

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
імені Володимира Даля

**КАФЕДРА БУДІВНИЦТВА, УРБАНІСТИКИ ТА ПРОСТОРОВОГО ПЛАНУВАННЯ**

## **КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

з дисципліни

«Сучасні технології зведення монолітних об'єктів міського господарства»

*(для здобувачів вищої освіти спеціальності G19  
Будівництво та цивільна інженерія)*

*(Електронне видання)*

Затверджено  
на засіданні кафедри  
будівництва, урбаністики та  
просторового планування  
протокол №6 від 27.01.2026

Київ 2026

## УДК 693.95

Конспект лекцій з дисципліни «Сучасні технології зведення монолітних об'єктів міського господарства», (для здобувачів вищої освіти спеціальності G19 «Будівництво та цивільна інженерія») (Електронне видання)/ Уклад.: П.Є. Уваров. - Київ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2026. - 144 с.

Методичне видання спрямоване на вивчення і засвоєння студентами самостійно теоретичних основ з дисципліни «Сучасні технології зведення монолітних об'єктів міського господарства» для здобувачів вищої освіти спеціальності G19 «Будівництво та цивільна інженерія» всіх форм навчання.

Конспект лекцій, охоплює широкий спектр тем, вивчення яких є обов'язковим для фахівців зі спеціальності "Будівництво та цивільна інженерія": огляд сучасного досвіду з використання технологій монолітного будівництва; питання проектування й виконання будівельних процесів зі зведення монолітних будівель та інженерних споруд з нормованим рівнем якості на основі вивчення ефективних методів технології та організації праці, що базуються на сучасних поданнях про впливи на вихідну будівельну продукцію.

Укладачі: П.Є. Уваров – к.т.н., доцент кафедри БУПП

Рецензент: М.В. Білошицький – к.т.н., доцент

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| <b>ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ</b>   | 5  |
| <b>ТЕМА 1. АРМУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ В УМОВАХ СУЧАСНОГО МОНОЛІТНОГО БУДІВНИЦТВА</b>         | 6  |
| 1.1. Загальні відомості   | 6  |
| 1.2. Призначення арматури та її види  | 6  |
| 1.3. Арматурні вироби   | 8  |
| Питання для самоконтролю  | 10 |
| <b>Тема 2. ВИДИ АРМУВАННЯ ТА СПОСОБИ З'ЄДНАННЯ АРМАТУРИ</b>                             | 11 |
| 2.1. Загальні положення   | 11 |
| 2.2. Види армування   | 12 |
| 2.3. Індустріальне виробництво арматурних робіт   | 16 |
| Питання для самоконтролю  | 19 |
| <b>Тема 3. АРМАТУРНІ РОБОТИ НА БУДІВЕЛЬНОМУ МАЙДАНЧИКУ</b>                              | 20 |
| 3.1. Виконання арматурних робіт в умовах будівельному майданчику                        | 20 |
| 3.2. Особливості монтажу арматурних каркасів  | 28 |
| 3.3. Контроль якості арматурних виробів і робіт   | 31 |
| Питання для самоконтролю  | 35 |
| <b>Тема 4. СУЧАСНІ ОПАЛУБНІ СИСТЕМИ</b>   | 36 |
| 4.1. Призначення і показники опалубки   | 36 |
| 4.2. Основні типи опалубок  | 37 |
| Питання для самоконтролю  | 37 |
| <b>ТЕМА 5. ОСНОВНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВІТЧИЗНЯНИХ І ЗАРУБІЖНИХ ОПАЛУБНИХ СИСТЕМ</b> | 43 |
| 5.1. Основні технологічні показники опалубних систем                                    | 43 |
| 5.2. Дрібнощитова опалубка  | 48 |
| 5.3. Опалубка рам   | 51 |
| 5.4. Великощитова опалубка  | 53 |
| 5.5. Опалубка перекриттів   | 58 |
| Питання для самоконтролю  | 63 |
| <b>Тема 6. КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ БЛОЧНОЇ ТА ОБ'ЄМНО-ПЕРЕСТАВНОЇ ОПАЛУБОК</b>        | 64 |

|   |     |
|---|-----|
| 6.1. Блочна опалубка  | 64  |
| 6.2. Об'ємно-переставна (тунельна) опалубка                               | 66  |
| Питання для самоконтролю  | 68  |
| <b>Тема 7. ТРАНСПОРТУВАННЯ, ПОДАВАННЯ І РОЗПОДІЛ БЕТОННОЇ СУМІШІ</b>      | 69  |
| 7.1. Загальні положення   | 69  |
| 7.2. Транспортування бетонної суміші в автобетонозмішувачах               | 73  |
| 7.3. Подавання бетонної суміші вантажопідіймальними механізмами           | 77  |
| 7.4. Трубопровідний транспорт для переміщення бетонної суміші             | 81  |
| 7.5. Укладання бетонної суміші за допомогою стрічкових конвеєрів          | 89  |
| 7.6. Укладання бетонної суміші за допомогою вібраційних конвеєрів         | 96  |
| 7.7. Загальні вимоги до процесу укладання бетонної суміші                 | 97  |
| Питання для самоконтролю  | 99  |
| <b>ТЕМА 8. СПОСОБИ Й ВИМОГИ ДО УКЛАДАННЯ І УЩІЛЬНЕННЯ БЕТОННОЇ СУМІШІ</b> | 100 |
| 8.1. Організація деформаційних й робочих швів                             | 100 |
| 8.2. Розташування та улаштування робочих швів                             | 101 |
| 8.3. Ущільнення бетонної суміші   | 103 |
| Питання для самоконтролю  | 106 |
| <b>ТЕМА 9. ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ УЩІЛЬНЕННЯ БЕТОННОЇ СУМІШІ</b>             | 107 |
| 9.1. Призначення та суть процесів ущільнення і вібрування                 | 107 |
| 9.2. Вібратори для ущільнення бетонної суміші                             | 108 |
| 9.3. Підвищення ефективності ущільнення бетонної суміші                   | 111 |
| Питання для самоконтролю  | 116 |
| <b>ТЕМА 10. СПЕЦІАЛЬНІ СПОСОБИ БЕТОНУВАННЯ</b>                            | 117 |
| 10.1. Бетонування методом "стіна в ґрунті"                                | 117 |
| 10.2. Роздільний спосіб бетонування                                       | 118 |
| 10.3. Безвібраційні способи бетонування                                   | 120 |
| 10.4. Торкретування і набризк-бетон. Вакуумування                         | 121 |
| 10.5. Вакуумування бетону   | 123 |
| Питання для самоконтролю  | 126 |
| <b>ТЕМА 11. ТЕХНОЛОГІЇ БЕТОНУВАННЯ ПІД ВОДОЮ</b>                          | 127 |
| 11.1. Застосування технологій та способи виконання                        | 127 |

|  |     |
|--|-----|
| 11.2. Спосіб труб, що вертикально переміщуються (ВПТ)                          | 127 |
| 11.3. Спосіб (метод) висхідного розчину (ВР)                                   | 128 |
| 11.4. Спосіб втрамбування бетонної суміші (ВБС)                                | 129 |
| 11.5. Укладання бетонної суміші в мішках                                       | 130 |
| Питання для самоконтролю   | 130 |
| <b>ТЕМА 12. ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ</b>                       | 131 |
| 12.1. Загальні відомості   | 131 |
| 12.2. Схеми розташування забивних паль   | 132 |
| 12.3. Улаштування набивних та буронабивних паль                                | 133 |
| Питання для самоконтролю   | 136 |
| <b>ТЕМА 13. МЕТОДИ ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК З ВИДАМИ ОПАЛУБОК</b>       | 137 |
| 13.1. Класифікація сучасних методів зведення та їх відповідність виду опалубки | 137 |
| 13.2. Зведення будівель методом підймання поверхів                             | 139 |
| Питання для самоконтролю   | 142 |
| <b>РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА</b>  | 144 |

## ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Поточний стан будівництва вимагає використовувати нові архітектурні і конструктивні рішення для зведення монолітних будівель та споруд з урахуванням нових досягнень науки і техніки. В зв'язку з цим необхідно розробляти сучасні технології для здійснення такого будівництва.

Міське будівництво потребує проектування і впровадження нових технологічних рішень, щодо зведення монолітних об'єктів міського господарства. Для реалізації цих завдань потрібні спеціалісти. Тому вивчення курсу "Сучасні засоби зведення монолітних об'єктів міського господарства", в програмі підготовки спеціалістів, є необхідним.

**Мета вивчення дисципліни** - формування у студентів знань про сучасні способи зведення монолітних будівель та інженерних споруд, навчити обґрунтуванню і вмінню ефективно використовувати сучасні методи технології та організації праці, щодо зведення монолітних об'єктів міського господарства. Розвинення навиків самостійно вибирати технологічні рішення в монолітному будівництві.

**Предмет вивчення дисципліни** - сучасні технологи, методи організації праці та засоби механізації, що використовують у сучасному монолітному будівництві.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен знати структуру і зміст будівельних процесів відповідно до видів робіт при зведенні монолітних і збірно-монолітних будівель та споруд; матеріально-технічні ресурси; способи виконання процесів у різних умовах будівельного виробництва; методику проектування і вимоги до їх практичної реалізації.

Вміти визначати конкретний склад процесів зведення і кожну операцію, що входить до їх складу; вибирати і обґрунтовувати методи виконання процесу і засоби механізації; розробляти технологічні карти, визначити трудовитрати, потрібну кількість робітників, матеріалів, виробів, механізмів; а також, здійснювати контроль, щодо вимог і якості робіт.

## **ТЕМА 1. АРМУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ В УМОВАХ СУЧАСНОГО МОНОЛІТНОГО БУДІВНИЦТВА**

### **План**

- 1.1. Загальні відомості
- 1.2. Призначення та види арматури
- 1.3. Арматурні вироби

#### **1.1 Загальні відомості**

Особливості монолітного залізобетону значною мірою визначає раціональне армування. Обираючи різновид арматури для монолітних конструкцій, беруть до уваги особливості роботи цих конструкцій, їхні розміри та конфігурацію, а також технології і способи організації робіт щодо зведення монолітних будівель і споруд. Призначаючи методи армування враховують технологічність влаштування, що визначає трудомісткість, обсяги немеханізованої праці, інтенсивність виконання робіт.

У складі комплексного процесу виконання конструктивних елементів будівлі частка арматурних робіт становить 17...30 % від вартості і 15...25 % від трудомісткості. Аналіз витрат праці на арматурні роботи свідчить про те, що до 15 % загальної трудомісткості робіт припадає на операції по збиранню і зварюванню арматури, із них приблизно 60 % робіт виконується вручну.

У залізобетонних конструкціях арматуру розташовують у розтягнутій зоні для сприйняття розтягуючого напруження. Сполучення бетону і сталевих арматур забезпечує високу міцність конструкції при стиску, розтягу й вигині. У деяких випадках арматуру використовують для посилення бетону проти стискуючих зусиль для сприйняття усадочних, температурних, транспортних та інших тимчасових і постійних навантажень.

#### **1.2. Призначення арматури та її види**

Арматура залізобетонних конструкцій класифікується за призначенням, за умовами роботи та за способом виготовлення.

*За призначенням* арматуру розподіляють на робочу, яка сприймає, головним чином, розтягувальні зусилля, що виникають в процесі експлуатації конструкцій; розподільну - для розподілу зусиль між робочою арматурою, закріплення стрижнів у каркасі й забезпечення їхньої спільної роботи; монтажну - для забезпечення проектного положення окремих стрижнів під час складання плоских і просторових каркасів; хомути - для сприйняття поперечних зусиль і запобігання косим тріщинам у бетоні.

*За умовами роботи* арматуру розподіляють на ненапружену й напружену, за *способом виготовлення* - на стрижневу й дротяну. Стрижнева й дротяна арматури можуть бути гладкою й періодичного профілю. Виокремлюють такі різновиди стрижневої арматури: гарячекатана (класів А-I; А-II; А-III; А-IV; А-V), термічно зміцнена (класів Ат-IV; Ат-V; Ат-VI), зміцнена витяганням (класів А-Пв і А-Шв).

Дротяну арматуру розподіляють так: арматурний дріт із низьковуглецевої сталі круглий класу В-I і періодичного профілю Вр-I, із вуглецевої сталі (високоміцна) круглий класу В-II і періодичного профілю Вр-II; арматурні пасма і канати.

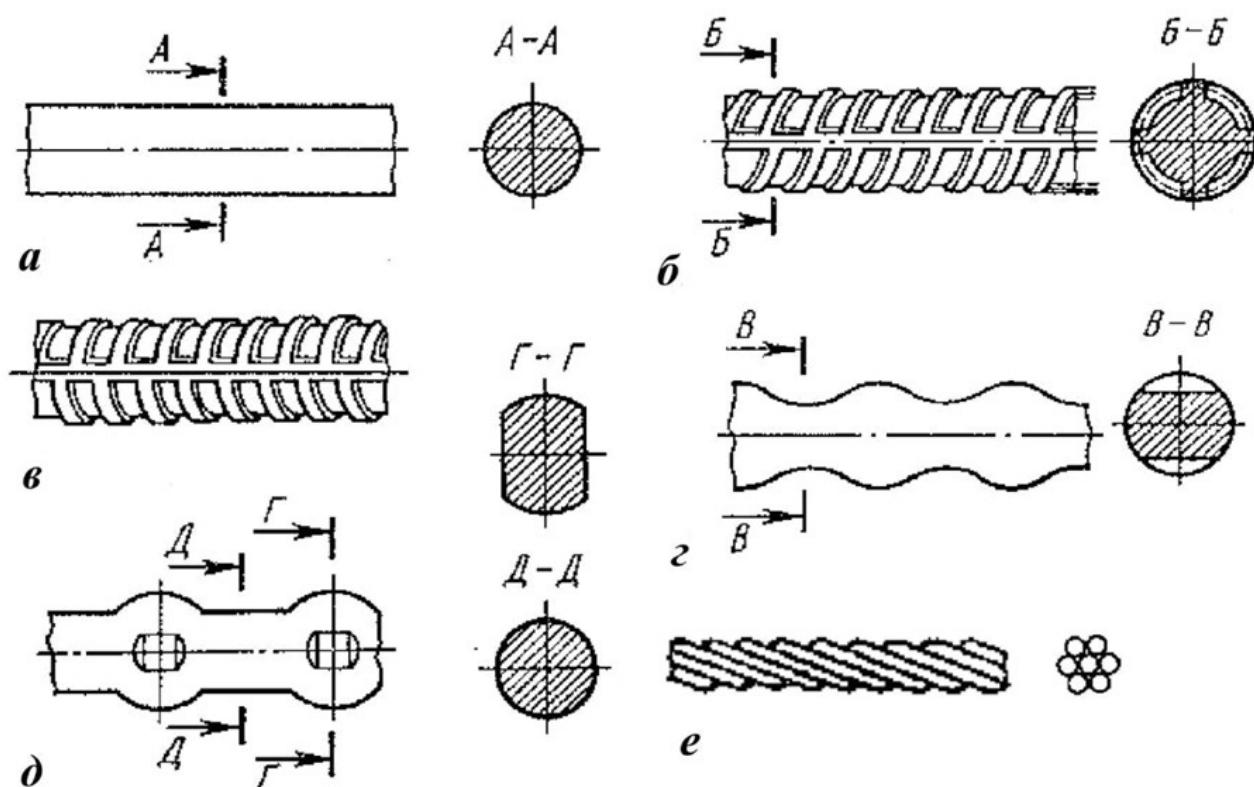
Арматурні сталі класів А-I, А-II, А-III, В-I, Вр-I використовують як ненапружену арматуру в звичайних і попередньо напружених конструкціях. (рис. 1.1)

Марки сталі містять умовні позначення їхнього хімічного складу. Буквами позначають метали, що входять до складу сталі. Перші цифри в марці показують середній вміст вуглецю в сотих частках відсотка, цифри праворуч від букви - середній вміст металів у відсотках.

Арматурні сталі класів А-I (А240с), А-II, А-III (А400с), В-I, Вр-I використовують як ненапружену арматуру в звичайних і попередньо напружених конструкціях.

Високоміцну арматуру гарячекатану класу А-V марок 80С, 20ХГ2Ц, 23Х2Г2Т, термічно зміцнену класів Ат-IV, Ат-V, Ат-VI застосовують у

попередньо напружених конструкціях. Робочу арматуру в попередньо напружених конструкціях застосовують у вигляді пасом канатів і стержнів.



**Рисунок 1.1 - Профілі арматури:** а - гладка кругла; б, в - гарячекатана періодичного профілю, класів А-ІІ й А-ІІІ; г, д - сплющений дріт; е - пасмова семидротова.

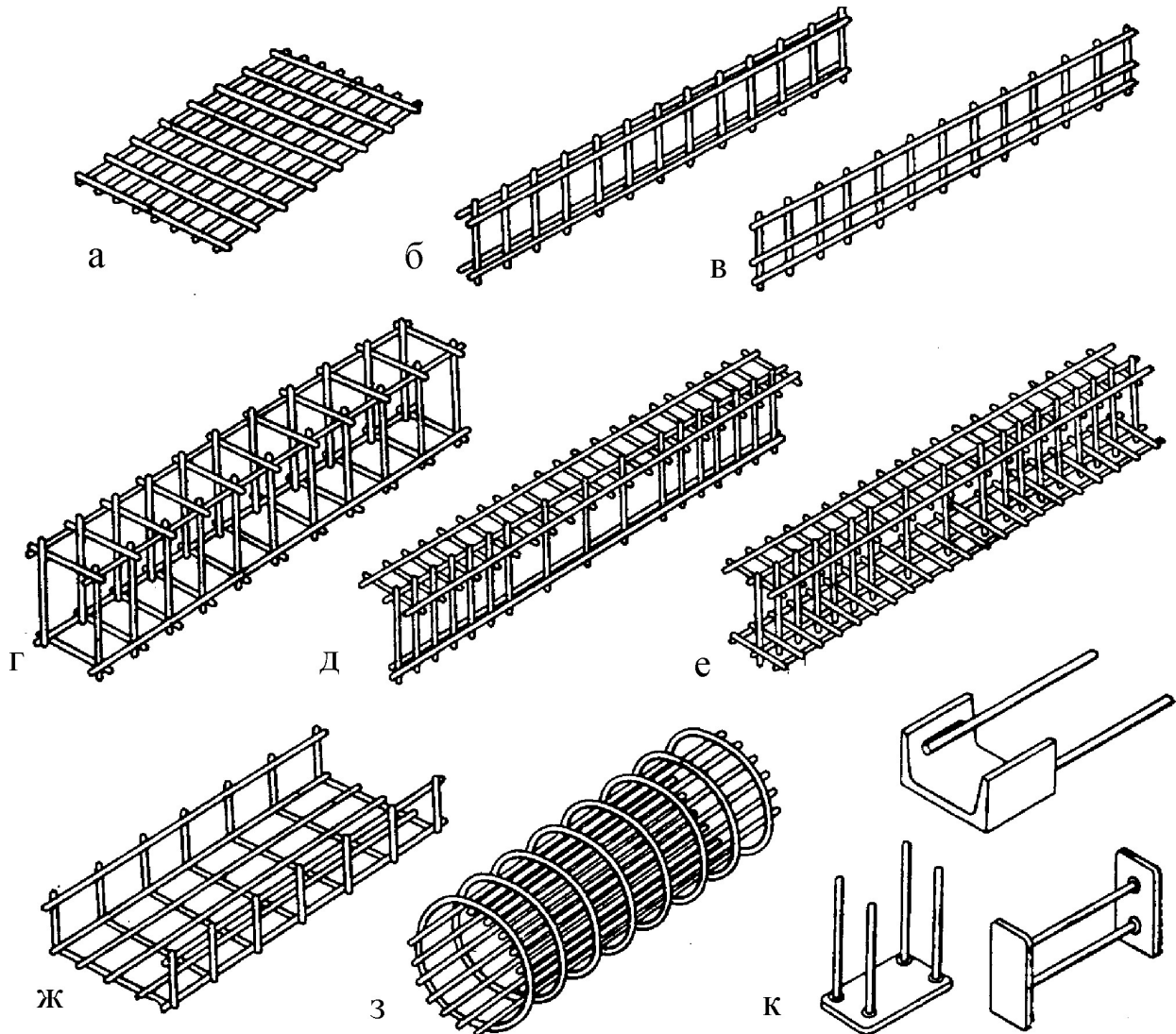
### 1.3. Арматурні вироби

Залізобетонні конструкції армують арматурними виробами заводського виробництва; плоскими й гнутими сітками, плоскими й просторовими каркасами й різними типами закладних деталей (рис. 1.2.).

Деякі арматурні вироби уніфіковані, а їхнє виробництво централізоване. До них відносять важкі й легкі сітки. їх виготовляють у вигляді плоских елементів і в рулонах. Довжина плоских сіток - до 9 м, рулонні сітки виконують шириною від 1 до 3,8 м і масою рулону від 900 до 1300 кг.

Каркаси збирають з уніфікованих важких і легких сіток і стержнів у вигляді замкнутих, прямокутних і криволінійних конструкцій, а також зі змінним перерізом за довжиною. Криволінійними каркасами армують спеціальні конструкції

(наприклад, палі, труби). Їх виготовляють намотуванням і зварюванням арматури у вигляді спіралі по утворюючих поздовжніх стержнях. Металеві закладні деталі різної конфігурації виконують зі сталевих пластин, до яких приварюють анкерні стержні. За допомогою анкерних стержнів деталі закріплюють у бетоні. Допускається кріплення закладної деталі в бетоні без стержнів шляхом зварювання з робочою арматурою.



**Рисунок 1.2 – Різновиди арматурних виробів:** а - плоска сітка; б, в - плоскі каркаси; г - просторовий каркас; д - просторовий каркас із тавровим перерізом; е - теж саме, із двотавровим перерізом; ж - гнута сітка; з - теж саме, із криволінійним перерізом; к - закладні деталі

Зведення вертикальних конструкцій, фундаментів, стін, колон та ін. пов'язане з виконанням великого обсягу арматурних робіт. Їх армують просторовими чи плоскими каркасами.

Процес монтажу таких виробів передбачає такі технологічні операції: розвантаження і подача виробів у зону роботи крану, установка в проектне положення та з'єднання стиків зварюванням, перевірка якості робіт та здача до наступних робіт.

### **Питання для самоконтролю.**

1. Які фактори потрібно враховувати обираючи різновид арматури для монолітних конструкцій ?
2. Що включає поняття технологічність влаштування монолітних конструкцій ?
3. Приведіть класифікацію арматури за призначенням
4. Розкрийте поняття арматурних виробів заводського виробництва
5. Які різновиди арматурних виробів існують у сучасному будівництві ?

## **Тема 2. ВИДИ АРМУВАННЯ ТА СПОСОБИ З'ЄДНАННЯ АРМАТУРИ**

### **План**

- 2.1. Загальні положення
- 2.2. Види армування
- 2.3. Індустріальне виробництво арматурних робіт

### **2.1. Загальні положення**

Для монолітних залізобетонних конструкцій вид армування вибирають з урахуванням особливостей роботи цих конструкцій, їх розмірів і конфігурацій, технології і організації робіт. При виборі метода армування приймають до уваги технологічність улаштування арматурного заповнення, що визначає степінь трудовитрат, кількість немеханізованого труда, інтенсивність виконання робіт.

Трудомісткість виготовлення і економічність залізобетонних конструкцій залежать від прийнятих рішень щодо армування конструкцій. У загальному циклі робіт армування конструкцій складає 17...30% вартості й 15...25% трудомісткості. Аналіз витрат праці на арматурні роботи показує, що до 15% загальної трудомісткості робіт припадає на операції збирання і зварювання арматури, із них близько 60% робіт виконується вручну. Резерв ефективності робіт у цій області складає більше 10% загальних трудовитрат.

В якості арматури використовують сталь, волокна із пластмас, скла, базальту й органічних матеріалів.

Арматуру виготовляють у вигляді дроту з низьковуглецевої сталі гладкого і періодичного профілю, дроту з вуглецевої сталі для армування попередньо напружених конструкцій, термічно й механічно зміцненої сталі періодичного профілю, сталевих арматурних канатів, прокату та ін.

У малоповерховому будівництві може бути використана неметалева арматури (бамбук, лоза та ін.), відпрацювання деревообробної промисловості й

сільськогосподарської продукції. Закордонний досвід свідчить про високу ефективність використання нетрадиційних матеріалів для армування. Застосування органічних матеріалів з метою армування являє собою одну з можливостей скорочення витрат металу на ці потреби.

## **2.2. Види армування**

Монолітні залізобетонні конструкції армують окремими стержнями, сітками або каркасами.

Армування окремими стержнями виконують у виняткових випадках при невеликих обсягах армування, а також, коли конструктивне рішення не дозволяє застосувати інший вид армування.

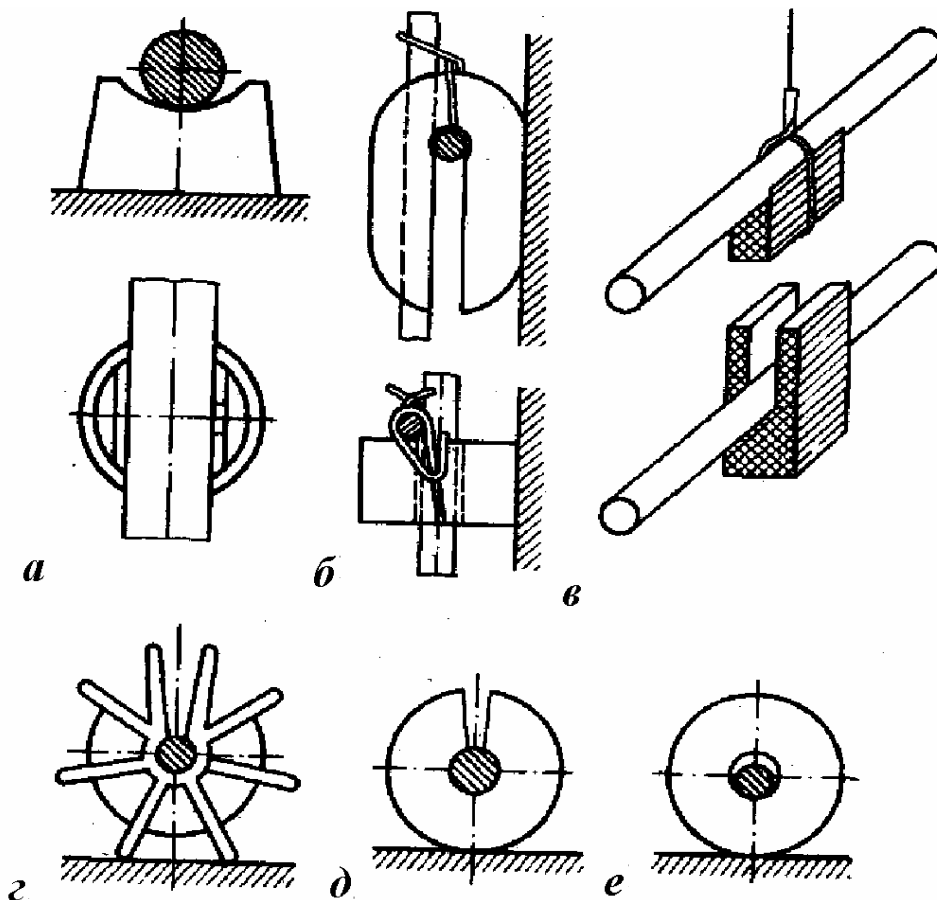
Найбільше розповсюдження має армування сітками й плоскими каркасами, якими армують плити перекриттів, балки, стрічкові й окремо стоячі фундаменти, палі, ростверки, тобто переважна більшість несучих конструкцій.

