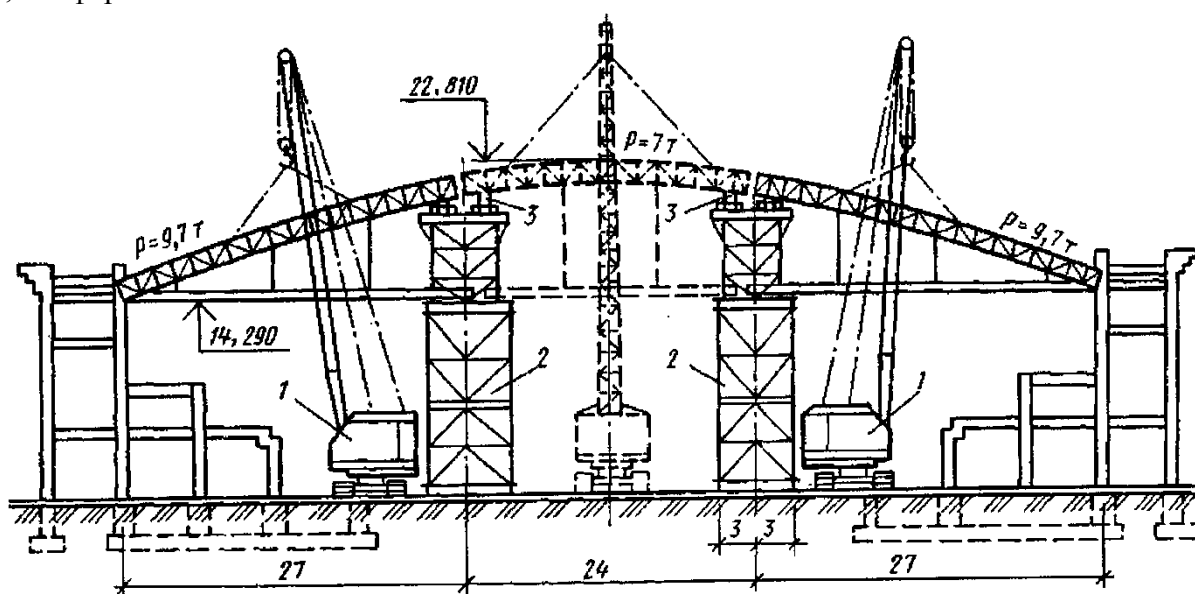


Рис. 5.13. Схема монтажу арки з затяжкой:  
1 – гусеничний кран; 2 – тимчасова опора; 3 – опорний вузол з гвинтовим домкратом

Мал. 5.13. Схема монтажу арки з затягуванням: 1 – гусеничний кран; 2 – тимчасова опора; 3 – опорний вузол з гвинтовим домкратом.

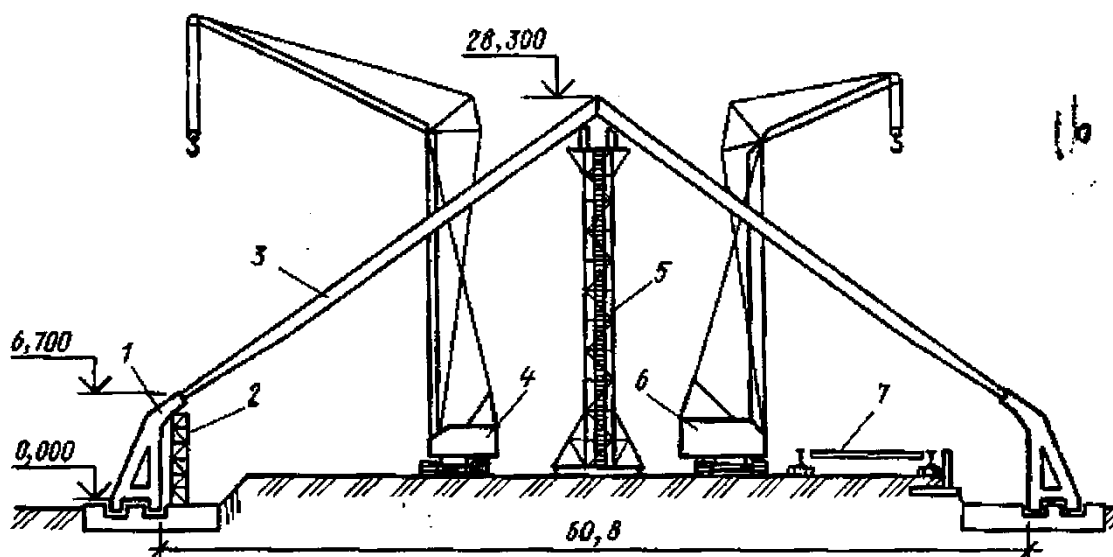


Рис. 5.15. Схема механізації монтажу великими блоками арочного покриття складу карбаміду:

1 – залізобетонний контрфорс; 2 – підмости переставні; 3 – ригель арки; 4 – гусеничний кран СКГ-63БС; 5 – тимчасова опора; 6 – гусеничний кран МКГ-25БС; 7 – блок, що укрупнюється

Мал. 5.15. Схема механізації монтажу великими блоками арочного покриття складу карбаміду: 1 – залізобетонний контрфорс; 2 – підмости переставні; 3 – ригель арки; 4 – гусеничний кран СКГ-63БС; 5 – тимчасова опора; 6 – гусеничний кран МКГ-25БС; 7 – блок, що укрупнюється.

На першому етапі домкрати встановлювали на чотирьох парах тимчасових опор і вели розкружачення в напрямку від центру до залізобетонних опор. На другому етапі домкрати встановлювали на наступних чотирьох парах опор і робили розкружачення. Були виготовлені набори прокладок для тимчасової опори. Для розкружачення арок на величину, рівну товщині однієї прокладки, послідовно виконували три операції: утворення проміжку в 1 мм між арками і тимчасовими опорами, видалення однієї прокладки й опускання арок на товщину однієї прокладки. По ходу робіт здійснювали постійний геодезичний контроль. Після розкружачення арок демонтували тимчасові опори.

**Двошарнірні арки.** Приблизно таку ж технологію, яка викладена вище, використано при монтажі двошарнірних арок зовнішнього контуру *прольотом 120 м* покриття плавального басейну «Олімпійський» на проспекті Миру в Москві. Елементи арки у вигляді відкритого зверху (для можливості наступного заповнення бетоном) короба перетином 2,0х3,3 м зі сталі 14Г2 товщиною 12 і 20 мм, довжиною до 12 м і масою до 37 т встановлювали в проектне положення краном БК-1000 разом із привареними заздалегідь оголовками колон (для забезпечення щільного обпирання арки на колони). Оголовки являли собою розрізні напрямні пластини, якими, як обіймою, вони охоплювали верхню опорну частину колони. Направні пластини після вивірки суміжних блоків арки приварювали до кутових елементів колон. Кожний блок арки, крім центрального (замикаючого), обпирали консоль на дві постійні опори-колони й стики блоків у прольоті між колонами виконували зварюванням з накладками по стінках короба. Для виконання зварювальних робіт на стінки короба навішували спеціальні підмостя. Монтаж блоків арки-опалубки вели в напрямку від опор до центру.

**Тришарнірні арки.** Аркове покриття знаходить також широке застосування при будівництві складів сипучих матеріалів. Зазвичай, в таких будівлях застосовують тришарнірні арки *прольотом до 60 м*. Зокрема, покриття складів для зберігання карбонату являє собою систему із тришарнірних арок прольотом 58,3 м із кроком 10,5 м на залізобетонних контрфорсах (мал. 5.15). Арки складаються із двох прямолінійних ригелів змінного двотаврового перетину висотою до 1,2 довжиною 36 м. Ригелі поставляють трьома частинами, стики яких виконують звареними або на високоміцних болтах. Ефективний монтаж покриття плоскими блоками, що укрупнюються на землі за допомогою гусеничного крану. Покриття укрупнюють безпосередньо у монтажній зоні в плоскі блоки розміром 10,5 х 36 м і масою до 26 т, що складаються із двох ригелів, балок, прогонів, тягів і зв'язків - усього до 250 елементів. Після укрупнення й вивірки розмірів виконують хімічне фарбування конструкцій блоку. Блоки монтують через один гусеничним краном СКГ-63БС зі стрілою 25,5 м. Блок стропують за чотири точки двома парами тросів різної довжини, піднімають і обпирають на контрфорси, а вгорі - на тимчасову просторову опору висотою 25 м розміром у плані 10,5 х 4,5 м, що відповідають двом ригельним елементам.

Опору обладнують майданчиками для обпирання ригелів і оформлення монтажних стиків, маршовими сходами. При необхідності блок рихтують за допомогою домкратів. Покладені ригелі до розстроповки кріплять до тимчасової опори болтами, які встановлюють в отвори у нижньому поясі ригеля, призначені для кріплення підвісної галереї. Тимчасову опору встановлюють на рейки, покладені уздовж осі прольоту, і пересувають трактором або за допомогою лебідки вантажопідйомністю 5 т. У якості шляхів можна використовувати чотири інвентарні металеві ланки, що перекладаються краном за ходом монтажу.

Конструкції міжбалкового простору монтують гусеничним краном МКГ-25БС зі стрілою 27,5 і дзьобом 10 м. Піднімають за допомогою спеціальної траверси одночасно по сім прогонів. Кран заїжджає збоку між змонтованими блоками.

Для покриття складів мінеральних добрив і інших хімікатів ефективним є застосування дерев'яних арок. Монтаж таких арок аналогічний вищевикладеному й проводиться із застосуванням пересувної центральної тимчасової опори. Альбом робочих креслень «Тришарнірні стрілочасті клеєні дерев'яні арки прольотом 12, 18 і 24 м, серія 1.863-3».

Розкружавленням називається операція, у результаті якої навантаження від власної маси конструкції, що монтується, повністю передається на опорні проектні елементи, а тимчасові монтажні опори звільняються від навантаження. Опори опускають нижче рівня затягування й переміщують по ходу монтажу в наступні прольоти.

#### **Купольні покриття.**

Залежно від конструктивних рішень монтаж будівельних конструкцій куполів виконується з використанням тимчасової стаціонарної опори, націпним способом або в цілому вигляді.

**Монтаж з використанням тимчасової стаціонарної опори.** У якості тимчасової опори можуть використовуватися виготовлені для цієї мети опори й щогли вежі кранів.

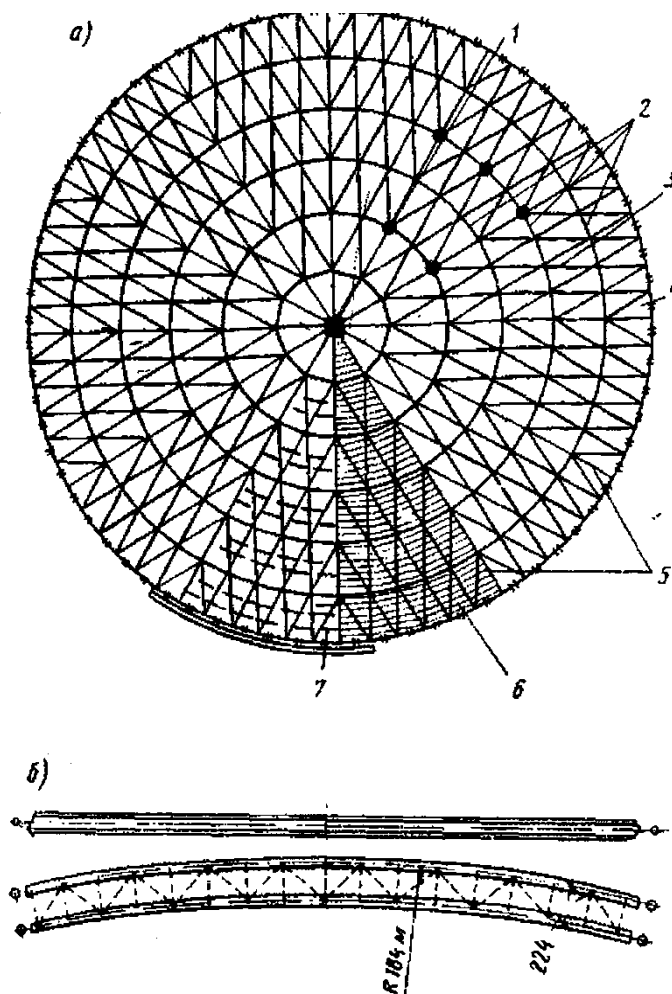


Рис. 90. КОНСТРУКТИВНАЯ СХЕМА КУПОЛА ПО СИСТЕМЕ "ЛАМЕЛЛА ДОМЕ"  
 а б – секции главного ребра; 1 – центральное кольцо; 2 – промежуточные кольцевые ребра; 3 – второстепенные ребра; 4 – опорное кольцо; 5 – главные меридианные ребра; 6 – прогоны; 7 – поперечные связи по нижним поясам ребер

Мал. 90. Конструктивна схема купола за системою «Ламелла Доме»: а, б – секції головного ребра; 1 – центральне кільце; 2 – проміжні кільцеві ребра; 3 – другорядні ребра; 4 – опірне кільце; 5 – головні меридіальні ребра; 6 – прогоны; 7 – поперечні зв'язки по нижнім поясам ребер.

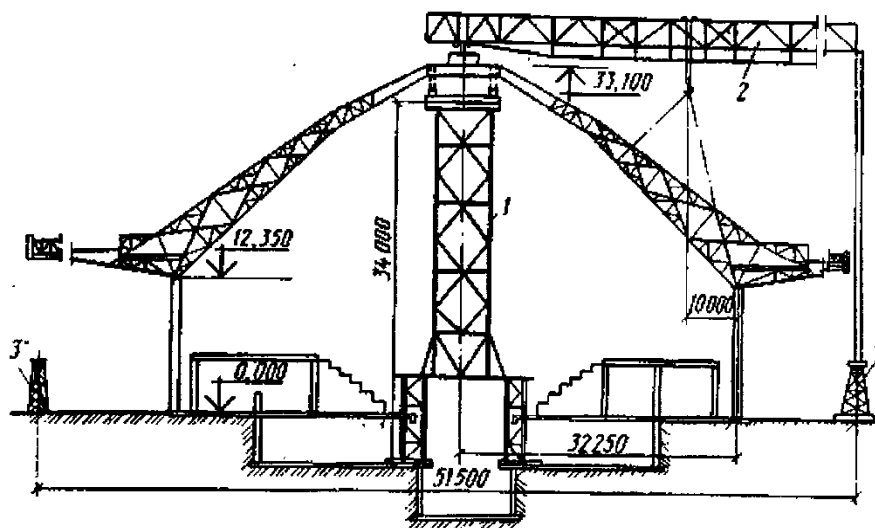


Рис. 85. СХЕМА МОНТАЖА СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ БОЛЬШЕПРО-  
ЛЕТНОГО КУПОЛА ЦИРКА С ПОМОЩЬЮ РАДИАЛЬНО-ПОВОРОТНОГО  
УСТРОЙСТВА  
1 – временная монтажная опора; 2 – радиально-поворотное устройство; 3 –  
подкостровая эстакада

*Мал. 85* Схема монтажу сталевих конструкцій великопрольотного куполу цирку за допомогою радіально-поворотного пристрою: 1 – тимчасова монтажна опора; 2 – радіально-поворотний пристрій; 3 – підхрестова естакада

Дії радіально-поворотного пристрою, де на спеціально встановлених геодезично вивірених стендах-кондукторах збиралася складка купола довжиною 32,3 м і масою 30 т. На цих же стендах після геодезичної перевірки складки зварювали. Складку піднімали до місця встановлення радіально-поворотним пристроєм у похилому положенні. До подачі складок радіально-поворотним пристроєм були встановлені всі 24 трубчасті колони, пов'язані системою зв'язків, що забезпечують їхню стійкість. Кожна складка встановлювалася на дві колони й верхнім кінцем зістикувалася з вертикальними ребрами центрального кільця двома рядами монтажних болтів, після чого вузол зварювали. Консоль купола збирали в монтажний елемент масою 15 т і піднімали в проектне положення радіально-поворотним пристроєм.

**Монтаж куполів начіпним способом або в цілому вигляді.**

Збірні куполи начіпним способом монтують шляхом послідовного складання кільцевих поясів за допомогою пересувної металевої ферми-шаблону та стійок з підвісками для утримання збірних плит. Таким способом монтували збірний залізобетонний купол критого ринку у Донецьку. Сферичний купол діаметром 37,12 м складався з 15 горизонтальних ярусів. Усі кільця збирали з однотипних залізобетонних панелей товщиною 4 см з ребрами, що облямовують, висотою 27 см. Висота всіх панелей, крім замикаючих, становила 129 см, ширина зменшувалася з кожним ярусом.

Панелі піднімали баштовим краном, встановленим у центрі будівлі. Тимчасове кріплення панелей кожного ярусу здійснювали за допомогою інвентарного пристосування у вигляді стійки з відтягненнями та стяжною муфтою. Роботи проводилися з інвентарного підвісного риштування купола, що влаштовується зовні, і переміщуваного по ходу монтажу. Суміжні панелі з'єднувалися між собою болтами. Шви між панелями обробляли цементним розчином. По верхній крайці панелей кільця, що збирається, облаштовували залізобетонний пояс. Після того, як розчин швів і бетон поясу здобували необхідну міцність, стійки з відтягненнями знімали, і монтаж повторювався на наступному ярусі. За допомогою цих методів здійснений монтаж найбільшого у світі критого стадіону «Луїзіана Супердоум», Новий Орлеан, який призначений не тільки для спортивних змагань,



але й для проведення виставок, концертів та інших заходів. Його трибуни розраховані приблизно на 80 тис. глядачів при грі у футбол і до 100 тис. - при проведенні зборів. Збільшення місткості досягається за рахунок використання висувних трибун на рівні ігрового поля.

Найбільший інтерес у цій споруді викликає конструкція покриття, виконана у вигляді сталевих гратчастого купола діаметром 207 м зі стрілою підйому 32,2 м, утвореного частиною сфери радіусом 184 м. Конструкція куполу (мал. 90) запроєктована по системі, запатентованій у США «Ламелла Доме». Вона складається з 12 головних меридіальних аркових ребер, об'єднаних по верху центральним кільцем, п'яти проміжних кільцевих ребер і перехресних другорядних ребер, паралельних головним. Усі ребра виготовлені у вигляді зварених двопоясних грат однакової висоти - 2,24 м, з поясами із широкополочних двотаврів висотою 356 мм (сталь вуглецева марки АЗ 6) і зібрані з окремих секцій. Центральне кільце діаметром 1,52 м висотою 2,49 м виконане у вигляді гратчастої матриці із трубчастою віссю діаметром 303 мм. Опорне кільце висотою 2,7 м зібране з 72 двопоясних гратчастих секцій з поясами із широкополочних двотаврів висотою 356 мм.

Монтаж куполу проводиться за допомогою сталевих гратчастих веж (одна у центрі та інші по двом концентричним окружностям). Для підйому секцій куполу застосовували автокрани.

## Розділ XV. Зведення висотних інженерних споруд

### 15.1. Основні конструктивні рішення висотних будівель, що впливають на технологію їх спорудження.

Зведення висотних будівель і споруд.

Висотні будівлі (вище 17 поверхів) частіше бувають компактними, невеликих розмірів у плані, значної маси й висоти.

Конструктивною основою багатопверхових висотних будівель є сталевий, залізобетонний або комбінований каркас із плоскими діафрагмами-зв'язками або просторовим ядром жорсткості.

Монтаж будівель *ведуть вертикальним потоком поетапно, переважно* методом нарощування з *окремих лінійних елементів, укрупнених плоских або просторових блоків; у невеликому обсязі застосовують* монтаж висотних будівель методом підйому - підйомом закінчених перекриттів і поверхів (за кордоном - методи «ліфт-сліб» і «Джек-блок») з використанням системи синхронно працюючих домкратів або стрічкових підйомників.

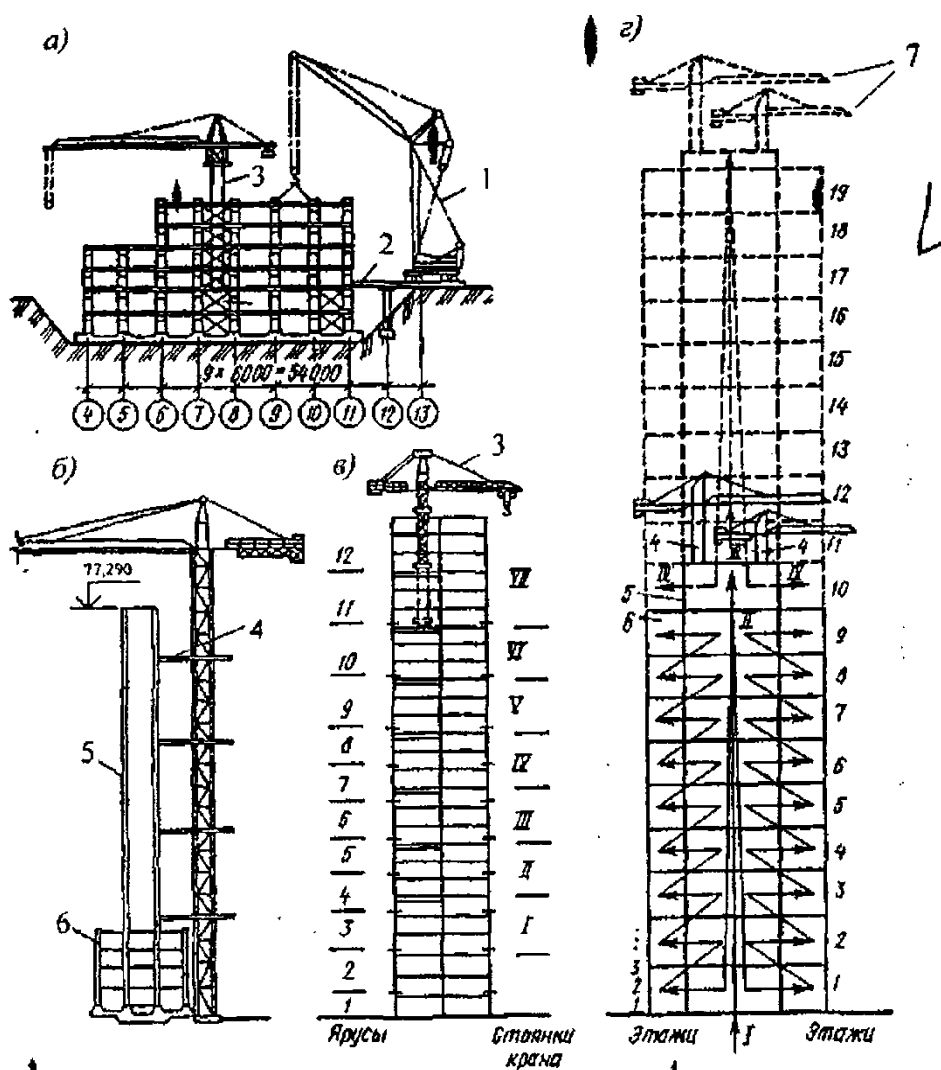
При залізобетонному каркасі або металевому обетонованому, монтаж наступних ярусів можливий тільки після обробки стиків колон, обетонування металевих колон нижніх ярусів і набору бетоном стиків не менш 70% марочної міцності.

У БІЛЬШОСТІ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ ПЕРЕДБАЧЕНЕ ЯДРО ЖОРСТКОСТІ, яке сприймає горизонтальні навантаження від частин будівлі, що примикають, й забезпечує стійкість і просторову жорсткість усієї будівлі в процесі монтажу й експлуатації. У деяких будівлях спочатку виконують монтаж ядра жорсткості, наприклад, ліфтової шахти до проектною відмітки, а потім - зведення інших конструктивних елементів Мал. 15.1.

*Ядро жорсткості частіше виконують у монолітних конструкціях*, звичайне бетонування ядра випереджає монтаж каркасу на 1 - 2 яруси. Для надійного з'єднання каркасу з ядром будівлі в стінках ядра жорсткості повинні бути залишені штраби, прорізи з оголеними стержнями арматур для кріплення до них балок каркасу зварними або болтовими з'єднаннями. Це дуже трудомістко, але гарантує, що монолітне ядро відразу починає сприймати горизонтальні навантаження встановленої частини каркасу.

При наявності споруджуваного окремо (збірного або монолітного) ядра жорсткості висота випередження або відставання каркасу відносно ядра жорсткості повинна визначатися відповідними розрахунками їх стійкості.

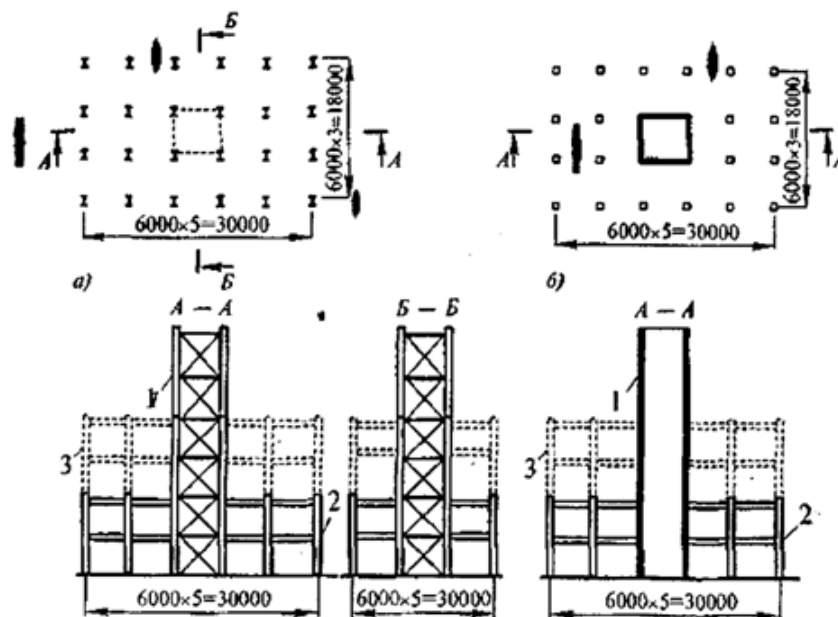
Для скорочення строків будівництва й прискорення задачі змонтованих конструкцій під наступні будівельні роботи будівлю поділяють на ділянки (захватки) по можливості з однаковою трудомісткістю монтажу елементів на них, щоб не мати простоїв крану та робітників. Число захваток на поверсі ухвалюють не менше двох: на першій - ведуть встановлення елементів, а на другій - у той же час роблять проектне закріплення й витримування бетону замонолічування (якщо буде потреба). Міжповерхові перекриття зазвичай влаштовують із крупно-панельних елементів, іноді – у збірно-монолітному варіанті.



Р и с. 15.2. Схемы возведения высотных зданий:

а — передвижным и самоподъемным кранами; б — приставным краном; в — самоподъемным краном; г — двумя самоподъемными кранами; 1, 3, 7 — монтажные краны; 2 — путь движения крана; 4 — монтажные связи крана; 5 — ядро жесткости; 6 — стальной каркас; I...VII — этапы работ

Мал. 15.2 Схеми спорудження висотних будівель: а — пересувним та самопідйомним кранами; б — приставним краном; 1, 3, 7 — монтажні крани; 2 — шлях руху крану; 4 — монтажні зв'язки крану; 5 — ядро жорсткості; 6 — сталевий каркас; I...VII — етапи робіт.



Р и с. 15.1. Схемы высотных зданий:  
 а — со стальным ядром жесткости; б — с железобетонным каркасом; 1 — ядро жесткости;  
 2 — смонтированная часть каркаса; 3 — монтируемая часть каркаса

*Мал. 15.1. Схеми висотних будівель: а — зі сталевим ядром жорсткості; б — з залізобетонним каркасом; 1 — ядро жорсткості; 2 — змонтована частина каркасу; 3 — частина каркасу, що монтується.*

## 15.2. Механізми та пристосування, що застосовуються.

При монтажі багатопверхових будівель нарізанням застосовують переважно пересувні і такі, що притуляються (приставні), баштові крани КБ-571, КБ-573, КБ-675, КП-10, КП-16, що мають висоту підйому гака до 100 - 150 м. Приставні баштові крани відрізняються від пересувних тим, що в міру збільшення висоти будівлі й вежі крана через 15-25 м встановлюють жорсткі диски трикутної форми, що закріплюють вежу крана до каркасу (або ядра жорсткості); це дозволяє підвищити стійкість крана при великій висоті його вежі. У будівлях висотою понад 150 м застосовують самопідйомні крани (типів СБК, УБК), розташовані усередині будівлі і піднімаються крани по каркасу будівлі або ядру жорсткості. **Самопідйомні баштові крани** виготовляються в універсальному виконанні й переміщуються по висоті усередині однієї із секцій каркасу будівлі. При звичайному рішенні розташування крана вежа у нижній частині опирається на опорні балки, зазвичай розташовані хрестоподібно. Ці балки мають на кінцях поворотні або відкидні консолі; обпирання крана відбувається через ці балки на ригелі каркасу будівлі за допомогою знімних хомутів. При необхідності підйому крана консолі забирають, щоб він, піднімаючись, вільно проходив між ригелями змонтованого каркасу. По висоті кран переміщується за допомогою спеціальної обойми - просторової конструкції, яка охоплює вежу крана. Конструкція стиків вежі дозволяє обоймі ковзати по ній - переміщуватися вгору й униз.

Обойма за допомогою своїх виносних опорних балок спирається на ригелі каркасу. При перестановці крана по висоті спочатку піднімають і встановлюють на верхніх ригелях змонтованого каркасу обойму, закріплюють і натягують піднімальний поліспаст, за допомогою якого піднімають вежу крана. Відкидають консолі опорних балок, піднімають кран на наступну стоянку через 2-3 поверхи, знову розвертають консолі опорних балок, опускають кран на ригелі каркасу, закріплюють опорний майданчик хомутами. Обойма при підйомі крана слугує напрямною й утримує вежу у вертикальному положенні. Поліспаст розташовується під центром ваги крана, що виключає його перекося при підйомі.

Наземними пересувними кранами можна монтувати будівлі висотою до 70 м, приставні крани дозволяють монтувати будівлі висотою до 150 м, для самопідймальних кранів висота будівлі практично не обмежується.

Самопідймальні й приставні крани можуть бути обладнані горизонтальними стрілами з рухливою кареткою або підймальними стрілами з вантажним поліспадом на кінці стріли.

### **15.3. Технологія зведення висотних будівель, послідовність будівництва.**

Монтаж будівлі при залізобетонному каркасі. Зведення будівлі здійснюють по одно- або двозахватній системі. Захватки зазвичай обмежуються температурними швами, кожна хватка поділяється на дві ділянки.

*Якщо на першій ділянці хватки здійснюють монтаж, то на другій в цей же час на раніше змонтованих елементах здійснюють остаточне зварювання стиків і їх обробку та заливання швів.* Роботи організують вертикальним потоком при поповерховому монтажі або послідовними ярусами відразу на висоту ярусу. Ярус по висоті зазвичай становить 2-4 поверхи та залежить від конструктивних особливостей будівлі і прийнятої висоти колон. Іноді застосовують нерозрізні колони на висоту відразу 6 поверхів, висота монтажного ярусу в цьому випадку також складе 6 поверхів. Одноповерхову розрізку застосовують вкрай рідко, зазвичай при використанні у каркасі рамних залізобетонних елементів.

Зведення висотної будівлі підрозділяють на наступні етапи:

- зведення підземної частини будівлі;
- бетонування ядра жорсткості;
- монтаж збірних конструкцій або зведення монолітного каркасу;
- монтаж перегородок;
- оздоблювальні роботи.

Монтаж конструкцій каркасу включає встановлення конструкцій у проектне положення, їх вивірку, зварювання стикових з'єднань, протикорозійний захист, обробку стиків і швів. Зазначені процеси зазвичай виконують двома суміжними потоками: 1 - встановлюють елементи каркасу, здійснюють зварювання й антикорозійний захист конструкцій; 2 - здійснюють замонолічування монтажних стиків, вузлів, заливання швів плит перекриттів і бетонування монолітних ділянок каркасу.

Монтаж конструкцій каркасу будівлі починають із встановлення колон. Якість усіх змонтованих конструкцій значною мірою залежить від точності встановлення колон у плані та по висоті, тому їх вивірці необхідно приділити значну увагу. Для монтажу колон застосовують кондуктори на одну, дві й чотири колони. При застосуванні групових кондукторів на чотири колони в роботі повинне бути не менше двох кондукторів, що дозволить одночасно монтувати три суміжні секції. При встановленні ригелів і плит груповий кондуктор слугує як риштування. Після виконання в секції зварювання всіх стиків кондуктор переміщують на наступну стоянку. Роботи другого потоку здійснюють безпосередньо після встановлення й вивірки конструкцій кожного ярусу окремої монтажної ділянки на хватці.

*Елементи каркасу встановлюють у послідовності, що* забезпечує створення замкнених секцій каркасу та їх стійкість. При каркасі зі збірних залізобетонних конструкцій його жорсткість і стійкість забезпечується не тільки міцністю самих конструкцій, але й міцністю стиків колон, усіх інших стиків елементів каркасу. Забороняється приступати до монтажу конструкцій наступного поверху, поки не будуть закріплені зварними з'єднаннями усі стики й вузли попереднього.

У залізобетонних каркасах із плоскими вертикальними діафрагмами жорсткості монтаж конструкцій кожного ярусу (поверху) виконують у такій послідовності:

1. Монтаж колон, діафрагми жорсткості, ригелі;
2. Зовнішні стінові панелі, що залишилися, внутрішні панелі й перегородки;
3. Сходові майданчики й марші, плити перекриттів.

Широке поширення отримало використання дахових кранів для монтажу стінових панелей, інших елементів огороження. Вони застосовуються для бетонування верхніх ярусів ядра жорсткості на висоту до 6 поверхів - для подачі на висотні приймальні майданчики бетону, розчину, дрібних і сипучих матеріалів, санітарно-технічного устаткування, столярних виробів тощо.

Міжколонні плити-розпірки укладають відразу після ригелів, їх приварюють до закладних деталей, розташованих на опорних гранях ригелів і елементів стін жорсткості. Рядові плити приварюють до закладних деталей обов'язково у трьох вузлах. Якість приварки кожної плити необхідно проконтролювати до укладання сусідньої плити.

#### **15.4. Технологічні особливості зведення висотних будівель при сталевому та змішаному каркасі.**

**Монтаж будівель при сталевому й змішаному каркасах.** Висота каркасу може сягати 200 м і більше, а загальна маса - десятків тисяч тонн. Сталевий каркас висотної будівлі складається з колон і ригелів, з'єднаних у двох напрямках жорсткими звареними вузлами в рамні системи, що сприймають вертикальні й горизонтальні (вітрові) навантаження. Колони виготовляють звареними з використанням, по можливості, стандартних прокатних профілів. Перетини, що найчастіше зустрічаються, двотаврові, квадратні і хрестові. Торці у колон зазвичай фрезерують. Стики сталевих колон виконують із фрезерованими торцями. Щоб уникнути можливого неточного збігу торців у плані у верхньому торці передбачена стругана плита. Стики колон після закріплення болтами й вивірки проварюють по контуру.

Стики колон каркасу розташовують через кожні два, три або чотири поверхи на одному рівні й для зручності виробництва монтажних з'єднань перебувають на висоті 80-120 см від рівня перекриттів. Для забезпечення довговічності й вогнестійкості, сталевий каркас армують і бетонують для сумісної роботи металу та залізобетону, що дає зниження витрат металу.

Монтаж сталевих каркасу будівлі слід виконувати по ярусу - у першу чергу необхідно змонтувати усі елементи ядра жорсткості й ретельно їх вивірити. Приступати до монтажу наступного ярусу можна тільки після проектного закріплення всіх елементів попереднього й, якщо це необхідно, встановлення тимчасових зв'язків, що забезпечують стійкість споруди. У несучих каркасах ряду будівель передбачається на всю висоту облаштування замкнутої шахти із чотирьох взаємно перпендикулярних жорстких площин зі сталевих або залізобетонних конструкцій. Ця шахта сприймає всі горизонтальні навантаження на будівлю і забезпечує її загальну стійкість. Така шахта називається шахтою жорсткості або ядром жорсткості. Усі інші елементи каркасу повинні кріпитися до цього ядра жорсткості, а кожне перекриття представляти єдину жорстку й незмінну горизонтальну площину або жорсткий плоский диск. Усі елементи, що примикають до ядра жорсткості несучого каркасу будівлі, працюють у цьому випадку тільки на вертикальне навантаження.

**Зведення будівель зі сталевим каркасом можна здійснювати роздільним і комплексним методами.** При роздільному методі спочатку на всю висоту монтуєть сталевий каркас, потім починають загальнобудівельні роботи. Переваги такого рішення - більш широким фронтом, більшою кількістю кранів можна вести монтажні роботи, одночасно на декількох захватках, потім також по всій будівлі та загальнобудівельні роботи. Але при такому рішенні потрібне забезпечення підвищеної жорсткості каркасу у процесі монтажу, що призводить до додаткової витрати металу. Із цієї причини при комплексному методі на 30-40% скорочується витрата металу на каркас будівлі.

При комплексному методі зведення будівлі одночасно виконують монтажні, будівельні, спеціальні й оздоблювальні роботи.

Зведення спеціальних висотних споруд.

*Спеціальними висотними називають споруди, що мають значну висоту при порівняно невеликих розмірах у плані.* До них відносяться опори ліній електропередач, радіо-щогли, телевізійні й радіорелейні вежі, димові вихлопні й вентиляційні труби, водонапірні вежі, градирні, опори канатних доріг, опори мостів у надто пересіченій місцевості. Ці споруди можуть бути типовими, а в окремих випадках - унікальними. Висота їх - від декількох десятків до сотень метрів, а маса - від десятка до декількох сотень тонн.

Виконують висотні споруди з металу, монолітного залізобетону, іноді - зі збірного залізобетону.

У цей час при зведенні збірних висотних споруд застосовують монтаж поворотом, підрощуванням, нарощуванням, а при зведенні монолітних - ковзну або підйомно-переставну опалубку. При зведенні висотних споруд забезпечують їхній надійний захист від блискавки.

### 15.5. Технологія зведення веж і щогл.

**Вежі й щогли.** Вежами називають висотні споруди, стійкі без відтяжок. Розвиненою базою вони опираються на фундаменти, у яких у процесі зведення веж можуть виникнути негативні напруги. Тому вежі можна зводити тільки після повного облаштування фундаментів.

Збірні вежі зводять методами повороту стріли, що падає, нарощування й підрощування, монолітні - за допомогою ковзної або підйомно-переставної опалубки.

*Металеві вежі висотою до 100 м доцільно піднімати в зібраному вигляді методом повороту (мал. 35,а).* У цьому випадку вежу збирають на землі, розташовуючи її нижній кінець в опорному шарнірі, закріпленому на фундаменті.

Поруч із фундаментом у створі з віссю вежі, що монтується, встановлюють і розкріплюють розчалюваннями допоміжну щоглу висотою  $1/3$ — $1/4$  висоти основної споруди. Вежу піднімають лебідкою, повертаючи вежу навколо опорного шарніру поліспастичним пристроєм, з'єднаним з допоміжною щоглою. Піднявши вежу на  $70^0$  до обрію, тобто до положення хиткої рівноваги, включають гальмову лебідку й підйом далі ведуть зі страховкою від перекидання у зворотній бік. Розчалювання застосовують, якщо висота вежі близька до 100 м або ширина її основи менше  $1/7$  її висоти.

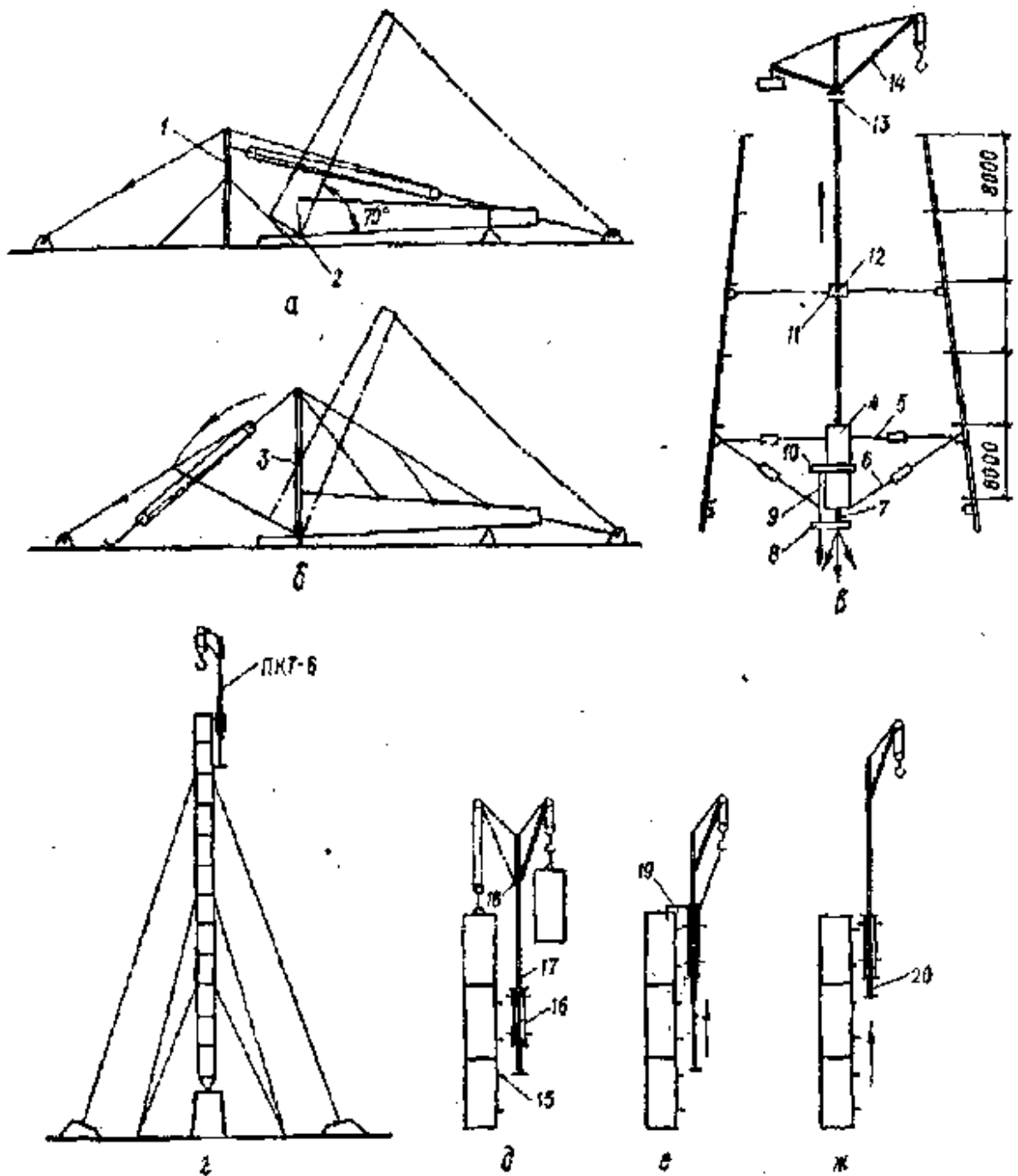


Рис. 35. Возведение башен и мачт:

а — монтаж башен высотой до 100 м в собранном виде методом поворота; б — то же, методом падающей стралы; в — монтаж башен высотой 100 и более м; г — монтаж мачт ползучим краном ПКТ-6; д — установка секции мачты; е — перестановка обоймы; ж — перестановка мачты крана; 1 — вспомогательная мачта; 2 — шарнир; 3 — падающая страла; 4 — обойма; 5 — расчалки; 6 — подвески; 7 — мачта крана; 8 — консоль мачты; 9 — ползпаст; 10 — консоль обоймы; 11 — рамка; 12 — штырь; 13 — поворотный круг; 14 — страла; 15 — закладные детали для крепления крана; 16 — обойма крана ПКТ-6; 17 — мачта; 18 — оголовок; 19 — откидной брток; 20 — ползпаст для подъема мачты.