Для виготовлення колон, балок, стін жорсткості, діафрагм, плит перекриттів використовують армоблоки і об'ємні каркаси. Застосування просторових армоконструкцій суттєво підвищує технологічність робіт, знижує до мінімуму частку ручної праці на будівельному майданчику.

При бетонуванні конструкцій, що працюють у динамічному режимі (фундаменти під станки, турбіни, преси, фундаментні плити і силові підлоги), найбільш раціональне дисперсне армування. Його виконують металевою фіброю різних розмірів: довжиною від 15...30 до 80... 192 мм і діаметром 0,3... 1,6 мм. Для виготовлення тонкостінних просторових конструкцій методом торкретування може використовуватися фібра із пластмас, скла та інших матеріалів.

При армуванні й у процесі бетонування необхідно забезпечити товщину захисного шару й проектне положення арматури, яке при монтажі забезпечується правильним установленням фіксаторів, прокладок і підкладок, а також тимчасових кріпильних пристроїв (підкосів, схопок, розтяжок і хомутів).

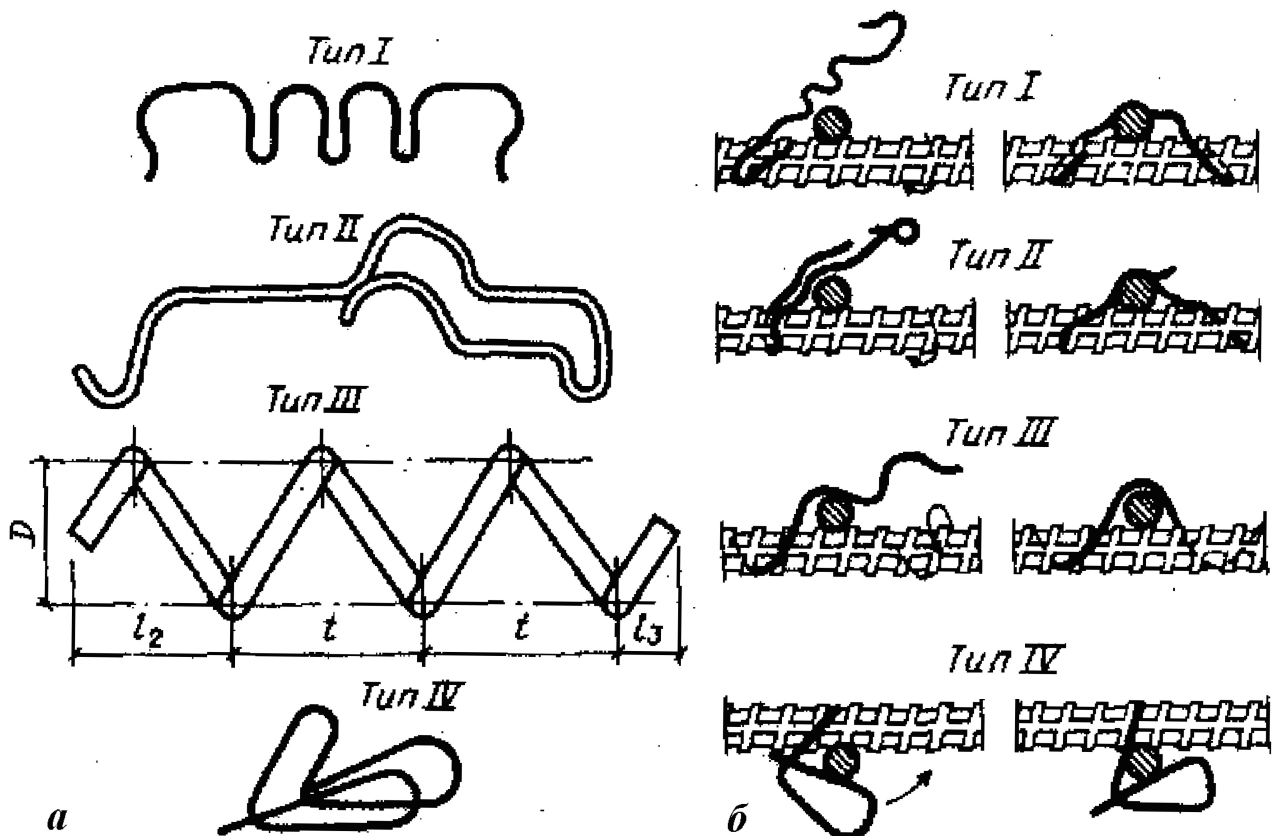
Для забезпечення захисного шару в конструкціях арматурних каркасів передбачають спеціальні упори або подовжені поперечні стрижні, які, торкаючись опалубки, фіксують положення арматури. Таке рішення допускається при роботі конструкцій у сухих умовах. В інших випадках захисний шар досягається установкою бетонних (рис. 2.1 а, в) і пластмасових (рис. 2.1, г-е) фіксаторів, які прив'язують або надягають на арматурні стержні. Найбільш ефективні й зручні в роботі пластмасові фіксатори, їх легше встановлювати і вони дешевше.



**Рисунок 2.1 - Фіксатори:** а, б, в - бетонні відповідно у вигляді зрізаного конуса, продовгуватої скоби і бетонної підкладки; г, д, е - пластмасові відповідно решітчасті й циліндричні у вигляді розрізних і нерозрізних шайб

Для скріплення стрижнів, які пересікаються, застосовують пружинні фіксатори (рис. 2.2) різної конструкції.

Пружинний фіксатор забезпечує гарантовану якість з'єднань і знижує трудомісткість установлення в порівнянні з ручною в'язкою в 2...3 рази.



**Рисунок 2.2 – Пружинні фіксатори :** а - види фіксаторів; б - схеми установлення фіксаторів; I, III - при односторонньому з'єднанні арматурних стержнів; II, IV - при двосторонньому з'єднанні арматурних стержнів).

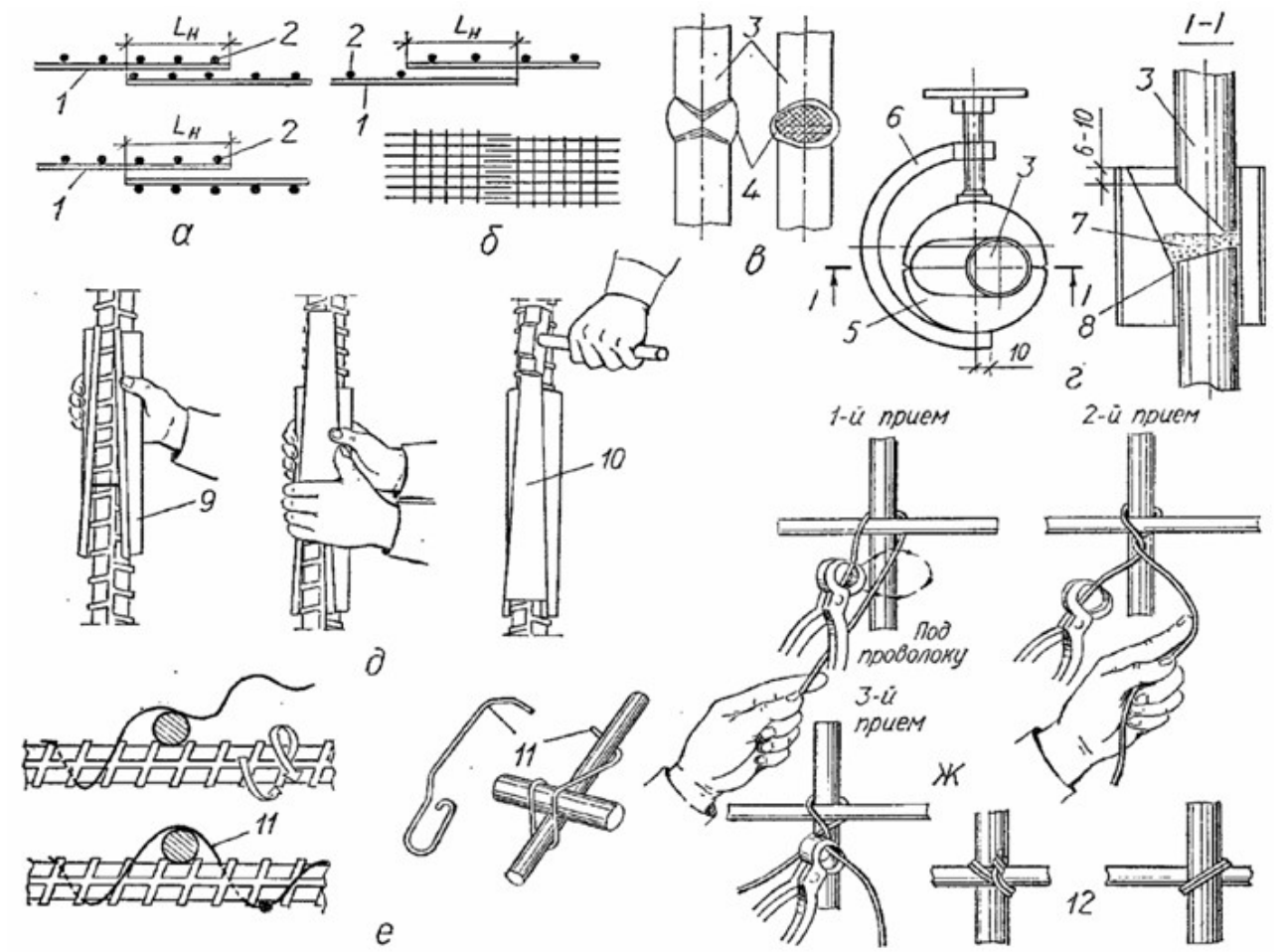
З'єднання арматурних стержнів, які пересікаються фіксаторами, можна здійснювати в опалубці й при попередньому збиранні арматурних елементів у кондукторах і шаблонах.

Допускаються відхилення положення арматури конструкцій залежно від типу й діаметра арматури, яка застосовується, характеру конструкції.

Сітки й каркаси зі стержнів діаметром до 16 мм стикують з напуском, заводячи їх один за одну не менш чим на 250 мм. Сітки із гладких стержнів заводять не менш чим на три поперечних стержні (рис. 2.3, а).

Стержні робочої арматури періодичного профілю рекомендується розташовувати в одній площині (рис. 2.3, б).

Стержні діаметром 16...20 мм у каркасах зварюють за допомогою накладок або впритул (рис. 2.3, в), стержні діаметром більше 20 мм - ванним зварюванням на жолобчастих підкладках (рис. 2.3, г).



**Рисунок 2.3 – Способи з'єднання стержнів і сіток:** а - стикування зварених сіток із гладких стержнів; б - те ж зі стержнів періодичного профілю; в, г - зварені з'єднання вертикальних стержнів; д - прийоми пристрою з'єднання без зварювання; е - хрестові з'єднання без зварювання; ж - способи в'язки дротом хрестового з'єднання; 1 - робочий стержень; 2 - розподільний стержень; 3 - стержні, котрі зварюються; 4 - зварні з'єднання вертикальних стержнів; 5 - різні форми для зварювання; 6 - скоба; 7 - флюс; 8 - отвір для видалення шлаків; 9 - сталевий обойма; 10 - металевий клин; 11 - пружинний замок; 12 - загальний вид хрестового з'єднання дротом.

Для стикування вертикальних стержнів зручні з'єднання без зварювання за допомогою прямокутних муфт, одна сторона яких після установки заклинюється (рис. 2.3, д).

Хрестові перетинання стержнів кріплять пружинними замками (2.3, е). Прийоми в'язання дротів наведені на рис. 2.3, ж.

### 2.3. Індустріальне виробництво арматурних робіт

Для виготовлення широкої номенклатури арматурних виробів у заводських умовах використовують комплекти устаткування, які дозволяють виробництво, виправлення й різання стержнів, загинання, зварювання сіток і каркасів у напівавтоматичному або автоматичному режимах.

Арматурні сітки і площинні каркаси виготовляють контактним крапковим зварюванням, що дозволяє механізувати і автоматизувати процеси, а також підвищити технологічність виготовлення просторових каркасів способом їх збирання із площинних зварних сіток. Найбільш прогресивним видом зварених арматурних конструкцій є арматурні сітки, які знаходять широке розповсюдження при зведенні монолітних конструкцій промислових і цивільних будівель як у нашій країні, так і за кордоном.

Легкі рулонні й площинні сітки шириною до 3800 мм з арматури діаметром 3...10 мм виготовляють на багато-електродній зварювальній машині АТМС 14х75-7-1. Для поперечного різання сіток на необхідний розмір машина оснащена ножицями. Готові сітки пакетуються й передаються на склад краном.

На великих підприємствах по виготовленню арматурних сіток застосовують більш потужні й швидкодіючі зварювальні автомати МТМ-88. Важкі сітки шириною 1400...3000 мм із арматурної сталі діаметром до 40 мм зварюють багато-електродними зварювальними машинами МТМ-32 і МТМ-35, які входять у комплект технологічної лінії.

Для стикування стрижнів арматури застосовують контактне електрозварювання. Метод стикового зварювання широко використовується при технології заготівлі арматурних стержнів зі сталі класів А-240с .... А-500с. Машини для стикового зварювання МС-2008 і МС-1602 дозволяють зварювати стрижні діаметром 10...40 мм і використовуються в комплекті з відрізними станками. В порівнянні з іншими способами контактне зварювання менш трудомістке й забезпечує більш високу якість з'єднання стержнів.

Нахлесточні з'єднання з допомогою накладок виконують ручним дуговим зварюванням безперервними горизонтальними або вертикальними швами. Розмір нахліста й довжина накладок повинна бути не менш 8...12 діаметрів стержнів, які стикують. Для стикування стержнів арматури діаметром більше

30 мм використовують електродугове ванне зварювання. Стержні діаметром до 80 мм зварюють багато-електродним зварюванням в мідних формах.

Зварні арматурні вироби (сітки й каркаси) застосовують для зниження трудомісткості армування залізобетонних конструкцій. Крім того, вони забезпечують краще зчеплення арматурних стрижнів з бетоном.

Зварні каркаси виготовляють плоскими й просторовими. Їх застосовують для армування лінійних елементів (балок, ригелів, колон тощо).

Плоскі зварні каркаси (іноді їх називають сітками) складаються з повздовжніх стрижнів і приварених до них поперечних. Просторові каркаси конструюють із плоских каркасів, у деяких випадках застосовують з'єднувальні стрижні. Просторові каркаси повинні бути достатньо жорсткими, щоб їх можна було складувати, транспортувати і зберігати в проектному положенні в опалубній формі під час бетонування

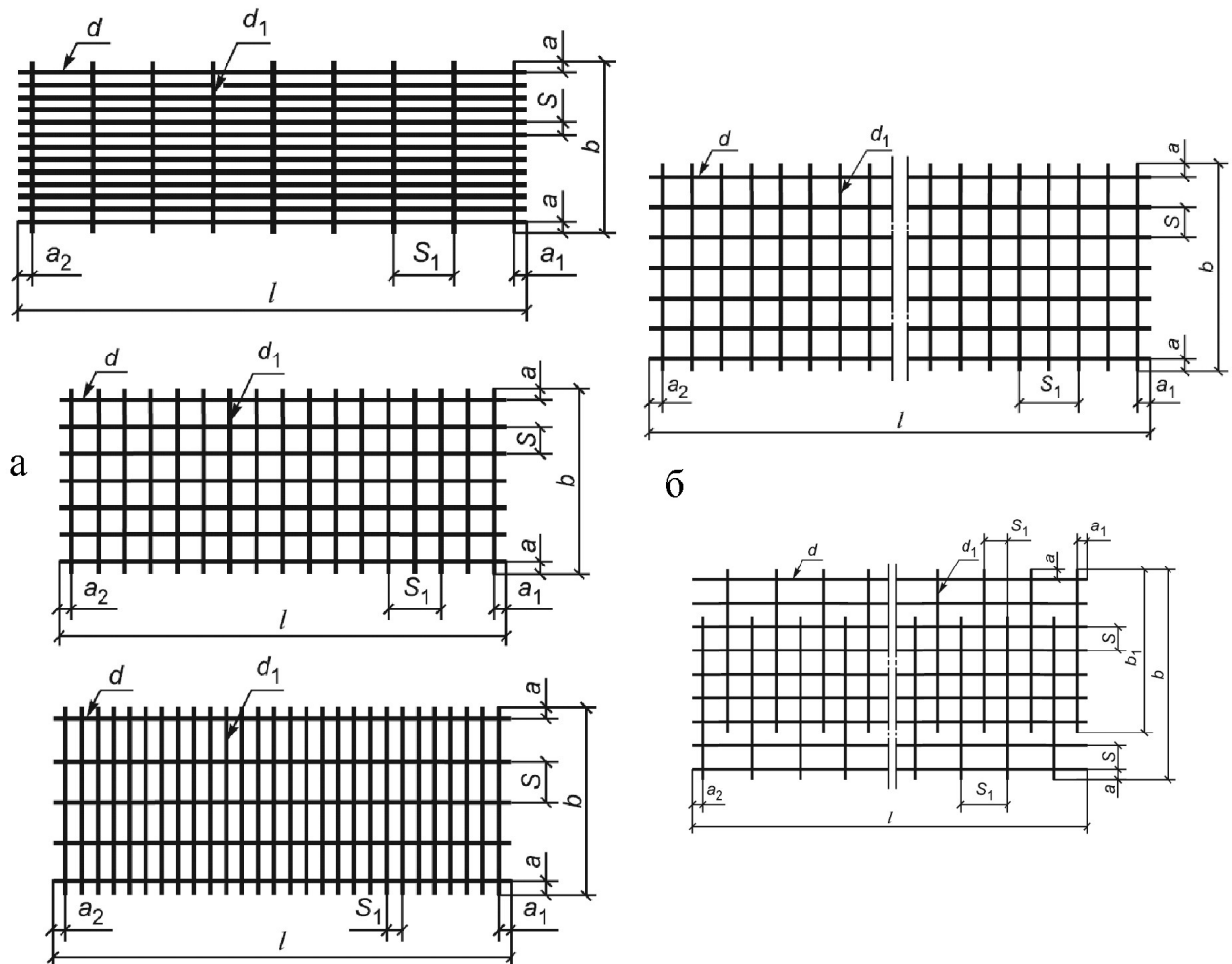
Повздовжні й поперечні стрижні зварних виробів у місцях перетину (зазвичай під прямим кутом) з'єднують контактним точковим електрозварюванням або за допомогою дугового електрозварювання (можливі й інші способи з'єднання). Стрижні окремих позицій зварного каркаса можуть складатися з цілісного стрижня однакового діаметра або зі стрижнів двох-трьох різних діаметрів.

**За діаметром стрижнів** зварні сітки поділяють на важкі (із однонапрямними стрижнями діаметром 12...40 мм зі стрижневої арматури класу А400 і легкі (із повздовжніми й поперечними стрижнями діаметром 3...5 мм зі звичайного арматурного холоднотянутого дроту класу В 500 або діаметром 6...10 мм - зі стрижневої арматури класу А 400).

**За розташуванням робочої арматури** - на сітки з повздовжньою робочою арматурою, із поперечною робочою арматурою, із робочою арматурою в двох напрямках.

Виготовляють сітки таких типів: важкі із повздовжньою робочою арматурою, діаметр якої більший за діаметр розподільної арматури; важкі з робочою арматурою в двох напрямках; важкі з поперечною робочою арматурою,

діаметр якої більший за діаметр розподільної арматури; легкі з поперечними стрижнями на всю ширину сітки; легкі зі зміщеними поперечними стрижнями. Вони можуть бути рулонними й плоскими (рис. 2.4). Діаметр стрижнів рулонних сіток - 3...5 мм. Ширина рулонних сіток становить 650...3800 мм, довжина - 850...9000 мм (або така сама, як і довжина рулону), обмежується масою рулону - 900...1300 кг. Довжина сітки в рулоні становить 50...100 м, тому під час використання в конструкціях сітки розрізають за місцем.



**Рисунок 2.4 - Типи зварних сіток: а - важкі сітки; б - легкі сітки**

Приймають крок робочих стрижнів 100, 150, 200 мм (у разі техніко-економічного обґрунтування допускається крок 75, 125, 175 мм) і крок розподільних стрижнів - 250 мм. Ширина плоских стрижнів становить 650...3050 мм, довжина - 850...9000 мм. Крок робочих стрижнів становить 200 мм, крок розподільних - 600 мм.

### **Питання для самоконтролю.**

1. Які пристосування передбачаються в конструкціях арматурних каркасів для забезпечення захисного шару
2. Які матеріали використовуються для виготовлення арматури ?
3. Які параметри необхідно враховувати при армуванні й у процесі бетонування монолітних конструкцій ?.
4. В чому полягає особливість пружинних фіксаторів в якості з'єднувача стрижнів арматури ?
5. Охарактеризуйте існуючі способи з'єднання стержнів і сіток

### Тема 3. АРМАТУРНІ РОБОТИ НА БУДІВЕЛЬНОМУ МАЙДАНЧИКУ

#### План

- 3.1. Виконання арматурних робіт в умовах будівельному майданчику
- 3.2. Особливості монтажу арматурних каркасів
- 3.3. Контроль якості арматурних виробів і робіт

#### **3.1. Виконання арматурних робіт в умовах будівельному майданчику**

*Перелік арматурних робіт.* Комплексний технологічний процес виконання арматурних робіт на будівельному майданчику складається з окремих простих процесів і операцій: транспортування арматури на об'єкт, її сортування і складування; укрупнювальне збирання; стропування арматурних каркасів і сіток; установлення каркасів у проектне положення і тимчасове закріплення; з'єднання арматурних виробів між собою внапусток, за допомогою в'язання або зварювання; установлення закладних деталей.

Арматурні роботи в умовах будівельного майданчика різняться певною специфікою: складністю обрисів монолітних залізобетонних конструкцій; різноманітністю конструкцій; необхідністю збирання та встановлення арматури на різній висоті і за умов, що ускладнюють організацію робочого місця арматурника; необхідністю узгодження роботи арматурника і машиніста крана, бетонувальників і робітників інших суміжних професій; необхідністю виконувати ручне електрозварювання в процесі монтажу і укладання арматури.

Перед бетонуванням встановлену арматуру ретельно перевіряють на відповідність робочим кресленням і вимогам нормативних документів. За результатами перевірки складається акт на приховані роботи.

*Транспортування та складування арматурних виробів.* Під час транспортування й проведення вантажно-розвантажувальних робіт вживають заходи, що убезпечують арматурні вироби від руйнування та деформації, розриву зварних з'єднань, викривлення сіток, каркасів або окремих стрижнів.

Арматурні стрижні (прямі й гнуті) потрібно перевозити зв'язаними в пачки, сітки й каркаси по декілька штук у пакеті.

Просторові арматурні каркаси надійно закріплюють на транспортних засобах, щоб унеможливити їхнє деформування під дією власної ваги й поштовхів. У місцях можливих пошкоджень просторові каркаси підсилюють тимчасовими кріпленнями.

Арматуру на будівельний майданчик постачають комплектно і складують на приоб'єктному складі або на складально-комплектувальній ділянці відповідно до послідовності подавання її для встановлення в опалубку або відповідно до проекту виконання робіт.

Під час складування арматурних каркасів і сіток їх необхідно обпірати на підкладки й прокладки, відстань між якими має виключати залишкові деформації в арматурі, їхня висота повинна бути трохи більшою за габарити стропувальних пристосувань. Висота штабелю не повинна перевищувати 1,5 м. Штабелі арматури розміщують так, щоб між ними були проїзди для транспорту і проходи для людей.

Під час приймання арматури на приоб'єктному складі перевіряють: наявність бірок на арматурних елементах і сертифікату на кожен партію арматури, у якому виробник гарантує відповідність виробів та з'єднань у них проектним параметрам.

До підймання й встановлення арматуру необхідно очистити від бруду, криги, іржі. Елементи, що піднімаються, повинні мати маркування й мітки, які вказують місця стропування.

Арматурну сталь, що надходить у бухтах, підготовлюють до подальшого використання в автоматичних верстатах, які одночасно розмотують бухти, випрямляють прутки і ріжуть їх на стрижні необхідної довжини.

Дріт подається роликами, що тягнуть, ріжуть його ножами в напрямі руху, без зупинок. Очищують і випрямляють дріт у барабані, що швидко обертається. Дріт пропускають через отвори в ексцентрикових плашках. Унаслідок пропускання плашок через дріт він набуває форми хвилі, амплітуда

якої регулюється переміщенням плашок. Дріт випрямляється шляхом почергового його вигинання в різних напрямках і одночасного протягування.

На будівельному майданчику арматурну сталь ріжуть на верстатах і ручними ножицями. Під час виготовлення арматурних виробів згинають як стрижні арматури, так і сітки для просторових каркасів. Для згинання арматури використовують ручні і приводні верстати. Уручну арматурну сталь гнуть, якщо обсяг робіт невеликий.

**Встановлення арматури в конструкції.** Під час зведення монолітних залізобетонних конструкцій застосовують два способи встановлення арматури - окремими елементами (стрижнями) й укрупненими елементами (каркасами і сітками) (рис. 3.1).



**Рисунок 3.1 – Арматурні каркаси, підготовлені до монтажу**

У разі укладання арматури окремими стрижнями просторове положення арматури в конструкції істотно впливає на технологію армування.

Робочу арматуру в конструкції можна установлювати декількома способами:

- розташовуючи арматуру (колони) вертикально;
- розташовуючи арматуру (балки, прогони, ригелі) горизонтально;
- розташовуючи стрижні арматури в горизонтальній площині (фундаментні плити, перекриття) взаємно перпендикулярно;
- розташовуючи стрижнів арматури в вертикальній площині (стіни жорсткості, ядра жорсткості, стіни) взаємно перпендикулярно.

Укладаючи арматуру окремими стрижнями, всі операції розподіляють усередині ланки: арматурники 5-6 розрядів виконують тільки зв'язування арматури, а робітники 2-3 розрядів розкладають стрижні й допомагають їх зв'язувати. Під час виконання цих операцій робітники переміщуються по фронту укладання. Перед початком робіт вивчаються робочі креслення, запропонована організація праці, робітники - забезпечуються необхідними пристроями та інструментом.

Під час армування плит перед розкладанням стрижнів і зв'язуванням вузлів на опалубці розмічають місця укладання елементів. Якщо арматура плити має стяжки між верхньою і нижньою сітками, то один з кінців стяжки залишають у вертикальному положенні, загинаючи кінці, що випинаються.

До установаження арматури, користуючись шаблоном, розмічують місця розташування вертикальних і горизонтальних стрижнів. Під час розмічування через 1...1,5 м по висоті арматурник прибиває до опалубки цвяхи, до яких потім кріплять вертикальні стрижні. Ці стрижні встановлюють першими, потім горизонтальні, одночасно зв'язуючи місця перетину. Вузли зв'язують у шаховому порядку (крім двох крайніх стрижнів по контуру).

Установлюючи окремі стрижні вручну і зв'язуючи їх, склад ланки арматурників визначають залежно від різновиду конструкції і її складності, а також від діаметра стрижнів. Якщо стрижні з'єднують зварюванням, то в складі ланки повинен бути електрозварник ручного зварювання (рис. 3.2).