Мал. 35. Спорудження веж та щогл: а — монтаж веж висотою до 100 м у зібраному вигляді методом повороту; б — те саме, методом падаючої стріли; в — монтаж веж висотою 100 м і більше; г — монтаж щогл повзаючим краном ПКТ-6; д — встановлення секції щогли; е — перестановка обойми; ж — перестановка щогли крану; 1 — допоміжна щогла; 2 — шарнір; 3 — стріла, що подає; 4 — обойма; 5 — розчалка; 6 — підвіски; 7 — щогла

крану; 8 – консоль щогли; 9 – поліспаст; 10 – консоль обойми; 11 – рамка; 12 – штир; 13 – поворотне коло; 14 – стріла; 15 – закладні деталі для кріплення крану; 16 – обойма для крану ПКТ-6; 17 – щогла; 18 – оголовок; 19 – відкидний гак; 20 – поліспаст для підйому щогли.

**При підйомі веж висотою до 100 м методом падаючої стріли** (мал. 35,6) нижній кінець зібраної на землі вежі також закріплюють в опорному шарнірі. Поряд із шарніром встановлюють під прямим кутом до осі споруди падаючу стрілу й зв'язують тугами її оголовок з вежею. Падаючу стрілу оснащують бічними розчалюваннями, розташованими у площині, перпендикулярній до площини підйому. Розчалювання кріплять до якорів, що знаходяться на одній лінії із шарніром обертання вежі. Із протилежної сторони фундаменту розташовують поліспастну систему з якорем і однією або двома лебідками. При підйомі вежі висотою до 100 м і масою до 50 т застосовують парні поліспасти, загальне зусилля яких досягає 1000 Кн.

Вежі висотою 100 м і більше зводять нарощуванням з окремих елементів за допомогою універсального крану (мал. 35,в).

Універсальний підвісний кран складається з обойми, що прикріплюється до складених секцій вежі знизу підвісками й розчалюваннями, а вгорі – розчалюваннями, і щогли крана, закріпленої в обоймі і поєднаної з нею поліспастом, що працює між консолями обойми й щогли. Угорі щоглу кріплять до конструкцій вежі за допомогою рамки, підтримуваної розчалюваннями, і штирем, що проходить через рамку й щоглу. На поворотному колі вежі встановлюють стрілу з поліспастом для підйому вантажу. Троси для підйому крану й вантажу проходять по центру крана через порожні вежу та обойму униз до встановлених на землі лебідок.

По мірі монтажу секцій вежі кран нагору переставляють за допомогою обойми, переміщеної по щоглі крану вантажним гаком з перестановкою кріплень і наступним підйомом щогли поліспастом між консолями обойми й щогли.

Використання універсального підвісного крана дозволяє вести зведення вежі без розчалювань для її кріплення, забезпечує незалежність від місцевих умов забудови майданчика, легкість перестановки по висоті, безпеку роботи, можливість монтажу конструкцій з різних матеріалів, простоту й безпеку демонтажу, придатність для зведення веж різних розмірів у плані.

У зв'язку з інтенсивним розвитком радіо та телебачення виникла необхідність у створенні високих телевізійних веж з комплексом потужних антенних пристроїв і радіотехнічного устаткування.

Конструктивною особливістю сучасних збірних веж є їхнє розчленовування на три основні частини, що взаємно слугують напрямними й такими, що розв'язують, при монтажі й експлуатації, а саме: **базу, основний ствол і антенну частину із шахтою ліфтів** (мал. 36,а).



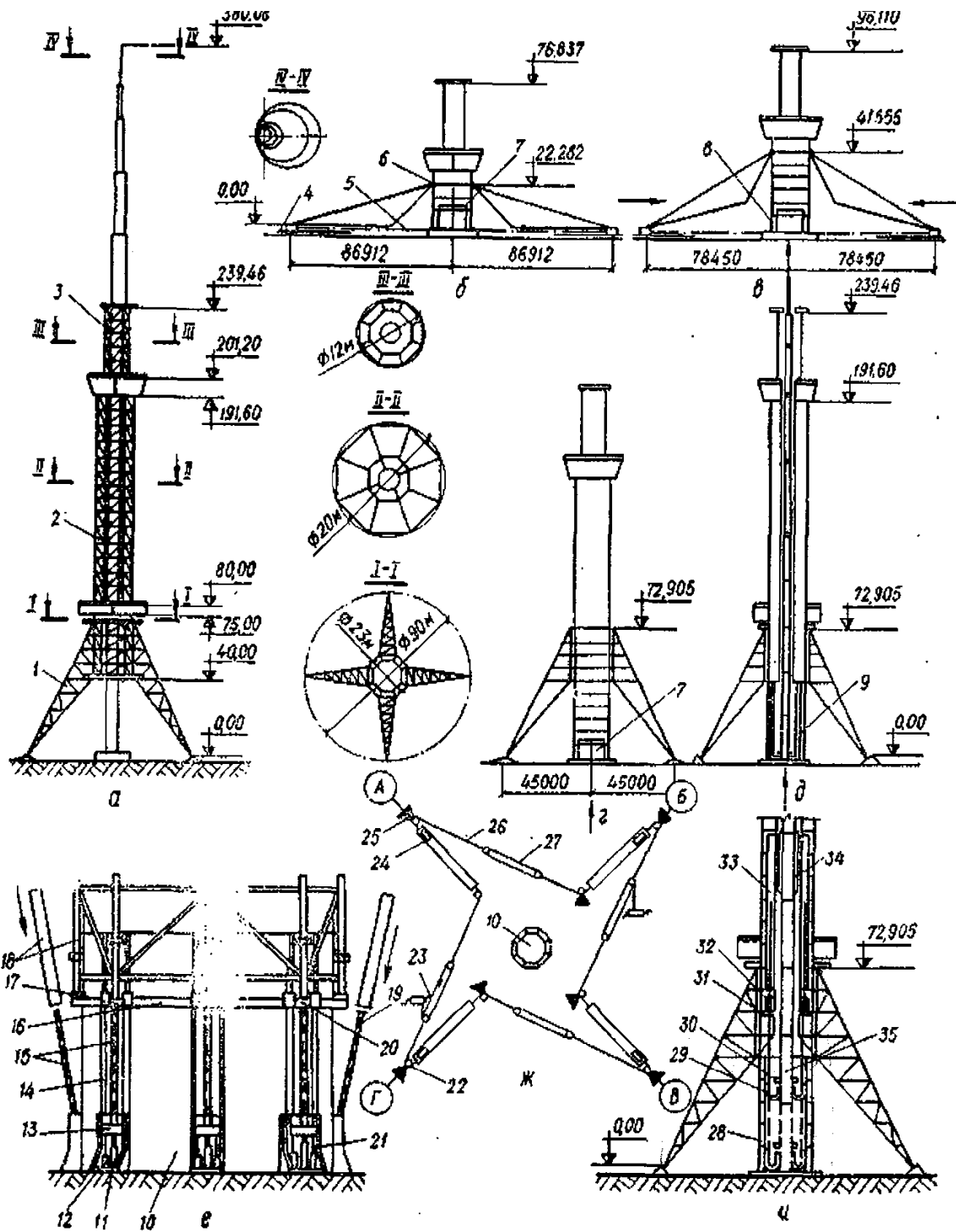


Рис. 36. Возведение телевизионной башни подрачиванием:

а — конструктивная схема башни; б — подготовительный этап возведения; в — возведение базы зонтиком; г — выдвижение ствола; д — выдвижение антенны и шахты лифтов; е — схема и принцип работы подъемно-сборочного агрегата АПС-8; ж — синхронизирующе-натяжное устройство СНУ-4; и — схема и принцип работы шагового подъемного агрегата АПС-3; 1 — база; 2 — основной ствол; 3 — антенная часть с шахтой лифтов; 4 — накаточный путь; 5 — синхронизирующе-натяжное устройство; 6 — технологический шарнир соединения опоры-ноги базы со стволом; 7 — подъемно-сборочный агрегат АПС-8; 8 — подрачиваемый ярус ствола; 9 — шаговый подъемный агрегат АПС-3; 10 — опора-кондуктор; 11 — гидродомкрат; 12 — трубчатая стойка; 13 — наддомкратная балка; 14 — направляющие рельсы; 15 — шаговый толкатель; 16 — монтажная диафрагма; 17 — втулка-матрица толкателя; 18 — трубы поясов ствола; 19 — верхний боковой упор толкателя; 20 — хомут с фаркофами; 21 — предохранительный винт с гайкой; 22 — створной блок; 23 — полипласт; 24 — монтажный башмак; 25 — якорь; 26 — основной канат; 27 — вставка из двух канатов; 28 — опора-стакан; 29 — строповочная рама; 30 — строповочный упор; 31 — рабочая площадка; 32 — ленточный гидроподъемник; 33 — направляющий короб; 34 — направляющая («лыжа»); 35 — выдвигаемый блок антенны и шахты лифтов.

Мал. 36. Спорудження телевізійної вежі підручанням:

а – конструктивна схема вежі; б – підготовчий етап спорудження; в – спорудження бази парасолькою; г - висування ствола; д – висування антени та шахти ліфтів; е – схема та принцип роботи підйомно-збірного агрегату АПС-8; ж – синхронізує-натяжний пристрій СНУ-4; и – схема і принцип роботи шагового підйомного агрегату АПШ-3; 1- база; 2 – основний ствол; 3 – антенна частина з шахтою ліфтів; 4 – накаточний шлях; 5 – синхронізує-натяжний пристрій; 6 – технологічний шарнір з'єднання опори-ноги бази зі ством; 7 – підйомно-складальний агрегат АПС-8; 8 – підручаний ярус ствола; 9 – шаговий підйомний агрегат АПШ-3; 10 - опора-кондуктор; 11 – гідродократ; 12 – трубчаста стійка; 13 – піддократна балка; 14 – напрямні рейки; 15 – шаговий штовхач; 16 – монтажна діафрагма; 17 – втулка-матриця штовхача; 18 – труби поясів ствола; 19 – верхній боковий упор штовхача; 20 – хомут с фаркопфами; 21 – запобіжний гвинт з гайкою; 22 – відвідний блок; 23 – поліспаст; 24 – монтажний башмак; 25 – якір; 26 – основний канат; 27 – вставка з двох канатів; 28 – опора-склянка; 29 – строповочна рама; 30 – строповочний упор; 31 – робочий майданчик; 32 – стрічковий гідропідйомник; 33 – направляючий короб; 34 – направляюча («лижа»); 35 – висувний блок антени та шахти ліфтів.

Розвиток нових конструктивних форм та особливості високих (300 м і більше) телевізійних веж обумовлювали пошуки нових методів їх зведення. У результаті був розроблений метод підручання. Сутність його полягає у наступному. На допоміжному пристрої монтують частину ствола. На землі збирають опори-ноги бази й з'єднують їхніми шарнірами зі ством. Підручуючи ствол, встановлюють опори ноги в проектне положення. Нижні їхні кінці закріплюють на фундаменті, а верхні поєднують ґратами, утворюючи обійму, через яку надалі висувають ствол до проектної відмітки. Потім опори-ноги жорстко закріплюють на стволі, усередині якого продовжують висувати антенну шахту ліфтів. Використання методу підручання дозволяє знизу виконувати збірно-зварювальні роботи на постійних робочих місцях у напівцехових умовах за принципом вертикального конвеєру, тобто, відмінюються верхолазні роботи, також можна використовувати частини вежі як взаємні напрямні при їхньому встановленні в проектне положення, а також з'єднувати зварюванням уніфіковані елементи частин вежі. У результаті вдається: скоротити витрати сталі до 20, працезатрати на виготовлення й монтаж - до 25, строк зведення - до 25%; забезпечити високу точність і якість складання й зварювання, зручність їх контролю, можливість застосування автоматичного зварювання стиків; впровадити попереднє складання й налагодження внизу технологічного устаткування; досягти загального економічного ефекту при зведенні великої телевізійної вежі.

**При методі підручання вежу розділяють на два блоки: нижній і верхній.** Нижній блок зводять способом нарощування за допомогою баштових або самохідних кранів. Висота нижнього блоку визначається можливостями монтажних механізмів і рішеннями по затисканню верхнього блоку при висуванні. Нижній блок у результаті стає частиною монтажного оснащення, сприймає монтажні впливи при висуванні верхнього блоку, на ньому закріплюють напрямні й інші монтажні пристосування. **Підручанням називають метод монтажу** висотних споруд, при якому конструкції вище відмітки, доступної для встановлення елементів монтажним краном, збирають внизу, починаючи з верхньої секції споруди, і висувують нагору на висоту чергової секції. Верхній блок збирають частинами усередині нижнього блоку, висування блоку здійснюють за допомогою вантажних поліспастів або гідропідйомників. Після підйому чергової секції та з'єднання її з раніше зібраною частиною споруди, на рівні землі збирають і готують до підйому чергову секцію конструкції.

Послідовність монтажних робіт при зведенні веж підрозуванням наведена на мал. 16.4. Після монтажу нижньої, пірамідальної частини споруди, на рейкових шляхах, у безпосередній близькості від вежі, що зводиться, збирають стэнд, на якому здійснюють укрупнювальне складання блоків верхньої, призматичної частини вежі. Зібрані на стэнді блоки подають під основу вежі за допомогою поліспасти й електролебідки (мал. 16.5). Далі блок піднімають за допомогою домкратів для сполучення з нижньою частиною раніше висунутих конструкцій вежі. Після вивірки й зварювання монтажних стиків усю призматичну частину вежі висувають по напрямних нагору на висоту нижнього блоку (висота блоків 10-12 м). Наступні операції повторюють в аналогічному порядку, поки не буде повністю змонтована й піднята на проектні відмітки призматична частина вежі. Конструктивні схеми підрозування веж різних форм наведені на мал. 16.6 і 16.7.

**Щогли** - це висотні інженерні споруди, стійкість яких забезпечується розчалуваннями в кілька ярусів. Вони спираються на фундамент в одній точці, мають по висоті постійний перетин.

Щогли висотою до 130 м піднімають у збірному вигляді поворотом за допомогою допоміжної щогли або падаючої стріли.

**Більш високі щогли монтують повзучим краном.** Радіощогли висотою 300 м і більше зводять із секцій трубчастого перетину діаметром 2,3 висотою 6 м і масою 5 т. Монтаж виконують повзучим краном ПКТ-6 вантажопідйомністю 6 т. Повзучий кран складається з обойми, щогли й стріли. Обойму кріплять на двох опорах, заздалегідь встановлених на секції радіощогли (мал. 35,д). Щогла крану проходить через обойму й знизу кріпиться до такої ж опори як і у верхньої частини обойми. Угорі на щоглі крану встановлені оголовок, поворотне коло та стріла поліспасти для підйому вантажу.

При перестановці крану його щоглу вгорі закріплюють відкидним гаком за верхню крайку змонтованої секції (мал. 35 е). Обойму захоплюють гаком крану й встановлюють на опори верхньої секції; звільняють кріплення щогли внизу та канатом через блоки, укріплені на нижній частині щогли й обойми, щоглу підтягують нагору й закріплюють у новому положенні (мал. 35, ж). По мірі монтажу радіощоглу зміцнюють тимчасовими розчалуваннями й постійними відтягненнями.

## 15.6. Технологія зведення веж-труб.

**Монтаж витяжних веж-труб.** Витяжні труби призначені переважно для виводу в атмосферу газів та звичайно складаються з каркасу - сталевий гратчастої вежі, що стоїть вільно, і розташованих усередині або зовні її одного або декількох газовідводних трубчастих стволів з **корозійно-стійких матеріалів (нержавіючої сталі, титанового або алюмінієвого сплавів, текстоліту тощо)** або з маловуглецевої сталі з відповідним внутрішнім антикорозійним покриттям або облицюванням з вищевказаних матеріалів. Каркаси витяжних веж-труб по конструкції схожі з радіо- і телевежами, але істотною відмінністю є більша маса й наявність твердих діафрагм для підтримки труб. Ґрати цих веж більш часті та масивні.

Витяжні труби іноді зводять також цегельними та залізобетонними (збірні й монолітні), але експлуатаційна надійність їх нижче, а трудомісткість зведення вище, і тому в останні роки вони застосовуються значно рідше металевих.

**Методи монтажу витяжних веж-труб аналогічні методу монтажу** радіотелевізійних веж, надшахтних копрів та етажерок. Витяжні вежі-труби висотою до 100 – 120 м, при наявності на майданчику місця, збирають у горизонтальному положенні разом з газовідвідними стволами на землі в місці встановлення **і потім піднімають у вертикальне положенні одним з методів повороту.** При цих методах підйому всі елементи каркасу необхідно перевірити на міцність і стійкість, тому що каркас вежі зазвичай не розрахований на підйом у зібраному вигляді.

**Елементи конструкції, навантаження в яких перевищують припустимі, підсилюють.** Такі вежі-труби монтують також нарощуванням із застосуванням прислоненого крану.

**Монтаж веж-труб (висотою більше 100—120 м) методом подрощування найкращий.** При цьому більшу частину споруди збирають на землі зі стаціонарного риштування, що зменшує обсяг верхолазних робіт, знижує трудомісткість монтажу й залежність від атмосферних умов, дозволяє організувати поточно-блокове складання секцій споруди і їх монтаж, значно підвищити безпеку ведення робіт і поліпшити умови виконання монтажних операцій. Застосування методу не вимагає складного монтажного устаткування й оснащення.

Спочатку по центру вежі збирають її верхні блоки, потім гусеничним краном монтують блоки порталної частини, закріплюючи їх до змонтованої вежі. До конструкцій порталу вежі закріплюють верхні блоки піднімальних поліспаств. У двох рівнях порталу передбачають горизонтальні діафрагми із точковими упорами для фіксації вертикального положення вежі під час її висування.

Із двох сторін до низу зібраної верхньої частини вежі кріплять піднімальні балки з нижніми блоками поліспаств. Піднімальними поліспастами верхню частину вежі піднімають так, щоб під неї можна було поставити наступну секцію. Блок висувають по рейках лебідкою. Для стикування піднята частина може бути опущена, або блок, що підрощується, піднятий додатковим поліспастом. Усі роботи з оформлення стиків при підрощуванні виконують зі стаціонарного риштування, закріпленого у порталній частині вежі. Для переносу піднімальних блоків з поліспастами на новий блок, зібрану вежу обпирають на основу або на упори, забиті у портал вежі. Грозівідвідний ствол монтують також методом підрощування після закінчення монтажу каркасу вежі.

### **15.7. Технологія зведення градирень і щоглово-баштових споруд енергетики.**

**Градирні - споруди** баштового типу конічної та гіперболічної форми, призначені для зниження температури води оборотного водопостачання промислових підприємств.

Вежі градирень виконують зі збірних залізобетонних ребристих панелей з просторовими каркасами, що складаються зі стійок-ферм, горизонтальних ферм і діагональних розкосів, з обшивкою із внутрішньої сторони каркасу дерев'яними, алюмінієвими або азбестоцементними листами.

Залежно від продуктивності (площі зрошення), висота витяжних веж градирень може становити від 50 – 60 м (при площі зрошення 2100 м<sup>2</sup>) до 100 м (при площі зрошення близько 4000 м<sup>2</sup>) і до 150 (при площі зрошення 10000 м<sup>2</sup>). Монтаж конструкцій градирень виконують нарощуванням стріловими кранами до вичерпання їх вантажовисотних характеристик, а потім за допомогою вільно розташованого або прислонного баштового крану, встановлюваного у центрі вежі градирні, або за допомогою пересувного баштового крану, що переміщується по кільцевих шляхах зовні баштової споруди.

Елементи градирні попередньо укрупнюють у монтажні блоки з урахуванням вантажопідйомності крану. Укрупнені блоки (панелі) монтують поярусно з тимчасовим кріпленням їх розчалюваннями й підкосами до замикання контуру й проектного закріплення всіх блоків (панелей) у ярусі.

### **15.8. Монтаж висотних споруд із застосуванням вантажопідйомних засобів повітроплавання.**

#### **Монтаж мачтово-баштових споруд енергетики.**

До маачтово-баштових споруд енергетики відносяться: опори прожекторні та ліній електропередач, опорні вежі вітрових і сонячно-енергетичних установок. Висота таких споруд, як правило, перевищує 100 м при відносно невеликих розмірах у плані.

Розповсюдженими та раціональними методами монтажу залежно від типу й висоти споруд є: метод повороту із застосуванням «падаючої» стріли або безякірного підйому - для щогл висотою 50 – 120 м, з викладенням їх на ребро; метод повороту із застосуванням «падаючого» порталу (шевра), безякірного підйому, вижимання або метод нарощування з використанням прислонного крану - для веж висотою 50 – 120 м; метод нарощування із застосуванням самопідіймального крану, піднімального порталу або стріли - для щогл і веж висотою більше 120 м.

Застосовують також методи монтажу поворотом і нарощуванням з використанням засобів повітроплавання, наприклад гелікоптерів.

**Метод монтажу поворотом з викладенням щогли на ребро при укрупнювальному складанні її** (мал. 4.16) полягає в тому, що при підйомі щогли в проектне положення з використанням «падаючої» стріли працює одна піднімальна система. Ванти по двом бічним сторонам перед підйомом закріплюють за ствол щогли і піднімають у потрібній площині. Стропування стовбура щогли проводиться за бічні грані (пояса). Стискальні зусилля щогли, що діють на стовбур, зростають від кожного вузла стропування до розрахункової величини у поворотного шарніра щогли. Розрахункова довжина стовбура щогли із площини підйому дорівнює відстані між вантами, а в площині підйому - між вузлами стропування.