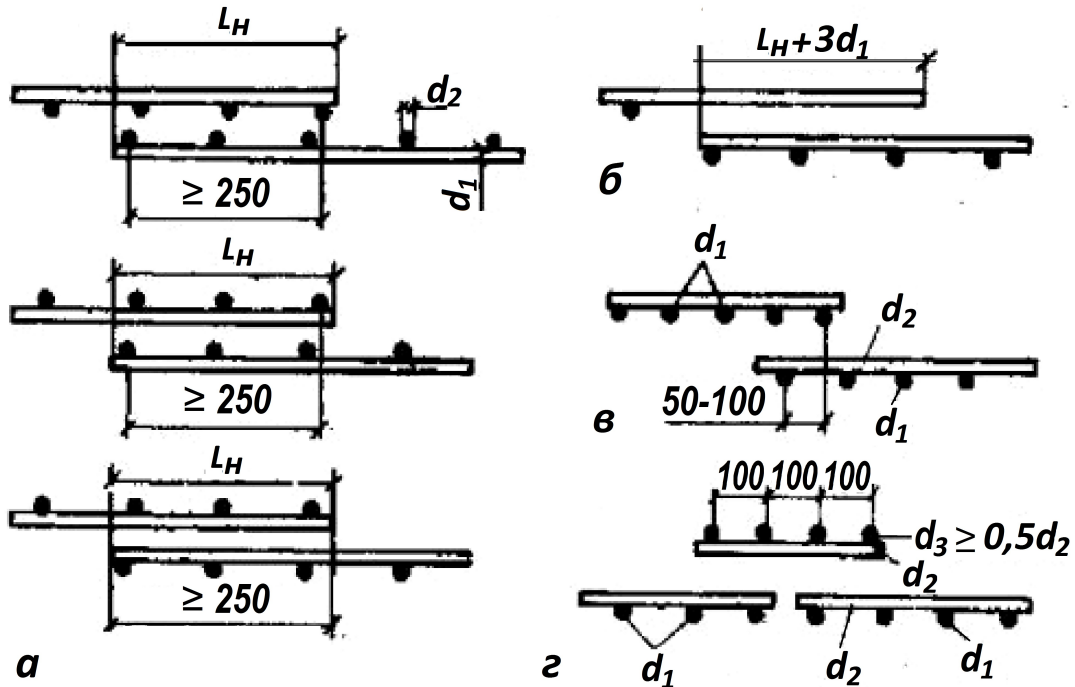


**Рисунок 3.2 – Армування вертикальних стін**

Сітки й каркаси монтують, застосовуючи кран. Якщо маса арматурного елемента не більше 100 кг, то безпосередньо до конструкції його подають пакетами. Далі сітки й робочі каркаси розносять вручну й укладають їх на прокладки. Якщо маса одного арматурного елемента більше 100 кг, його доставляють до місця установлення за допомогою крана по декілька штук одразу, а потім розкладають їх у проектне положення.

Стики робочої арматури із діаметром до 32 мм в зварних і зв'язаних каркасах виконують внапусток, не зварюючи. Якщо діаметр стрижнів 32...40 мм, застосовувати такі стики не рекомендується, а якщо понад 40 мм - не допускаються. Не можна також влаштовувати стики внапусток, не зварюючи елементи, перетин яких повністю розтягнуто, а також у тих випадках, коли застосовують арматуру й сталі класів А-IVк і А-IIIв.

Армування сітками передбачає використання стиків без зварювання. Рівномірність міцності стику досягається укладанням сіток з напуском (рис. 3.3).



**Рисунок 3.3 – Стики зварних сіток з напуском:** а - із гладких стержнів; б - ж, періодичного профілю; в - в неробочому напрямку; г - в неробочому напрямку з додатковою сіткою;  $L_H$  - довжина нахлісту;  $d_1$  - діаметр робочих стержнів;  $d_2$  - діаметр розподільчої арматури;  $d_3$  - діаметр розподільчої арматури додаткової сітки

У поперечному напрямку при відсутності розтягування або згину конструктивного елемента сітки укладають одну до другої на відстані, яка дорівнює поперечному кроку робочих стержнів. При дії згинаючого моменту на плиту у двох напрямках армування виконують у двох напрямках.

У зварних каркасах стикування внапусток допускається тільки під час однобічного розташування робочих стрижнів арматури.

Під час стикування зварних сіток із круглих гладких стрижнів у кожній сітці в межах стику необхідно розташувати не менше двох поперечних стрижнів. У разі стикування сіток зі стрижнів періодичного профілю зварювати поперечні стрижні в межах стику не обов'язково, але тоді довжину перепуску збільшують на п'ять діаметрів. Стики стрижнів у неробочому напрямі (поперечні монтажні стрижні) виконують з припуском, що дорівнює 50 мм, якщо діаметр розподільних стрижнів до 4 мм, і 10 мм - якщо більше ніж 4 мм. Якщо діаметр арматури становить 16 мм і більше, зварні сітки в неробочому напрямі укладають упритул одна до одної, перекиваючи стик спеціальними стиковими сітками, що укладаються з перепуском в кожен бік не більше ніж 15 діаметрів розподільної арматури, але не менше ніж 100 мм.

Сітки зварні в неробочому напрямі можна укладати впритул (без напустку і без додаткових стикових сіток) у таких випадках: під час укладання зварних смугових сіток у двох взаємно перпендикулярних напрямках; за наявності в місцях стику додаткового конструктивного армування в напрямі розподільної арматури.

Робочі стрижні на місці установаження зварних сіток і каркасів стикують за допомогою дугового зварювання, якщо їх діаметр не менше ніж 6 мм. Стрижні із діаметром до 18...20 мм зварюють за допомогою накладки або внапусток. Стикування здійснюють також шляхом приварювання стрижнів сіток і каркасів до загальної сталевий смуги. У такому разі загальна довжина флангових швів на кожному стрижні повинна бути не менше десяти діаметрів

привареного стрижня. З'єднання стрижнів діаметром понад 18...20 мм виконують за допомогою ванного зварювання.

Під час установлення арматури потрібно дотримуватися таких розмірів захисного шару, які забезпечують арматуру від корозії і забезпечують збільшення терміну її використання.

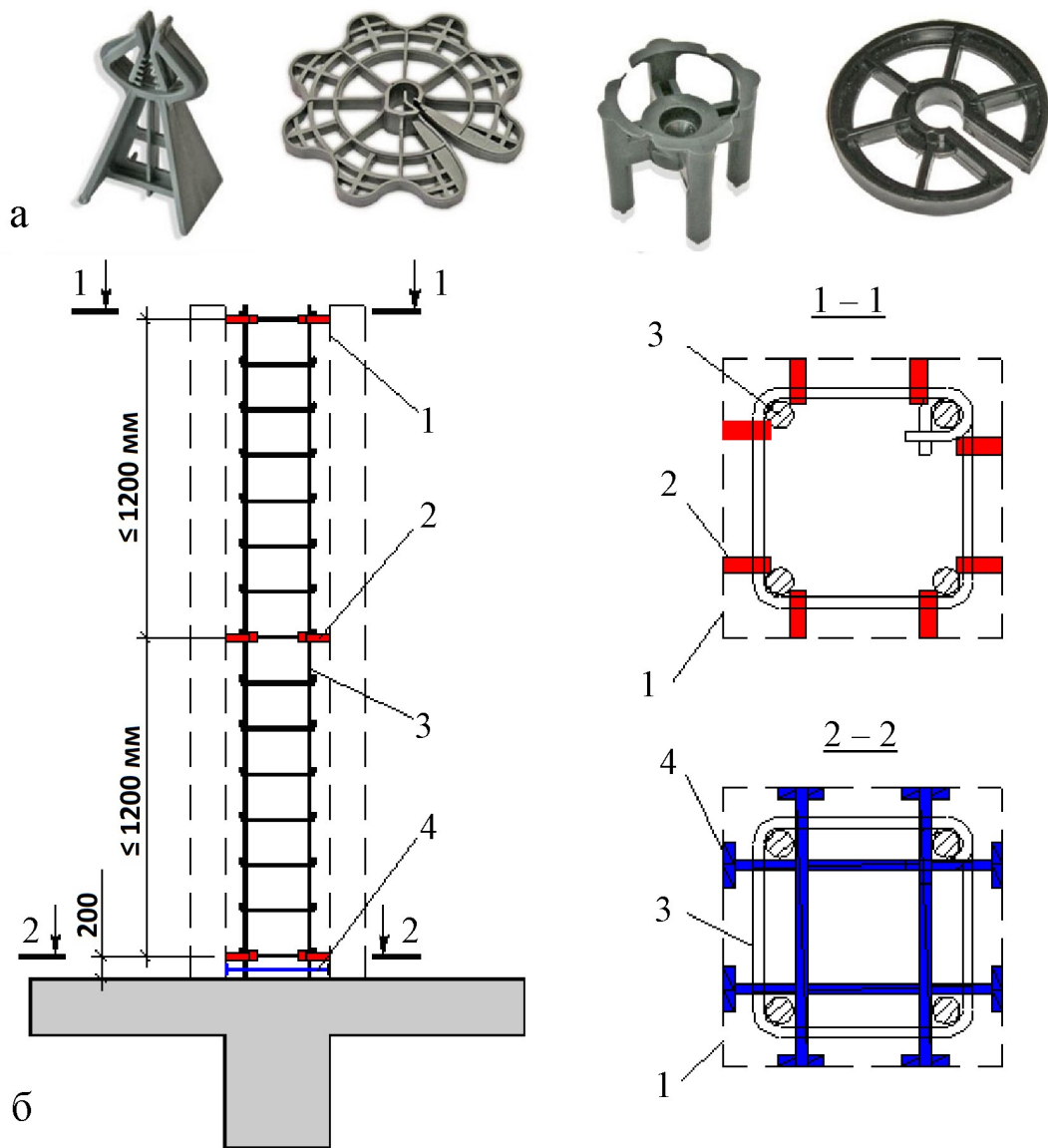
Хомути повинні вивищуватися над поверхнею бетону не менше ніж на 15 мм. Товщина захисного шару бетону має бути більшою не менше ніж на 10 мм у місцях систематичного впливу на бетон кислот, високої вологості, а також у разі підвищених вимог до вогнестійкості залізобетонної конструкції.

Захисний шар бетону забезпечується шляхом установлення між арматурою і опалубкою бетонних або сталевих прокладок упорів і поперечних стрижнів. Таке рішення допускається під час роботи конструкцій в сухих умовах.

В інших випадках необхідна товщина захисного шару забезпечується шляхом установлення бетонних і пластмасових фіксаторів, які прив'язують або надягають на арматурні стрижні. Найефективніші й найзручніші для роботи пластмасові фіксатори.

За кордоном і у вітчизняній практиці для скріплення пересічних стрижнів замість зв'язування застосовують пружинні фіксатори (скріпи) різної конструкції. Застосування скріп знижує стомлюваність працівників, підвищує продуктивність праці. Скріплення виконують протягом 2...3 с на відміну від 7 с під час зв'язування відпаленим дротом.

Фіксатори виготовляють зі сталевого пружинного дроту діаметром 1,6...2 мм. Як зарубіжний, так і вітчизняний досвід дають змогу рекомендувати фіксатори для застосування під час виготовлення незварюваних арматурних елементів. Перетнуті стрижні можна з'єднувати фіксаторами як в опалубці, так і під час попереднього збирання арматурних елементів в кондукторах і шаблонах, із подальшим транспортуванням і установленням їх в опалубку (рис. 3.4).



**Рисунок 3.4 – Встановлення фіксаторів із теплостійких і полімерних матеріалів:** а - фіксатори для забезпечення захисного шару бетону; б - схема встановлення фіксаторів захисного шару арматури і арматурних фіксаторів-обмежувачів; 1 - контур встановлюваної опалубки; 2 - пластмасовий фіксатор захисного шару арматури; 3 - арматурний каркас; 4 - арматурний фіксатор-обмежувач

Встановлені арматурні конструкції перед бетонуванням необхідно перевірити і прийняти за актом. З цією метою проводять зовнішній огляд і перевіряють розміри конструкції за кресленнями. Місце розташування, діаметр і кількість стрижнів, а також відстань між ними і допуски повинні відповідати проектним.

В акті приймання змонтованих арматурних конструкцій необхідно вказати номери робочих креслень, відступ від них, оцінки якості бетону й дозвіл на бетонування. До акта потрібно прикласти:

- заводські сертифікати або паспорти базового металу або електродів;
- витяг з лабораторних журналів або акти випробувань зразків зварних з'єднань і стиків;
- прізвища зварювальників, які зварювали арматурні конструкції під час їхнього виготовлення й монтажу;
- копії та перелік документів, на підставі яких було внесено зміни в робочі креслення.

### **3.2. Особливості монтажу арматурних каркасів**

Вітчизняний і зарубіжний досвід показує, що в монолітному будівництві найбільш ефективно установлення арматурного заповнення у процесі підготовки опалубних форм до їх монтажу в проектне положення. Така технологія дозволяє: значно підвищити якість робіт і знизити трудомісткість, що забезпечується використанням прогресивних форм організацій праці, й скоротити крановий час подачі каркасів на проектну позначку.

Для укрупненої зборки просторових каркасів використовують різні системи кондукторів-маніпуляторів. Кондуктори розміщують на будівельному майданчику в зоні монтажного крана або на окремій збиральній площадці.

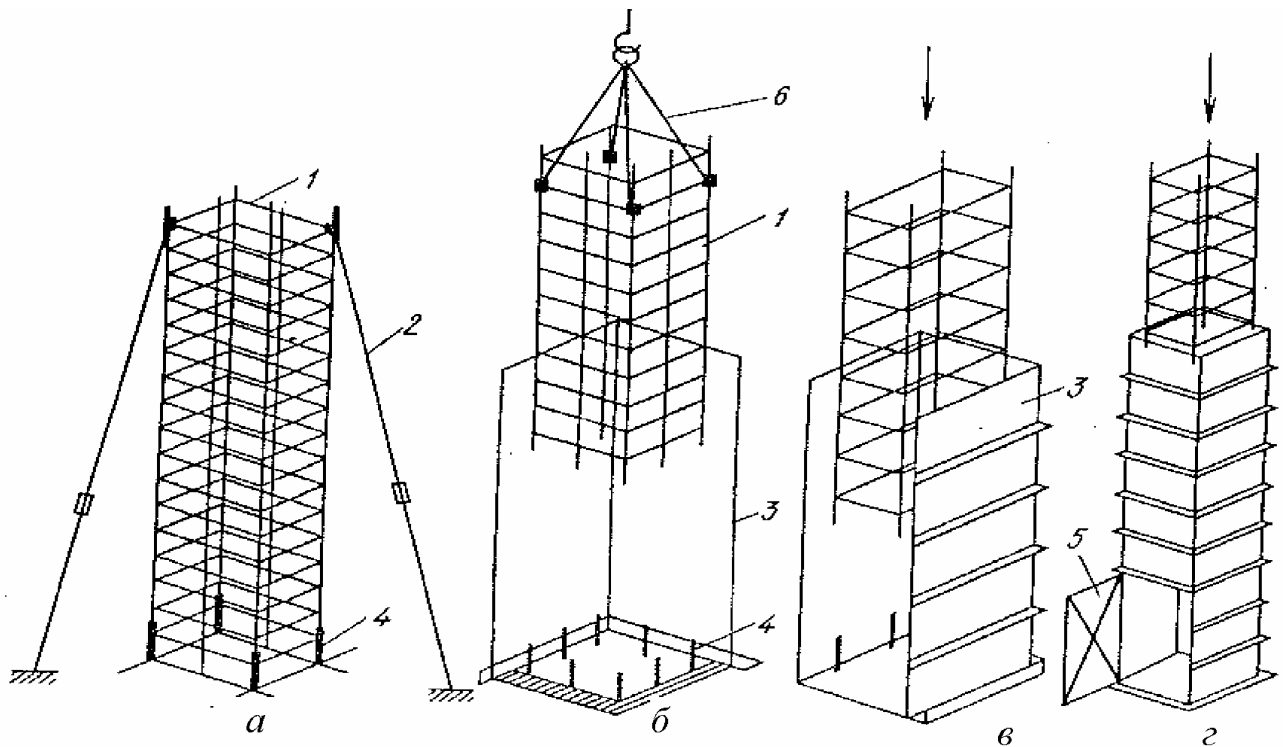
Ефективність арматурних робіт може бути суттєво підвищена при широкому використанні засобів механізації. Для різання арматурної сталі діаметром до 12 мм застосовують механізовані ножиці з електрогідравлічним приводом СМЖ-214А, а також ручні важільні ножиці СМЖ-549.

Гнуття арматурної сталі виконують на малогабаритних верстатах СМЖ-73 А. Застосовують різні зварювальні апарати й агрегати точкового зварювання.

Найбільш прогресивним методом з'єднання арматурних стержнів є беззварний. Це з'єднання на муфтах і пластмасових фіксаторах. При цьому використовується інструмент невеликого розміру. З його допомогою виконують гідравлічне обтискання розігрітих муфт.

Використання раціональних технологій і організаційних рішень дозволяє знизити трудомісткість арматурних робіт на 14...22 %, що сприяє подальшій інтенсифікації будівельного виробництва.

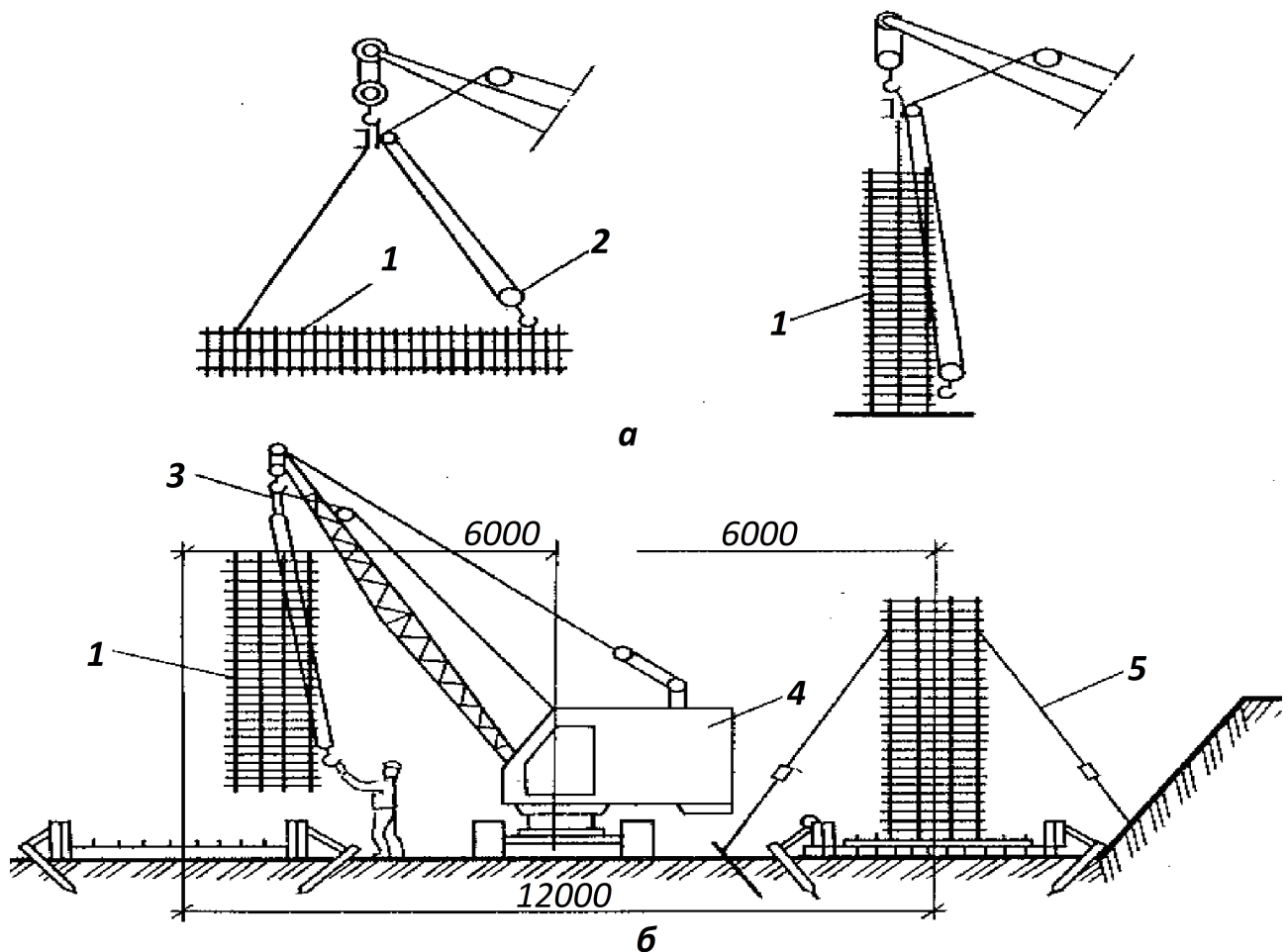
Практикою вироблено ряд заходів, які полегшують процес монтажу арматури. Так арматурні каркаси колон (рис. 3.5) установлюють в проектне положення при одній або двох відкритих сторонах опалубки.



**Рисунок 3.5 – Технологічна схема монтажу арматурних каркасів колон:**  
 а - встановлення каркаса в проектне положення з вивіркою розкосами; б - те ж в опалубку з двох щитів; в - те ж в опалубку з трьох щитів; г - при повністю змонтованій опалубці; 1 - арматурний каркас; 2 - розкоси для вивірки і тимчасового кріплення; 3 - щити опалубки; 4 - випуски арматури; 5 - знімний щит для влаштування стиків арматури; 6- стропувальний пристрій

У багатоповерхових будівлях готові каркаси опускають в короби опалубки зверху, а вертикальні робочі стержні з'єднують з випусками арматури фундаменту через нижні бокові отвори в опалубці колон.

Технологічна схема встановлення важких арматурних каркасів фундаментів з використанням монтажного крана і траверси, яка самостійно балансується, наведені на рис. 3.6.



**Рисунок 3.6 – Технологічна схема установки тяжелых каркасов фундаментов:**  
 а - схема стропування; б - схема монтажу; 1 - каркас; 2 - блок допоміжного гака;  
 3 - траверса, яка само балансується; 4 - монтажний кран; 5 - розчалки

Такий тип стропування дозволяє переводити всякий арматурний каркас в вертикальне положення без додаткових зусиль завдяки переміщенню центра ваги системи. Монтаж таких каркасів виконується двома монтажниками. Проектне положення каркаса на період установлення опалубки фіксується з допомогою розчалок і фіксаторів.

Проектне положення арматури конструкцій при монтажі забезпечується правильним установленням фіксаторів, прокладок і підкладок, а також тимчасових кріпильних пристроїв (підкосів, розтяжок і хомутів).

Допустимі відхилення в розмірах залежать від товщини конструкції, яку бетонують, типу і діаметра арматури і характеру роботи елемента. При установленні арматурних стержнів діаметром більше 90 мм допустиме

відхилення регламентується даними проекту, в інших випадках допускаються відхилення передбачені вимогами нормативних документів.

### **3.3 Контроль якості арматурних виробів і робіт**

*Організація контролю.* Якість виготовлення і зварювання арматурних, закладних виробів і окремих арматурних стрижнів - відповідність матеріалів проектній документації, геометричні параметри виробів, підготування й складання під зварювання, якість зварних з'єднань і їхня відповідність нормативній і проектній документації - перевіряється службою контролю підприємства-виготовлювача, будівельною монтажною організацією або незалежною лабораторією, акредитованою на виконання цих різновидів робіт.

Готову продукцію та якість зварювання приймають партіями. Партія готових виробів повинна складатися з виробів одного типо-розміру, однієї марки, виготовлених за єдиною технологією одним зварником.

Відповідність арматурних і закладних виробів, а також зварних з'єднань вимогам нормативної документації встановлюється за результатами вибіркового контролю, який необхідно виконувати:

- під час виготовлення підприємством (організацією) арматурних і закладних виробів для постачання сторонньому споживачеві й до передавання їх на склад готової продукції;

- під час виготовлення і використання арматурних і закладних виробів виробничою дільницею одного підприємства (організації) і до установаження виробів в опалубку;

- під час виконання зварних з'єднань на будівельному майданчику й до бетонування монолітних конструкцій або випусків арматури в стиках збірних залізобетонних елементів.

Зразки для проведення контролю вибирають методом випадкового відбору. Кількість виробів, що відбираються з партії для контролю за допомогою зовнішнього огляду й шляхом вимірювання, має становити не менше трьох штук. Для стикових зварних з'єднань випусків арматури кількість

зварних з'єднань, що перевіряються за допомогою зовнішнього огляду і вимірювань, має становити не менше 10 % від кількості прийнятих зварних з'єднань.

Контрольні (допускні) зварні зразки для механічних випробувань відбирають у кількості трьох штук:

- контрольні зразки хрестоподібних зварних з'єднань сіток і арматурних виробів, якщо вони виготовленні із застосуванням дугових прихваток для проведення механічних випробувань на знеміцнювання базового металу, відбирають шляхом вирізання з готових виробів. Можна вирізати зразки з одного готового виробу;

- контрольні зразки хрестоподібних з'єднань стрижнів робочої арматури сіток, плоских і просторових каркасів у разі зварювання їх на контактних зварювальних машинах із автоматичним управлінням циклу зварювання повинні виготовлятися в довільний момент часу одночасно з діловими зварними з'єднаннями під час тих самих режимів зварювання і з таких самих матеріалів;

- в арматурних виробках, що виготовляються на багатоелектродних контактних зварювальних машинах, контроль якості зварювання необхідно проводити для кожного електрода;

- контрольні зразки таврових зварних з'єднань елементів закладних виробів відбирають шляхом вирізання з готових виробів. Допускається замість вирізання зразків із готових виробів зварювати контрольні зразки з одним стрижнем. Усі параметри режиму зварювання, діаметр і клас арматури, марка сталі і товщина плоского елемента повинні бути такими самими, як і для виробів, що виготовляються;

- контрольні зразки зварних стикових з'єднань, виконані шляхом контактного зварювання, виготовляють з обрізків арматури. Режими зварювання, діаметр і клас арматури повинні бути такими самими, як і під час зварювання ділових з'єднань;

- зварні стикові з'єднання арматурних стрижнів, виконані за допомогою ванного зварювання під флюсом і дугового зварювання в інвентарних формах, дугового і ванно-шовного зварювання на сталевий скобі-накладці або без неї, контролюють ультразвуковою дефектоскопією.

**Засоби й обладнання для проведення контролю.** Для проведення контролю за допомогою зовнішнього огляду і вимірювання застосовують такі засоби: лінійки вимірювальні металеві; лупи зі збільшенням у 4...7 разів; косинці перевірочні, 90°; штангенциркулі; кутоміри; універсальний шаблон зварювальника УШЗ-3; вимірювальні рулетки.

За умови відповідності діапазонів вимірюваних параметрів і точності вимірювань вимогам нормативних документів допускається застосовувати інші засоби контролю.

Механічні випробування зварних з'єднань проводять на розривних машинах, оснащених набором пристосувань, що забезпечують проведення того чи іншого різновиду випробувань.