Точки стропування щогли бажано розташовувати у місцях кріплення постійних вант. У цьому випадку навантаження на стовбур щогли при підйомі близькі до розрахунків, діючим на щоглу при діагональному напрямку вітру. Оскільки довжина вант при підйомі залишається практично незмінною, вони виконують роль тимчасових розчалювань, попереджаючи вихід щогли із площини підйому. Ванти нижньої площини, також закріплені за стовбур щогли та фундаменти, поступово натягаються, разом з гальмовим пристроєм забезпечують плавний підйом щогли в проектне положення. Ванти верхньої площини, закріплені за стовбур щогли до підйому, кріплять до фундаментів відразу ж після встановлення щогли у проектне положення.

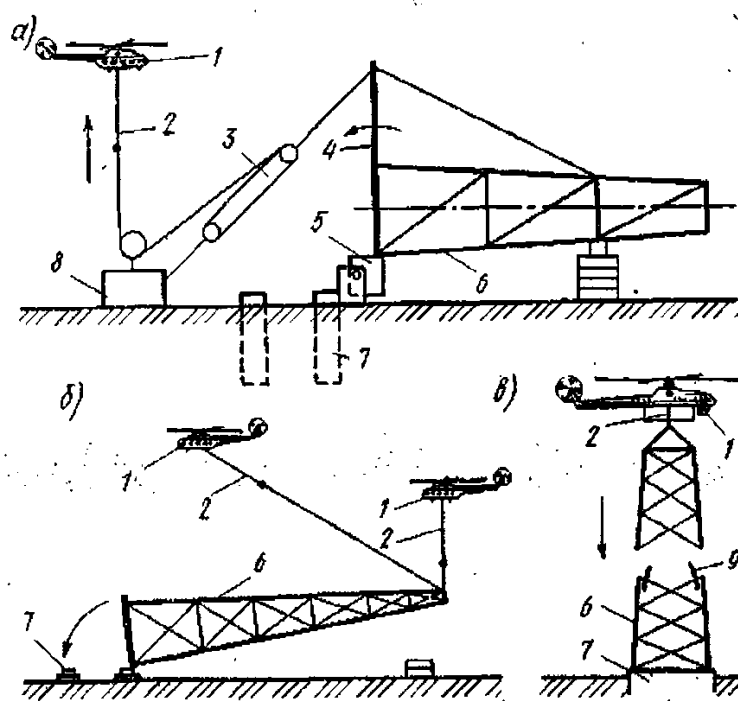


Рис. 4.3. Монтаж высотных сооружений вертолетами:

а — поворотом «падающей» стрелой; б — поворотом двумя вертолетами; в — наращиванием; 1 — вертолет; 2 — внешняя подвеска вертолета; 3 — подъемный полислайст; 4 — «падающая» стрела; 5 — поворотный шарнир; 6 — монтируемое сооружение; 7 — фундамент сооружения; 8 — якорь; 9 — направляющие уголки-ловители

Мал. 4.3. Монтаж висотних споруд гелікоптерами: а – поворотом «падаючої» стріли; б – поворотом двома гелікоптерами; в – нарощуванням; 1 – гелікоптер; 2 – зовнішня підвіска гелікоптера; 3 – підйомний поліспаст; 4 – «падаюча» стріла; 5 – поворотний шарнір; 6 – споруда, що монтується; 7 – фундамент споруди; 8 – якір; 9 – напрямні куточки-ловителі.

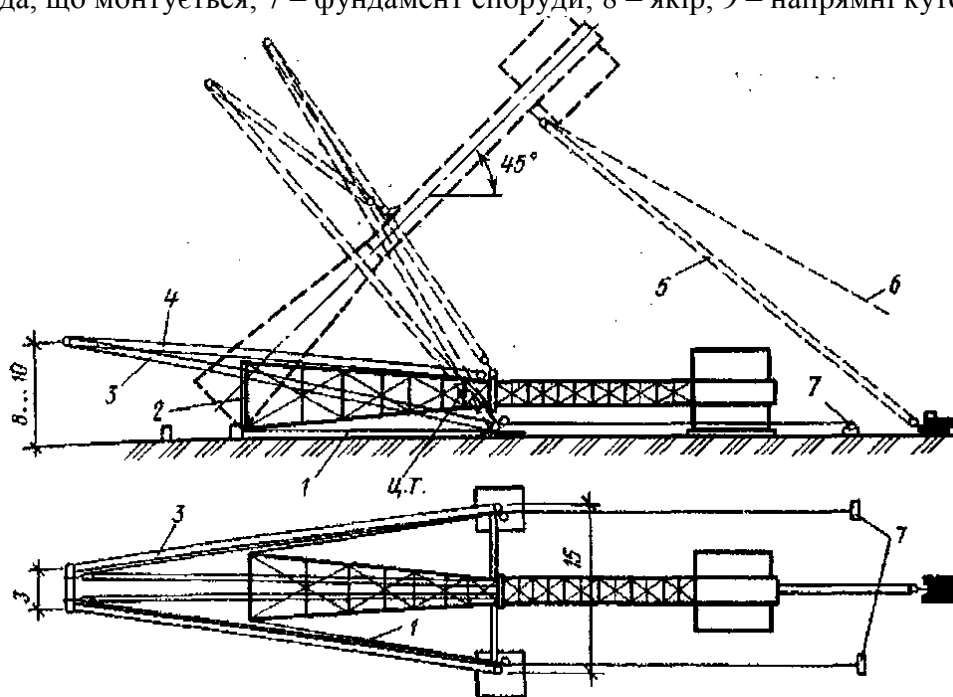


Рис. 4.17. Схема монтажа прожекторной опоры способом поворота безъякорным подъемом:

1 – тяги, соединяющие башмаки портала и прожекторной опоры; 2 – монтажная распорка; 3 – монтажный портал; 4 – подъемный полиспаст; 5 – тормозной полиспаст; 6 – отводная нитка подъемного полиспаста; 7 – электролебедки грузоподъемностью 5 т; Ц.Т. – центр тяжести опоры

Мал. 4.17. Схема монтажу прожекторної опори способом повороту безякірним підйомом: 1 – тяги, що поєднують башмаки порталу та прожекторної опори; 2 – монтажна розпірка; 3 – монтажний портал; 4 – підйомний поліспаст; 5 – гальмівний поліспаст; 6 – відвідна нитка підйомного поліспасту; 7 – електролебідки вантажопідйомністю 5 т. Ц.Т. – центр тяжіння опори.

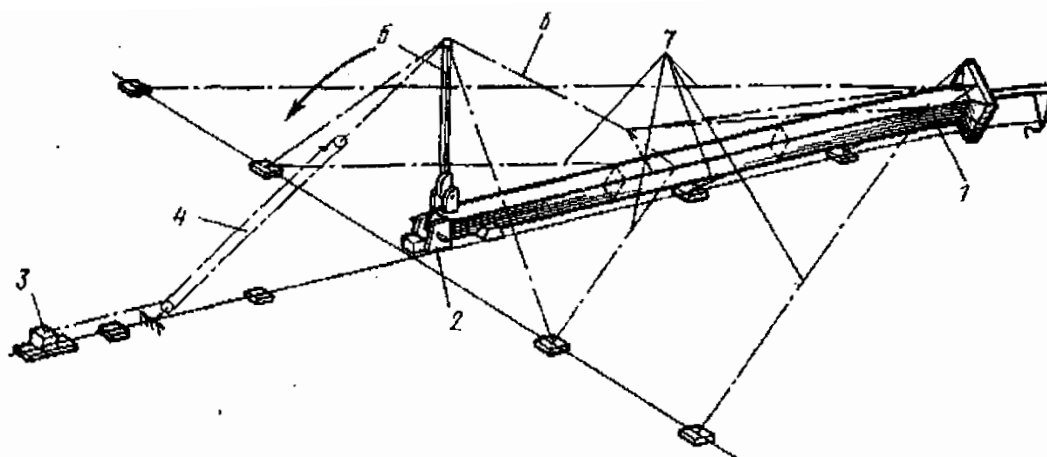


Рис. 4.16. Схема монтажа мачты с выкладкой на ребро методом падающей стрелы: 1 – мачта; 2 – подвижный шарнир; 3 – электролебедка; 4 – грузовой полиспаст; 5 – «падающая» стрела; 6 – подъемная тяга; 7 – листовые ванты

Мал. 4.16. Схема монтажу щогли з викладанням на ребро методом падаючої стріли: 1 – щогла; 2 – монтажний шарнір; 3 – електролебідка; 4 – вантажний поліспаст; 5 – «падаюча» стріла; 6 – підйомна тяга; постійні ванти.

У порівнянні із традиційними методами, в разі викладення щогли на одну із граней, переваги очевидні, тому що не потрібні додаткові лебідки, не потрібно влаштовувати якоря й встановлювати розчалювання, підвищується безпека провадження робіт.

**При монтажі прожекторних опор методом безякірного підйому (мал. 4.17) використовують монтажний портал (шевр) із шарнірним обпиранням.** Після збірки опори разом із прожекторами, встановлення поворотних шарнірів і застосування такелажного оснащення, краном піднімають верх portalу на висоту 8 – 10 м, потім електролебідками вибирають слабіну піднімального поліспасти та піднімають поліспастом портал ще на 1,0—1,5 м для зняття навантаження із крану і його звільнення. Після огляду такелажного оснащення й шарнірів роблять подальший підйом portalу, вибираючи нитки поліспасти, що збігають, електролебідками. При досягненні порталом кута підйому приблизно 45° до обр'ю прожекторна опора починає плавно підійматися. У загальному випадку величина кута підйому portalу в момент початку підйому конструкції, що монтується, залежить від співвідношення висот portalу відносно центру ваги конструкції; найбільші зусилля в піднімальній системі виникають у момент відриву конструкції від землі. Подальший підйом (поворот) конструкції відбувається разом з підйомом (поворотом) portalу; при цьому попередньо вибирають слабіну тросів гальмового поліспасти, а при підйомі конструкції послаблюють його.

При переході системи конструкції оснащення через вертикальну вісь центру тяжіння подальший поворот конструкції (як правило, від кута 70 – 80°) до проектного положення виконують тільки ослабленням гальмового поліспасти. Після закріплення конструкції на фундаментах монтажний портал опускають униз, послабляючи піднімальний поліспаст. Тривалість безякірного підйому прожекторної опори становить близько 1,5 годин, а демонтаж такелажного оснащення з його встановленням для підйому наступної опори – 4 - 7 змін.

**Монтаж висотних споруд із застосуванням вантажопідйомних засобів повітроплавання - особливо ефективний в умовах важкодоступної місцевості (лісистій, болотистій, гористій тощо), а також при підвищеній висоті споруд (більше 120—150 м).** Залежно від маси й довжини (висоти) зібраних на землі в горизонтальному положенні споруд застосовують різні схеми їх монтажу поворотом, одним або двома гелікоптерами (мал. 4.3). Споруди, маса яких знаходиться у межах вантажопідйомності гелікоптера (наприклад, вантажопідйомність гелікоптера Мі-26 становить 20 т), зазвичай монтують вертикальним підйомом з встановленням на фундаментні опори. Споруди підвищеної висоти нерідко монтують комбінованими способами; наприклад, спочатку монтаж ведуть прислонним або самопідймальним краном, а після вичерпання вантажовисотних можливостей кранів, наступний монтаж споруди здійснюють із використанням гелікоптера. При цьому масу блоків, що монтуються, ухвалюють близькою до вантажопідйомності гелікоптера, а в конструкції блоків передбачають спеціальні (без урахування оборотності) ловителі й фіксатори, що спрощують необхідну його стійкість до повного проектного закріплення. У колишньому союзі та за кордоном в останні роки розроблені й застосовуються при монтажі щоглово-баштових споруд літальні апарати, що поєднують переваги аеростатів і гелікоптерів. Енергетичний літальний апарат для будівельно-монтажних робіт (ЭЛАС) має вантажопідйомність 8 т. **Проектують літальні апарати вантажопідйомністю до 500 т.**

## Розділ XVI Технологія зведення наземних резервуарів

**16.1. Наземні металеві ємнісні споруди, що застосовуються для зберігання нафти, нафтопродуктів, газів.**

Для зберігання нафти, нафтопродуктів, газів (у тому числі зріджених) широко застосовують наземні металеві ємнісні споруди: вертикальні циліндричні резервуари (для нафти та нафтопродуктів), ізотермічні резервуари (для зріджених газів), циліндричні та сферичні (кульові) газгольдери (для газів). У будівництві широко використовуються вертикальні циліндричні резервуари: зі стаціонарним дахом, розраховані на зберігання нафтопродуктів під низьким тиском; з «плаваючою» кришкою, що розташовується на поверхні рідини; з «дихаючою» кришою, що забезпечує підйом покрівлі при підвищенні тиску; для зберігання зріджених газів.

### **16.2. Удосконалення конструктивних рішень вертикальних циліндричних резервуарів, їх перелік.**

Удосконалювання конструктивних рішень вертикальних циліндричних резервуарів передбачає максимальне скорочення втрат від випару продуктів, що зберігаються, зниження питомої витрати сталі, зменшення трудомісткості виготовлення й монтажу, а також скорочення площ для будівництва резервуарних парків. Одним зі способів досягнення цих цілей є збільшення місткості резервуарів.

Провідні науково-дослідні, проектні й виробничі організації нашої країни проводять великий обсяг дослідницьких і проектних робіт з удосконалювання конструкцій циліндричних резервуарів, методів виготовлення та монтажу. Основою вдосконалювання монтажу є застосування індустріальних методів будівництва, ефективних вантажопідйомних машин і високопродуктивної електрозварювальної апаратури.

Зведення циліндричних резервуарів здійснюють із рулонних заготовок, а краплевидних і сферичних - з окремих листів або зварених з них поясів і блоків.

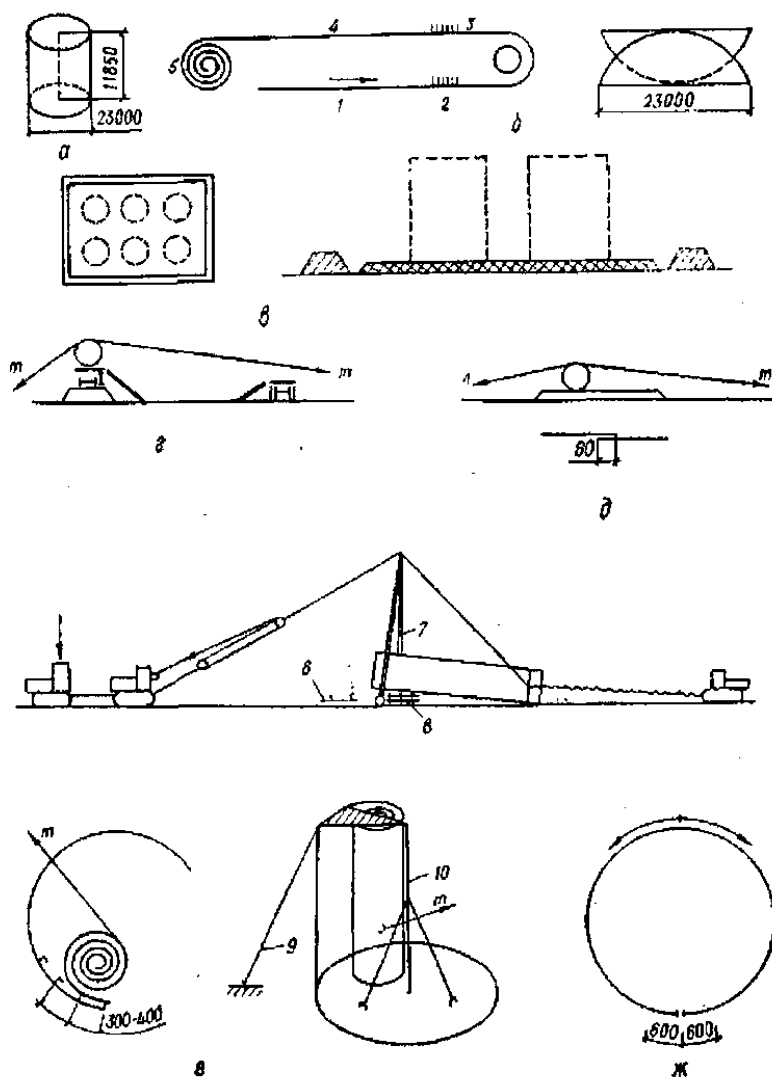
### **16.3. Будівельно-технологічні характеристики резервуарів, їх місткість, укрупнення конструкцій методом рулонування.**

*Будівельно-технологічна характеристика резервуарів і індустріальний метод виготовлення складових елементів. Вертикальні циліндричні резервуари мають місткість 5, 10, 15, 20, 50, і 100 тис. м<sup>3</sup>, діаметр від 23 до 88,7 м, висоту від 11,85 до 17,95 м. Їхніми основними конструктивними елементами є днище, корпус, покриття (мал. 38, а). Днище та корпус улаштовують із суцільнозварних рулонованих на заводі полотнищ. Покриття резервуарів невеликої (5 тис. м<sup>3</sup>) місткості збирають із твердих секторних панелей, що опираються на стінку корпусу й центральну стійку. Покриття резервуарів великої місткості мають більш складну конструкцію. Однак, з погляду будівельно-технологічної характеристики, резервуари є однорідними об'єктами й зводяться потоково.*

### **16.4. Технологічна послідовність монтажу циліндричних резервуарів. Основи, днища, стінки та криші.**

Виготовляють рулонні заготовки на спеціальних двоярусних стендах, що мають по типу конвеєрів (мал. 38,6) пости розкрою, складання й прихватки листів, зварювання з однієї сторони, зварювання з іншої сторони, випробування, рулонування.





Мал. 38 Спорудження резервуарів з рулонних заготовок.

Можливість зварювати стики листів із двох сторін значно поліпшує якість зварного шву.

Попереднє виготовлення конструктивних елементів резервуарів дозволяє скоротити витрата металу, підвищити продуктивність праці і якість продукції, замінити до 90% трудомістких ручних зварювальних процесів зварюванням у заводських умовах, що знижує вартість робіт і поліпшує умови праці виконавців.

Днище резервуара (мал. 38,6), наприклад, місткістю  $5000 \text{ м}^3$  і діаметром 23 м, зварюється автоматично із двох однакових частин. Обидві половини днища загортають у рулон на центральну стійку покриття, оснащену декількома знімними кільцями. При цьому обов'язково враховують габарити та масу рулонів, щоб правильно організувати їхню доставку на будмайданчик залізничним та автомобільним транспортом. Рулон днища такого резервуару має зовнішній діаметр 3, довжину 12 м і монтажну масу при товщині листів 4-6 мм - 20,7 т. Полотнище корпусу шириною 11,85 і довжиною 71,8 м зварюють на стенді автоматично й намотують у цілому вигляді на шахтні сходи резервуару, закріплені між планшайбами пристрою, що згортає. Рулон полотнища корпусу при такому ж зовнішньому діаметрі 3 м і товщині листів у нижній частині 9 і у верхній 4 мм має масу 46,2 т. Щити покриття, що мають вигляд звареної конструкції жорсткого каркасу з настилом, виготовляють по радіальній або прямій схемі розкрою на спеціально обладнаних кондукторах.

Корпус резервуара великої місткості - циліндрична оболонка зі стінкою змінної товщини, що у зменшеному масштабі приблизно повторює епюру гідростатичного тиску збереженої рідини, за винятком верхніх поясів, товщину яких призначають із умов стійкості. Стінка, як правило, - одинарна циліндрична оболонка, підкріплювана ребрами жорсткості, сполучення із днищем здійснюється електродуговим зварюванням.

З метою зменшення втрат збереженого продукту від випару резервуари (особливо великих діаметрів) оснащують не стаціонарними, а плаваючими кришами, що переміщуються по висоті понтонами, і які завжди перебувають на поверхні нафтопродукту.

На сучасних установках виготовляють рулоновані конструкції резервуарів зі сталі товщиною до 18 мм (у тому числі високоміцної марки 16Г2АФ) з довжиною рулону 18 м і масою до 100 т (існують приклади по застосуванню рулонів масою до 125 т).

Для резервуарів великих діаметрів полотнище стінки поставляють у шести рулонах і більше. Днище резервуара збирають із 2 - 4 частин, які намотують в один або кілька рулонів. При поставці днища одним рулоном спочатку намотують середні а потім крайні елементи. Аналогічно рулонують полотнища плаваючих дахів резервуарів.

Навантаження (розвантаження) резервуарних конструкцій здійснюють методом накочування (скочування) із застосуванням двох тракторів, або двох лебідок, або за допомогою самохідних кранів, забезпечуючи при цьому збереження геометричних форм рулонів.

**Монтаж резервуарів.** Резервуари монтують на піщаній основі, діаметр якої повинен бути на 1,4 м більше діаметру днища. Для відводу атмосферних опадів основу влаштовують на 0,4 - 0,6 м вище рівня землі з укосами по краях не крутіше 1:1,5. Від руйнування укоси облаштовують вимощенням. Для збереження днища від корозії основу просочують мазутом або гідрофобною сумішшю товщиною 80 - 100 мм із суміші супіщаного ґрунту й рідкого бітуму або кам'яновугільного дьогтю та ущільнюють котками. Приймання основи та фундаментів резервуарів оформлюють актами по облаштуванню насипної подушки й облаштуванню ізолюючого шару.

Роботи зі зведення резервуару виконують у такій послідовності: монтаж і розмітка днища, підйом рулонів стінки у вертикальне положення, встановлення центральної монтажної стійки, розгортання рулонів стінки, встановлення опорних кілець і кільцевих майданчиків, встановлення щитів покриття, зварювальні роботи й контроль якості зварених швів, випробування й здача резервуара.

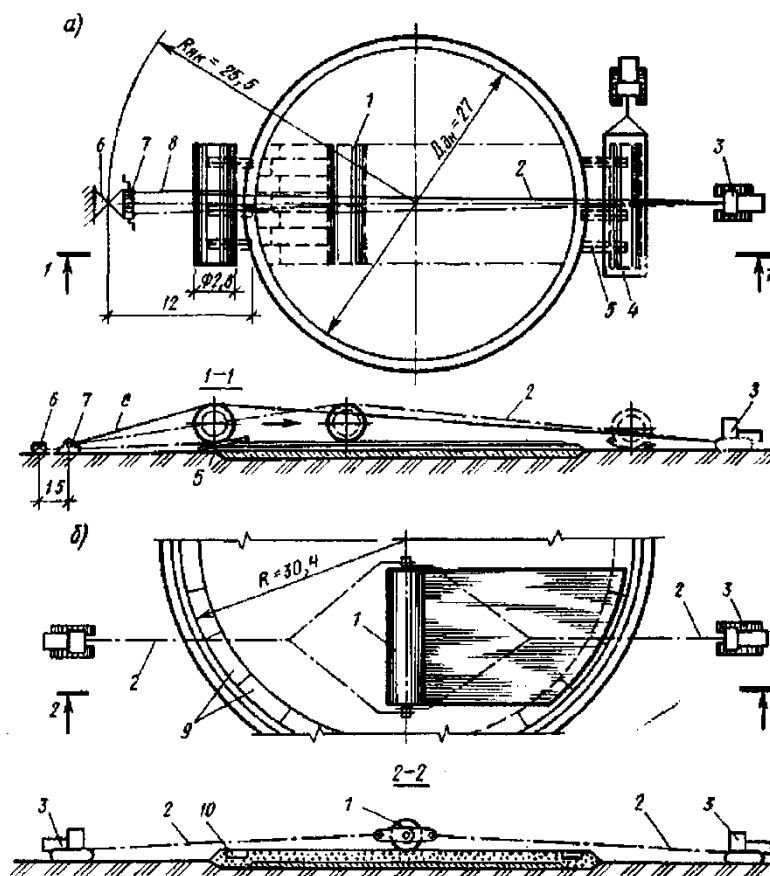
Складання днища резервуара виконують шляхом розгортання й згортання центральної частини днища з окрайками, для чого рулони днищ накочують на основу тракторами (лебідками) по спеціальному пандусу (мал.6.1).

Рулон із днищем, що складається із двох частин, розташовують на основі так, щоб перша половина днища, що складає зовнішню оболонку рулону, зайняла після розгортання проектне положення. При цьому друга половина днища опиниться на першій.

Перед розгортанням рулон обгинають петлею з канату, кінець якого закріплюють на тракторі або лебідці, що використовуються для перекочування рулону на основу. Планки, що скріплюють рулон, перерізають газовим різакон і, послаблюючи петлю канату, дозволяють рулону розгортатися. Якщо мимовільного (під дією пружних сил) розгортання рулону повністю не відбулося, подальше розгортання роблять тим же трактором або лебідкою.

Коли рулон буде повністю розгорнутий, до середини круглої крайки верхнього напівднища приварюють скобу, до якої закріплюють кінець канату для переміщення другої половини днища зі з'єднанням внахлест, із щільним притисканням обох полотнищ один до одного.

Якщо днище монтують із трьох полотнищ, послідовно згорнутих у рулон, то після розгортання в проектне положення першого полотнища, рулон із двома полотнищами, що залишилися, накочують на сани і трактором переміщують так, щоб можна було розгорнути в проектне положення друге полотнище. Потім останній рулон знову накочують на сани й перевозять на іншу сторону основи для розгортання третього полотнища.



Мал. 6.1. Схема монтажу днища резервуару із рулонної заготовки.

### 16.5. Механізми, що застосовуються, пристосування електрозварювальної апаратури.

*Після зварювання й розмітки днища приступають до монтажу стінки резервуару.*

Монтаж складається із двох основних операцій: встановлення рулону стінки у вертикальне положення і його розгортання зі складанням і зварюванням замикаючого монтажного стику. Рулон піднімають у вертикальне положення методом повороту навколо шарніру за допомогою крану або А-А-образного шевера (мал. 6.2,а). Перед підйомом нижню основу рулону укладають краном на ложі поворотного шарніру й кріплять за допомогою охоплюючого канату, що натягується гвинтовою стяжкою. Верхній кінець рулону укладають на кліть зі шпал висотою 0,3 - 0,5 м. У випадку відсутності крану рулон трактором або лебідкою перекичують на днище по брусах (зі шпал або колод), скріпленім будівельними скобами. Для захисту зварених швів днища від ушкодження при підйомі та розгортанні рулону стінки, під торець рулону укладають піддон зі сталевого листа товщиною 6 - 8 мм і діаметром на 0,5 м більше діаметру рулону.

Підйом рулонів у вертикальне положення доцільно робити краном, а не шевром. Розроблений спосіб підйому вертикальних конструкцій поворотом навколо шарніру стріловими кранами з відхиленими від вертикалі у бік стріл вантажними поліспастами, що дозволяє суттєво збільшити вантажопідйомність крану. У вихідному для підйому положенні стрілу крану встановлюють із мінімально можливим вильотом з умови, щоб навантаження на гак крану не перевищувало розрахункової вантажопідйомності для даного вильоту стріли, виходячи з допустимих напружень у стрілі крану, а також можливості проходження конструкції, що піднімається, під стрілою; при цьому проміжок між нижнім поясом стріли та конструкцій у процесі підйому повинен бути не менш 0,5 м.

Навантаження на гак крану визначають по формулі:

$P = O \cos \alpha (2h - D \operatorname{tg} \alpha) / (2H)$ . Де  $O$  - сила ваги конструкції,  $H$ ;  $\alpha$  - кут між конструкцією та горизонтальною площиною, град.;  $h$  - відстань від центру ваги рулону до осі поворотного шарніру, м;  $D$  - діаметр рулону, м;  $H$  - плече повороту вантажного поліспасти щодо шарніру конструкції.

У початковий момент підйому (при  $\alpha=0$ )  $P=Oh/H$ .

З відхиленням убік стріли поліспастом, наприклад краном МКГ- 25БР зі стрілою 23,5 м (паспортна вантажопідйомність при вертикальному поліспасті 17 т), методом повороту, встановлюють у вертикальне положення конструкції, що рулонуються, висотою 12 м і масою до 60 т. Після підйому рулону у вертикальне положення методом повороту за допомогою крану встановлюють центральну монтажну стійку, яку фіксують у центрі днища спеціальними упорами та розчалюваннями із гвинтовими стяжками.

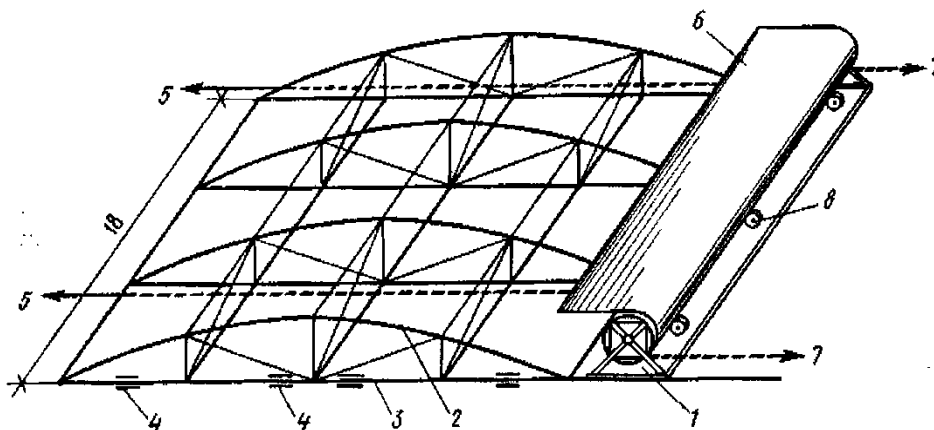


Рис. 6.3. Схема кондуктора и разворачивания рулона в горизонтальном положении: 1 — стенд рулона; 2 — верхний криволинейный пояс кондуктора; 3 — нижний прямолинейный пояс кондуктора; 4 — поворотные шарниры; 5 — тяговые канаты лебедок (грузоподъемностью по 10 т) для разворачивания рулона; 6 — рулон; 7 — удерживающие канатные тяги (на трактор или лебедку); 8 — прижимные ролики

Мал. 6.3. Схема кондуктора та розгортання рулону у горизонтальному положенні.

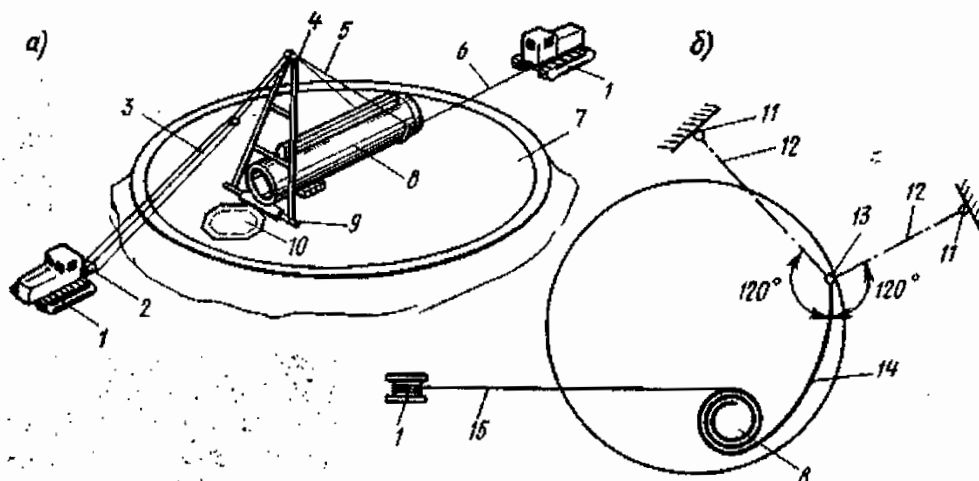


Рис. 6.2. Схема монтажа стенки резервуара из рулонной заготовки:

а — подъем рулона в вертикальное положение; б — разворачивание рулона; 1 — тракторы или лебедки; 2 — якорь подъемного полиспасти; 3 — шевр; 4 — шевр; 5 — тяги (стропы); 6 — тормозной канат; 7 — днище; 8 — рулон; 9 — поворотный шарнир; 10 — поддон; 11 — якоря расчалок; 12; 13 — концевая стойка жесткости с лестницей; 14 — развернутая часть подотгибка стенки; 15 — тяговый канат разворачивания рулона

Мал. 6.2. Схема монтажу стінки резервуару з рулонної заготовки.

Перед розгортанням рулонів стінки до днища по зовнішньому діаметру резервуара приварюють тимчасові упорні куточки із кроком приблизно 1 м. Низ рулону зв'язують канатом, який кріплять до трактора (лебідки) і після попереднього натягування канату приступають до зрізання планок, що кріплять крайку рулону.

Після видалення планок, канат, що стягає рулон, повільно послабляють, і рулон, розпружинюючись, збільшується у діаметрі. Вільну зовнішню крайку рулону притискають до упорних куточків і електродуговими прихватками з'єднують із днищем. Подальше розгортання рулону роблять примусово трактором (лебідкою) за допомогою канату й тягової скоби, що приварюється до рулону на висоті 0,5 м (мал. 6.2,6). По мірі розгортання рулону полотнище стінки притискають до днища резервуара. Верхню крайку утримують спеціальними розчалками, що прикріплюються до приварних скоб. За один підхід рулон розгортають на 3-4 м, потім скобу переносять у нове положення і процес повторюють.

Елементи опорного кільця, кільцевих майданчиків і щити покриття покрівлі монтують краном по мірі розгортання полотнищ стінки. Прихвачування та приварку опорних елементів і кільцевих майданчиків роблять із начіпної колиски.

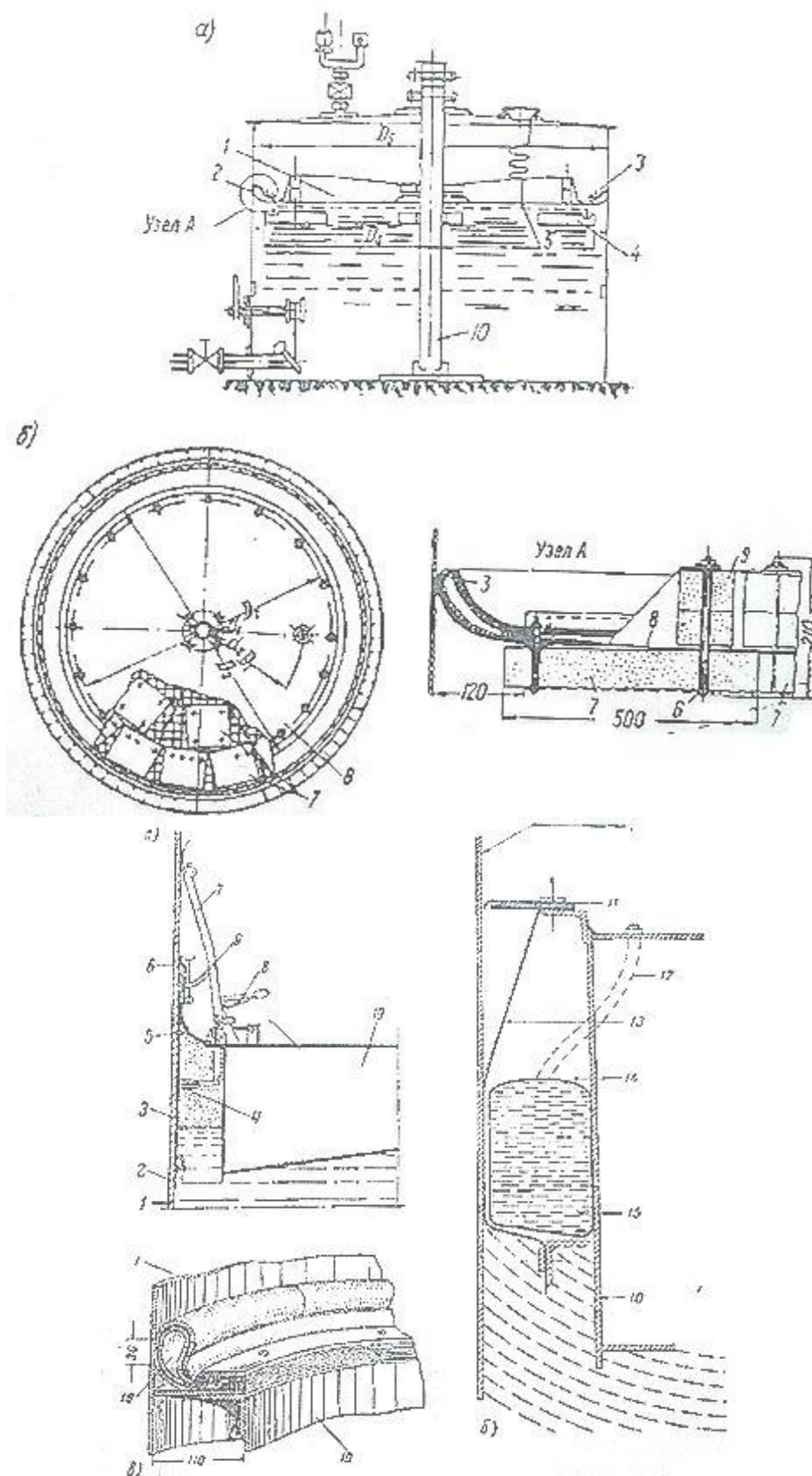
Щити обпираються на монтажну стійку у центрі, до якої їх тимчасово кріплять болтами, і встановлюють послідовно за годинниковою стрілкою. Перед встановленням замикаючого щита видаляють із резервуару каркас останнього рулону стінки. Для цього спочатку зрізають куточки-обмежники з піддону й витягують рулон. Нижню замикаючу крайку рулону тимчасово з'єднують електродуговими швами (прихватками) до днища й зрізують зварені шви, якими вертикальна крайка рулону була закріплена до стійок каркасу. Каркас, що звільнився, витягують краном через проріз у покритті. Замикаючий стик стінки зазвичай виконують внахлест. Для цього її нижню крайку звільняють від прихватки до днища й підтягують до початкової крайки стінки, щільно притискають один до одного по всій висоті за допомогою стяжних пристосувань і виконують прихвачування, після чого встановлюють замикаючий щит покрівлі, зварюють радіальні, а потім і кільцеві шви, раскружальюють покриття, виймають через центр тимчасову опору, укладають і приварюють центральний щит покрівлі.

У процесі складання й зварювання конструкцій резервуару систематично контролюють його геометричні розміри. Усі монтажні зварні з'єднання випробовують на щільність і вибірково - просвічуванням.

Змонтований резервуар випробовують наповненням його водою; гідравлічне випробування дозволяє перевірити щільність і міцність з'єднань усієї споруди.

Як зазначалося, великі резервуари в останні роки монтують із плаваючими кришками (понтонами), що дозволяє значно знизити втрати на випарювання при зберіганні продукту.

Особливістю великих резервуарів є наявність у верхній частині його корпусу кільця жорсткості, що несе також кільцевий перехідний майданчик, і кільцевих ребер жорсткості в середній його частині. Плаваюча кришка являє собою тонколистовий диск, по периферії якого розташований кільцевий понтон, що складається з герметичних коробів, які перешкоджають затопленню кришки. Для запобігання заклинювання (внаслідок нерівності стінки) діаметр плаваючої кришки на 0,4-0,6 м менше внутрішнього діаметру корпусу резервуара. Для ущільнення й забезпечення герметичності цього зазору застосовують механічні затвори, що забезпечують вільне переміщення даху по висоті стінок резервуара.



### 16.6. Монтаж резервуарів з плаваючими кришками. Їх особливості.

Монтаж резервуарів із плаваючими кришками має деякі особливості. Центральну частину плаваючих кришок (понтонів) збирають із рулонних заготовок. Відразу після монтажу днища резервуара кромки плаваючих дахів прихоплюють по периметру до днища

резервуара. Короба плаваючих дахів монтують після розгортання стінки резервуара таким чином, щоб їх основи розташовувалися у горизонтальній площині. Короба по мірі укладання прихоплюють один до одного та центральної частини плаваючої кришки. Короб зварюють із плаваючою кришкою після закінчення монтажу стінок і плаваючої кришки. Опорні стійки останньої монтують і тимчасово закріплюють після її підйому водою на певний рівень (1,5-2,0 м). Після зливу води стійки остаточно закріплюють.

Традиційна технологія монтажу стінок резервуара з рулонних заготовок, що розгортають у вертикальному положенні, для резервуарів місткістю 50 тис. м<sup>3</sup> і більше, має ряд недоліків: складність робіт з розгортання рулонів і формоутворенню крайок через велику висоту рулонів і товщину поясів стінки; підвищена трудомісткість і менша безпека припасування й приварки секцій кілець жорсткості та майданчиків формоутворення крайок полотнищ. Усі ці роботи доводиться виконувати на значній висоті, після встановлення полотнища в проектне положення.

Тому запропонована технологія монтажу резервуарів великої місткості розгортанням рулонів у горизонтальному положенні на ґратчастих кондукторах, що імітують поверхню стінки, з наступним підйомом кондуктора з розгорнутим на ньому рулоні стінки в проектне положення. Дана технологія дозволяє перенести значну частину монтажних і зварювальних робіт у зручні й безпечні наземні умови, сполучити складання елементів резервуара із загальнобудівельними роботами.

### **16.7.Монтаж резервуарів великої місткості за допомогою кондукторів. Випробування резервуарів.**

**Кондуктор** (мал.6.3) являє собою просторову конструкцію, що складається з кількох плоских ферм, з'єднаних прогонами й зв'язками. Верхні пояси ферм - криволінійні й виконані по внутрішньому радіусу резервуара, нижні - прямолінійні. Довжина верхнього поясу трохи більше довжини рулону, що розгортається. На нижньому поясі зовнішніх ферм встановлюють шарніри для повороту.

На розгорнутому й звареному днищі резервуара розмічають окружність, відповідну до внутрішнього діаметру резервуара. Краном встановлюють кондуктор у вертикальне положення так, щоб криволінійний пояс і розмічена на днищі окружність збігалися. Після встановлення та вивірки кондуктора приварюють поворотні шарніри до днища й потім опускають його у горизонтальне положення. Поруч із кондуктором встановлюють стенд для розгортання рулону. До рулону уздовж крайки приварюють трубу із сергами. Краном укладають рулон на стенд таким чином, щоб приварена труба знаходилась у безпосередній близькості до роликів стенда, що перешкоджають мимовільному розгортанню рулону.

До серег трубу кріплять канати від двох лебідок, що встановлюються з іншої сторони кондуктора. Канати від двох тракторів закріплюють на спеціальних патрубках, приварених по окружності з торців котушки. Канати кріплять до патрубків, що знаходяться у верхньому положенні, а запасування виконують таким чином, щоб створити обертальний момент, що утримує рулон від мимовільного розкручування при перерізанні планок, що кріплять. Перед початком розгортання натягують канати, що йдуть на лебідки й трактора, натягують і зрізають планки, починаючи з торця рулону, де стінки мають меншу товщину. Відпускаючи утримуючі канатні тяги, одночасно натягують тягові канати лебідок, роблячи розгортання рулону. Розгорнуте полотнище кріплять пластинами до елементів верхніх поясів рами, залишаючи вільні ділянки довжиною 3 м від країв полотнища для формоутворення крайок. Після формоутворення крайок підганяють і приварюють до полотнища секції кілець жорсткості, тимчасові стійки й вушка для наступного розкріплення піднятого полотнища, закріплюють канати дотягуючої гальмової системи і тимчасові розчалування. Потім гусеничним краном піднімають кондуктор і встановлюють на тимчасові опори для можливості приварки секцій кілець жорсткості, що виступають за один край полотнища; полотнище з кондуктором методом повороту краном встановлюють у проектне положення,

розкріплюють розчалюваннями й твердими підпірками із зовнішньої сторони резервуара й приварюють полотнище до днища.