Ультразвуковий контроль зварних стикових з'єднань арматурних стрижнів відповідно до вимог нормативної документації здійснює персонал, атестований для проведення таких робіт, у встановленому порядку.

**Методи контролю.** Для контролю якості зварних з'єднань арматурних і закладних виробів застосовують такі методи контролю:

- арматурні вироби ( сітки, каркаси ) - технічний огляд ( зовнішній огляд і вимірювання); механічні випробування (розтягування, зрізування, знеміцнювання);

- закладні вироби - технічний огляд (зовнішній огляд і вимірювання); механічні випробування (зрізування, відривання);

- стикові зварні з'єднання арматури - технічний огляд (зовнішній огляд і вимірювання); механічні випробування (розтягування); акустичний (ультразвуковий).

За необхідності застосовують додаткові різновиди контролю, не передбачені нормативними документами; вони повинні бути вказані в

проектній документації із зазначенням регламентування норм та порядку дій у разі вибракування партії.

Осідання арматурних стрижнів в хрестоподібних зварних з'єднаннях, виконаних за допомогою контактного зварювання, і рівень їхнього зминання електродами вимірюють штангенциркулем з точністю до 0,1 мм.

Контроль арматурних, закладних виробів і зварних стикових з'єднань арматури. Під час монтажу, будівництва, реконструкції споруд контроль за допомогою зовнішнього огляду й вимірювання виконується за місцем проведення робіт. У цьому разі необхідно забезпечити зручність підходу фахівців до місця проведення контрольних робіт.

Підготування поверхонь зварних з'єднань для проведення контролю в обов'язки фахівця з контролю не входить. Поверхню підготовляють робітники організації виконавця робіт. На елементах арматурних і закладних виробів, а також на зварних з'єднаннях не повинно спостерігатися відшаровування іржі й окалини, слідів масла, інших забруднень. Зварні з'єднання необхідно очистити від шлаку й бризок металу.

У зварних швах і зоні термічного впливу не повинно бути тріщин будь-якої довжини й напрямку. Не допускається поява проміжків наплавленого металу, свищів, пропалювання плоских елементів закладних виробів, непроварювання й поверхневого опікання базового металу.

У кожному відібраному арматурному виробі перевіряють:

- клас і діаметр арматури, марку сталі за даними документа про якість (сертифіката), а в разі його відсутності - за результатами лабораторних випробувань - механічних випробувань і хімічного аналізу арматурної сталі;

- довжину окремих стрижнів, відстань між крайніми стрижнями по довжині, ширині або висоті виробу, довжину випуску стрижнів і відстань між двома сусідніми повздовжніми стрижнями в арматурних каркасах;

- всі зварні з'єднання, виконані за допомогою дугового або контактного стикового зварювання (не менше п'яти з'єднань), виконані за допомогою контактного точкового зварювання;

- стикові й хрестоподібні з'єднання, виконані за допомогою контактного зварювання, повинні бути оточені ґратами, розміри якої для відповідного типу з'єднання регламентують.

Якщо під час проведення контролю за допомогою зовнішнього огляду й вимірювання арматурних і закладних виробів та їхніх зварних з'єднань, а також зварних з'єднань елементів арматури збірних і монолітних залізобетонних конструкцій виявлено хоча б одне з'єднання, що не відповідає вимогам нормативної документації, то проводять повторне приймання подвоєної кількості виробів (зварних з'єднань) .

Якщо і під час повторного перевірення буде виявлено хоча б один ушкоджений виріб (зварене з'єднання), що не відповідає вимогам нормативних документів, то здійснюють поштучне приймання.

#### **Питання для самоконтролю.**

1. Охарактеризуйте основні способи установлення арматури в конструкції
2. Приведіть порядок організації контролю якості виготовлення і зварювання арматурних, закладних виробів і окремих арматурних стрижнів
3. Перелічите засоби й обладнання які потрібні для проведення контролю арматурних виробів
4. Які параметри необхідно перевіряти у кожному відібраному арматурному виробі ?
5. Які методи контролю застосовують для контролю якості зварних з'єднань арматурних і закладних виробів ?
6. Порядок складування арматурних каркасів і сіток на будівельному майданчику.

## Тема 4. СУЧАСНІ ОПАЛУБНІ СИСТЕМИ

### План

- 4.1. Призначення і показники опалубки
- 4.2. Основні типи опалубок

#### 4.1. Призначення і показники опалубки

Основним призначенням опалубки є надання необхідної форми бетонній суміші до її затвердіння і досягнення бетоном потрібної розпалубної міцності. Опалубка повинна мати необхідну міцність, стійкість, витривалість до деформативності, здатність сприймати технологічні навантаження і тиски бетонної суміші при її укладанні й ущільненні. Опалубка визначає якість поверхні бетону. У деяких випадках опалубка виконує, крім перерахованих, функції ущільнення й теплової обробки бетону. З допомогою деяких видів опалубки бетонним конструкціям можна надавати спеціальні властивості. Наприклад, незнімні опалубки можуть виконувати функції гідроізоляції, утеплення або надання поверхні необхідної архітектурної виразності.

Слід відмітити, що термін "опалубка" не являється визначаючим щодо технології монолітного будівництва у зв'язку з тим, що дає оцінку тільки одній конструктивній частині й не враховує різних пристосувань і додаткових улаштувань, які забезпечують нормальну технологічну функціональність. Тому в технології бетонних робіт слід розглядати "опалубні системи" як поняття, яке включає опалубки і елементи, забезпечуючи їм: задане геометричне положення і стійкість; необхідну швидкість бетонування; комплексну механізацію монтажу, демонтажу і розпалублювання; транспортування по горизонталі і вертикалі, швидке збирання і розбирання елементів; необхідну оберतालність (довготривалість) і технологічну гнучкість - уніфікацію (модульність).

Важливим показником опалубних систем є їх технологічність, яка оцінюється трудомісткістю монтажу, демонтажу і транспортування, віднесеною до одиниці продукції (1 м<sup>2</sup> площі поверхні, яку опалублюють, або 1 м<sup>3</sup> конструкції, що бетонують). Іншим показником опалубних систем є

обертальність (кількість циклів обертання), яку визначають відношенням довготривалості робіт (дні) до довготривалості одного опалубного циклу (днів).

Якість виробів, що виготовляють, залежить від точності виготовлення опалубки, яка повинна бути на один - два класи вище точності монолітних конструкцій. Більш високі допуски застосовують для опалубних систем, які піддаються термічному впливу.

Важливою вимогою до опалубки є її деформативність. Від деформативності опалубки залежить не тільки стійкість системи, а і якість виконання монолітних конструкцій, трудомісткість опалубних і опоряджувальних робіт. При недостатній жорсткості опалубки можливі відхилення геометричних розмірів конструкції, зниження якості в наслідок утворення раковин і повітряних включень, неоднорідності структури бетону.

#### **Види й призначення окремих елементів опалубки:**

- *опалубка* - форма для монолітних конструкцій;
- *щит* - формоутворюючий елемент опалубки, який складається з палуби і каркаса;
- *палуба* - комплекс щитів з'єднаний воедино, який утворює його формуючу робочу поверхню.

*Опалубна панель* - формоутворюючий плоский елемент опалубки, що складається з декількох суміжних щитів, з'єднаних між собою за допомогою з'єднуючих вузлів і елементів й призначення для опалублювання всією конкретної площини.

*Блок опалубки* - просторовий замкнутий по периметру елемент, який виготовлений цілісним та він складається з площинних і кутових панелей або щитів.

#### **4.2. Основні типи опалубок**

Опалубку можливо класифікувати:

- за функціональним призначенням для: вертикальних поверхонь, у тому числі стін; горизонтальних і нахилених поверхонь, у тому числі перекриттів; одночасного бетонування стін і перекриттів; бетонування кімнат і окремих

квартир; криволінійних поверхонь (використовується в основному пневматична опалубка).

Для бетонування стін виготовляють опалубку таких видів: дрібнощитову, крупнощитову, блок-форми, блочну й ковзну.

Для бетонування перекриттів використовують дрібнощитову опалубку з підтримуючими елементами и крупнощитову, у якій опалубні поверхні складають єдиний опалубний блок; іноді опалубні поверхні й підтримуючі елементи складають єдиний опалубний блок, який в цілому переставляють краном; за матеріалом виготовлені зі: сталі, алюмінію, вологостійкої фанери, склопластику, поліпропілену з наповнювачами підвищеної щільності, пінополістиролу, картону та ін.

Підтримуючі елементи опалубки, звично виконують зі сталі й алюмінієвих сплавів, що забезпечує їх високу обертаність.

Комбіновані конструкції опалубки є найбільш ефективними. Вони дозволяють використати специфічні характеристики матеріалів. При використанні фанери і пластика оберतालність опалубки досягає 50 раз і більше, при чому зростає якість покриття завдяки низькій адгезії матеріалу з бетоном. У сталій опалубці використовують лист товщиною 2...6 мм, що робить таку опалубку достатньо важкою. Опалубку з деревинних матеріалів захищають синтетичними покриттями. Плівки на палубу наносять методом гарячого пресування з використанням для пропитки: деревини бакалитових рідинних смол, епоксидно-фенолових лаків, а також, використовують склотканину, пропитану фенол формальдегідом. Найбільш розповсюджена вологостійка фанера товщиною 18...22 мм. Для покривного шару використовують склопластики, шарові пластики, вініласти.

Знаходять використання пластмасові опалубки, особливо армовані скловолокном. Вони мають високу міцність при статичному навантаженню, хімічно сумісні з бетоном. Опалубки з полімерних матеріалів відрізняються невеликою масою, стабільністю форми й стійкістю проти корозії. Можливі пошкодження легко усуваються нанесенням нового покриття. Недолік

пластмасових опалубок – їх несуча здатність різко знижується при термообробці з підвищенням температури до 60° С.

З'явилися комбіновані опалубки, коли на металеву палубу наносять листовий поліпропілен. Використання композитів з струмопровідним наповнювачем дозволяє одержати гріючі покриття з регульованими режимами теплового впливу на бетон.

### **Види опалубок:**

*Розбірно-переставна дрібнощитова* опалубка складається з набору елементів невеликого розміру площею до 3 м<sup>2</sup> і масою до 50 кг, що дозволяє установлювати й розбирати їх вручну. Із елементів опалубки можна збирати великі панелі й блоки, які монтують і демонтують без розбирання на складові елементи. Опалубка уніфікована і застосовується для самих різновидних монолітних конструкцій з постійними, перемінними і повторюваними розмірами. Найбільше доцільне використовувати опалубку для бетонування уніфікованих конструкцій невеликого об'єму.

*Великощитова* опалубка складається з великорозмірних щитів і елементів з'єднання. Щити опалубки сприймають всі технологічні навантаження без установлення додаткових несучих і підтримуючих елементів. Опалубку застосовують для бетонування протяжливих стін, перекриттів і тунелів. Розмір щитів дорівнює розміру конструкції, яку бетонують: для стін - ширина і висота приміщення, для перекриття - ширина і довжина такого перекриття. У випадку бетонування перекриттів великої площі, коли неможливо забетонувати перекриття на протязі однієї зміни, перекриття розділяють на карти. Розміри карти задають технологічним регламентом, на їх межах установлюють металеву сітку з вічком 10x10 мм товщиною 2...4 мм для забезпечення достатнього зчеплення з наступними картами. Великощитова опалубка рекомендується для зведення будівель з монолітними стінами і перегородками, збірними перекриттями, а також для бетонування конструкцій перемінного поперечного перерізу (силосі, димові труби, градирні).

**Блочна** опалубка - це об'ємно-переставна опалубка призначена для зведення одночасно 3-х або 4-ох стін по контуру комірки будівлі без улаштування перекриття. Опалубку монтують з окремих блоці з проміжками рівними товщині стін.

Для будівель з монолітними зовнішніми і внутрішніми стінами і збірними перекриттями рекомендується комбінований варіант: для зовнішніх поверхонь стін - великощитова опалубка, а для внутрішніх поверхонь стін - блочна витягувана вертикальна опалубка.

Блок-форми являють собою просторові замкнуті блоки: нероз'ємні і жорсткі, виконані на конус, роз'ємні або розсувні (переналагоджувані). Блок-форми застосовують для бетонування замкнутих конструкцій відносно невеликого об'єму не тільки для вертикальних але і горизонтальних поверхонь. Крім того, вони використовуються для об'ємних елементів стін, ліфтових шахт, окремо стоячих фундаментів, колон та ін.

**Об'ємно-переставна** опалубка складається із секцій Г або П - подібної форми і являє собою великорозмірний блок, який горизонтально витягається, призначений для одночасного бетонування стін і перекриттів. При розпалублюванні секції зсовують усередину і викочують до прорізу для наступного підймання краном. Таку опалубку використовують для бетонування поперечних несучих стін і монолітних перекриттів житлових і цивільних будівель. Цей тип поздовжньо-переміщуваної опалубки знайшов застосування в будівлях з монолітними поздовжніми несучими стінами із зовнішніми стінами і перекриттями з монолітного залізобетону.

**Горизонтально-переміщувана** опалубка призначена для бетонування лінійно протяжливих конструкцій і споруд, а також замкнутого перетину з великим периметром.

**Ковзна** опалубка застосовується для бетонування стін високих будівель і споруд. Вона являє собою просторову опалубну форму, яку установлюють по периметру стін і підіймають домкратами відповідно до процесу бетонування.

Для будівель крапкового (баштового) типа великої поверховості й простого рішення в плані рекомендується вертикально витягвана опалубка блочного типу або ковзна опалубка.

**Пневматична** опалубка - гнучка повітронепроникна оболонка, розкрита відповідно до габаритів споруди. Установлюють таку опалубку в робоче положення, створюють всередині надмірний тиск повітря або пару і бетонують споруд криволінійного обрису і порівняно невеликого об'єму.

Незнімна опалубка використовується для зведення конструкцій без розпалублювання, створення облицювання, а також тепло і гідроізоляції.

Для виконання робіт застосовують допоміжні елементи опалубних систем: навісні помости, які навішують на стіни зі сторони фасадів з допомогою кронштейнів, закріплених в отворах, залишених при бетонуванні стін; викатні помости, призначені для викачування по ним тунельної опалубки або опалубки перекриттів при її демонтажі; прорізоутворювачі, які являють собою опалубку для утворення в монолітних конструкціях віконних, дверних й інших прорізів.

Якщо прийняти загальну трудомісткість зведення монолітних конструкцій за 100%, то трудовитрати на виконання опалубних робіт складає приблизно 45... 65%, арматури - 15.. .25% і бетонних - 20... 30%.

### **Питання для самоконтролю**

1. Дайте визначення опалубних систем та приведіть перелік необхідних показників
2. Призначення окремих елементів опалубки
3. Охарактеризуйте основні типи опалубок
4. Призначення розбірно-переставної дрібнощитової опалубки. Доцільна сфера використання розбірно-переставної опалубки.
5. Приведіть особливості сучасних опалубних систем.

## ТЕМА 5. ОСНОВНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВІТЧИЗНЯНИХ І ЗАРУБІЖНИХ ОПАЛУБНИХ СИСТЕМ

### План:

- 5.1. Основні технологічні показники опалубних систем
- 5.2. Дрібнощитова опалубка
- 5.3. Опалубка рам
- 5.4. Великощитова опалубка
- 5.5. Опалубка перекриттів

### 5.1. Основні технологічні показники опалубних систем

Вітчизняні опалубні системи передбачають застосування великорозмірних елементів, які дозволяють знизити трудомісткість робіт і підвищити якість монолітних конструкцій, а також оборотність опалубки враховуючи зменшення спряжень і стикових з'єднань. Велика увага звертається розробці уніфікованих систем оснастки.

Закордонний досвід монолітного будівництва базується на переважному використанні уніфікованих опалубних систем високої індустріальної. До провідних фірм, які спеціалізуються в розробці і виготовленні опалубних систем, варто віднести "Хюннебек", "НОЕ", "Дока", "Пашал" (ФРН), "Зкром" й "Вік-форм" (Англія), "Юні-Форм" (Швеція), "Утінор" й "Пері" (Франція), "Уестер Формз" (США), "Явата" (Японія), "Партек" (Фінляндія) та ін.

Основним напрямком по вдосконалюванню опалубних систем є зниження маси опалубок і підвищення їхньої довговічності. Так, опалубна система "КЛХ" фірми "Партек" передбачає використання опалубних щитів з питомою масою 25 кг, оборотністю 150 разів, а система "Алюм-а-Плай" фірми "Уестер Формз" розробила конструкції опалубних систем з алюмінію з питомою масою щитів  $19 \text{ кг/м}^2$  й оборотністю до 500 разів. Використання полегшених конструктивних елементів систем дозволяє проводити зборку опалубки конструкцій переважно вручну, минаючи укрупнювальне складання, що виключає використання

потужного кранового устаткування, знижує вартість будівництва и підвищує його якість.

Вітчизняний досвід створення опалубних систем базується на переважному використанні металевих опалубок, маса 1 м<sup>2</sup> яких досягає 70...110 кг, а також комбінованих (метал - фанера) з питомою масою до 40... 60 кг.

Опалубні системи повинні формуватися, таким чином, щоб довговічність всіх елементів була приблизно однаковою. Залежно від конструктивних рішень, а головне матеріалу опалубок, оборотність коливається в широких межах: 100 ... 200 циклів для опалубок з металу й пластмас, 30...50 циклів - із фанери й до 20 - з дерева.

Матеріалом для опалубки можуть служити: деревина, метал, пластмаси. Рациональними є комбіновані конструкції. У них несучими й підтримуючими елементами служить метал, а як палуба, що стикається з бетоном, - водостійка фанера, пластик, алюміній. Нерідко застосовують повністю металеву опалубку. Останнім часом у закордонній практиці всі частіше використовуються опалубки з алюмінію. Алюміній характеризується малою стійкістю проти лугів, тому легування його кремнієм, магнієм і цинком забезпечує достатню корозійну стійкість. Маса алюмінію на 65 % менше сталі, тому опалубні щити з нього мають меншу масу, а межа міцності на розтягання в 6...10 разів вище, ніж у деревини.

Повністю дерев'яні або фанерні опалубки мають недоліки - високу матеріалоємність і невисоку оборотність. По цих же причинах недоцільно використати підтримуючі елементи з деревини.

Найбільш доцільно виготовляти палуби щитів з фанери. Для цього застосовують водостійку й бакелізовану фанеру марок ФБС і ФБСВ товщиною 10...20 мм. Синтетичне покриття фанери значно збільшує термін служби палуби, знижує адгезію до неї бетону и дозволяє одержувати високоякісні поверхні. Для покриття фанерних поверхонь застосовують плівки зі склотканини, просочені фенолформальдегідом або іншими полімерами. Для цього служать і поліетиленові плівки, склопластики, шаруваті пластики,

вініласти. Висока формувальна здатність полімерних матеріалів відкриває можливість створення різних рельєфних малюнків палуби, що вирішує багато архітектурних завдань.

Для надання лицьовій поверхні бетонних конструкцій необхідної фактури і форми використовують матриці. Їх установлюють в опалубку перед бетонуванням. Залежно від матеріалу можливо їх разове або багаторазове застосування. У закордонній практиці використовують гнучкі матриці з поліуретану, полісульфіду або натурального каучуку, армованого нейлоною тканиною. У вітчизняній практиці найбільше поширення знаходять тверді матриці з армованого склопластику й поліпропілену, а також гнучкі - із прогумованої тканини, армованої гуми й поліуретану.

Існує досвід застосування опалубки в сполученні зі спіненим полістиролом. Такі опалубки мають підвищені теплоізоляційні властивості й можуть успішно використатися в холодну пору року.

Закордонний досвід показує, що збільшення точності виготовлення щитів опалубки, підвищення її просторової твердості за рахунок використання ґратчастої системи сприяє зниженню її маси, підвищенню оборотності і скороченню трудовитрат. Так фірмою "Пашал" випускається дрібнощитова опалубка уніфікованих інвентарних систем, що має оборотність для каркасів більше 600 разів і більше 100 циклів для фанерної палуби. Довговічність елементів опалубки досягається шляхом ретельної обробки поверхні фанерної палуби й торців плівкою із синтетичної смоли. Для закріплення палуби до каркасної конструкції щита використовуються металеві косинки, до яких закріплюються на болтах плити. Таке виконання дозволяє швидко й без особливих зусиль замінити зношену або ушкоджену палубу.

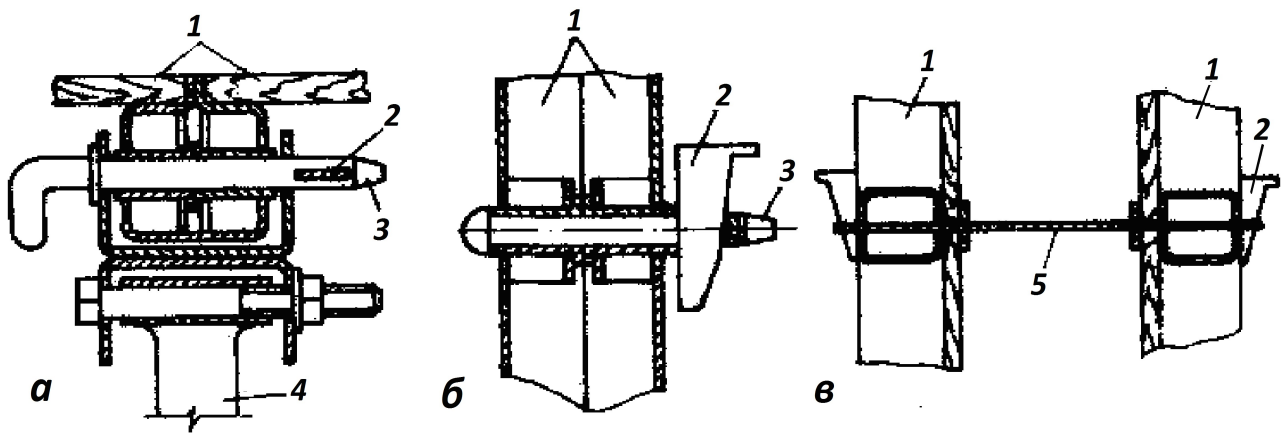
Середня маса щитів опалубки "Пашал" становить менш  $40 \text{ мг/м}^2$ , що дозволяє знизити трудовитрати на монтаж до  $0,5 \text{ люд.-год/м}^2$  при ручній установці,  $0,35 \text{ люд.-год/м}^2$  з попередньою зборкою й  $0,1...0,2 \text{ люд.-год/м}^2$  при перестановці на нове місце краном.

Аналогічні показники мають опалубні системи фірми "НОЕ". Більше удосконалене конструктивне рішення забезпечує оборотність опалубки більше 200 циклів, а використання раціональних і зручних додаткових елементів у вигляді шарнірних вставок розширює практичну область застосування. У таблиці 5.1 наведені дані по довговічності опалубок різних систем.

Таблиця 5.1 - Оборотність опалубки, цикл

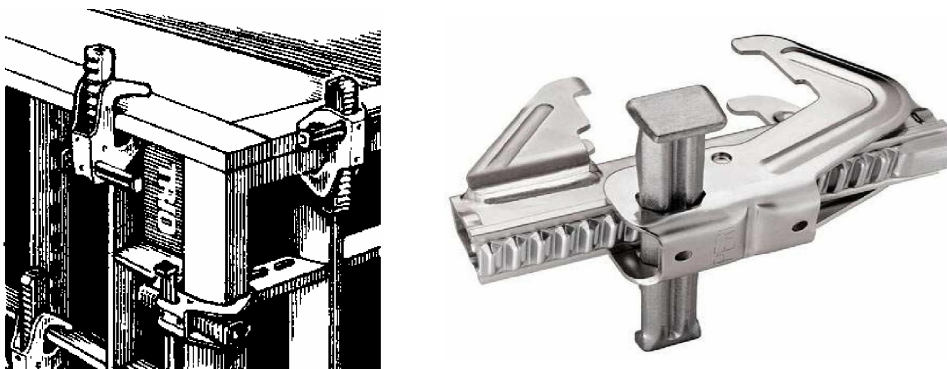
| Тип опалубки              | Матеріал палуби |          |        |        |           | Підтримуючі елементи зі сталі |
|---------------------------|-----------------|----------|--------|--------|-----------|-------------------------------|
|                           | сталь           | алюміній | фанера | дерево | пластмаси |                               |
| Дрібнощитова (вітчизняна) | 70              | -        | 50     | 20     | 50        | 200                           |
| "НОЕ" (ФРН)               | -               | -        | 200    | -      | 150       | 500                           |
| "Пашал" (ФРН)             | -               | -        | 120    | -      | 100       | 600                           |
| "Пері" (Франція)          | -               | 300      | 120    | -      | 120       | 400                           |
| "Утінор" (Франція)        | -               | -        | 100    | -      | 100       | 300                           |
| "КЛХ Партен" (Фінляндія)  | -               | -        | 150    | -      | 150       | 400                           |
| "Алюм-а-Плай" (США)       | -               | 500      | -      | -      | -         | 500                           |

**Технологічність монтажу й демонтажу** опалубних систем визначається насамперед конструкцією з'єднуючих елементів. Так, для з'єднання щитів дрібнощитовій опалубки використовуються замкові з'єднання (рис. 5.1) у вигляді муфти й металевого стержня із чекою, а для установки підтримуючих струбцин - болтові з'єднання. Така конструкція вимагає більших фізичних зусиль при зборці й демонтажі. Основним монтажним інструментом є молоток і пара гайкових ключів. Низка технологічність конструктивного рішення розпірної планки (рис. 5.1, в), яка вимагає більших трудовитрат на установку і не має пристрою для регулювання міжосьової відстані. Недостатне відпрацьований вузол примикання розпірки до внутрішніх поверхонь щитів, що приводить до утворення напливів і витіканню цементного молока через отвори. Ця обставина різко знижує якість конструкцій.



**Рисунок 5.1 – Схеми кріплення щитів:** 1 - щити опалубки; 2- чека; 3- металевий стержень; 4 - струбцина; 5 - розпірна планка

Закордонний досвід монтажу опалубних систем заснований на широкому використанні швидкокороз'ємних замкових з'єднань, які повністю або частково виключають застосування болтових з'єднань. До найбільш прогресивних рішень варто віднести конструкції замкових з'єднань, які використовуються фірмою "Пері" (рис. 5.2).



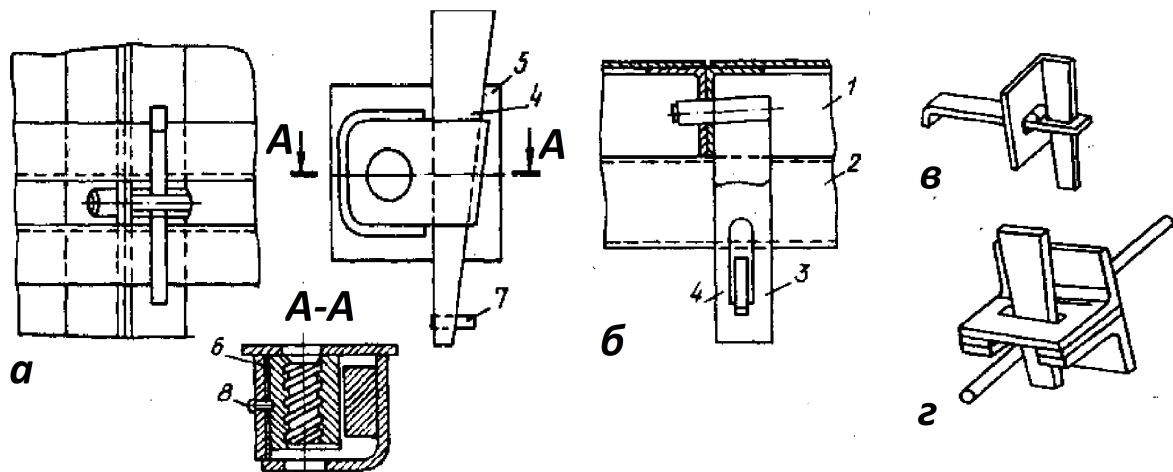
**Рисунок 5.2 – Струбцина для кріплення щитів конструкції фірми «Перрі»**

Клиноексцентриковий замок дозволяє одним рухом планки зачепити затискні колодки, що забезпечують щільне герметичне з'єднання рам щитів, які з'єднують.

Процес розпалубки істотно полегшується через дуже швидкий демонтаж замкових з'єднань, без значних зусиль. Локальне розміщення замкових з'єднань дозволяє робити вручну демонтаж окремими дрібними щитами без порушення стійкості всієї системи опалубки.

Аналогічні системи подібного призначення використовуються в опалубних системах "НОЕ". Для алюмінієвих опалубних щитів і комбінованих зі сталевим каркасом застосовують швидкороз'ємні замки.

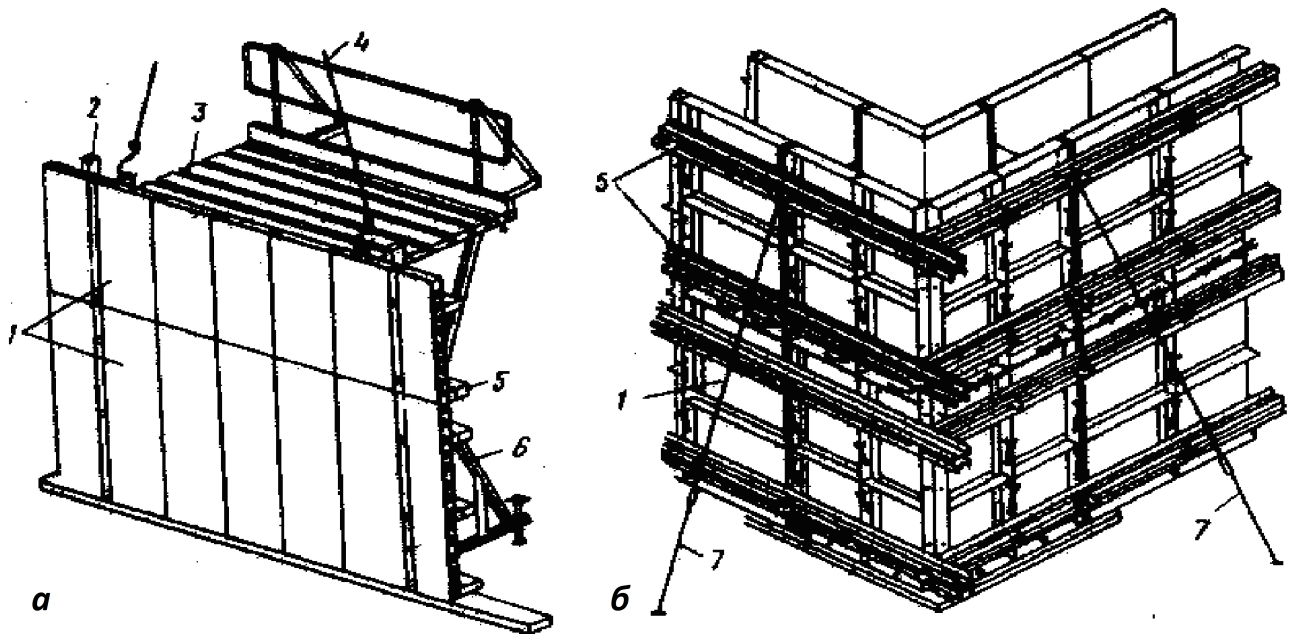
Вітчизняний досвід має рядом конструктивних рішень швидкоствановлюваних і роз'ємних замкових з'єднань переважно клинового типу, що дозволяє знизити витрати праці на цих операціях. При укрупненій зборці опалубних панелей і блоків використовуються пружинні скоби й натяжні гаки, з клиновими і гвинтовими запорами для з'єднання щитів між собою (рис. 5.3). Таке конструктивне рішення з'єднань є багатоопераційним і вимагає великих витрат часу і ручної праці.



**Рисунок 5.3 – З'єднання щитів зі схопками за допомогою натяжного крюка і клина (а), замок для кріплення тяжів (б), натяжний гак для кріплення щитів (в) і клиновий замок для кріплення стяжок (г): 1 - щит; 2 - схопка; 3 - натяжний крюк; 4 - клин; 5 - пластина; 6 - нерухомий сухарик; 7 - фіксатор клина; 8 - фіксатор сухарика**

## 5.2. Дрібнощитова опалубка

З дрібнощитової опалубки монтують великі панелі для зведення монолітних стін, колон, рам, балок і перекриттів. Для зведення монолітних стін використовують опалубні панелі розміром на кімнату або рівним кроку колон, які збирають із дрібних щитів (рис. 5.4, а).

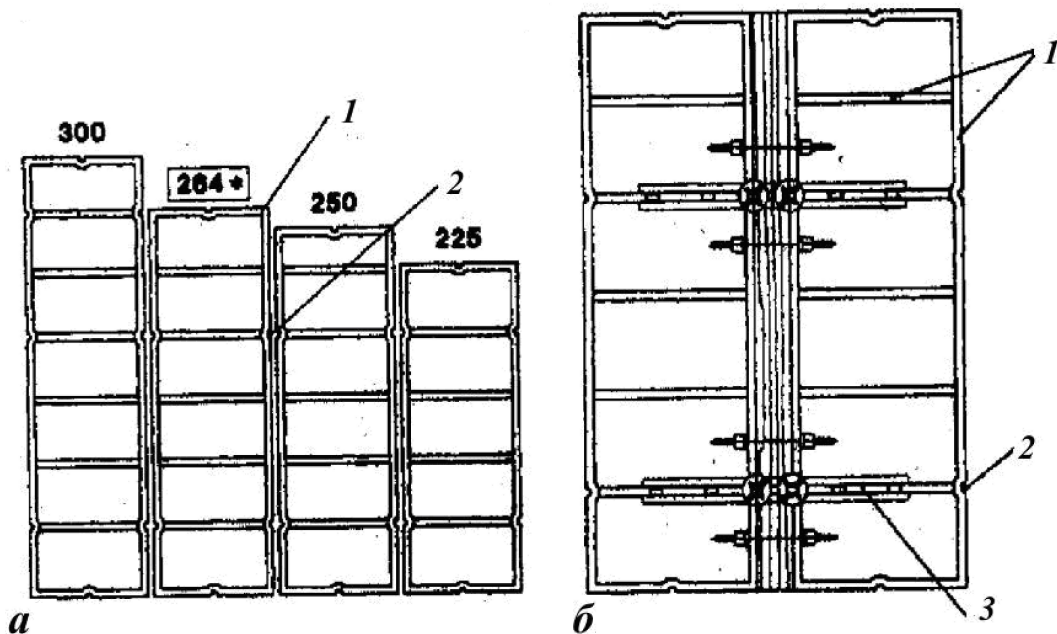


**Рисунок 5.4 – Створення опалубних панелей стін з використанням дрібнощитової опалубки: а - опалубна панель з робочою площадкою й інвентарними помостами; б - опалубка кута стіни; 1 - щит; 2 - вертикальна з'єднувальна балка; 3 - робоча площадка; 4 - строп; 5- поздовжні схопки; 6 - інвентарний підкіс; 7 - струбцина**

Збільшувана зборка виконується безпосередньо в зоні установки опалубки або на приоб'єктній збиральній площадці. Готові панелі подають до місця установки краном. В якості елементів для установки в проектне положення і забезпечення стійкості використовують різні системи підкосів, постачені механічними домкратами. Опалубний щит постачають робочою площадкою з огороженням. Для забезпечення просторової жорсткості щити об'єднують інвентарними схопками й балками. Установлюють і демонтують укрупнений щит з допомогою крана. На рис. 5.4, б наведений приклад створення опалубки стін. При зведенні стін висотою більше 2 м додатково використовують систему розчалок і підкосів. Для сприйняття тиску розпору від бетонної суміші і підвищення жорсткості системи застосовують стяжки. Їх розташовують у відповідності з прийнятою розрахунковою схемою і кріплять з допомогою клинових затискачів й інших замкових з'єднань.

Дрібнощитова опалубка фірми «Даллі». Опалубка фірми «Даллі» складається з модульних елементів, які дозволяють комплектувати опалубку

панель при вертикальному і горизонтальному розташуванні щитів. Основне достоїнство опалубки в тому, що з мінімальної кількості елементів і оригінального кріплення можна збирати вручну опалубку самих різних горизонтальних і вертикальних конструкцій. Щити виготовляють трьох розмірів по висоті 264; 132 і 88 см і 10 розмірів по ширині від 75 до 20 см із градацією 5 см. Для щитів розміром 264x75 см допускається монтаж виконувати вручну. На торцях кожного щита передбачені дві приварені шестигранні гайки для міцного штир'ювого з'єднання двох примикаючих щитів (рис. 5.5).



**Рисунок 5.5 – Дрібнощитова опалубка стін фірми «Даллі»:** а - серійні елементи; б - стик двох щитів; 1 - елементи жорсткості щитів; 2 - паз для кріплення протилежностоячих щитів; 3 - вирівнююча шина

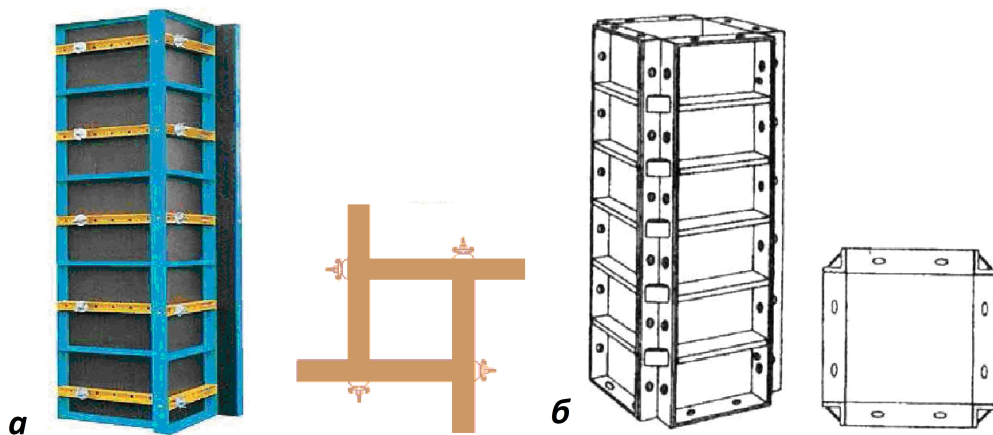
Робоча поверхня опалубки являє собою п'ятишарову дерев'яну плиту товщиною 21 мм із двостороннім посиленням облицюванням, що дозволяє при регулярному очищенні й змащенні застосовувати кожний щит опалубки не менше 350 разів. Елемент рами щитів виконані із листової сталі з накладками і косинками, що створює досить жорсткий каркас. Кожен щит кріпиться лише двома стяжними штирями, остаточне закріплення за допомогою крильчастої гайки вручну. Фірмою розроблені власні болтові (беззамкові) стискувані, які встановлюються в наскрізний отвір двох сусідніх щитів і міцно їх стискають одним ударом молотка. Якщо два сусідніх щита зміщені по вертикалі, то можна

використати спеціальну скобу, яку закріплюють у будь-якому місці також одним ударом молотка. Таке закріплення створюється завдяки двом кулачкам, за допомогою яких профілі опалубок будуть стиснуті разом. Опалубку скобу знімають ударом молотка в зворотному напрямку.

Для створення кутових з'єднань передбачені зовнішні й внутрішні кутові елементи, які дозволяють стикування щитів здійснювати під будь-яким кутом. Розроблені спеціальні приставні листові вирівнювачі-вставки, завдяки яким можна утворити опалубку панель точно по потрібним розмірам. Специфіка щитів і кутових з'єднань дозволяє застосовувати опалубку «Даллі» із стандартних елементів для стін різної товщини, висоти, різного обрису споруди в плані.

З'єднання протилежних щитів опалубки і їхня взаємна фіксація можуть здійснюватися за допомогою спеціальних штирів з крильчатою гайкою. Штир пропускають через спеціальний половинний отвір, спеціально запроєктований на торцевих поверхнях опалубки.

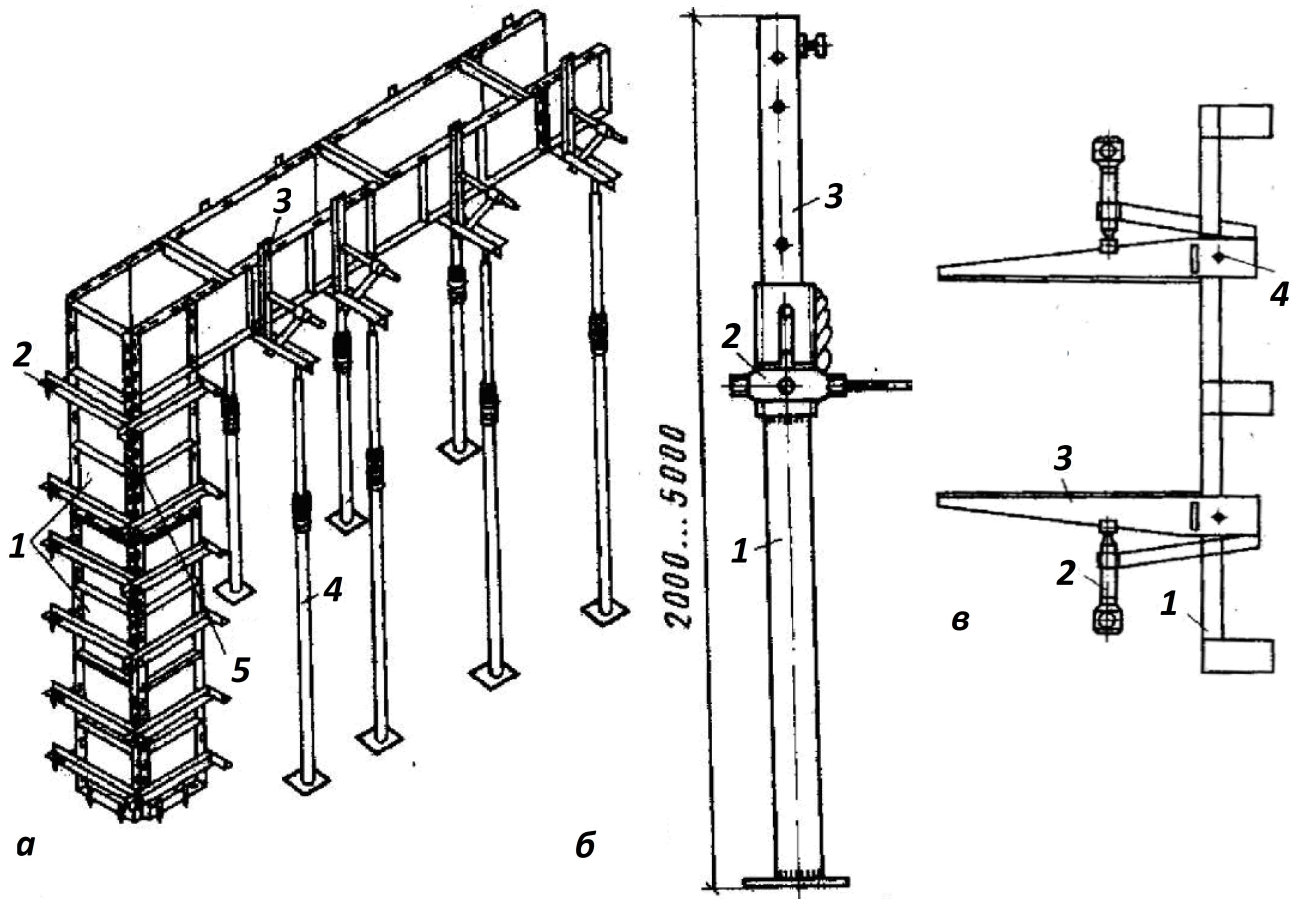
Опалубка для колон фірми «Даллі» розроблена для чотирьох висот елементів: 300; 264; 132 і 100 см (рис. 5.6), конструкція дозволяє здійснювати нарощування за висотою, розміри колон від 10x10 до 80x80 см з кроком 2,5 см.



**Рисунок 5.6 – Опалубка колон фірми «Даллі»:** а - опалубка з кріпленням стягуючими штирями; б - те ж, зі зовнішніми кутовими елементами

### 5.3. Опалубка рам

На рис. 5.7. наведена конструктивна схема опалубки рами включаючи колону і ригель. Для забезпечення просторової жорсткості опалубки колони використовують хомути розташовані з кроком 0,4...0,6 м, які мають швидкознімні елементи.



**Рисунок 5.7 – Комплект опалубки для зведення рам:** а - телескопічний стояк конструкції ЦНДИОМТВ: 1 - стояк; 2 - домкратний пристрій; 3 - висувна штанга; б - загальний вигляд: 1 - щит опалубки; 2 - хомути; 3 - балочна струбцина; 4 - телескопічний стояк; 5 - розтяжка; в - блочна струбцина для кріплення коробів опалубки: 1 - балка; 2 - гвинтовий упор; 3 - кронштейн; 4 - шарнір

Стійкість опалубки колон досягають установкою розтяжок. Підтримуючими елементами опалубки ригеля служать інвентарні стояки з балочними струбцинами.

Короба опалубки затискають кронштейнами балочної струбцини, яка забезпечує її геометрично незмінну стійкість. Телескопічний стояк і балочну струбцину виконують інвентарними, з можливістю змінювати міжосьову відстань і їх довжину. Застосування домкратного пристрою дозволяє виконувати регулювання й точну установку опалубки в проектне положення. Конструктивне рішення таких улаштувань відрізняється можливістю швидкого

демонтажу і переналагодження, універсальність і надійність в роботі. Аналогічні системи використовуються в зарубіжній практиці.

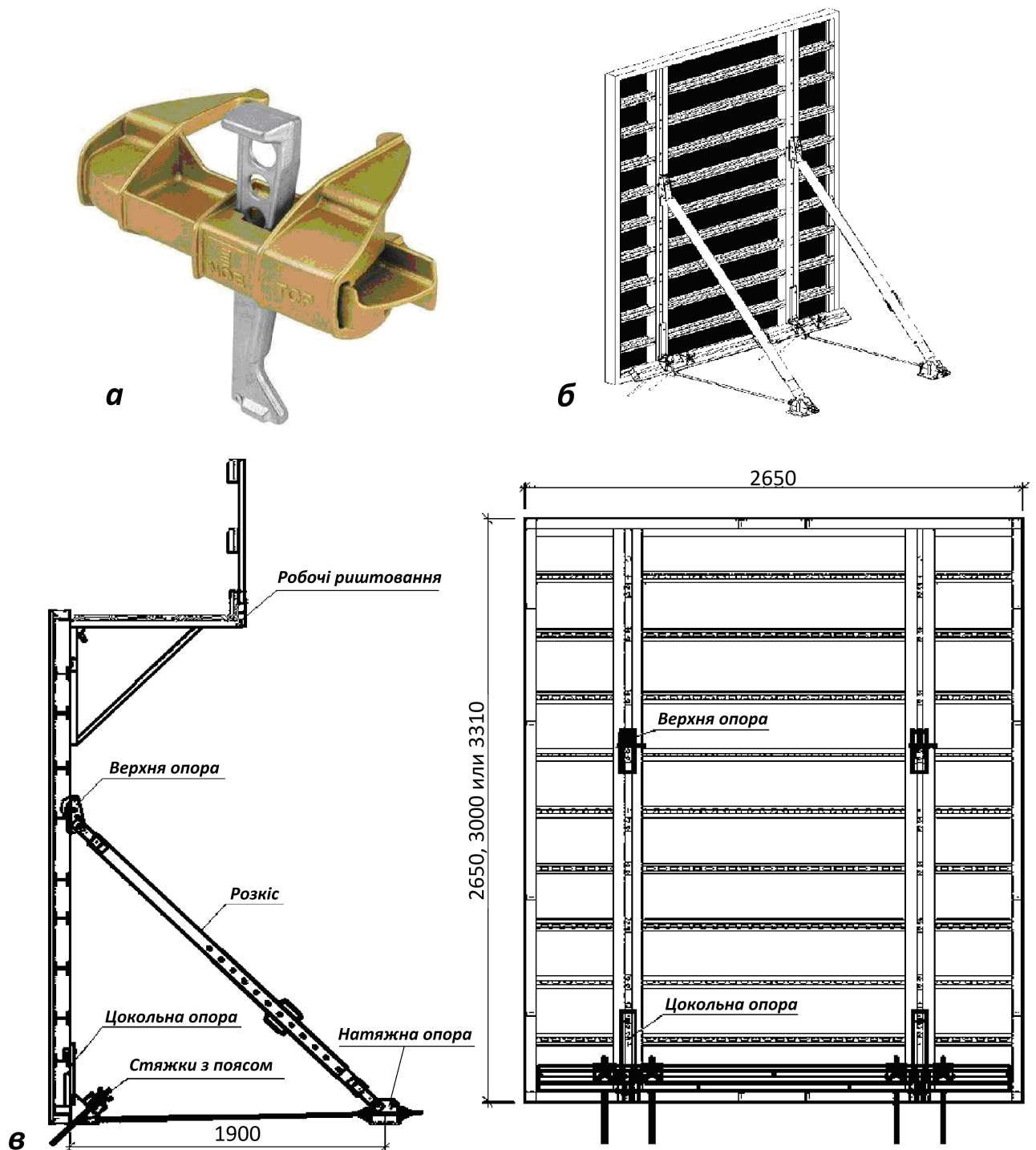
#### **5.4. Великощитова опалубка**

Така опалубка застосовується для конструкцій з великими поверхнями, які необхідно опалублювати. Елементи опалубки суміщають у собі палубу з підтримуючими прогонами і ребрами. Збільшення розмірів щитів дозволяє знизити трудомісткість робіт з опалублювання конструкцій та більш повній мірі використати комплексну механізацію процесів, а також суттєво покращити якість поверхонь завдяки зменшенню кількості спряжень, при цьому висота щита приймається рівною висоті ярусу бетонування.

Опалубка призначена для зведення великорозмірних монолітних конструкцій різних будівель. Її установка і демонтаж виконується тільки кранами. Конструктивно опалубка складається із чотирьох елементів. Щити опалубки являються самонесучими і включають палубу, елементи жорсткості щита і несучі конструкції. Такі щити обладнують підмостками, підкосами для установки і початкової вивірки, регулюючими домкратами.

Великощитова опалубка застосовується практично для всіх конструктивних елементів будівель та споруд: фундаментів, зовнішніх і внутрішніх стін, колон, перекриттів. Найбільше розповсюдження опалубка знайшла при будівництві житлових і громадських будівель.

Опалубка стін і колон фірми «НОЕ». Опалубна система «НОЕ Top 2000» випускається чотирьох модифікацій - основна стальна рамна опалубка (рис. 5.8) з будь-яким покриттям, включаючи сталь, розраховану на навантаження до  $80 \text{ кН/м}^2$  з висотою щитів до 3,31 м і максимальною опалубною площею щита до  $14,05 \text{ м}^2$ ; полегшена система зі сталеву рамою, яка допускає без-кранову установку; алюмінієва опалубка, призначена винятково для робіт вручну; універсальна опалубка для колон, що допускає тиск бетонної суміші до  $125 \text{ кН/м}^2$ .



**Рисунок 5.8 – Опалубка стін фірми «НОЕ»:** а - швидкодіюче затискуєчне обладнання з барашковим затискачем; б - загальний вигляд; в - від з боку та з переду

Опалубку для стін можна збирати в різних комбінаціях при вертикальному і горизонтальному розташуванні щитів.

Стандартні розміри сталеві рамної опалубки - ширина елементів 265; 132,5; 125; 100 крок 25 см, висота 331; 300 й 265 см., оборотність опалубки

70...90 разів, сталеві рами - 500 обертань. Для полегшеної системи додатково застосовні елементи шириною 530 й 331 см і висотою 265; 132,5 й 66 см.

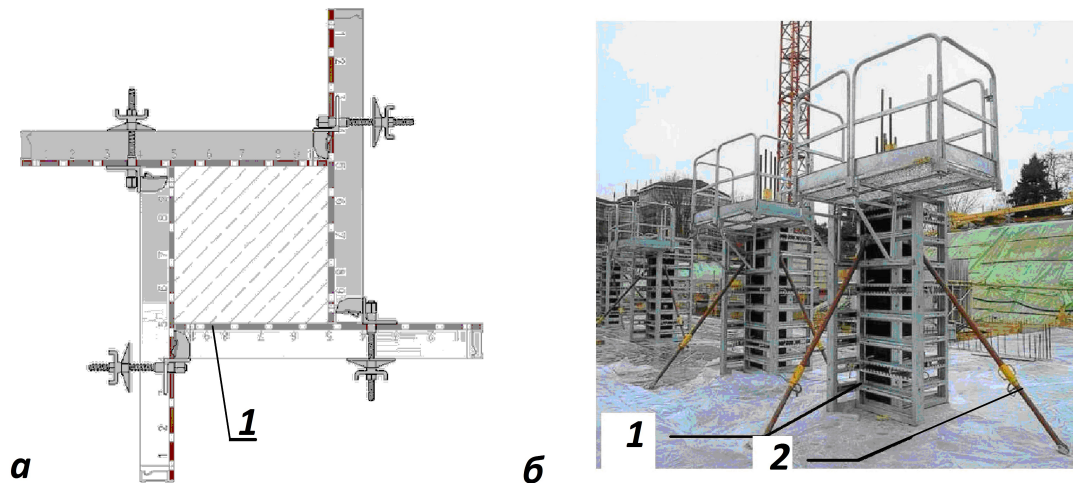
Покриття щитів виготовляють завжди цільним без вставок і доборів навіть для щитів великих розмірів. В якості палуби можуть бути застосовані водостійкі тришарові клеєні щити з деревини товщиною 21 і 27 мм або структурна дерев'яна опалубка необхідної за розрахунками товщини; палуба до щитів завжди кріпиться з тильної сторони. Ці достоїнства обумовлюють високу обертаність щитів, якість розпалубленої поверхні й спрощують очищення щитів. Частіше за все для опалубного покриття застосовують березу в 15 шарів загальною товщиною 21 мм із нанесеним двостороннім феноловим покриттям.

Зовнішній суцільний паз у рамі дозволяє здійснювати кріплення між собою в будь-якому місці. Для зборки щитів у єдину опалубну панель застосовують клиноподібні й гвинтові струбцини для звичайних з'єднань і подовжені струбцини для вирівнювання щитів при наявності вставок шириною до 25 см, при цьому міцність стику и всієї опалубної панелі не знижується. Всі сталеві елементи опалубок обов'язково проходять гаряче оцинкування, що не тільки поліпшує зовнішній вигляд, але й значно знижує адгезію з бетоном.