Секції кілець жорсткості, що виступають за край раніше встановленого полотнища, приварюють до знову встановленого полотнища і до його кілець жорсткості. Кондуктор від'єднують від полотнища й переносять на наступну ділянку. Для оформлення вертикального стику до двох сусідніх полотнищ кріплять спеціальні притискні пристосування й роблять зварювання. Після монтажу останнього полотнища кондуктор витягують із резервуара за допомогою крану.

### 16.8. Основні характеристики та призначення газгольдерів.

*Газгольдери. Служать* для приймання, зберігання й видачі різних газів. Сферичні ємнісні споруди (резервуари та газгольдери) використовують для зберігання під тиском 0,25—1,80 Мпа легкозаймистих рідин, зріджених і стиснених газів. Сферична форма забезпечує краще сприйняття внутрішнього надлишкового тиску та рівномірну напругу в елементах конструкції. Резервуари (газгольдери) місткістю 2000 м<sup>3</sup> мають діаметр 16 м, масу близько 300 т при товщині оболонки до 36 мм. Виготовляють із маловуглецевої і низьколегованої сталі. ***Пелюстки необхідної кривизни виготовляють на заводах гарячим штампуванням або спеціальним вальцюванням і перед відправленням із заводів їх піддають контрольному складанню.***

### 16.9. Конструктивні рішення та технологічні методи монтажу газгольдерів, випробування.

Складання й зварювання сферичних резервуарів на монтажному майданчику проводять двома методами залежно від стану поставки пелюсток, числа резервуарів, що збираються, і наявності монтажного оснащення. ***По першому методу пелюстки збирають у блоки на шарнірно-хитному стенді з автоматичним зварюванням меридіальних швів. Півкулі або укрупнені блоки збирають на променевому стенді. Потім піднімають і встановлюють півкулі або блоки в проектне положення. Монтажні шви корпусу зварюють вручну, що знижує ефективність методу. При другому методі усі шви зварюють автоматичним зварюванням під шаром флюсу.*** На спеціальному складальному стенді збирають півсфери або укріплені блоки з пелюсток. Складання ведуть за допомогою стяжних пристосувань і вручну виконують лише підварочний шов. Півсфери встановлюють на спеціальний обертувач (маніпулятор), де автоматично зварюють меридіальні та кільцеві шви сферичного резервуару.

У вітчизняній практиці широко застосовують маніпулятори різних конструкцій, що забезпечують рівномірне обертання оболонки, а також збереження міцності й проектної герметичної форми. По ступеню зведення оболонки маніпулятори розділяють на два типи: з м'якою системою опираючої (наприклад, на гідравлічну, пневматичну тощо), таких, що застосовуються для складання тонкостінних оболонок (16-22 мм), та із жорсткою (з опираючими на сталеві або обрізні опорні котки).

Для зручності складання блоків застосовують трубчасту монтажну стійку, до кінців якої приварюють зібрані днище й купольну частину. Останню встановлюють на тимчасову нерухливу опору краном і, ретельно вивіривши, закріплюють канатами-розчалюваннями (мал. 6.4,а). На днище й купольну частину приварюють пластили-ловителі для встановлення укрупнених блоків. Оболонку резервуара збирають із 14 укрупнених блоків. Блоки краном встановлюють на ловителі днища й кріплять до купольної частини. Наступні блоки встановлюють по годинниковій стрілці. Після встановлення й закріплення блоку, що монтується, із зовнішньої сторони резервуара тимчасово підводять опорну стійку для передачі маси блоку на фундамент; блоки між собою з'єднують швами-прихватками. Для



збільшення жорсткості блоку всередині нього приварюють трубу, яку видаляють після монтажу. Робочим місцем при тимчасовому кріпленні блоків між собою спочатку складальними пристосуваннями, а потім одним шаром шва ручного зварюванням слугує повноповоротна коліска, що має можливість переміщуватися по дузі радіусом 8 м, у вертикальній площині - електролебідкою, а у горизонтальній - вручну.

Закінчивши складання й прихватку усіх блоків, через верхній купольний люк гусеничним краном виймають монтажну стійку. Потім монтують маніпулятор, забирають тимчасові опорні стійки й підготовляють резервуар до автоматичного зварювання на маніпуляторі. Автоматичне зварювання усіх меридіальних і кільцевих швів резервуара роблять на маніпуляторі, або поруч із резервуаром встановлюють шахтні сходи з горизонтальним майданчиком, до якого закріплюють кабінку зварника зі зварювальним автоматом. Після зварювання й контролю зварених швів за допомогою домкратів маніпулятора резервуар піднімають і встановлюють на знов змонтовані опорні стійки, оголовки яких приварюють до оболонки. Потім маніпулятор демонтують.

**При складанні в горизонтальному положенні** (мал. 6.46) кожні три пелюстки укрупнюють на стенді-кондукторі в блок. Перший блок встановлюють на нерухомі опори, оснащені роликами, або на роликоопорах маніпулятора, розташованого усередині фундаменту резервуара (газгольдеру). До видалення складальних пристосувань перші шість блоків з'єднують між собою ручним зварюванням одного шару шва зсередини, а сьомий і восьмий - зовні (щоб уникнути зварювання їх у стельовому положенні). Автоматичне зварювання всіх швів (зовні й зсередини) виконують на маніпуляторах аналогічно зварюванню резервуара при вертикальному способі монтажу.

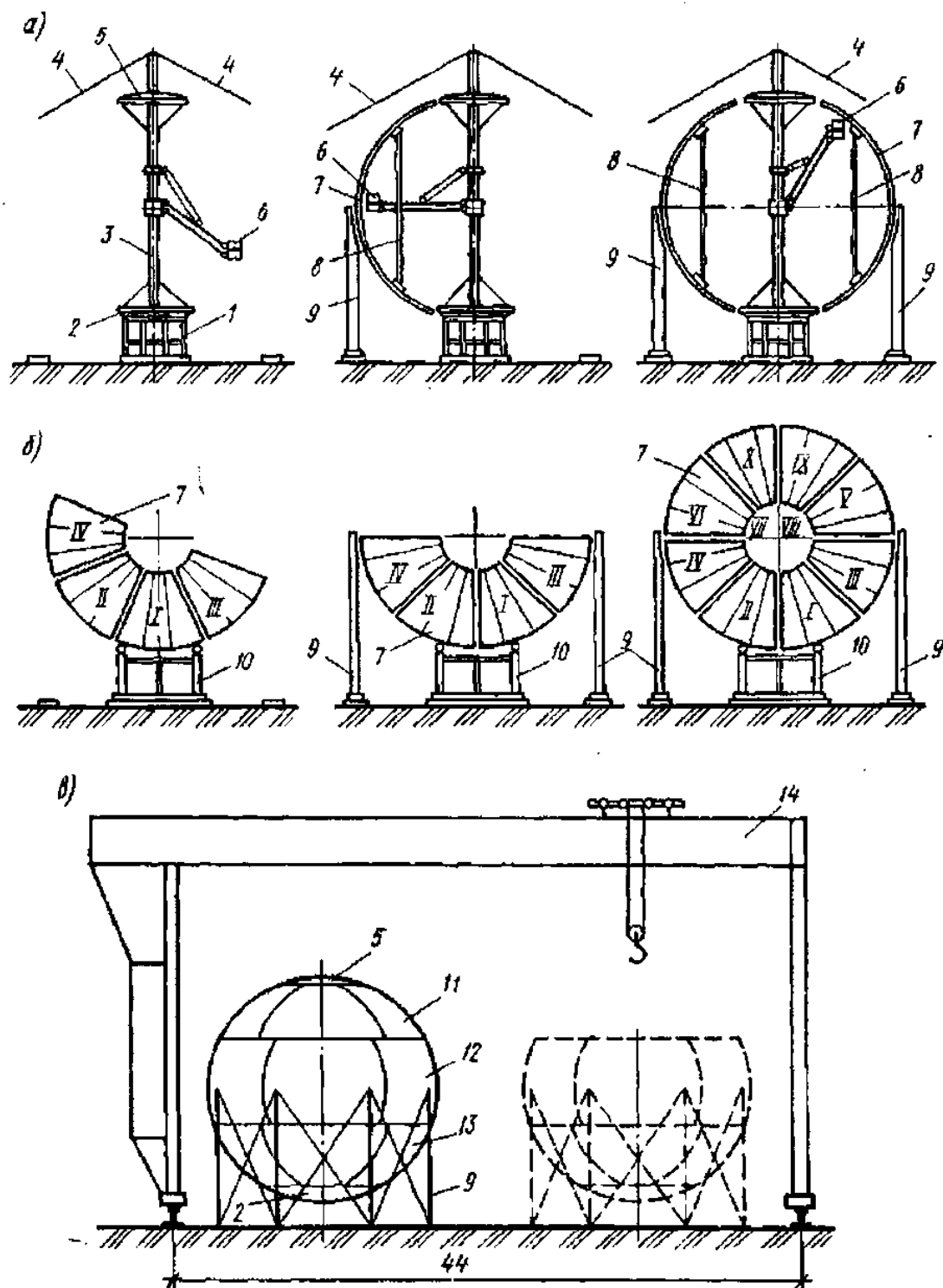


Рис. 6.4. Схемы сборки сферических резервуаров вместимостью 2000 м<sup>3</sup>;

а, б — из меридиональных блоков, в вертикальном и горизонтальном положениях; в — из укрупненных поясов, в горизонтальном положении; 1 — неподвижная опора манипулятора или временное опорное кольцо; 2 — днище резервуара; 3 — временная центральная стойка; 4 — расчалки; 5 — купол резервуара; 6 — полноповоротная подъемная люлька; 7 — меридиональные блоки оболочки резервуара; 8 — временная стойка жесткости; 9 — опорная стойка; 10 — манипулятор; 11 — верхний пояс; 12 — экваториальный пояс; 13 — нижний пояс; 14 — козловой кран; I...X — последовательность монтажа баков резервуара

Мал. 6.4. Схеми збірки сферичних резервуарів місткістю 2000 м<sup>3</sup>.

Монтаж у горизонтальному положенні з укрупнених поясів (мал. 6.4,в) дозволяє значною мірою сполучити роботи з укрупнення й монтажу резервуарів (газгольдерів).

Випробування сферичних ємнісних споруд, як правило, роблять водою після завершення всіх монтажних і зварювальних робіт, а також контролю якості зварених з'єднань. Спочатку резервуар повністю заповнюють водою, потім тиск підвищують до пробного, рівного 1,25 - 1,50 розрахункового тиску, і витримують при цьому тиску 10 хв.

### **16.10.Ізотермічні резервуари, їх конструктивні рішення та призначення.**

**Монтаж ізотермічних резервуарів.** В останні роки на нафтохімічних комбінатах країни для зріджених газів споруджують ізотермічні резервуари, що забезпечують зберігання газів при негативних температурах до  $-195^{\circ}\text{C}$  й тиску, близькому до атмосферного, що робить таке зберігання досить економічним і менш вибухонебезпечним у порівнянні зі зберіганням у газоподібному стані при високому тиску в сферичних резервуарах. Низька температура зберігання продукту обумовлює конструктивні особливості ізотермічних резервуарів: *застосування холодостійких сталей; збільшення висоти у порівнянні зі звичайними резервуарами; наявність подвійної стінки для розміщення теплоізоляції й відповідного фундаменту, що запобігає промерзанню ґрунту; облаштування анкерних кріплень.*

При спорудженні ізотермічних резервуарів застосовують наступні способи їх монтажу:

- полистовий з нарощуванням поясів,
- полистовий з підрощуванням поясів,
- укрупненими картами 4+12 м,
- індустріальний з рулонів заготовок,
- комбінований (такий, що поєднує монтаж з рулонних заготовок з листовим складанням).

## **Частина друга. Зразок курсового проекту та коментар до виконання**

**Розділ XVII.Монтаж будівельних конструкцій одне поверховий промислового будинку**

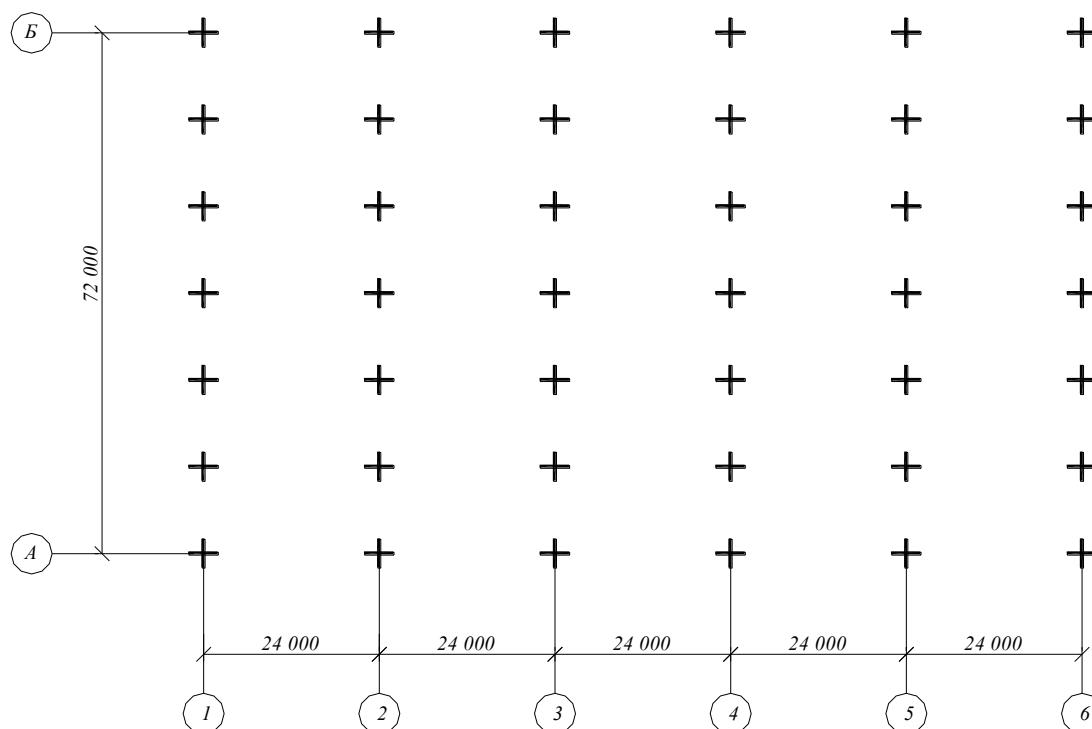
### **17.1.ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ**

#### **17.1.1. Загальні характеристики об'єкта**

Будівля з залізобетонним каркасом, п'яти пролетное, ширина прольоту - 24 м, довжина прольоту - 72 м. Крок зовнішніх і внутрішніх колон - 12 м. Промислова будівля з мостовим краном вантажопідйомністю 10/5 т. Відмітка верху колон 9,6 м.

Монтаж конструкцій проводиться з приоб'єктного складу. Відстань доставки збірних конструкцій до місця монтажу 15 км.

План на позначці 0,000



### 17.1.2. Характеристики монтуються конструкцій.

На основі схем в плані і розрізах виробляємо вибір збірних елементів конструкцій. За довідковими даними складаємо специфікацію монтажних елементів.

№ п/п	Найменування елемента	Размір, мм			Маса елемента, т	Номер захватки	Кількість шт.		Маса елемента на будівлю
		Довжина	Ширина	Висота			На захватку	На будівлю	
1.	крайня колона	10600	800	500	10,4	1, 5	13	26	145,6
2.	Середня колона	10600	800	500	11,8	1, 2, 3	13	52	330,4
3.	Прогін 6 м	11950	650	1400	10,0	1 – 5	6	60	600,0
4.	Ферма	24000	550	2250	11,0	1 – 5	13	65	385,0
5.	Плита покриття 3х6	6000	3000	450	3,7	1 – 5	48	240	1680,0

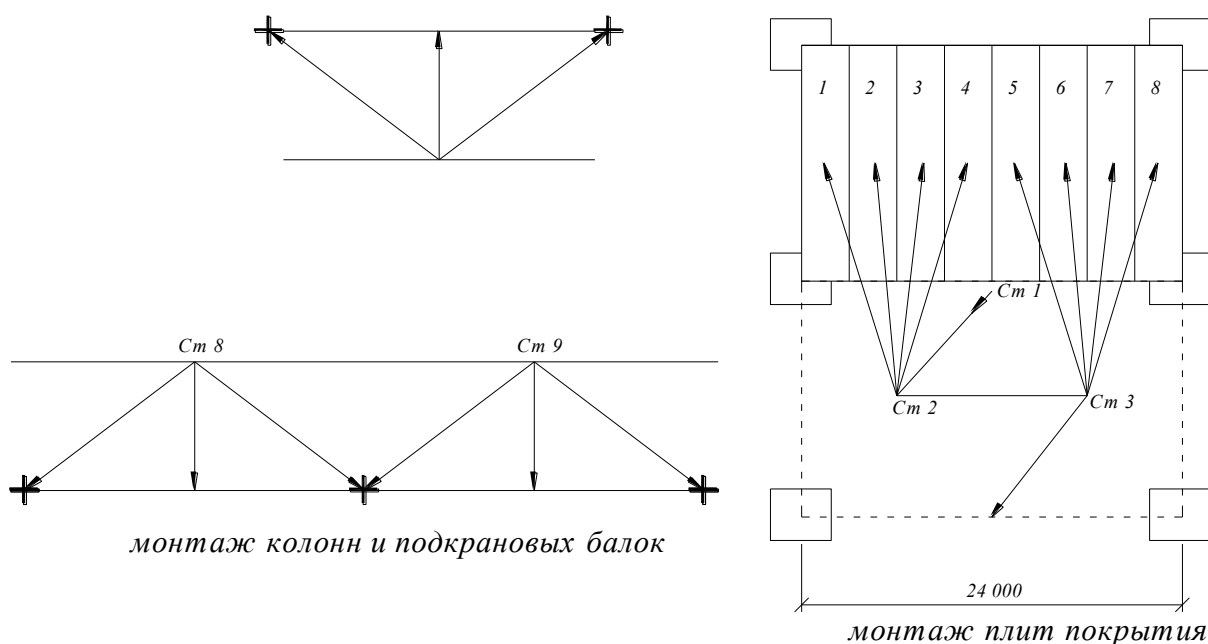
### 17.1.3. Основні принципи потокової організації робіт.

При потокової організації монтажних робіт не обходимо визначити можливість застосування різних методів монтажу в залежності від ступеня укрупнення монтажних одиниць перед підйомом, послідовності установки конструкцій елементів будівлі, конструктивних особливостей будівлі, роботи конструкцій в процесі монтажу, способи наведення конструкцій на опори, точності установки конструкцій на опори.

Для потокової організації процесу і забезпечення безпеки організації процесу будівля ділиться на монтажні ділянки і захватки. Мінімальна кількість захваток визначається кількістю одночасно виконуваних монтажних потоків, що становить спеціалізований потік. Розмір захваток визначається з умови створення фронту робіт, вимоги техніки безпеки, конструктивних особливостей будівлі.

Зазвичай розмір захваток при монтажі одноповерхових каркасних будинків повинна бути не менше двох прольотів і не більше довжини температурного відсіку.

На вибір типу захваток і схем руху монтажних кранів впливає характер розташування в плані технологічних ліній основного технологічного обладнання будівлі. При розташуванні ліній основного виробництва цеху уздовж прольотів застосовується поздовжня схема членування цеху на захватки; при поперечному розташуванні технологічних ліній будівля ділиться на поперечні захватки. Залежно від ширини прольотів будівлі застосовуються раціональні схеми руху монтажних кранів і місця їх стоянок при установці різних елементів збірних конструкцій. Проектована будівля розбиваємо на захватки 72 м, ширина - 24 м. Приймаються наступні раціональні схеми руху кранів і монтажу елементів конструкцій при роздільному комплексному методі:



## 17.2. ВИЗНАЧЕННЯ МОНТАЖНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗБІРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

### 17.2.1. Вибір стропи пристроїв і визначення монтажної маси елементів.

Специфікація стропи пристроїв.

№ п/п	Найменування пристрої	ескіз	Грузопод., т	Маса, т	Висота стропування,	призначення
1.	Траверса унифицированная		16	0,39	1,5	Установка колон, в яких передбачено стропувальних отвір
2.	Траверса ПК Промсталь конструкції		14	0,51	5	Установка підкранових балок довжиною 6 м.

	185					
3.	Траверса дистанційна Промсталь конструкції		17,5	0,65	3,5	Установка кроквяних ферм прольотом 18 м
4.	Траверса Промсталь конструкції		7	1,07	2,1	Установка плит покриття розмірами 3x6 м.