Чисто сталева рамна опалубка завжди громіздка й важка. Полегшена опалубка фірми «НОЕ» являє собою варіант, який поєднує економічність і міцність сталеві рами з алюмінієвими елементами жорсткості.

Алюмінієва опалубка фірми «НОЕ» має чотири типорозміри по широчині 90; 75; 50 й 25 см, два по висоті - 265 й 132,5 см, оборотність 60...80 разів, рами - 400 обертань. Палуба з водостійкої 9-шарової фанери загальною товщиною 15 мм із лицьової сторони заклепана, зверху нанесено напилювання захисного шару для полегшення розпалублювання й догляду за щитами. Опалубка легка, дозволяє ручну установку; при необхідності можуть бути використані щити інших типів і модифікацій, розроблених фірмою «НОЕ». Крім того, всі кутові щити, вирівнюючі вставки й інші елементи кріплення однакові й можуть при необхідності використані.

Опалубка колон фірми «НОЕ» складається із чотирьох щитів (рис. 5.9), які дозволяють плавно регулювати поперечний переріз від 15 до 150 см, висота щитів 300, 275; 100 й 50 см, є можливість з'єднання щитів по висоті з допомогою стандартних з'єднуючих елементів.

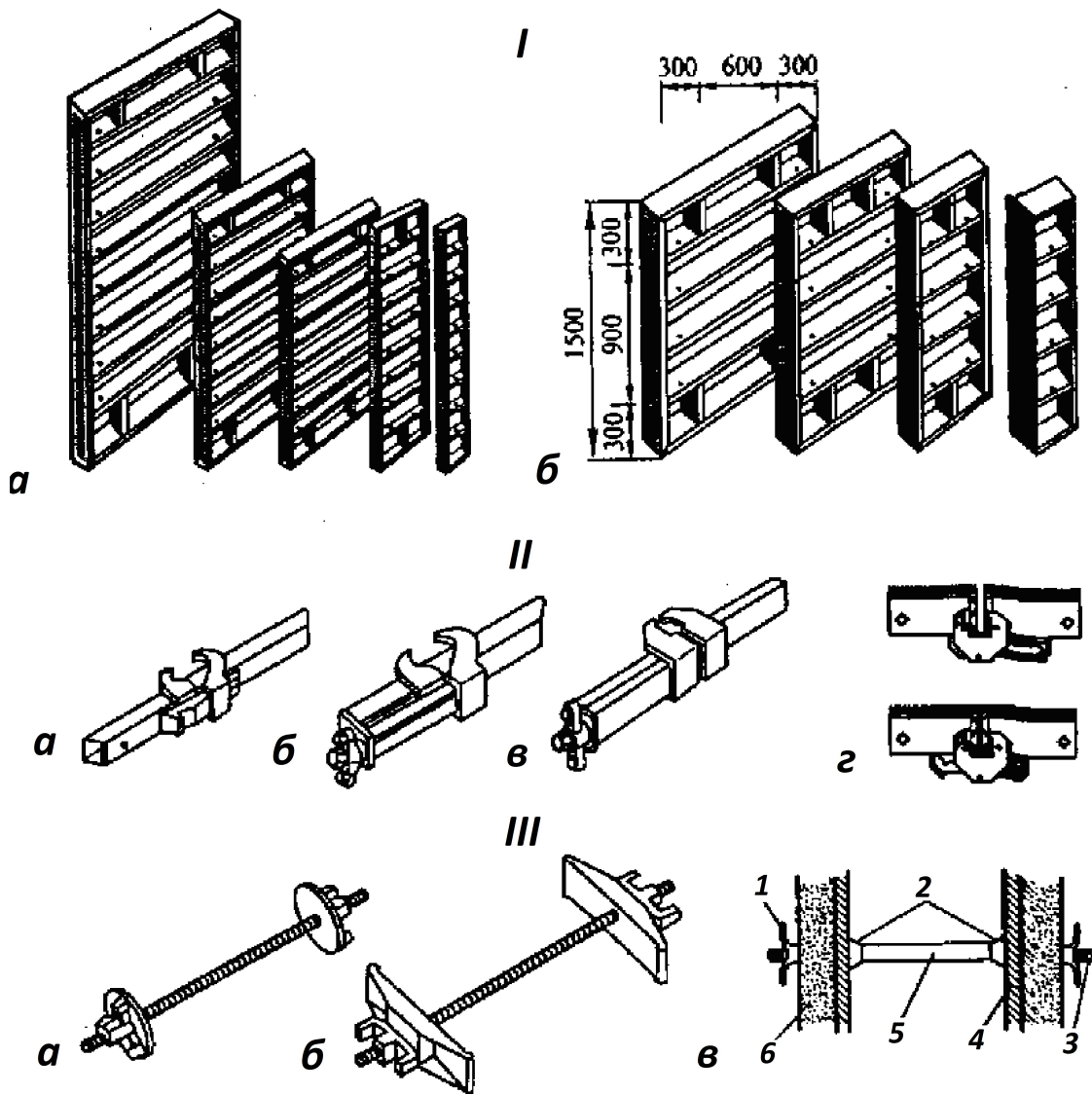


**Рисунок 5.9 – Опалубка колон фірми «НОЕ»:** а - конструктивне рішення; б - загальний вид; 1 - щит опалубки; 2 - підкіс

Рама опалубки повністю сталева, вона міцна й довговічна, покриття щитів з багатошарової фанери, дощок або 4 – міліметрового сталюого листа. Обертаність дерев'яного покриття в межах 20...30 циклів, сталевій рами і сталевій палуби - до 400 разів. З'єднання щитів на болтах або на спеціальних трикутних накладках.

Опалубна система «Каплок». Система опалубки «Каплок» розроблена в Великобританії, вона універсальна, може бути використана для опалублювання стін і перекриттів, як опалубна частина мостів, тунелів й інших висотних споруд і як зручна в роботі система риштувань (помостів) для упорядження різних споруд зовні й всередині.

Пропонується два типа опалубних щитів висотою 2,7 і 1,5 м (рис. 5.10), розрахованих на боковий тиск бетонної суміші до 6 кПа при палубі з ламінованої фанери товщиною 18 мм.



**Рисунок 5.10 – Опалубка фірми «Каплок»:** I - щити опалубки; а і б - великощитова і дрібнощитова опалубки; II - конструкції замків; а - замок ексцентриковий; б і в - замки подовженні з регульованою затяжкою; г - установка і стик щитів у зібраному вигляді; III - гвинтові стяжки; а - стягуючий стержень з крильчатими гайками; б - теж і з затискуючими пластинами; в - схема з'єднання протистоящих щитів; 1 - гайка крильчатая; 2 - пластикові конуси; 3 - стяжний стержень (діаметр 10 мм); 4 - палуба з водостійкої фанери (12.18 мм); 5 - пластикова втулка; в - контурна рама щита опалубки (60...80 мм)

Для багатократної обертаності щитів (табл. 5.2) і всіх інших елементів опалубної системи їх металеві поверхні піддані глибокому гарячому оцинкуванню, яке дає покриття більш високої якості, на відміну від звичної фарбового оцинкування. Якість покриття гарантує високу опірність корозії і механічним пошкодженням на протязі 5...6 років. Зручність, простота

закріплення і з'єднання елементів сприяє довготривалості експлуатації покриття, зниженню затрат на технічне обслуговування.

Таблиця 5.2 – Щити опалубки системи «Каплок»

| Розмір щита, мм | Маса, кг | Розмір щита, мм | Маса, кг |
|-----------------|----------|-----------------|----------|
| 2700 × 2400     | 328      | 1500 × 1200     | 82       |
| 2700 × 1200     | 150      | 1500 × 900      | 74       |
| 2700 × 900      | 116      | 1500 × 600      | 53       |
| 2700 × 600      | 87       | 1500 × 300      | 33       |
| 2700 × 300      | 57       | -               | -        |

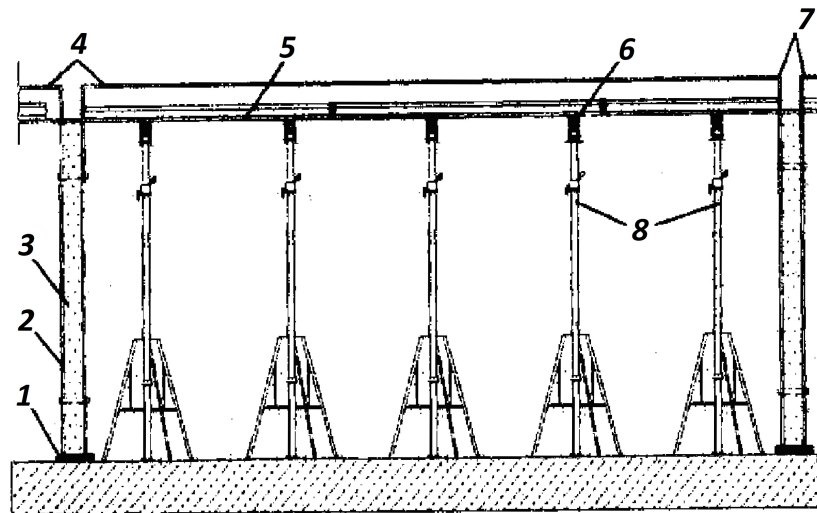
Для з'єднання щитів у опалубну панель розроблені оригінальні замки, які мають бокове замкове закривання, більш зручне в роботі й надійніше металевих штифтів, що забивають зверху. Замки мають різновидності: замок ексцентриковий і подовжені з боковою крильчастою гайкою.

Свої відмінні особливості у гвинтових стяжок, які мають три різновидності, у тому числі стяжки, що дозволяють з'єднувати протистоящі панелі по їх верхнім граням, і стяжки з вставками (розпірними втулками) для перешкодження стоншенню перерізу конструкції, яку бетонують.

### 5.5. Опалубка перекриттів

Послідовність робіт при установленні опалубки балочного перекриття передбачає наступне. Спочатку установлюють арматурний каркас колон, далі монтують опалубку колон із закріпленням гвинтовими стяжками, або хомутами і розкріпленням в 2.3-х рівнях розкосами. Для спряження з розміщеними вище конструкціями арматуру колон випускають вище верхнього рівня опалубки на 40...50 см. Далі бетонують колони. Після цього на спеціальні вирізи опалубки колон укладають щити днища балок або прогонів, під них установлюють і вивіряють за висотою підтримуючі телескопічні стояки або просторові опори. Стояки для просторової жорсткості встановлюють на триногах. Після /становлення бокових щитів балок і з'єднання їх між собою горизонтальними гвинтовими стяжками їх скріплюють з щитами днища. На наступному етапі

установлюють стояки під другорядні деревинні балки, по них розстилають палубу з вологостійкої фанери (рис. 5.11).



**Рисунок 5.11 – Елементи розбірно-переставної опалубки:** 1 - дерев'яні рамки колон; 2 - опалубка колон; 3 - колона; 4 - щити опалубки; 5 - щит днища балок; 6 - дерев'яні опалубні балки; 7 - бокові щити опалубки балок; 8 - підтримуючі телескопічні стояки на триногах

Після укладання арматурних каркасів і сіток прокладання трубок для внутрішніх проводок виконують бетонування. Розбирання опалубки рекомендується здійснювати після набирання бетоном розпалубної міцності і у послідовності обернено устанавленню опалубки.

Серед вітчизняних опалубок найбільше розповсюдження має уніфікована опалубка, яка розроблена інститутом ЦНПОМТВ. Опалубка стін складається з щитів висотою на поверх при модульній ширині від 300 до 1800 мм, а також добірних - торцевих і кутових. Щити складаються із металевої палуби, горизонтальних балок і вертикальних фермочок. У нижній частині щитів передбачені гвинтові домкрати. В опалубці бетонують стіни товщиною 12, 16 і 20 см при висоті до 3 м і перекриття товщиною 10 ...22 см.

Монолітне перекриття улаштовують після зведення стін і набирання ними необхідної початкової міцності. Опалубку перекриттів монтують по телескопічним стійкам, укладають сітку в двох рівнях, здійснюють бетонування.

Для великощитової опалубки розроблена універсальна опалубка перекриттів так звана «столова» опалубка. Воно складається з набору

модульних елементів, які дозволяють збирати опалубку при довжині щита до 12 м, ширині до 5,6 м і висоті від 1,75 до 10 м. Зняття опалубки здійснюють використовуючи зниження висоти опор конструкції палуби. Далі опалубку викачують із під перекриття і переставляють на інше місце. Монтаж і перестановку виконують за допомогою спеціальної траверси («качиний ніс»).

### **Опалубки перекриттів системи «НОЕ»**

- *Опалубка з головних балок й опалубних щитів.* Знайшла застосування система опалубки перекриттів з несучими елементами з алюмінієвих сплавів. Система складається зі стояків з «падаючими» головками, стельових балок й опалубних щитів. Опалубні щити мають довжину 150 й 120 см при ширині від 90 до 30 см (крок 15 см). Поздовжні стельові балки по осям опор можуть мати розміри 300; 210; 180; 150 й 120 см, «падаюча» головка сталева оцинкована висотою 36 см, опускання її при необхідності до 17 см. Опалубка може бути змонтована вручну, включаючи закриті приміщення при мінімальних доборах щитів.

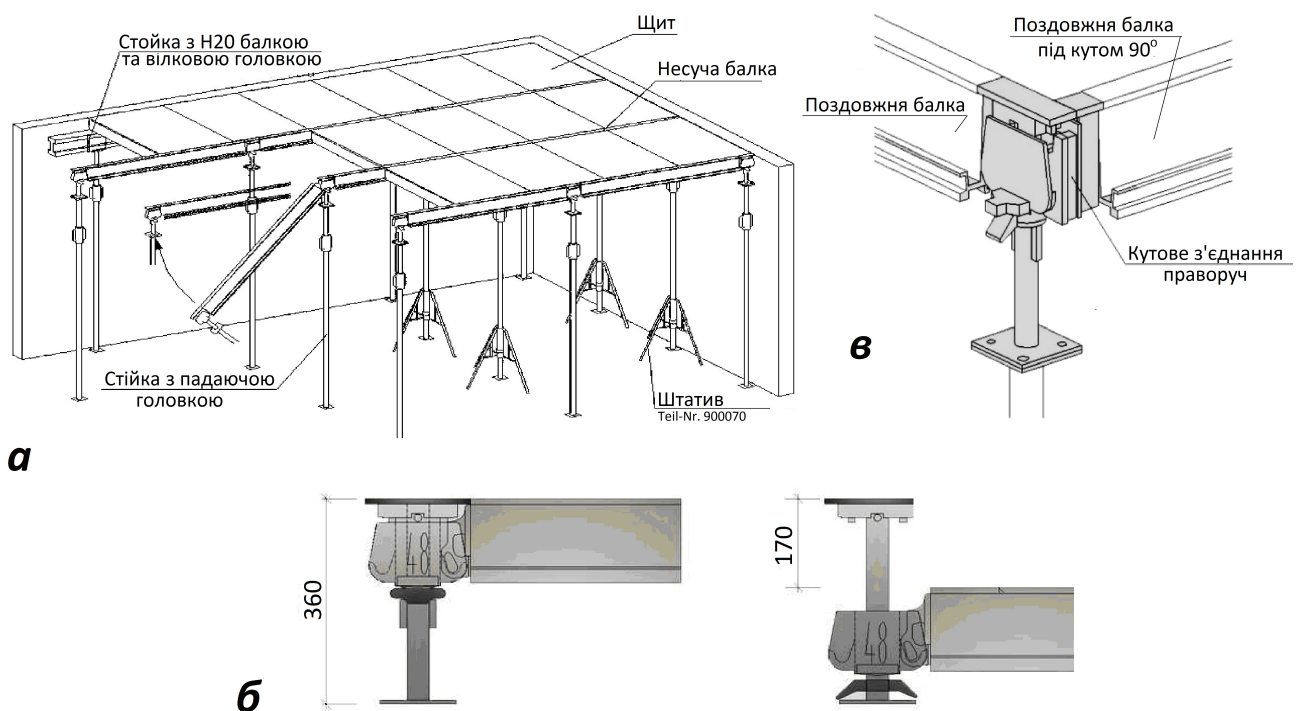
Таж система опалубки з поворотною головкою дозволяє мати вільний вибір опалубного покриття. Конструкція може бути застосовна для перекриттів з перепадами, або при сильному розчленуванні конструкції перекриття. На стандартні стійки з «падаючою» або поворотною головкою укладають поздовжні балки тих же розмірів (див. вище), а по нижніх поясах - поперечні ригелі. Рішення дозволяє мати вільний вибір опалубного покриття. Залежно від установки поперечних балок опалубку (опалубні листи або щити) можна укласти як між поздовжніми балками, так і на них.

- *Опалубка з розсувними другорядними балками.* Стельова фасонна система фірми «НОЕ», сумісна з алюмінієвою опалубкою, є її подальшим розвитком й удосконалюванням. Стійки з «падаючою» головкою сприймають навантаження від щитів покриття навіть при однобічному завантаженні тільки центрально, без моменту вигину опор.

Другорядні балки розсувні від 100 до 150 см телескопічного типу. Як варіант застосована фасонна система з великорозмірних щитів, які спираються безпосередньо на полки головних балок, що дозволяє здійснювати легкий

монтаж і демонтаж щитів. Сортамент щитів має крок 15 й 30 см, що дає можливість оптимально розкласти опалубку по всій площі приміщення з мінімальними доборами. Конструктивне рішення забезпечує щільне прилягання до стіни й надійне кріплення до неї. При необхідності можливе застосування поздовжніх балок 3 м, що значно скорочує кількість стояків і спрощує процес їх установлення під опалубні стельові панелі.

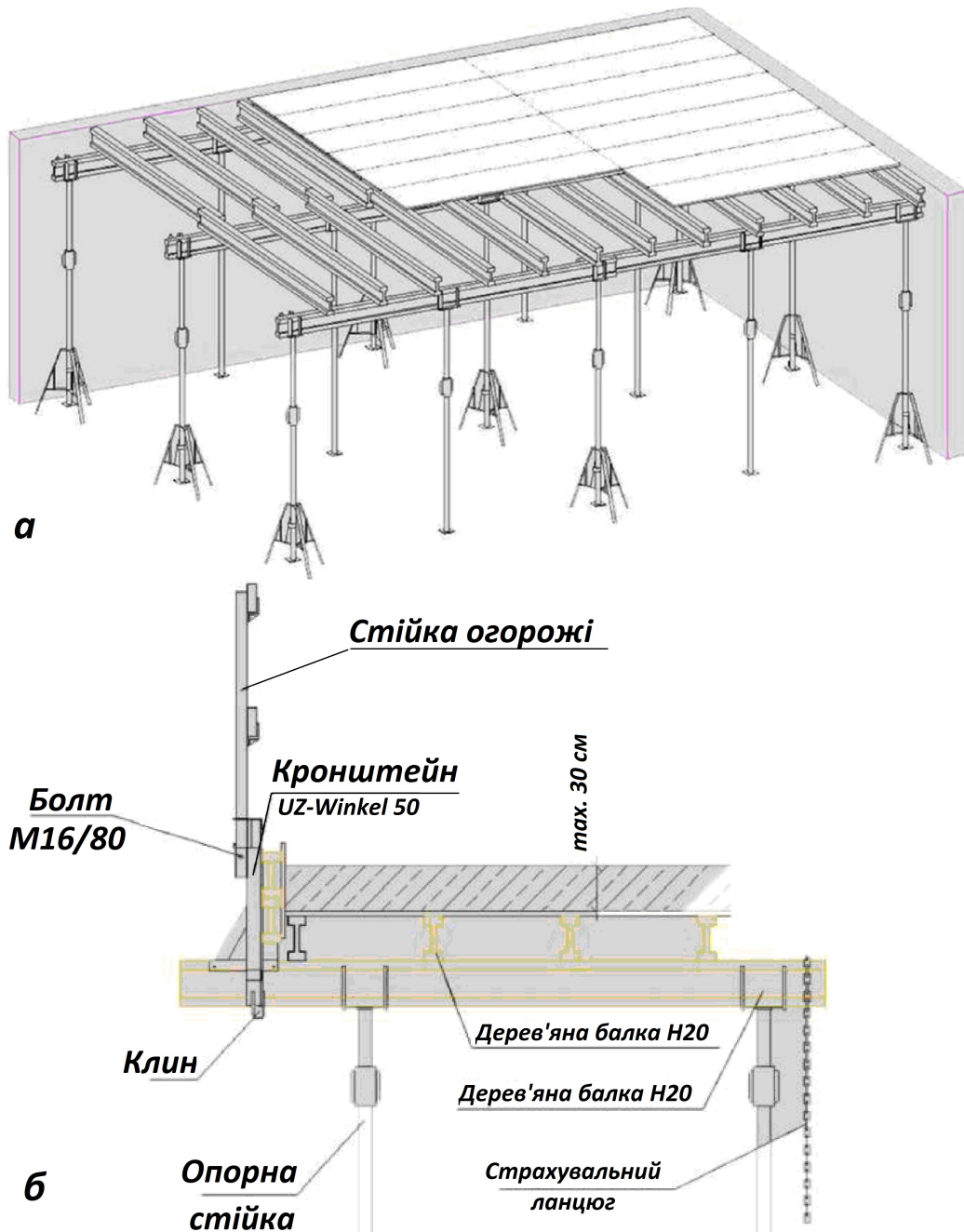
- **Стельова опалубка з падаючими головками.** Таке рішення є універсальним воно передбачає стельову опалубку з «падаючими» головками й несучою системою поздовжніх балок і стельових панелей (рис. 5.12).



**Рисунок 5.12 – Опалубка перекриттів фірми «НОЕ» з «падаючими» головками:** а - загальний вигляд; б - падаюча головка; в - кутове з'єднання

Балки установлюють на «падаючі» головки, які попередньо кріплять на оголовки висувних штанг опорних стояків. У «падаючих» головках закріплюють несучі ригелі, штативи стояків забезпечують стабільність в процесі монтажу ригелів. На зібрану несучу конструкцію опалубки швидко укладають в поздовжньому і поперечному напрямку опалубні панелі. Достоїнство такого рішення - можливість раннього розпалублювання, при цьому стояки з «падаючими» головками постійно підпирають покриття в тон час можуть бути установленні на сусідній захватці на запасних опорах.

- *Опалубка з балками Н20*. Широке застосування знайшли деревинні балки Н20 в системі опалубок фірми «НОЕ». Така система складається з деревинних балок, вилоквих головок, стандартних опор і штативів і покриття у вигляді щитів або листів багатошарової фанери (рис. 5.13).



**Рисунок 5.13 – Опалубка перекриттів фірми «НОЕ» з балками Н20:**  
а - загальний огляд; б - крайній вузол опалубки

Опалубку встановлюють вручну. Вона особливо прийнятна для закритих приміщень. Недоліком, цієї системи є зниження обертаності балок (до 50 циклів) і щитів (до 20 циклів).

### **Питання для самоконтролю**

1. На чому базується закордонний досвід монолітного будівництва
2. Основні напрямки вдосконалювання опалубних систем
3. Приведіть класифікацію матеріалів які використовуються для конструкцій опалубки. Приведіть переваги та недоліки.
4. Охарактеризуйте поняття оборотності опалубки. Її зв'язок з ціною та технологічністю
5. Поняття технологічності монтажу й демонтажу опалубних систем. Порядок визначення.
6. Переваги сучасних опалубних систем

## Тема 6. КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ БЛОЧНОЇ ТА ОБ'ЄМНО-ПЕРЕСТАВНОЇ ОПАЛУБОК

### План:

- 6.1. Блочна опалубка
- 6.2. Об'ємно-переставна (тунельна) опалубка

### 6.1. Блочна опалубка

Блочна опалубка дозволяє виготовляти різні конструктивні елементи масового призначення. Широке поширення в практиці будівництва одержали універсальні, рознімні й переналагоджувані блоки-форми для виготовлення різних невеликих по обсязі фундаментів із площею поверхні від 6 до 40 м. Їхня обертаність становить 180 ... 250 циклів з питомою масою від 30 до 120 кг/м<sup>2</sup>.

Блочну опалубку розробляють для типових східчастих фундаментів, що дозволяє уніфікувати її конструкцію й багаторазово використати без істотних змін. При зведенні фундаментів невеликих розмірів (обсягом 1,5...2 м ) використовують нероз'ємну опалубку, трудомісткість установки якої не перевищує 0,15 люд-год/м<sup>2</sup>.

Конструкція опалубки, виконана, таким чином, що її установка й демонтаж виконується за один прийом. З метою зниження сил тертя з бетоном при розпалубці палубу розташовують під деяким кутом. Переналагоджувані форми дозволяють шляхом використання різних вставок і добірних елементів виготовляти 10...20 типорозмірів фундаментів. При цьому трудомісткість з монтажу опалубки для фундаментів обсягом 5...20 м складає 0,3...0,45 люд-год/м<sup>2</sup>.

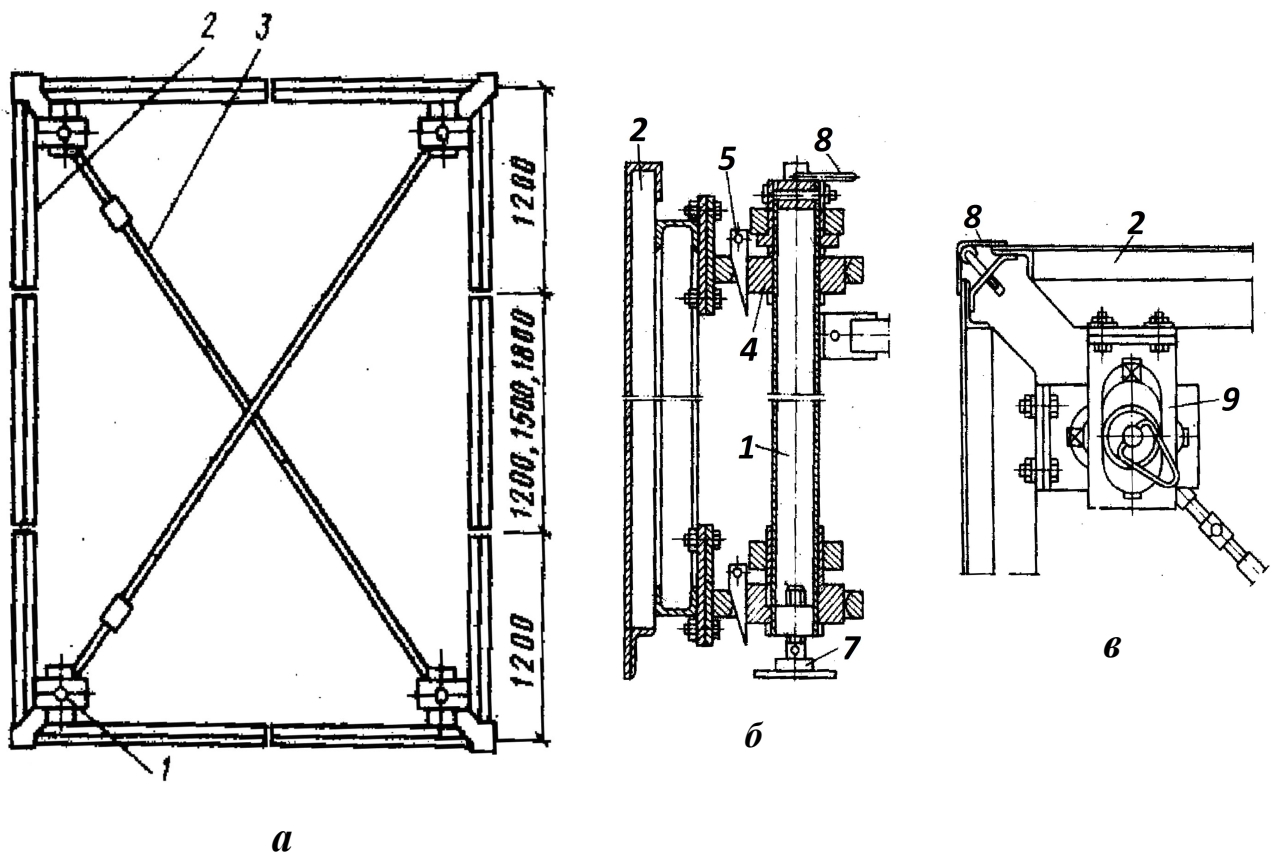
Подальший розвиток блокова опалубка одержала при зведенні колон житлових і суспільних будинків. Конструкція опалубки являє собою зовнішню жорстку раму, на якій за допомогою кривошипа змонтовані щити на повну висоту колон. Щити мають каркасну конструкцію, а палуба виконана з листового металу.

При підйомі опалубки відбувається розкриття щитів, після чого піднімається рама. При опусканні опалубки щити під власною масою зближаються й

установлюються в робочому положенні завдяки шарнірно-важільному механізму. Вертикальність форми досягається чотирма гвинтовими домкратами, розташованими на підставі рами. Загальна маса становить 1,8 т, а розрахункова обертаність більше 500 циклів.

Широке поширення одержала блокова опалубка в монолітному домобудівництві, де блокову опалубку використовують для зведення внутрішніх і зовнішніх стін, а також ліфтових шахт житлових будинків.

Блочна модульна опалубка (рис. 6.1) призначається для зведення житлових будинків висотою до 16 поверхів.



**Рисунок 6.1 – Блочна опалубка:** а - план опалубки; б - вузол з'єднання щитів зі стояком; в - вузлове з'єднання щитів; 1 - стояк; 2 - щити; 3 - телескопічні зв'язки; 4 - упор; 5 - клин; 6 - монтажна петля; 7 - гвинтовий домкрат; 8 - кутова накладка; 9 - кронштейн

Блок опалубки збирається на будівельному майданчику з опалубних щитів, які монтуються з модульних елементів, що утворюють у плані замкнутий контур. У місцях примикання щитів установлюють кутові елементи.

Щити навішують на стояки за допомогою кронштейнів. Кожний стояк у верхній частині має вантажозахватний пристрій, а в нижньої - опорну п'яту у вигляді механічного домкрата.

До опалубних щитів зверху й знизу прикріплені кронштейни, які клинами фіксують робоче положення щитів. Стояки між собою об'єднуються зв'язками.

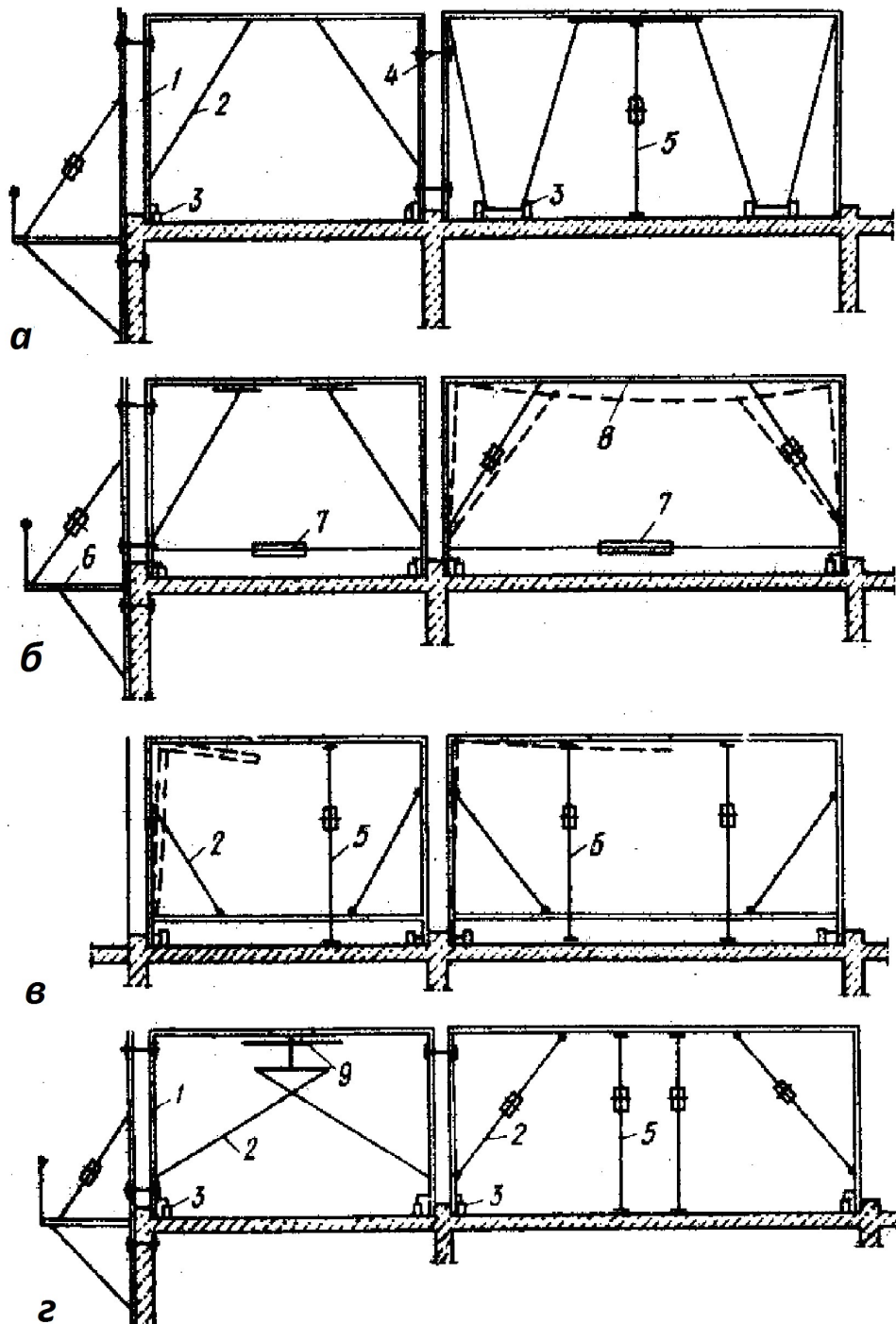
В якості зовнішньої опалубки стін використовують окремі щити, які з допомогою підвісок навішують на внутрішній блок і з'єднують між собою тягами. Підвіски мають механізм для відривання опалубки від бетону. Для безпечного ведення робіт на щитах установлюють робочі площадки.

## **6.2. Об'ємно-переставна (тунельна) опалубка**

Опалубку застосовують для зведення житлових й адміністративних будинків регулярної структури з монолітними внутрішніми стінами й перекриттями. Конструктивно її виконують у вигляді П- і Г-подібних просторових секцій, що збирають у заданому прольоті й додаткових елементах у вигляді щитів зовнішніх стін, опалубки ліфтових шахт і помостів.

Різноманіття конструктивних рішень відрізняє опалубку одну від іншої механізмом розпалублювання й розрізкою елементів П-подібної рами. Загальна конструктивна ознака опалубки - обов'язкова наявність системи механічних домкратів для вивірки в проектне положення; катучих опор для переміщення секцій опалубки при монтажі й демонтажі; системи розкосів для забезпечення необхідної просторової жорсткості; сприйняття навантаження від бетону й шарнірних систем для розпалубки щитів секцій. На рис. 6.2 наведені деякі конструктивні схеми таких опалубок.

Аналіз зарубіжних и вітчизняних проектних рішень показує, що вони дозволяють створити опалубні системи з питомою масою  $60...70 \text{ кг/м}^2$ . При цьому досягається оборотність, що перевищує  $100...200$  циклів із трудомісткістю монтажу  $0,15...0,3 \text{ люд-год/м}^2$ , що в  $1,5...2$  рази нижче, ніж для великощитової опалубки.



**Рисунок 6.2 – Конструктивні схеми об'ємно-переставних опалубок:**

1 - вертикальний щит опалубки; 2 - підкіс; 3 - роликова опора з домкратом;  
 4 - стяжки; 5 - телескопічні стійки; 6 - помости; 7 - гідравлічна система; 8 - гнучка палуба; 9 - горизонтальна вставка з механізмом для розпалублювання

Подальший розвиток конструктивних форм тунельних опалубок іде по шляху механізації розпалубних і складальних робіт, зниження числа розрізних елементів палуби. Використання гідравлічної системи розпалубки дозволяє знизити число обслуговуючого персоналу на 1 людину. А конструкція

тунельної опалубки із гнучкою палубою перекриття дозволяє істотно спростити конструкцію стику вертикальних і горизонтальних елементів опалубки й знизити трудомісткість робіт з розпалубки. Це рішення підвищує якість робіт за рахунок виключення стикових з'єднань палуби перекриття, відсутності швів і необхідності їхньої герметизації.

### **Питання для самоконтролю**

1. Призначення, особливості проектування та використання блочної опалубки
2. Особливості використання технології блочної опалубки
3. Особливості використання технології об'ємно-переставної опалубки
4. Подальший розвиток конструктивних форм тунельних опалубок

## Тема 7. ТРАНСПОРТУВАННЯ, ПОДАВАННЯ І РОЗПОДІЛ БЕТОННОЇ СУМІШІ

### План

- 7.1. Загальні положення
- 7.2. Транспортування бетонної суміші в автобетонозмішувачах
- 7.3. Подавання бетонної суміші вантажопідіймальними механізмами
- 7.4. Трубопровідний транспорт для переміщення бетонної суміші
- 7.5. Укладання бетонної суміші за допомогою стрічкових конвеєрів
- 7.6 Укладання бетонної суміші за допомогою вібраційних конвеєрів
- 7.7. Загальні вимоги до процесу укладання бетонної суміші

### 7.1 Загальні положення

Транспортування бетонних сумішей - це комплексний технологічний процес, що включає транспортування, приготування суміші та управління її властивостями в процесі транспортування, навантажувальних і розвантажувальних операцій, підігрівання й розподілу вивантажувальної суміші, перевантаження суміші до внутрішньооб'єктного бетоноподавального обладнання. До того ж, щоб забезпечити якісне виконання бетонних робіт необхідно, щоб показники і температура бетонної суміші та приготовлених із неї бетонів після всіх операцій перебували на допустимому технологічному рівні.

$$T_{заг} = (T_z + T_d + T_p + T_e + T_n + T_y + T_{m.p}) \leq T_{ж} \quad (7.1)$$

Загальна тривалість всіх операцій  $T_{заг}$ , що включає тривалість завантаження суміші в автомобіль  $T_z$ , її доставляння, зокрема порційної  $T_d$ , розвантаження  $T_p$ , витримування на об'єкті до укладання  $T_e$ , внутрішньооб'єктного подавання  $T_n$  і укладання  $T_y$ , а також допустимий технологічний резерв часу  $T_{m.p}$ , не повинна перевищувати термінів початку зчеплення суміші та її життєздатності  $T_{ж}$ , що зумовлюються властивостями суміші, її піддатливістю до перероблення, подавання, укладання а також можливостями ущільнення наявними засобами:

Транспортування бетонної суміші необхідно організувати так, щоб на місці укладання вона мала задану рухливість, температуру й однорідність, а виготовлений з неї бетон повинен мати проектну марку за міцністю й за необхідності, бути морозостійким, водонепроникним тощо.

Допустима тривалість кожної операції може коригуватися підсилювальним або компенсуючим впливом (розшарування перевезеної суміші може компенсуватися її перемішуванням на будівельному об'єкті, а тривале порційне доставляння - скороченням термінів зберігання суміші на об'єкті перед укладанням або технологічним резервом часу).

Бетонні суміші поставляються виробником у вигляді:

- готової, зачиненої водою суміші;
- частково приготовленої бетонної суміші, зачиненої частиною необхідної кількості води з подальшим додаванням в дорозі або після прибуття на об'єкт частини води, що залишилася, і додатковим перемішуванням всієї маси суміші;
- сухих сумішей, що містять висушені наповнювачі;
- сухих сумішей, що містять вологі наповнювачі;
- розфасованих в спеціальну тару (мішки) сухих сумішей, що містять висушені наповнювачі.

Залежно від початкової рухливості, швидкості зчеплення застосовуваного цементу й температурно-вологісних умов перевезень, а також стану доріг для транспортування бетонної суміші можуть застосовуватися автобетонозмішувачі й автобетоновози. В окремих випадках бетонну суміш транспортують в удосконалених автосамоскидах, баддях і бункерах, встановлених на автомашинах.

Кузови та змішувальні барабани усіх автотранспортних засобів повинні мати відповідну місткість, щоб перевозити бетонні суміші різної щільності.

З метою запобігання розшаруванню й збереженню технологічних властивостей перевезеної бетонної суміші рекомендується:

- перевозити бетонну суміш по дорогах і під'їзних шляхах з твердим покриттям;

- максимально скорочувати кількість перевантажувальних операцій  $i$ , по змозі, розвантажувати суміш безпосередньо в бетоновану конструкцію або бетоноукладальне обладнання;

- обмежувати висоту вільного скидання бетонної суміші під час вивантаження її з автотранспортних засобів 1,5 м або обладнати автотранспорт спеціальними лотками;

- під час транспортування бетонних сумішей у зимовий період захищати її від переохолодження, а пункти перевантаження - від вітру й снігу.

Вибір тієї чи іншої технології доставляння визначається техніко-економічним обґрунтуванням. До того ж критеріями вибору можуть бути економічні, енергетичні, трудові та інші показники.

Технологічні критерії встановлюються будівельними лабораторіями. Важливішим технологічним критерієм зазвичай є допустима відстань транспортування суміші  $L_{i,x.don}$ , яка встановлюється експериментально. Визначаються, також, всі необхідні показники властивостей перевезених на об'єкт бетонних сумішей і перевіряється їхня відповідність проектним показникам.

Обрану технологію доставляння можна застосовувати, якщо відстань  $L_{i,x}$  доставляння не перевищує допустимого  $L_{i,x.don}$ :

$$L_{i,x} = L_{i,x.don} \cdot k_0, \quad (7.2)$$

де  $i$  - індекс показника типу покриття дороги (тверде, м'яке тощо);

$x$  - індекс показника якості суміші (рухливості, міцності, щільності, однорідності тощо);

$k_0$  - коефіцієнт технології, приймається рівним одиниці для звичайних і 0,7...0,8 - для значущих тонкостінних конструкцій, а також у разі застосування бетононасосів.

Під час перевезення готових сумішей по дорогах з різним покриттям неодмінною умовою є обмеження наведеної за контрольованою властивістю відстані їх транспортування  $L_{x.nav}$ , яка має перевищувати допустиму для доріг з твердим покриттям  $L_{m,x.don}$ .

$$L_{x.нав} = \sum L_{i.x} \cdot k_g = L_{i.x.дон} \cdot k_0, \quad (7.3)$$

де  $n$  - кількість відрізків дороги з різним дорожнім покриттям (асфальт, бетон, ґрунт тощо);

$k_g$  - коефіцієнт дорожнього покриття (див. табл. 7.1).

Таблиця 7.1 - Коефіцієнт дорожнього покриття

| Покриття дороги                         | Швидкість перевезення, км/год | Коефіцієнт дорожнього покриття для             |                |
|---|-------------------------------|--|----------------|
|   |                               | автосамоскида                                  | автобетоновоза |
|   |                               | важка бетонна суміш/<br>керамзитобетонна суміш |                |
| Жорстке (асфальт, бетон, асфальтобетон) | 30                            | 1/1  | 1/1            |
| М'яке (ґрунтове покращої якості)        | 15                            | 4/3...3,5                                      | 3,7/2,5...2,9  |

Якщо наведена відстань доставляння сумішей перевищує допустиму, то необхідно вибрати інший спосіб, режим, засіб доставляння, інший маршрут або, по змозі, застосувати додаткове обладнання (перевантажувачі суміші).

Автобетоновози рекомендується застосовувати для відстані до 20 км, а автобетонозмішувачі - понад 20 км, у виняткових випадках можна застосувати автосамоскиди з обмеженням дальності транспортування до 5 км.

Під час транспортування бетонної суміші автосамоскидами необхідно брати до уваги, що бетонна суміш ризниться нестабільністю властивостей, а її якість може швидко погіршуватися, особливо під час транспортування.

Під час розшарування суміші більш важкі частки щебеню або гравію, що містяться в бетонній суміші, під впливом динамічного навантаження починають осідати, а цементне молоко і вода спливають на поверхню. Частина суміші, що осіла, становить собою жорстку, погано оброблювану масу, у якій зерна недостатньо перемішані з цементним розчином, а цементне молоко, що розташовується зверху, становить собою суміш цементу, піску й великої кількості води. Унаслідок цього під час доставляння на будівельний майданчик потрібні значні трудовитрати на розвантаження й перемішування бетонної суміші, що осіла.

За відсутності автобетонозмішувачів, а також при значній сконцентрованості міста проведення бетонних робіт можна застосовувати автобетоновози або автосамоскиди та перевантажувачі-змішувачі, які відновлюють однорідність і рухливість суміші і дають змогу здійснювати рівномірне завантаження бетононасосів, бетоноукладачів та іншого внутрішньобудівельного обладнання під час порційного транспортування.

## **7.2 Транспортування бетонної суміші в автобетонозмішувачах**

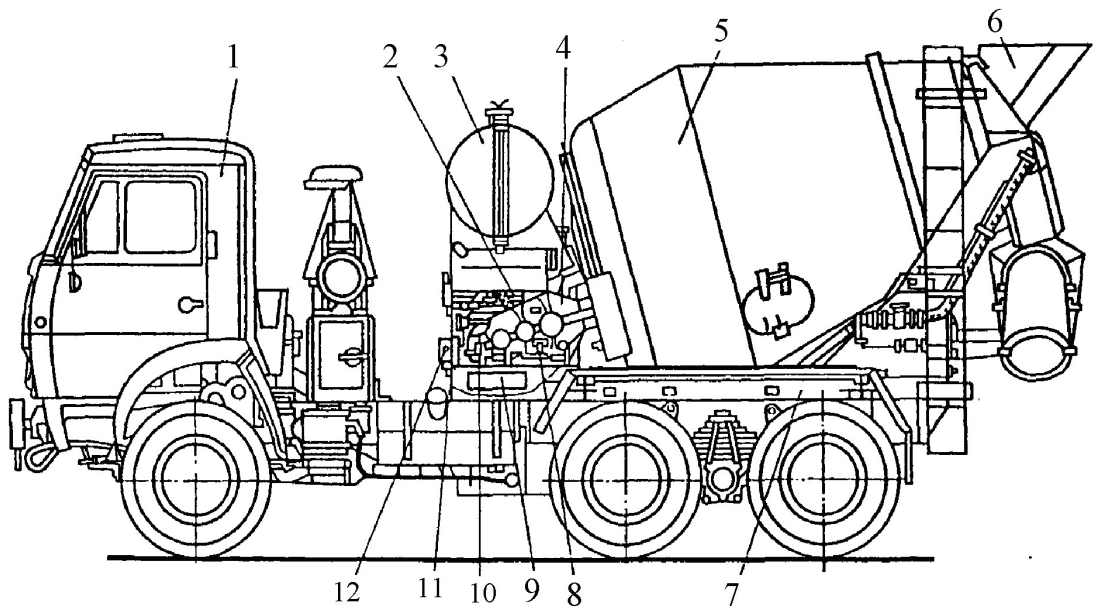
Найнадійнішим способом транспортування бетонної суміші є її перевезення в автобетонозмішувачах, що забезпечує збереження якості цієї суміші. Автобетонозмішувач є комбінованим агрегатом, що включає бетонозмішувальну й транспортну машини.

Як транспортну машину використовують дво-, три- й чотиривісні шасі вантажних автомобілів, а також тягачі. На транспортній машині монтують бетонозмішувач, зазвичай гравітаційного типу, із похилою або горизонтальною віссю обертання барабана. Поширення набули автобетонозмішувачі з похилою віссю, які мають високий коефіцієнт заповнення барабана.

Дальність перевезення компонентів сухої суміші в автобетонозмішувачах технологічно не обмежена. Перемішувати їх можна розпочинати в дорозі з таким розрахунком, щоб закінчити приготування суміші до моменту прибуття на будівельний майданчик.

Залежно від об'єму барабани автобетонозмішувачів бувають дво-, три- й чотирикonusні. Завантажують барабани через задній торцевий отвір або через люк на боковій стінці. Під час заднього завантаження барабан заповнюють під час його обертання, а бічне завантаження здійснюється, коли барабан нерухомий і заповнювати його можна тільки пошарово.

Всі автобетонозмішувачі оснащені баками для води замішування, а іноді й для промивання барабана (рис. 7.1).



**Рисунок 7.1 – Автобетонозмішувач:** 1 - кабіна автомобіля; 2 - управління компресором; 3 - дозувально-промивний бак; 4 - привод змішувального барабана; 5 - змішувальний барабан; 6 - завантажувально-розвантажувальний пристрій; 7 - рама; 8 - управління реверсом редуктора; 9 - панель контрольно-вимірювальних приладів; 10 - муфта зчеплення; 11 - муфта насосу; 12 - управління подаванням палива

Воду в барабан подають самопливом, а також за допомогою водяного насоса або стисненого повітря. Для дозування води застосовують лічильники-водоміри. Швидкість обертання барабана під час перемішування суміші становить 11...14 об./хв. Швидкість в режимі спонукання становить 2...6 об./хв.

Коефіцієнт використання змішувального барабана обумовлюється різновидом застосовуваних сумішей і змінюється в таких межах: у разі завантаження сухою сумішшю - 0,53...0,57; частково зачиненою - 0,65...0,7; готовою - 0,75...0,8. Якщо відстані доставляння невеликі, автобетонозмішувач доцільно завантажувати готовою бетонною сумішшю.

Автобетонозмішувачі на напівпричепі, обсяг змішувального барабана яких після виходу готової суміші становить відповідно 8 і 6 м<sup>3</sup>, є модифікованим різновидом автобетонозмішувачів, які забезпечують транспортування й приготування бетонної суміші під час перевезення або після прибуття на будівельний об'єкт.



**Рисунок 7.2 – Автобетонозмішувач на напівпричепі**

Залежно від різновиду суміші автобетонозмішувач може працювати в трьох режимах:

- під час доставляння сухої суміші, що містить висушені наповнювачі, - увімкнення барабану і подавання в нього води з водяного бака під час прямування або на будівельному об'єкті за 10...20 хв до розвантаження (режим А);

- під час доставляння сухої суміші, що містить вологі наповнювачі, або частково зачиненої суміші - увімкнення барабана й подавання в нього води безпосередньо після його наповнення (режим Б);

- під час доставляння готової суміші - періодичне вмикання барабана під час транспортування суміші до об'єкта, постійне обертання барабана з мінімальною частотою або періодичним збільшенням частоти обертання (режим В).

Автосамоскид може працювати в двох режимах:

- перевезення готових бетонних сумішей без приготування їх у дорозі на відстань до 45 км (режим Г);

- для доставляння частково зачинених бетонних сумішей автосамоскидами з подальшим приготуванням на будівельних об'єктах (режим Д).

Недоліком автобетонозмішувачів є утрудненість їхньої сталої експлуатації під час негативних температур зовнішнього повітря. Під час негативних температур 3...5 °С експлуатацію автобетонозмішувачів припиняють, якщо дальність транспортування становить понад 10...15 км.

Для експлуатації автобетонозмішувачів у зимовий період розроблені конструкції змішувальних барабанів із ефективною теплоізоляцією їхніх стінок, наприклад пінополіуретаном, а також із водопідігрівачами для водяних баків.

Для суміщення функцій доставляння й укладання бетонних сумішей автобетонозмішувачі забезпечують навісними розподільними конвеєрами 6, 9 і 12 м завдовжки. Деякі зарубіжні автобетонозмішувачі обладнані бетононасосами з бетоноподавальною стрілою (див. рис. 7.3).



**Рисунок 7.3 – Автобетононасос-автобетонозмішувач**

Під час вибору транспортних засобів для доставляння бетонної суміші на об'єкт беруть до уваги дальність транспортування і, відповідно, допустимі технологічні властивості бетонної суміші й режими (табл. 7.2, 7.3).

**Таблиця 7.2 - Граничні відстані доставляння важких бетонних сумішей**

| Рухливість бетонної суміші, см | Різнovid дорожнього покриття           | Швидкість транспортування, км / год | Дальність доставляння, км, в режимі |     |     |                |    |
|--------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-----|-----|----------------|----|
|                                |  |                                     | А                                   | Б   | В   | Г              | Д  |
|                                |  |                                     | автобетонозмішувачем                |     |     | автосамоскидом |    |
| 1...3                          | Жорстке (асфальтове, асфальто-бетонне) | 30                                  | Будь-яка дальність                  | 120 | 100 | 30             | 45 |
| 4...6                          |  |                                     |                                     | 100 | 80  | 20             | 30 |
| 7...9                          |  |                                     |                                     | 80  | 60  | 15             | 22 |
| 10...14                        |  |                                     |                                     | 60  | 45  | -              | 15 |
| 1...3                          | М'яке (грунтове, покращене)            | 15                                  | -                                   | -   | -   | 7              | 10 |
| 4...6                          |  |                                     | -                                   | -   | -   | 5              | 7  |
| 7...9                          |  |                                     | -                                   | -   | -   | 4              | 5  |
| 10...14                        |  |                                     | -                                   | -   | -   | -              | -  |

**Примітка.** Дані наведені для таких умов: температура повітря +20...30 °С, температура бетонної суміші - +15...25 °С.

У процесі транспортування вихідна рухливість суміші може знижуватися не більше ніж на 30 %, а її температура - на 3...5 °С за годину. Інші задані

показники властивостей сумішей змінювати не можна. Залежно від температури бетонної суміші гранично допустимий термін їхнього доставляння становить: при 20 °С - 45 хв, 10... 19 °С - 60 хв, 5...9 °С - 90 хв.

Таблиця 7.3 - Граничні відстані доставляння легких бетонних сумішей

| Рухливість бетонної суміші, см | Різновид дорожнього покриття           | Швидкість транспортування, км / год | Дальність доставляння, км, в режимі |     |    |                |    |
|--------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-----|----|----------------|----|
|                                |  |                                     | А                                   | Б   | В  | Г              | Д  |
|                                |  |                                     | автобетонозмішувачем                |     |    | автосамоскидом |    |
| 1...3                          | Жорстке (асфальтове, асфальто-бетонне) | 30                                  | Будь-яка дальність                  | 100 | 80 | 25             | 40 |
| 4...6                          |  |                                     |                                     | 80  | 60 | 18             | 30 |
| 7...9                          |  |                                     |                                     | 70  | 50 | 10             | 15 |
| 10...14                        |  |                                     |                                     | 60  | 40 | 8              | 10 |
| 1...3                          | М'яке (грунтове, покращене)            | 15                                  | -                                   | -   | -  | 7              | -  |
| 4...6                          |  |                                     | -                                   | -   | -  | 4              | -  |
| 7...9                          |  |                                     | -                                   | -   | -  | 3              | -  |
| 10...14                        |  |                                     | -                                   | -   | -  | 2              | -  |

**Примітка.** Дані наведені для таких умов: температура повітря +20...30 °С, температура бетонної суміші - +15...25 °С.

На вибір засобів доставляння помітно впливають умови будівництва. За необхідності поступового й порціонного вивантаження з транспортного засобу (незалежно від віддаленості будівельного об'єкта від бетонного заводу) доцільно застосовувати автобетонозмішувачі. У разі відсутності на будівництві спеціального бетоноукладального обладнання ефективним є застосування автобетонозмішувачів, обладнаних стрічковими конвеєрами.