Монтажну масу елемента визначаємо за формулою:

$$Q_m = m_s + m_c + m_o, \text{ где:}$$

$$m_o = 0$$

$m_s$  - маса елемента,  $m_c$  - маса крокв пристроїв.

$$1. \text{ крайня колона} \quad Q_m = 10.4 + 0.39 = 10.79 \text{ (т).}$$

$$2. \text{ Середня колона} \quad Q_m = 11.8 + 0.39 = 12.19 \text{ (т).}$$

$$3. \text{ Підкранових балках} \quad Q_m = 4.05 + 0.51 = 4.56 \text{ (т).}$$

$$4. \text{ Ферма} \quad Q_m = 6.9 + 0.65 = 7.55 \text{ (т).}$$

$$5. \text{ плита покриття} \quad Q_m = 2.7 + 1.07 = 4.77 \text{ (т).}$$

### 17.2.2. Визначення монтажної висоти підйому крюка крана.

Висота підйому гака крана під рівнем установки крана при монтажі елементів конструкцій розраховується оп формулою:

$$H_n = h_0 + h_s + h_c, \text{ где:}$$

$h_0$  - висота опори, на которую устанавливаются монтируемый элемент, м;

$h_s$  - превышение нижней части монтируемых элементов под уровнем опоры перед опусканием его на проектную отметку, м;

$h_c$  - висота елемента в монтажному положенні;

$h_c$  - розрахункова висота крокв пристрою.

$$1. H_m = 10.6 + 0.5 + 1.5 = 12.6 \text{ м.}$$

$$2. H_m = 10.6 + 0.5 + 1.5 = 12.6 \text{ м.}$$

$$3. H_m = 5.4 + .5 + 1.4 + 5 = 12.3 \text{ м.}$$

$$4. H_m = 9.6 + 0.5 + 2.25 + 3.5 = 15.85 \text{ м.}$$

$$5. H_m = 9.6 + 2.25 + 0.5 + 0.45 + 2.1 = 14.9 \text{ м.}$$

Висота верхнього блоку стріли крана під рівнем його установки визначається за формулою:

$$H = H_m = h_n, \text{ где:}$$

$h_n$  - довжина вантажного поліспада крана.

Для крана вантажопідйомністю 20 т максимальна висота поліспада  $h_n = 2.66$  м.

$$1. H = 15.26 \text{ м.}$$

$$3. H = 14.96 \text{ м.}$$

$$5. H = 17.56 \text{ м.}$$

$$2. H = 15.26 \text{ м.}$$

$$4. H = 18.51 \text{ м.}$$

### 17.2.3. Визначення монтажного вильоту стріли.

Мінімальний виліт стріли крана (монтажний)  $L_m^{\min}$ , виходячи з умов виключають можливість торкання конструкції стріли крана найближчий межі монтируемого елемента, при установці будь-якої конструкції, може бути визначений за формулою:

$$L_m^{\min} = l_n + \frac{(b+l+c)(H-h_m)}{H_n+h_c}, \text{ где:}$$

$l_m$  - відстань від осі обертання крана до осі кріплення стріли крана, м;

$b$  - відстань по горизонталі від межі монтується зверненої до крана до вертикальної осі вантажного гака, м;

$c$  - мінімальний зазор між конструкцією стріли і конструкціями, що монтуються будівлі або монтуються елементами – 0,5 м;

$h_m$  - висота кріплення стріли під рівнем установки крана ( $h_m = 1.76$ ), м.

Для стрілового крана, вантажопідйомністю 20 т  $l_m = 1.42$  м;  $h_m = 1.76$  м. Мінімальний монтажний виліт стріли крана при установці плит покриття

$$L_m^{\min} = 1.42 + \frac{(3+0.5+0.5)(17.56-1.76)}{2.66+2.1} = 23.2 \text{ м.}$$

Мінімальній виліт стріли, виходячі з умов безпечного Наближення крана до осей колон, визначається для крайньої колони по формулі:  $L_m^{\min} = a+1+R_x = 0.8+1+4.4 = 6.2$  м;

для середньої колони:

$$L_m^{\min} = a/2+1+R_x = 0.8/2+1+4.4 = 5.8 \text{ м, где:}$$

$a$  - ширина колони, м;

$R_x$  - радіус задньої поворотної частини крана, м;

1 - зазор між поворотною частиною крана, м.

Для стрілового крана  $Q = 20$  т,  $R_x = 4.4$  м.

Максимальний виліт стріли крана визначається за формулою:

$$\text{- для крайньої плити: } L_m^{\max} = \sqrt{(L_m^{\min})^2 + \left(\frac{B_{np}-d}{2}\right)^2}, \text{ где:}$$

$B_{np}$ ,  $d$  - ширина прольоту і плити перекриття відповідно.

$$L_{m0}^{\max} = \sqrt{23.2^2 + \left(\frac{18-3}{2}\right)^2} = \sqrt{538.24-110.25} = 25.5 \text{ м.}$$

Відомість монтажних характеристик збірних елементів.

№ п/п	Монітуємий елемент	Маса, т			Виліт стріли по варіанту		Марки кранов по варіанту	
		Конструкції	Стропувальнихприсроїв	Монтажна	1	2	1	2
1.	Крайня колона	10,4	0,39	12,60	15	14	МКГ-25	ДЭК-2501
2.	Середня колона	11,8	0,39	12,60	15	14	МКГ-25	ДЭК-2501
3.	Підкранова балка	4,15	0,51	12,30	15	14	МКГ-25	ДЭК-2501

4.	Ферма	5,6	0,65	15,85	24	25	МКГ-40	СКГ-40
5.	Плита покриття	3,7	1,07	14,90	24	25	МКГ-40	СКГ-40

### 17.3. ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО ВАРІАНТА МОНТАЖА І КОМПЛЕКТОВ КРАНА

#### 17.3.1. Технологічні характеристики кранов.

№ п/п	Показник і одиниці вимірювання	Моделі кранів			
		МК Г-25	МК Г-40	ДЭК-2501	СК Г-40
1.	Грузопід'ємність основного крана, т	25	40	25	40
2.	$n$ - швидкість оберту крана, об./хв.	0,63	0,3	0,65	0,3
3.	$Q$ - грузопід'ємність транспортування кранов люд.-дн.	33	48	31	48
4.	$Q_m$ - тр-сть монтажу кранів, люд.-дн.	2,1	12	2,4	12
5.	$Q_g$ - тр-сть демонтажу кранів, люд.-дн.	1,5	8	1,8	8
6.	$C_{np}$ - інвентарні-розрахункова вартість, грн.	36600	59200	28700	51000
7.	$A$ - відсоток амортизаційних відрахувань, %	12,5	12,5	12,5	12,5
8.	$T_{z,cm}$ - нормативне число змін роботи крана в році	408	408	408	408
9.	$C_m$ - витрати на транспортування крана, грн.	36	53	36	408
10.	$C_{m,d}$ - витрати на монтаж і демонтаж крана, грн.	63	300	60	53
11.	$C_o$ - вартість енерговитрат, грн.	3,12	4,1	2,87	3,69
12.	$C_{cm}$ - вартість мастильних матеріалів, грн.	0,66	0,82	0,57	0,74
13.	$C_{z.o.}$ - витрати на утримання обслуговуючого персоналу крана, грн.	11,15	11,15	11,15	11,15
14.	$C_{m.o.}$ - витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт, грн.	22,60	24,60	22,60	24,60
15.	$V_n$ - швидкість підйому крана, м/мин.	3,78	2,61	5,1	3,15
16.	$V_o$ - швидкість опускання крана, м/мин.	4,04	2,61	6,03	3,15
17.	$V_{np}$ - швидкість пересування крана м / хв.	14,2	13,3	16,7	16,7

#### 17.3.2. Техніко-економічні показники оцінки варіантів монтажних кранів.

Вибір оптимального варіанту комплексу кранів визначається на підставі їх техніко-економічного порівняння за наступними показниками: тривалість монтажу будівлі, питома трудомісткість і собівартість монтажу, коефіцієнти використання кранів на вантажопідйомності до приведеними витратами.

##### 3.2.1. Тривалість монтажу конструкцій.



Для визначення тривалості монтажу крана знаходимо тривалість установки конструкцій кожним краном за формулою:

$$T_{np} = \frac{\sum t_u n_i}{60 T_{cm} R_g k_H}, \text{ де:}$$

$t_u$  - продовжительність циклу установки кожного сборного елемента;

$n_i$  - кількість однопролетних монтируемых елементів, шт.;

$T_{cm}$  - продовжительність робочої зміни (8,2 ч);

$R_g$  - коефіцієнт використання кранів в часі (для кранів з електричним приводом приймається рівним 0,85, з двигуном ВС – 0,75).

$k_H$  - коефіцієнт перевиконання норм 1.1.

тривалість циклу установки елемента конструкцій виражається формулою:

$$t_{u_i} = \left( \frac{H_{H_i}}{V_{H_i}} + \frac{H_{n_i}}{V_{o_i}} + \frac{\alpha_i}{180} \right) k_{om} k_c + \frac{S_i}{V_{H_i}} + t_{p_i}.$$

Відстань переміщення крана, що припадає на 1 елемент,  $S_i = l_i / N_i$ ,  $k_c = 0.75$ .

При монтажі приоб'єктного складу середній термін повороту крана при установці стропувальних ферм і плит покриття =  $90^\circ$ , а для всіх інших конструкцій -  $180^\circ$ .

### І варіант

У комплект кранів входять: МКГ25, яким монтують колони і підкранові балки.

МКГ40 - монтують ферми і плити покриття. Расстояние перемещения крана, приходящиеся на один элемент

$$S = \frac{L_i}{N_i} = \frac{219}{35} = 6.3.$$

Тривалість циклу установки елементів конструкцій.

$$\text{крайня колона } t_u = \left( \frac{12.6}{3.76} + \frac{12.6}{4.04} + \frac{180}{180 \cdot 0.63} \right) 1.5 \cdot 0.75 + \frac{6.3}{142} + 34 = 77.3 \text{ хв};$$

Середня колона  $t_u = 77.3$  хв;

Підкранова Середня колона балка

$$t_u = \left( \frac{12.3}{3.78} + \frac{12.3}{4.04} + \frac{180}{180 \cdot 0.63} \right) 1.5 \cdot 0.75 + 0.44 + 28 = 163.0 \text{ хв.}$$

Тривалість установки конструкцій

$$T_{кр} = \frac{77.3 \cdot 14 + 103 \cdot 18}{60 \cdot 8.2 \cdot 0.75 \cdot 1.2} = 7 \text{ змін.}$$

Відстань переміщення крана, що припадає на один елемент

$$S = \frac{204}{55} = 3.7.$$

Тривалість циклу установки елементів конструкцій:

$$T_{кр} = \frac{82 \cdot 7 + 45 \cdot 48}{60 \cdot 8.2 \cdot 0.75 \cdot 1.2} = 7 \text{ змін.}$$

$$\text{Ферма } t_u = \left( \frac{15.85}{2.61} + \frac{15.85}{2.61} + \frac{90}{180 \cdot 0.3} \right) 1.5 \cdot 0.75 + \frac{3.7}{13.3} + 33 = 82 \text{ хв.}$$

$$\text{плити покриття } t_u = \left( \frac{14.9}{2.61} + \frac{14.9}{2.61} + \frac{90}{180 \cdot 0.3} \right) 1.125 + \frac{3.7}{13.3} + 15 = 45 \text{ хв.}$$

### ІІ варіант

У комплект входять: ДЕК2501 і СКГ40.

Відстань переміщення крана, що припадають на один елемент

$$S = \frac{L_i}{N_i} = \frac{219}{35} = 6.3.$$

Тривалість циклу установки елементів конструкцій.

крайня колона  $t_{\text{ц}} = 75.2$  хв;

Середня колона  $t_{\text{ц}} = 75.2$  хв;

Підкранових балках  $t_{\text{ц}} = 101.0$  хв.

Тривалість установки конструкцій

$$T_{\text{кр}} = \frac{75.2 \cdot 14 + 101 \cdot 18}{60 \cdot 8.2 \cdot 0.75 \cdot 1.2} = 6.58 \approx 7 \text{ змін.}$$

Відстань переміщення крана, що припадає на один елемент  $S = \frac{204}{55} = 3.7$ .

Тривалість циклу установки елементів конструкцій:

$T_{\text{кр}} = 6$  змін.

Ферма  $t_{\text{ц}} = 73.5$  хв.

плити покриття  $t_{\text{ц}} = 38$  хв.

При визначенні загальної тривалості монтажу конструкцій не обходимо враховувати спільність роботи термінів в часі.

Так як в першому і в другому варіанті перший кран зайнятий на монтажі більше ніж другий, тобто  $T_2 > T_1$ , то загальна тривалість монтажу конструкцій на об'єкті визначається з виразу  $T = t_1 + T_2$ , де  $t_1$  і  $T_2$  – тривалість спільного монтажу конструкцій першим краном на першій захватці і роботи другого крана на об'єкті, змін:

Іваріант  $T^I = 7 + 7 \cdot 5 = 42$  зміни;

ІІваріант  $T^{II} = 7 + 6 \cdot 5 = 37$  змін.

### 17.3.2.2. Трудомісткість одиниці робіт.

Трудомісткість монтажу однієї тонни конструкцій  $g = \theta_0 / P_0$ , де:

$\theta_0$  - загальна трудомісткість монтажних робіт, люд.-дн. ;

$P_0$  - загальна маса монтується, т.

Загальна трудомісткість монтажних робіт визначається за формулою:

$$\theta_0 = \sum_{i=1}^n Q_{\text{тр.нр.}} + \sum Q_{\text{мэ.кр.}} + \sum Q_{m_i}, \text{ где:}$$

$Q_{m_i} = M_i \cdot T_{\text{нр.}i}$ , де:

$M_i$  - кол-во монтажників і машиністів при монтажі кожного комплекту конструкцій, люд.-дн. ;  $T_{\text{нр.}i}$  - тривалість установки комплекту змін.

#### Іваріант

$Q_i = 280$  люд.-дн.

$Q_{\text{мэ}} = 23.6$  люд.-дн./т

$Q_{m_i} = 81$  люд.-дн.

$P_0 = 3468$  т.

$$g = \frac{385}{3468} = 0.11 \text{ люд.-дн./т.}$$

#### ІІваріант

$Q_i = 255$  люд.-дн.

$Q_{\text{мэ}} = 24.2$  люд.-дн./т

$Q_{m_i} = 79$  люд.-дн.

$P_0 = 3468$  т.

$$g = \frac{358}{3468} = 0.1 \text{ люд.-дн./т.}$$

**17.3.2.3. Собівартість одиниці робіт.**

Собівартість установок однієї тонни збірних конструкцій визначається за формулою:

$C_c = C_0 / P_0$ , де:

$$C_0 = 1.082 \sum C_{\text{маш.-см.}} T_{\text{пр.і}} + 1.5 \sum Z_{m_i} T_{\text{пр.}};$$

$C_{\text{маш.-см.}}$  - собівартість машиносмени;

$T_{\text{пр.}}$  - тривалість роботи крана;

$Z_{m_i}$  - кошторисна зарплата ланки монтажу.

$$C_{\text{маш.-см.}} = \frac{C_m + C_{m_i}}{T_{\text{пр}}} + \frac{\Gamma}{T_{\text{пр}}} + C_{\text{г.э.}}, \text{ где:}$$

$\Gamma$  – річні амортизаційні відрахування,  $\Gamma = C_{\text{пр.А}} / 100$ .

$C_{\text{г.э.}} = C_{\text{з.о.}} + C_{\text{м.о.}} + C_{\text{зр.о.}} + C_{\text{э.}} + C_{\text{м.}}$ , где:

$C_{\text{з.о.}} + C_{\text{м.о.}} + C_{\text{зр.о.}}$  - витрати на утримання обслуговуючого кран персоналу.

**Іваріант.**

$$C_{\text{т.э.}} = 38.76 \text{ грн.} \quad \Gamma = 4975 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{маш.-см.}} = 64 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{т.э.}} = 42.3 \text{ грн.} \quad \Gamma = 7400 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{маш.-см.}} = 110.8 \text{ грн.}$$

**Іваріант.**

$$C_{\text{т.э.}} = 38.42 \text{ грн.} \quad \Gamma = 3587,5 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{маш.-см.}} = 60.92 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{т.э.}} = 41,82 \text{ грн.} \quad \Gamma = 6375 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{маш.-см.}} = 134,2 \text{ грн.}$$

Загальна вартість монтажних робіт:

Іваріант -  $C_0 = 6982,5$  грн.

Іваріант -  $C_0 = 6942,6$  грн.

Іваріант  $C_c = 6982,5 / 3468 = 2$  грн.

Іваріант  $C_c = 6992,6 / 3468 = 1,98$  грн.

**17.3.2.4. Коефіцієнт використання кранів за вантажопідйомністю.**

Середньозважений коефіцієнт вантажопідйомності комплексу кранів за варіантами.

$$K_2^{cp} = \frac{k_{r1} P_1 + k_{r2} P_2 + \dots + k_{rn} P_n}{P_1 + P_2 + \dots + P_n}.$$

Іваріант  $K_2^{cp} = 0.5$ .

Іваріант  $K_2^{cp} = 0.5$ .

Варіант	Марка крана	Тривалість маш.-зм	Питома трудомісткість, люд.-дн..	Питома собівартість, грн. / т	Коефіцієнт використання кранів за вантажоодіймістю
	МКГ25 МКГ40	42	0,11	2,013	0,5
I	ДЭК2501 СКГ40	37	0,1	2,00	0,5

Приймаємо другий варіант комплекту кранів. Економічну ефективність прийнятого варіанта визначаємо з різниці приведених витрат.

$$\Delta = (C_1 - C_2) + E(\kappa_1 - \kappa_2), \text{ где } E = 0,15.$$

Питомі капітальні вкладення розраховуються за формулою:

$$K = C_{пр.} / \Gamma \cdot P_{см}.$$

Іваріант

$$P_{см} = 51,2 \text{ т/см.}$$

МКГ25.

$$\kappa = 1,75 \text{ грн./т.}$$

$$P_{см} = 51,2 \text{ т/см.}$$

ДЭК2501.

$$\kappa = 1,37 \text{ грн./т.}$$

Шваріант

$$P_{см} = 59,0 \text{ т/см.}$$

МКГ40.

$$\kappa = 2,5 \text{ грн./т.}$$

$$P_{см} = 68,8 \text{ т/см.}$$

СКГ40.

$$\kappa = 1,8 \text{ грн./т.}$$

Питомі капітальні вкладення становлять:

$$\text{I варіант} \quad K_1 = 4,25.$$

$$\text{Шваріант} \quad K_2 = 3,17.$$

Економічний ефект прийнятого варіанта:

$$\Delta = (2 - 1,98) + 0,15(0,5 - 0,5) = 0,02 \text{ грн.}$$

#### 17.4. ТЕХНОЛОГІЯ УСТАНОВКИ ЗБІРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ

Загальні вимоги, що пред'являються до технології монтажу, розробляють для прийнятого варіанта. Вони містять рішення по підготовці підстав безпечної послідовності монтажу, забезпечення стійкості окремих конструкцій і частин будівлі, застосування інструментів і пристосувань.

##### 17.4.1. Установка колони.

Монтаж колони починають після влаштування бетонної підготовки під підлоги. Установку колон ведуть за допомогою стрілових кранів методом «повороту» або «ковзання». Перед підйомом, на чотири грані колони наносять осьові ризики. На довгі колони навішують підмостки. При установці колон стежать за тим, щоб їх осі відмічені ризиками на гранях з осями, збігалися з мітками на гранях склянок фундаментів.

Верхні межі монтованих колон повинні мати позначки збігаються з відмітками опорних поверхонь балок або ферм. Ставлення в довжині колони компенсується товщиною шару розчину, що укладається на дно кожного стакана. Після перевірки колони теодолітом і нівеліром, їх закріплюють в склянці фундаменту за допомогою кондукторів.

#### 17.4.2. Установка підкранових балок.

Підкранові балки монтують в одному потоці з колонами або слідом за ними після перевірки відміток і положення опорних майданчиків підкранових консолей колон. Їх встановлюють по рейках на балках і консолях колон з тимчасовим кріпленням болтами. Після вивірки правильності положення балок закладні деталі зварюються.

#### 17.4.3. Установка кроквяних ферм.

Монтують після остаточного закріплення колон і підкранових балок. Рекомендується монтувати з транспортних засобів.

Встановлюють відразу в проектне положення, поєднують осьові ризики на їх торцях з ризиками на опорних площадках колон.

Для тимчасового кріплення застосовують спеціальні пристосування. Після підйому і установки першу ферму раскрепляют розпірками, а наступні кріплять за допомогою спеціальних розпірок. Знімають їх після установки і приварювання панелей покриття.

#### 17.4.4. Установка плит покриття.

Плити покриття монтують після перевірки і повного закріплення встановлених кроквяних ферм. Монтаж плит покриття рекомендується проводити слідом за установкою чергової кроквяної ферми. Укладання плит виробляється від краю до краю ферми.

Плити приварюють до закладних деталей і звільняють від сторін тільки після зварювання в трьох точках, потім, замоноличивають стики.

### 17.5. ВИБІР І РОЗРАХУНОК ПОТРЕБИ В ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБАХ.

Збірні конструкції доставляють з приоб'єктного складу. Кількість транспортних засобів визначають за формулою:

$$N_m = P / \Pi_{\circ} \cdot A \cdot T .$$

Експлуатаційна продуктивність одиниці транспорту в зміну визначається за формулою:

$$\Pi_{\circ} = T_{cm} Q k_n k_e / t_1 + 2S / V_{cp} + t , \text{ где:}$$

A – число змін роботи в добу;

T – тривалість монтажних робіт;

P – маса всіх конструкцій, що перевозяться одним транспортним засобом;

$k_b = 0,7 \dots 1$ ;  $t_1, t_2$  – час на вантаження за один рейс;

$S = 15$  км;  $k_n = P_n / Q$ .

$V_{cp} = (V_r + V_n) / 2$  - середня швидкість руху машини в обидва кінці, км / год.

Расстояние от завода изготовителя до места разгрузки  $S = 18$  км,  $A = 2$ ,  $k_e = 0.8$ .  
кількість конструкцій, що монтуються на одній захватці;

$$N_m = \frac{n}{N_k} , \text{ где:}$$

n - кількість конструкцій, що монтуються на одній захватці;

$N_k$  - кількість конструкцій, що перевозяться одним панелевозом за  $T_{np}$  роботи.

Транспортні засоби для перевезення збірних ЖБК.

№ п/п	Найменування конструкції	Маса конструкції	Транспортні засоби та їх характеристики			
			Марка	Число перевезених конструкцій	Вантажопідйомність, т	Коефіцієнт використання вантажопідйомності
1	Крайня колона	10,4	УПП-1212	1	12	0,86
2	Середня колона	11,8	УПП-1212	1	12	0,98
3	Підкранових балках	10,0	УПП-1212	1	12	0,83
4	Ферма	11,0	ПФ-2024	1	20	0,56
5	Плити покриття	7,0	УПП-1412	2	14	1,00

$N_k = T_{np} \cdot N_p$ , где  $N_p$  - кількість механізмів за 1 зміну.

$N_p = T_{cm} / t$ ,  $T_{cm} = 8.2$  ч;

$t$  - витрати часу на 1 ходку.

$t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$ .

1. При установці колон крайнього ряду:

$t = 3$  ч.

$N_k = 7 \cdot 2 = 14$  шт.

$N_p = 8.2 / 3 = 2.7$  рази за зміну  $N_z = 7 / 14 = 0.5$ , приймаємо 1 напівпричепа.

При доставці колон середнього ряду:

$t = 3$  ч.

$N_k = 7 \cdot 2 = 14$  шт.

$N_p = 8.2 / 3 = 2.7$  рази за зміну  $N_z = 7 / 14 = 0.5$ , приймаємо 1 напівпричепа.

3. При доставці підкранових балок:

$t = 3$  ч.

$N_k = 7 \cdot 3 = 21$  шт.

$N_p = 8.2 / 3 = 2.7$  рази за зміну  $N_z = 7 / 21 = 0.3$ , приймаємо 1 напівпричепа.

4. При доставці ферм:

$t = 3$  ч.

$N_k = 12$  шт.

$N_p = 8.2 / 3 = 2.7$  рази за зміну  $N_z = 0.58$ , приймаємо 1 напівпричепа.

При доставці плит покриття:

$t = 2.5$  ч.

$N_k = 36$  шт.

$N_p = 8.2 / 2.5 = 3.28$  рази за зміну  $N_z = 1.3$ , приймаємо 2 напівпричепа.

## 17.6. ПОТОКОВОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ МОНТАЖУ ЗБІРНИХ КОНСТРУКЦІЙ

### 17.6.1. ТЕХНІЧНІ РОЗРАХУНКИ.

До складу спеціалізованого потоку монтажу конструкцій в оптимальному варіанті можуть бути спеціалізовані приватні потоки:

- монтаж першого комплекту конструкцій;

- монтаж другого комплекту конструкцій;
- пристрій стиків конструкцій першого комплексу робіт;
- пристрій стиків конструкцій другого комплексу робіт.

Основні параметри потоку - число приватних потоків і число захваток ( $m$ ), ритм потоку ( $k$ ) крок потоку ( $K_0$ ), тривалість спеціалізованого потоку ( $T_{п}$ ).

Параметри будівельного потоку розраховують в такій послідовності.

1. В залежності від прийнятих методів і схем монтажу визначають число приватних потоків, що входять в комплексний процес монтажу (спеціалізований потік).

2. Визначають просторову структуру спеціалізованого потоку - число захваток. При цьому необхідно дотримуватися умова.

3. Розраховують ритм, крок потоку, тривалість приватних і спеціалізованих потоків, а так же склад показників відповідно до рекомендованими в ЕНіР.

№ п/ п	Найменування процесу	од. вим.	Норма часу за ЕНІР		Номери захваток з рівним об'ємом										
			людина-годину	машино-годину	Обсяг робіт на захватку	1, 3, 5				2, 4					
						Трудомісткість, люд.-дн.		Ритм, год		Обсяг робіт на захватку	Трудомісткість, люд.-дн.		Ритм, год		
						нормативна	прийнята	нормативна	прийнята		нормативна	прийнята	нормативна	прийнята	
1	Монтаж крайніх колон	шт.	7,9	1,5	7	52	246	6	1,09						
2	Монтаж середніх колон	шт	11	2,2	7	7			7	1,6					
3	Монтаж підкранових балок	шт.	11	2,2	18	198	82	3	4,02						
4	монтаж ферм	шт.	11	2,2	7	7			1,6	7	77	82	3	2	
5	Монтаж плит покриття	шт.	7,5	1,5	48	60			7,31	48	360				

Коментар до виконання курсової роботи

Курсова робота виконала у відповідності до видання завдання. Тема роботи розкрити цілком достаточо.



### 17.7. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ МОНТАЖНИХ РОБІТ

Забезпечення безпеки виробництва монтажних робіт слід враховувати на стадії проектування.

Вантажопідіймальні крани та захватні пристосування допускаються до експлуатації тільки після їх реєстрації та технічного огляду.

### 17.8. ПОТРЕБА В МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНИХ РЕСУРСАХ

На підставі виконаних розрахунків і прийнятих рішень визначають потребу в монтажних машинах, обладнанні і т.д.

Найменування	Марка	Технічні характеристики	Кількість
кран	ДЭК251	Виліт стріли - _____	1
кран	СКГ40	Вантажопідйомність 25 т.	1
траверса	ПА 2032-13	Виліт стріли - _____	2
траверса		Вантажопідйомність 25 т.	1
траверса		Вантажопідйомність 10 т, маса 0,18 т, висота 1 м.	1
траверса		Вантажопідйомність 16 т, маса 0,33 т, висота 1,5 м.	1
траверса		Вантажопідйомність 12 т, маса 0,94 т, висота 3,2 м.	
тягач	МА335155	Вантажопідйомність 17,6 т, маса 0,81 т, висота 3,5 м.	1
причіп	УПП 1212	Вантажопідйомність 7 т, маса 0,2 т, висота 2,1 м.	1
	УПП 1412		1
	ПФ 2024		2

Потреба в матеріалах і напівфабрикатах.

п/ п	Найменування	Марка	од. вим.	Кіл-сть
	Колони крайні і середні, бетонлісоматеріали	М – 300	м <sup>3</sup>	19,8
				26,4
	Підкранові балки, електроди	Э-42	кг	20
	Ферми покриття, електроди	Э-42	кг	105,3
	Плити покриття, електроди	Э-42	кг	172,8
	Пол, бетонлісоматеріали	М – 300	м <sup>3</sup> м <sup>3</sup>	33,5
				0,05

#### 17.9. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ

Для загальної характеристики проекту з урахуванням прийнятих рішень визначають техніко-економічні показники комплексного процесу монтажу збірних конструкцій будівлі.

- Тривалість монтажних робіт (по циклограмме з урахуванням суміщення процесів в часі).

- трудомісткість одиниці продукції.

- Собівартість одиниці продукції.

- Вироблення на людину за день в фізичному еквіваленті.

Вироблення робочого в зміну:

$$V = P_0 / \theta_0 = 3468 / 358.2 = 9.68 \text{ т/чел.}$$

#### КОМЕНТАР ДО ВИКОНАННЯ ПРОЕКТУ

Відповідно до індивідуальним завданням при введенні план і розріз будівлі з зазначенням основних розмірів і відміток прольотів, секцій, а також загальну характеристику конструктивних елементів. Схеми завдання в плані і розрізах виконують на папері формату А-4. Ці схеми потім використовують при виконанні наступних розділів проекту, вказують умови будівництва та інші вихідні дані, наведені в завданні

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Золотухин Н.А. Методические указания для выполнения курсового проекта «Монтаж строительных конструкций». Харьков, 1993.

2. Н.В. Беспалов и др. «Конспект лекций с курса «Технология возведения зданий и сооружений». Сумы.-2002, 96 с., ил.

3. Н.В. Беспалов и др. «Конспект практический работ с курса «Технология возведения зданий и сооружений». Сумы.-2002, 48 с

4. Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидат технічних наук «Вдосконалення технології улаштування та ремонту плоских покрівель із бітумно-полімерних матеріалів». Жван В.В. – ХДТУБА, 2002.

5. Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидат технічних наук «Удосконалення технології улаштування та ремонту похилих покриттів суміщеного типу». Семеніхіна В.П. – ХДТУБА, 2007.

6. Кровельные системы. Материалы и технологии. – М.: ООО «Стройин-форм» Издательство «Феникс», 2006. – 636 с.

7. Савйовский В.В., Болотських О.М. Ремонт і реконструкція громадських будинків. Харків: Ватерпас. - 2002.- 284 с.
8. СНиП III-4-80\*. Техника безопасности в строительстве. М.: Стройиздат, 2005. – 158 с.
9. Технологія будівельного виробництва. За редакцією, В.К. Черненко, М.Г. Ярмоленка – К.: Вища школа, 2002, - 356 с.
10. Технологія будівельного виробництва. Ателев, Данилов і ін. Москва «Стройиздат» 2001 р.
11. Технологія й організація монтажу спеціальних споруджень Афонин І.А. і ін. М: «Вища школа». 2002 р.
12. Організація, планування й керування сільським будівництвом: приклади розрахунку. Анюховский, Погребняк. Москва “Колосся” 2001 р.
13. Технологія зведення будинків і споруджень. Пищаленко. Київ, «Вища школа» 2001.
14. Монтаж будівельних конструкцій. Швиденко. Москва, «Вища школа», 2001.
15. Загальбудівельні роботи. Норми, розцінки й правила. Голсусов. Київ «Будівельник», 2003.
16. Єдині норми й розцінки на будівельні, монтажні й ремонтно-будівельні роботи. Сб. §4 Москва «Стройиздат», 2002.
17. Г.С. Касаев «Технологія зведення будинків і споруджень» Москва, 2004 р.
- 18 «Технологія зведення будинків і споруджень». В.І. Теличенко, О.М. Терентьев, А.А. Лapidус. Москва «Вища школа» 2004 р.

## Зміст

### Вступ

#### Частина перша. Методи потокового будівництва.

#### **Розділ I. Введення в дисципліну. Основні положення будівельного виробництва.**

- 1.1. Які структурні зміни відбуваються сьогодні в будівництві.
- 1.2. Розподіл будівельних об'єктів за призначенням
- 1.3. Розподіл будівельних об'єктів за розташуванням у просторі.
- 1.4. Розподіл об'єктів за об'ємно-планувальними і конструктивними характеристиками. Технологічні особливості їх зведення.

#### **Розділ II. Загальні положення технології зведення будівель та споруд.**

- 2.1. Основні фактори, які впливають на методи зведення будівель та споруд.
- 2.2. Основні конструктивні рішення будівель, їх вплив на технологію зведення.
- 2.3. Основні технології зведення будівель зі збірних конструкцій.
- 2.4. Ступінь розчленовування й послідовність процесів.
- 2.5. Поточно-стендовий і конвертерний методи монтажу, їх особливості та переваги.
- 2.6. Напрямок монтажу будівель.
- 2.7. Комплексна механізація при зведенні будівель та споруд.

#### **Розділ III. Потокові методи ведення робіт. Технічна документація у будівництві.**

- 3.1. Існуючі методи будівництва будівель та споруд.
- 3.2. Особливості потокового методу будівництва, його переваги.
- 3.3. Існуючі періоди в розвитку будівельного потоку.
- 3.4. Поділ будівельних потоків за структурою, за характером ритмічності.
- 3.5. Існуючі параметри будівельного потоку.
- 3.6. Існуючі технологічні документації в будівництві. Що являє собою ПОС, ППР, їх склад і зміст.

#### **Розділ IV. Технологія зведення земляних споруд. Виймки та насипи.**

- 4.1. Загальні поняття про земляні споруди, класифікація їх за призначенням.
- 4.2. Які технологічні процеси виконуються при обладнанні земляних споруд.
- 4.3. Тимчасове кріплення траншей та котлованів.
- 4.4. Закриті способи розробки ґрунту (прокол, продавлювання, щитова проходка тощо).
- 4.5. Зміцнення ґрунтів (електрохімічний метод, термічний метод, цементация, силікатизация, бітумізація, кольматація та глинізація).

#### **Розділ V. Зведення земляних споруд, котлованів, траншей та гідромеханізація.**

- 5.1. Технологічні особливості при обладнанні котлованів та траншей.
- 5.2. Основні технологічні процеси при обладнанні траншей та котлованів.
- 5.3. Рациональне формування комплектів машин.
- 5.4. Якість виконання робіт при обладнанні котлованів та траншей.
- 5.5. Сутність розробки ґрунту гідромеханізованим способом, недоліки і переваги.

#### **Розділ VI. Технологія зведення підземних споруд методом «стіна в ґрунті».**

- 6.1. Сутність методу.
  - 6.2. Класифікація заглиблених споруд, зведених методом «Стіна в ґрунті» по призначенню, конфігураціях стосовно водопору.
  - 6.3. Основні технологічні процеси, виконувані при зведенні споруд методом «Стіна в ґрунті»
  - 6.4. Основні способи будівництва стін у ґрунті.
  - 6.5. Тиксотропні розчини, механізми й пристосування, що застосовуються.
  - 6.6. Конструкції з монолітного залізобетону, методи обладнання й бетонування.
  - 6.7. Конструкції зі збірного залізобетону, технологічні процеси, виконувані при зведенні.
  - 6.8. Обладнання протифільтраційних завіс методом «Стіна в ґрунті»
- Розділ VII Зведення підземних споруд опускним методом.**

- 7.1. Сутність методу.
  - 7.2. Необхідні умови для посиленого заглиблення колодязя.
  - 7.3. Метод зменшення сил тертя на бічних поверхнях колодязя при його заглибленні.
  - 7.4. Конструктивні рішення, основні технологічні методи обладнання монолітних залізобетонних колодязів зі збірних залізобетонних конструкцій.
  - 7.5. Методи опускання колодязів у ґрунт.
  - 7.6. Заглиблення опускних колодязів способом задавлювання.
- Розділ VIII Технологія зведення фундаментів глибокого закладення.**

- 8.1. Коротка характеристика, застосування.
  - 8.2. Обладнання ґрунтових бурових опор.
  - 8.3. Технологія зведення опор з тонкостінних оболонки методом загвинчування, вібрування та вдавнення.
  - 8.4. Кесонний метод обладнання фундаментів, сутність методу.
  - 8.5. Основні технологічні процеси при спорудженні кесонів.
  - 8.6. Охорона праці при обладнанні фундаментів глибокого закладення.
- Розділ XIV Транспортні та підготовчі процеси**

- 9.1. Загальна характеристика.
- 9.2. Класифікація вантажів по фізичним характеристикам.
- 9.3. Види транспорту за переміщенням вантажів.
- 9.4. Що таке вантажообіг, вантажопотік.
- 9.5. Рейковий транспорт.
- 9.6. Безрейковий транспорт.
- 9.7. Обладнання автомобільних доріг.
- 9.8. Спеціальний будівельний транспорт.
- 9.9. Підготовчі роботи.

**Розділ X. Зведення будівель методом підйому поверхів та перекриттів.**

- 10.1. Особливості методу (значення, у чому полягає).
- 10.2. Основні переваги методу підйому поверхів і перекриття.
- 10.3. Специфіка будівель, що зводяться (які будівлі за розміром в плані, конструктивні особливості, ядро жорсткості).
- 10.4. Послідовність робіт початкового періоду зведення будівлі (коротка послідовність виконання робіт, два варіанти з підвальним перекриттям та без нього).
- 10.5. Специфіка конструкцій, що приймаються (перетин колон, їх довжина, монтажні колони, плити перекриття, товщина, конструктивні рішення, ядра жорсткості, посилення жорсткості).

10.6. Опалубка для бетонування ядер жорсткості (ковзна, переставна, змішана об'ємно-блокова з внутрішньої сторони і крупно-щитова із зовнішньої).

10.7. Технологія виготовлення плит перекриттів (конструктивні елементи, розділовий шар, черговість виконання робіт, канали для переднапруги, вакуумування).

10.8. Технологія підйому перекриття. Підйомники, принцип роботи (вантажопідйомність від 10 до 350 тон, вага конструкції 1200 - 1800 тон, кількість - 24-36 штук)

10.9. Послідовність провадження робіт по підйому плит.

10.10. Механізація зведення будівель.

10.11. Технологія робіт при підйомі поверхів (три схеми проходки крану, послідовність виконання робіт за конструктивами, процес підйому, закріплення плити покриття .)

## **Розділ XI. Технологія монтажу промислових будівель легкого та середнього типу**

11.1. Особливості, що характеризують монтаж будівель та споруд.

11.2. Основні критерії вибору методів організації монтажу.

11.3. Методи монтажу конструкцій різних будівель.

11.4. Попереднє укрупнення конструкцій.

11.5. Підйомо-монтажне устаткування.

11.6. Послідовність і методи монтажу: роздільний, комплексний, змішаний, переваги та недоліки методів.

11.7. Технологія монтажу одноповерхових промислових будівель із залізобетонним каркасом.

11.8. Технології монтажу одноповерхових промислових будівель з металевим каркасом.

## **Розділ XII. Зведення будівель у ковзаючій опалубці**

12.1. Коротка характеристика застосування, його переваги, особливі умови використання.

12.2. Основні конструктивні рішення ковзаючої опалубки, матеріали та устаткування, що застосовуються, послідовність збірки.

12.3. Особливості встановлення та монтажу опалубки на будівельному об'єкті.

12.4. Технологія приведення опалубки у рух, механізми, що застосовуються, та особливості контролю руху опалубки.

12.5. Матеріали, що використовуються при конструктивному бетонуванні, методи подачі бетонних сумішей і обладнання арматурних каркасів, послідовність руху опалубки.

12.6. Технологічна послідовність при спорудженні об'єктів.

12.7. Методи обладнання міжповерхових перекриттів.

## **Розділ XIII. Монтаж багатоповерхових промислових будівель**

13.1. Технологічні характеристики монтажних прямолінійних будівель.

13.2. Основні способи монтажу будівель.

13.3. Монтажні механізми, що застосовуються.

13.5. Технологічні особливості монтажу з використанням одиночних і групових кондукторів.

13.6. Технологія монтажу конструкцій з використанням рамно-шарнірного індикатору.

13.7. Технологія монтажу багатоповерхових промислових будівель з безбалковими перекриттями.

13.8. Технологічні особливості обробки монтажних стиків і технологія перевірки якості при монтажі багатоповерхових промислових будівель.

#### **Розділ XIV Зведення будівель з арочним та купольним покриттям**

14.1. Загальні положення, де застосовуються арочні та купольні покриття, їх основні конструктивні рішення.

14.2. Механізми та пристосування при монтажі арочних та купольних покриттів промислових і цивільних будівель.

14.3. Технологія облаштування залізобетонних збірних і монолітних арочних покриттів.

14.4. Технологія облаштування сталевих і дерев'яних арочних покриттів.

14.5. Коротка характеристика купольних покриттів, що застосовуються, їх конструктивні схеми.

14.6. Технологія облаштування ребристих, ребристо-кільцевих і сітчастих куполів.

#### **Розділ XV. Зведення висотних інженерних споруд**

15.1. Основні конструктивні рішення висотних будівель, що впливають на технологію їх спорудження.

15.2. Механізми та пристосування, що застосовуються.

15.3. Технологія зведення висотних будівель, послідовність будівництва.

15.4. Технологічні особливості зведення висотних будівель при сталевому та змішаному каркасі.

15.5. Технологія зведення веж і щогл.

15.6. Технологія зведення веж-труб.

15.7. Технологія зведення градирень і щоглово-баштових споруд енергетики.

15.8. Монтаж висотних споруд із застосуванням вантажопідйомних засобів повітроплавання.

#### **Розділ XVI Технологія зведення наземних резервуарів**

16.1. Наземні металеві ємнісні споруди, що застосовуються для зберігання нафти, нафтопродуктів, газів.

16.2. Удосконалення конструктивних рішень вертикальних циліндричних резервуарів, їх перелік.

16.3. Будівельно-технологічні характеристики резервуарів, їх місткість, укрупнення конструкцій методом рулонування.

16.4. Технологічна послідовність монтажу циліндричних резервуарів. Основи, днища, стінки та криші.

16.5. Механізми, що застосовуються, пристосування електрозварювальної апаратури.

16.6. Монтаж резервуарів з плаваючими кришками. Їх особливості.

16.7. Монтаж резервуарів великої місткості за допомогою кондукторів. Випробування резервуарів.

16.8. Основні характеристики та призначення газгольдерів.

16.9. Конструктивні рішення та технологічні методи монтажу газгольдерів, випробування.

16.10. Ізотермічні резервуари, їх конструктивні рішення та призначення.

#### **Частина друга. Зразок курсового проекту та коментар до виконання**

**Розділ XVII. Монтаж будівельних конструкцій одне поверховий промислового будинку**

**17.1. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ**

17.1.1. Загальні характеристики об'єкта

17.1.2. Характеристики монтуються конструкцій.

17.1.3. Основні принципи потокової організації робіт.

**17.2. ВИЗНАЧЕННЯ МОНТАЖНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗБІРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ**

17.2.1. Вибір стропи пристроїв і визначення монтажною маси елементів.

17.2.2. Визначення монтажною висоти підйому крюка крана.

17.2.3. Визначення монтажного вильоту стріли.

**17.3. ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО ВАРІАНТА МОНТАЖА І КОМПЛЕКТОВ КРАНА**

17.3.1. Технологічні характеристики кранов.

17.3.2.3. Собівартість одиниці робіт.

17.3.2.4. Коефіцієнт використання кранів за вантажопідйомністю.

**17.4. ТЕХНОЛОГІЯ УСТАНОВКИ ЗБІРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ**

17.4.1. Установка колони.

17.4.2. Установка підкранових балок.

17.4.3. Установка кроквяних ферм.

17.4.4. Установка плит покриття.

**17.5. ВИБІР І РОЗРАХУНОК ПОТРЕБИ В ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБАХ.****17.6. ПОТОКОВОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ МОНТАЖУ ЗБІРНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

17.6.1. ТЕХНІЧНІ РОЗРАХУНКИ.

**17.7. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ МОНТАЖНИХ РОБІТ****17.8. ПОТРЕБА В МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНИХ РЕСУРСАХ****КОМЕНТАР ДО ВИКОНАННЯ ПРОЕКТУ****ЛИТЕРАТУРА**



**Теліченко Олександр Іванович  
Нагорний Микола Васильович**

# **Зведення і монтаж будівель та споруд**

Навчальне видання