Ефективність обраної технології транспортування бетонної суміші можна встановити за показником витрат на 1м<sup>3</sup> бетонної суміші в дії.

### 7.3 Подавання бетонної суміші вантажопідіймальними механізмами

Подавання бетонної суміші на місце укладання є частиною комплексного технологічного процесу зведення монолітних конструкцій і повинно розглядатися у взаємозв'язку з прийнятою технологією бетонування, різновидом конструкції і технологічними характеристиками сумішей.

Найбільший об'єм бетонної суміші подається до місця укладання будівельними вантажопідіймальними кранами за допомогою бадді різного

конструктивного рішення. Під час укладання бетонної суміші використовують два види баддів - поворотні і неповоротні. Поворотні бадді (калоші) завантажуються з автосамоскидів, потім за допомогою вантажопідіймального механізму їх розвертають, подають до місця укладання суміші й розвантажують.

Неповоротні бадді можуть завантажуватися на заводі з бетонозмішувача, а на будівельному майданчику - з автобетоновоза або автобетонозмішувача.

Бадді повинні бути герметичними, що унеможливило втрати цементного молока; забезпечувати безперервне й порціонне вивантаження бетонної суміші; транспортабельними; забезпечувати приймання бетонної суміші з будь-якого автотранспортного засобу; із гладкою внутрішньою поверхнею, що сприяє мінімальному зчепленню з бетонною сумішшю.

Затвори баддів повинні бути зручними й надійними в експлуатації, а вантажозахоплювальні пристрої - міцними й надійними.

Застосовують бадді з наступною ємністю:

- 0,5...1 м<sup>3</sup> - для бетонування немасивних конструкцій: фундаментів невеликих обсягів, колон, балок, ригелів, тонкостінних покриттів і перекриттів;
- 1,2 м<sup>3</sup> - для конструкцій середньої масивності: фундаменти під будинки й споруди, підпірні стінки, монолітні конструкції;
- від 2 м<sup>3</sup> і більше - для укладання бетону в масивні конструкції: фундаменти під компресори, доменні печі, блоки гідроспоруд (рис. 7.4).



**Рисунок 7.4 – Бадді для кранового подавання бетонної суміші: а - поворотні;  
б - неповоротні**

Дослідниками була розроблена конструкція поворотної бадді, яка забезпечує інтенсивність подавання бетонної суміші шляхом її вібророзрідження. Конструктивною особливістю поворотної бадді є використання вібробуджувачів у вигляді системи з кутовою формою коливань. Коливання передаються через еластичний елемент у вигляді транспортерної стрічки або гумометалевого листа.

Під час вібраційного впливу відбувається перемішування бетонної суміші. Амплітуда кутових переміщень 3...5 мм і частота 400...600 хв<sup>-1</sup> забезпечують велику швидкість витікання малорухомих сумішей на щільних і поруватих заповнювачах без помітного зависання й заклинювання. Використання еластичного передавального елемента попереджає налипання бетонної суміші й виключає операції з очищення бадді.

Перевагою кранового способу подавання бетонної суміші є можливість її транспортування по вертикалі й горизонталі в будь-яку точку в межах вильоту стріли й висоти підймання гака. Крім того, перевагою таких кранів є їхня універсальність як вантажопідіймальних механізмів - ними до місця виконання бетонних робіт подають арматуру, опалубку, будівельний інвентар, а також обслуговують у межах зони дії інші будівельно-монтажні роботи.

Автомобільні крани достатньо мобільні при порівняно невеликій вантажопідіймальності, застосовуються в разі невеликих обсягів робіт (під час будівництва одноповерхових промислових і сільськогосподарських будівель).

Стрілові крани на гусеничному ході використовують під час укладання бетонної суміші на висоту до 20 м, якщо виліт стріли - до 30 м. Вони маневрені й характеризуються високою прохідністю, працюють на брівці котловану і з його підшви.

Баштові крани вантажопідіймальністю 3...8 т застосовують для подавання бетонної суміші під час будівництва багатопверхових промислових і цивільних будівель (замонолічування вузлів, бетонування ядра жорсткості), а також бетонування високих споруд (веж, силосів, градирень)

Застосування ефективних спеціалізованих бетонотранспортних засобів не виключає необхідності обслуговування зони бетонування вантажопідіймальним краном, тому використання спеціалізованих засобів подавання бетонної суміші забезпечує технологічний і економічний ефекти, коли резерви кранового часу не призводять до створення необхідного темпу бетонування або коли відволікання крана для подавання бетонної суміші сповільнює виконання інших робіт, пов'язаних з вантажопідіймальними операціями.

Висота вільного скидання бетонної суміші регламентується нормативними документами. Обмеження мають на меті виключити розшарування суміші, що укладається. Для зменшення швидкості падіння частинок бетонної суміші застосовують хоботи й віброхоботи.

Хобот становить собою металевий вертикальний трубопровід, що складається з конусних ланок, по яких бетонну суміш подають вертикально. У поперечному перерізі ланки мають форму кола або квадрата з діаметром або бічною поверхнею, розміри яких у 2,5...3 рази більші за максимальний розмір щебеню або гравію в бетонній суміші. У верхній частині хобота розташована приймальна воронка. Хобот виготовляють із тонкої листової сталі, прогумованої тканини, полімерних матеріалів.

Для рівномірного розподілу бетонної суміші по площині бетонованої конструкції хобот відтягують у бік не більше ніж на 0,25 м на кожен метр висоти. Застосовують хобот для подавання бетонної суміші з висоти 2...10 м. Зі зменшенням висоти спускання бетонної суміші нижні ланки хобота знімають, щоб відстань від гирла хобота до місця укладання становила 0,7...1 м.

Віброхобот складають з циліндричних секцій із діаметром 300...350 мм і довжиною 1000...1500 мм із розтрубним з'єднанням. Їх застосовують для подавання бетонної суміші з висоти до 80 м.

На завантажувальній воронці і на ланках хобота через кожні 4...8 м встановлюють вібратори, які полегшують проходження бетонної суміші і запобігають її налипанню на стінки віброхобота. Ємність завантажувальних воронок для різних віброхоботів повинна становити 0,75...2 м<sup>3</sup>.

Для зменшення швидкості виходу бетонної суміші секції обладнують гасниками у вигляді розсіювачів трикутної форми. Сучасні віброхоботи мають гасники швидкості, розташовані з інтервалом 10 м один від іншого, і кінцевий гасник. Конструкція гасників передбачає забезпечення розрахункової швидкості руху бетонної суміші без зупинки потоку суміші.

Для роботи в зимовий період віброхоботи оснащують ланками з подвійною стінкою, які прогріваються газоповітряною сумішшю.

#### **7.4 Трубопровідний транспорт для переміщення бетонної суміші**

Бетононасосний транспорт забезпечує найпрогресивніший спосіб подавання й укладання бетонної суміші на будівельному майданчику.

Укладання бетонної суміші за допомогою бетононасосних установок є комплексним технологічним процесом, що передбачає її приймання в завантажувальний бункер бетонотранспортної установки з бетоно- або автобетонозмішувального обладнання, перекачування суміші по бетонопроводу до місця укладання, її розподіл у зоні бетонування (із застосуванням гнучких рукавів або розподільних стріл), а також усі супутні роботи щодо обслуговування цього процесу: монтаж і демонтаж трубопроводів, їхнє очищення, обслуговування бетононасосів.

Він передбачає підвищення продуктивності праці в 2...5 разів, зниження собівартості й трудомісткості укладання. Бетононасосний транспорт доцільно застосовувати для будь-яких частин споруди, розташованих нижче і вище позначки установлення бетононасоса, для густо армованих конструкцій і для укладання бетонної суміші у важкодоступних місцях, де використовувати схему «кран-баддя» або інший різновид транспорту неможливо.

Варто зазначити, що застосування бетононасосів передбачає жорсткий ритм усіх процесів, пов'язаних із бетонуванням конструкцій, що, зі свого боку підвищує загальні темпи будівельних робіт. До того ж потрібна більш чітка організація бетонних робіт щодо приготування й своєчасного доставляння на об'єкт бетонної суміші, ретельного підбирання й контролювання її складу та

якості, забезпечення необхідного догляду за бетонотранспортним устаткуванням і поєднання темпів арматурно-опалубних робіт із бетонними.

Укладати бетонну суміш за допомогою бетононасосів доцільно у разі інтенсивного бетонування конструкцій - не менше ніж 6 м<sup>3</sup>/год, а також в умовах обмеженості простору і в місцях, недоступних для інших засобів механізації.

Під час зведення залізобетонних густоармованих і тонкостінних конструкцій (монолітні стіни, каркаси, силоси, резервуари), якщо об'єм бетону 1000...2000 м<sup>3</sup>, рекомендується застосовувати стаціонарні бетононасоси, продуктивність яких становить 20 м<sup>3</sup>/год; при обсязі бетону 500...1000 м<sup>3</sup>/год - стаціонарні бетононасоси з продуктивністю 10 м<sup>3</sup>/год, при обсязі до 500 м<sup>3</sup> - пересувні бетононасосні установки з продуктивністю 20...40 м<sup>3</sup>/год. У цих випадках доцільно застосовувати бетонопроводи з діаметром 100...125 мм.

У таблиці 7.4 наведено варіанти виконання насосних і пневмонагнітаючих пристроїв.

Таблиця 7.4 - Варіанти виконання та призначення бетононасосного і пневмонагнітаючих пристроїв

| Тип пристрою   | Призначення   |
|--|---|
| Стаціонарний бетононасосний пристрій із продуктивністю до 10, 20 і 40 м <sup>3</sup> /год відповідно               | Бетонування конструкцій нульового циклу й надземних споруд у разі великих термінів будівництва та інтенсивності потоку бетонної суміші до 5, 10 і 20 м <sup>3</sup> /год відповідно |
| Те саме, з продуктивністю понад 60 м <sup>3</sup> /год   | Бетонування масивних конструкцій при інтенсивності потоку бетонної суміші понад 30 м <sup>3</sup> /год  |
| Стаціонарний бетононасосний пристрій продуктивністю до 20 м <sup>3</sup> /год із власною розподільною стрілою      | Бетонування масивних конструкцій нульового циклу при інтенсивності потоку бетонної суміші до 10 м <sup>3</sup> /год і наявності на об'єкті кранів відповідної вантажопідймальності  |
| Стаціонарний бетононасосний пристрій із продуктивністю до 20 м <sup>3</sup> /год з автономною розподільною стрілою | Бетонування конструкцій нульового циклу й надземних споруд при інтенсивності потоку бетонної суміші до 20 м <sup>3</sup> /год   |
| Те саме, з продуктивністю понад 60 м <sup>3</sup> /год   | Те саме, при інтенсивності бетонування понад 30 м <sup>3</sup> /год   |
| Причипний бетононасосний пристрій із продуктивністю до 40 м <sup>3</sup> /год                                      | Бетонування конструкцій нульового циклу і надземних споруд у разі частого переміщення пристрою з об'єкта на об'єкт і порівняно невеликої довжини бетонопровода                      |
| Те саме, із власною розподільною стрілою   | Бетонування конструкцій нульового циклу і невисоких надземних споруд при частих переміщеннях пристрою з об'єкта на об'єкт   |

| Тип пристрою   | Призначення   |
|--|---|
| Самохідний бетононасосний пристрій із власною розподільною стрілою (автобетононасос із розподільною стрілою) та продуктивністю 40...60 м <sup>3</sup> /год | Бетонування конструкцій нульового циклу й невисоких надземних споруд при частих перебезуваннях пристрою з об'єкта на об'єкт, необхідності використання високої мобільності пристрою всередині об'єкта та інтенсивності потоку бетонної суміші 20.30 м <sup>3</sup> /год |
| Самохідний бетононасосний пристрій із автономною розподільною стрілою та продуктивністю до 40 м <sup>3</sup> /год  | Комплексне бетонування конструкцій нульового циклу й надземних споруд на двох-трьох об'єктах, розташованих недалеко один від одного, із встановленням на кожному об'єкті розподільних стріл і одного бетононасоса   |
| Те саме, із автономною розподільною стрілою  | Бетонування конструкцій нульового циклу й надземних споруд при частому переміщенні пристрою з об'єкта на об'єкт   |
| Самохідний бетононасосний пристрій із продуктивністю до 40 м <sup>3</sup> /год   | Бетонування конструкцій нульового циклу й надземних споруд при частому переміщенні пристрою як усередині об'єкта, так і з об'єкта на об'єкт, і порівняно невеликій довжині бетонопроводу  |

Під час бетонування розосереджених споруд об'єм бетону має становити не менше ніж 50 м (окремо розташовані фундаменти, колони, плити покриттів і перекриттів, буронабивні палі, ростверки). За необхідності подавати бетонну суміш у віконні або технологічні отвори та інші важкодоступні місця можуть використовуватися причіпні й самохідні установки, оснащені складними розподільними стрілами з діаметром бетонопроводу 100...125 мм.

Устаткування для транспортування бетонних сумішей по трубах складається з бетононасосу, бетонопроводу з пристроєм для його очищення і обладнанням для розподілу суміші.

Гідравлічні бетононасоси забезпечують рівномірне подавання суміші з наповнювачем, обсяг якого становить до 60 мм, в умовах обмеження простору і у важкодоступні місця, з дальністю подавання суміші по горизонталі 1000 м і більше, по вертикалі - до 300 м; збереження однорідності суміші і захист від впливу атмосферних опадів у процесі її подавання; плавне регулювання інтенсивності укладання сумішей.

Найпридатніші для переміщення по трубах суміші з рухливістю 5...15 см. Під час переміщення малорухливих сумішей опір руху може виявитися

більшим за тиск, який створюється бетононасосом, що призводить до закупорення бетонопроводу. Під час транспортування литих сумішей із

рухливістю понад 15 см унаслідок їхнього розшарування через надлишок води в трубопроводі можуть утворитися затори з великих заповнювачів.

Вимоги до гранулометричного складу заповнювача й цементів, використовуваних у бетонних сумішах, що перекачуються бетононасосами як з механічним, так і з гідравлічним приводом, однакові.

Максимальна крупність використовуваних наповнювачів не повинна перевищувати 0,33...0,4 діаметра бетонопровода, тобто для бетонопроводів із діаметром 100.150 мм максимальна крупність заповнювача має становити не більше 40 мм, а для бетонопроводів із діаметром 203 та 283 мм - понад 70 мм. Для перекачуваних сумішей кількість заповнювача максимальної фракції не повинна перевищувати 15...25 % маси суміші заповнювача. Менші опори руху виникають під час перекачування сумішей на гравії, ніж на щебені.

Рекомендується використовувати високомаркові пластифіковані цементи, пісок повинен містити не більше ніж 3...7 % дрібних частинок із розміром до 0,14 мм і 15...20 % - розміром до 0,31 мм; частка піску в загальній масі заповнювача повинна становити 32...60 % під час використання гравію і 40...60 %, якщо використовується щебінь. Позитивний ефект досягається шляхом введення хімічних добавок (пластифікувальних, повітровтягувальних і сповільнювачів зчеплення) в кількості 0,1...0,5 % від маси цементу.

Під час транспортування бетонних сумішей на поруватих заповнювачах зі збільшенням тиску на легкобетонну суміш відбувається активна міграція хімічно незв'язаної води в пори легкого заповнювача. Це призводить до зниження легкоукладуваності, підвищення жорсткості суміші й пробкоутворення.

Одним із засобів поліпшення легкоукладуваності бетонних сумішей (крім раціонального обрання складу бетону) є попереднє насичення великого заповнювача водою. Однак після нейтралізації тиску великий заповнювач віддає більшу частину води, що призводить до обводнення суміші і, як наслідок, до деструктивного змінювання бетонів, різкого зниження

теплотехнічних і фізико-механічних властивостей, підвищення тріщиноутворюваності, спричинених значним просіданням бетону.

Для поліпшення перекачування легких бетонних сумішей у їхній склад вводять суперпластифікатор у кількості 1...1,5 % від маси цементу, а в бункері бетононасоса встановлюють клапан для засмоктування в нагнітальний рукав повітря.

Бетонну суміш подають за допомогою високонапірних бетононасосів, що створюють тиск до 20 МПа (див. рис. 7.5). За відсутності високонапірних бетононасосів застосовують ступінчасту схему подавання - декілька бетононасосів, розташованих на різних відмітках по висоті.



**Рисунок 7.5 - Стационарний бетононасос**

Досвід доводить, що розпочинати подавати легкобетонну суміш до її виходу з бетонопроводу необхідно на малій швидкості. Потім інтенсивність подавання повинна співпадати із заданою інтенсивністю укладання. Щоб зберегти однорідність суміші, її потрібно перемішувати в бункері бетононасоса.

Тривалість перерв повинна становити не більше 30 хв. У процесі експлуатації бетононасосів під час перекачування бетонних сумішей доводиться спостерігати утворення заторів, причинами яких є:

- неправильне обрання складу бетонної суміші, за якого не забезпечується її зручного перекачування;

- використання розшарованої, погано перемішаної або такої, що почала зчіплюватися суміші;
- недостатнє змазування трубопроводу пусковою сумішшю;
- недостатній тиск у бетононасосі для подолання опорів перекачування;
- витікання цементного молока в місцях з'єднання ланок бетонопроводу;
- незадовільне очищення та промивання трубопроводу, перегрівання бетонопроводу;
- примерзання суміші до стінок бетонопроводу в зимовий період;
- спрацьованість гумового манжета робочого поршня бетононасоса.

Типовою ознакою початку утворення пробки в трубопроводі є підвищення тиску в гідросистемі бетононасоса, а потім його раптова зупинка. У такому разі необхідно припинити приймання бетонної суміші в бункер бетононасоса й відкачати бетонну суміш з бетонопроводу. Після додаткового перемішування суміші в приймальному бункері її перекачування можна продовжити.

Перед початком транспортування бетонної суміші в приймальний бункер завантажують пускову суміш, приготовлену з цементу й води або цементно-піщаного розчину складу 1:1. Під час руху по трубопроводу така суміш утворює мастильний шар на внутрішній поверхні сухого бетонопроводу й унеможливорює утворення заторів на початковій стадії перекачування бетонної суміші.

**Промивання поршневого бетононасосу й бетоноводу.** Для очищення системи від залишків бетону застосовують теплу воду (200 л на кілька циклів очищення); повітряний компресор; промивальну ланку, розраховану на подавання води або стисненого повітря (під тиском не більше 10 бар); промивні кулі й пижі у вигляді циліндра. Останні виготовляють з губчатого матеріалу за діаметром бетоноводу.

Бетоновод прочищають одразу після закінчення подавання останньої партії бетону, підготувавши все необхідне для цього до спорожнення останнього автобетонозмішувача. Під час очищення постійно підтримують

зв'язок із оператором на майданчику бетонування - він повідомляє, коли залишиться залити лише суміш, що міститься в системі в цей момент. Після такого сигналу подавання бетону припиняють і заливають у бункер бетононасоса воду - отримана внаслідок цього рідка суміш підтримується в бункері на якомога нижчому рівні, але не на такому, щоб в циліндри поршнів могло потрапити повітря (надходження повітря призведе до проблеми - розшарування суміші).

Завершивши заливання, оператор ділянки бетонування дає сигнал оператору бетононасоса - той перемикає роботу бетононасосу на реверс (зворотний режим) для зменшення кількості суміші в тій частині бетоноводу, що розташована ближче до ділянки робіт і для зниження тиску в бетоноводі. Потім бетоновод від'єднують від насоса і нарощують додатковими секціями для досягнення ділянки, призначеної для скидання вмісту бетоноводу (їх потрібно підготувати й зібрати на потрібну довжину заздалегідь). На кінцеву трубу одягають підвідний бетоновод, спрямований до ділянки скидання, насадку-уловлювач промивної кулі - він може вилетіти із великою швидкістю. Оператор ділянки бетонування знімає роздатковий шланг зі свого кінця бетоноводу і встановлює замість останнього коліна насадку для продування, попередньо розмістивши в бетоноводі рясно змочену водою промивну кулю (краще скомбінувати - спочатку ввести кулю, а за нею пиж). Запуск стисненого повітря і переведення пальців голчастого клапана в положення «відкрито» оператор ділянки бетонування виконує одночасно - рух промивної кулі по бетоноводу не повинен припинятися ні на хвилину. Операцію по промиванню проводять двічі - у бетоновод потрібно повторно подати воду через бетононасос, перемикнувши голчастий клапан в положення «закрито».

Бункер бетононасосу промивають і чистять із підставкою під вихідний отвір зливного лотка. Особливо зручно, коли ця модель обладнається водяним насосом зі шлангом і ємністю для води, що прогрівається гарячими газами викидної труби - легше промити й видалити залишки бетонної суміші.

**Бетонування за допомогою автобетононасосу.** Останнім часом широко застосовують автобетононасоси, що становлять собою бетононасос із повноповоротною розподільною стрілою, змонтованою на рамі, укріпленій на шасі автомобіля. Автобетононасоси призначені для подавання бетонної суміші до місця укладання як по вертикалі, так і по горизонталі. По стрілі, що складається з трьох шарнірно закріплених частин, проходить бетоновод із шарнірами - вставками на заклепках, що закінчується гнучким розподільним рукавом на опорах.

Бетонна суміш по бетоноводу стріли подається й розподіляється по конструкції тільки під час стійкого положення автобетононасоса.

Місця стоянок і маршрут пересування автобетононасосів і автобетонозмішувачів на будівельному майданчику відповідно до ПВР влаштовуються з дорожніх плит, укладених по горизонтально вирівняній поверхні.

Автобетононасос на робочому майданчику встановлюють за умови:

- горизонтальності майданчика для автобетононасоса;
- наявності підкладок під аутригерами;
- заготування цементу й води для замішування цементного тіста (для пускової суміші);
- заготування пижів для прочищення бетоноводів;
- підготування резервних місць для приймання бетонної суміші з автобетонозмішувачів.

Автобетононасос встановлюють на будівельному майданчику таким чином, щоб забезпечити безперебійність роботи насоса в межах його робочої зони. Автобетононасос встановлюється на виносні опори (аутригери) для стійкості його положення під час роботи (рис. 7.6).

Бетононасос експлуатується в ручному та автоматичному режимах. Ручний режим застосовується під час підготування насоса до роботи, пуску, укладання невеликих обсягів бетонної суміші, промивання бетоноводів після

закінчення робіт. Найоптимальнішим є автоматичний режим експлуатації бетононасоса. Він застосовується в разі великих обсягів бетонування.



**Рисунок 7.6 – Бетонування за допомогою автобетононасосів**

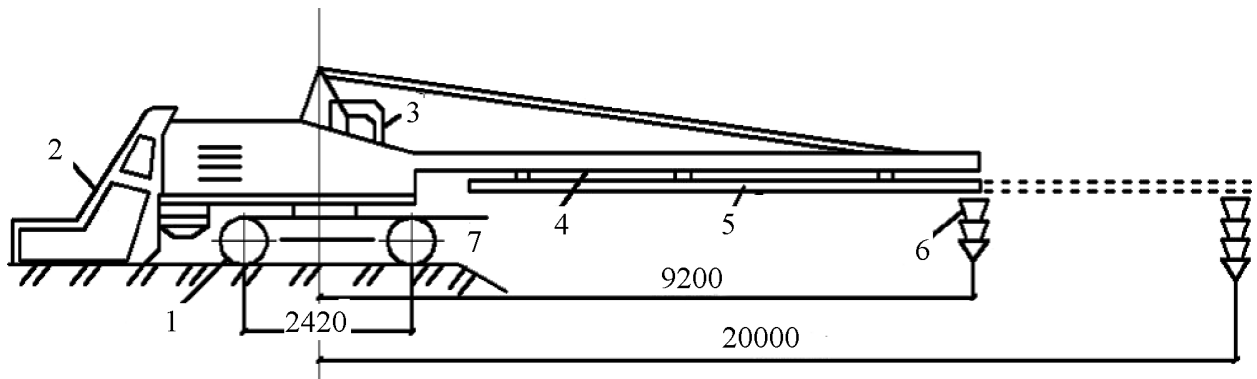
Під час вимушених перерв у роботі автобетононасоса в завантажувальному бункері повинно залишатися 0,1...0,2 м бетонної суміші для періодичного ввімкнення насоса для роботи «на себе».

Під час бетонування конструкцій, розташованих нижче рівня стоянки автобетононасоса, у похилій частині бетоноводу, що має велику протяжність, рекомендується вбудовувати коліна або підпірні відводи, які перешкоджають відриванню бетонної суміші і розшаруванню її на похилій ділянці.

### **7.5 Укладання бетонної суміші за допомогою стрічкових конвеєрів**

Розрізняють переставні й установлені на самохідній або причіпній базі (бетоноукладачі) стрічкові конвеєри. Стрічкові конвеєри доцільно використовувати, якщо дальність подавання бетонної суміші - 20...100 м, а площа її розподілу в бетонованій конструкції велика. Використовують різні

модифікації стрічкових конвеєрів, що різняться вантажопідіймальністю, довжиною рам, шириною стрічки тощо (рис. 7.7).



**Рисунок 7.7 - Самохідний стрічковий бетоноукладач СБУ-20:** 1 - гусенична база; 2 - перевантажувальний бункер; 3 - кабіна; 4 - стаціонарна стріла стрічкового конвеєра; 5 - стрічковий живильник; 6 - хобот; 7 - поворотна платформа

Конвеєри здебільшого виготовляють з алюмінію або сталі. Найпоширенішими є полегшені конвеєри з алюмінію із секціями завдовжки – 9 м. Навантаження від бетонної суміші, що міститься на стрічці стандартного конвеєра, змінюється в межах  $150 \dots 300 \text{ Н/м}^2$ .

Експлуатаційні характеристики конвеєрів, що використовуються у світовій практиці є такими: робоча швидкість стрічки - до 3 м/с, розрахункова продуктивність - до 70...90 м /год; номінальний кут нахилу стрічки - до  $30^\circ$ .

Переставні стрічкові конвеєри застосовуються під час укладання бетонної суміші в монолітні конструкції з невеликими розмірами в плані.

Одним із факторів, що обмежують продуктивність конвеєрів, є особливості бетоноподавального обладнання - бадді, автобетонозмішувача, перевантажувального бункера. Зі збільшенням кута нахилу стрічки конвеєра зменшується товщина шару бетонної суміші, а отже, знижується продуктивність пристрою. Товщина шару бетонної суміші визначається показником її рухливості: більш жорстку суміш можна транспортувати шаром більшої товщини, ніж пластичну.

Для запобігання розшаруванню бетонної суміші на кінці конвеєрної стрічки влаштовують спеціальні напрямні екрани у вигляді воронки, що

унеможлиблюють розшарування суміші під час скидання її на наступну секцію. Щоб бетонна суміш не розшаровувалася під час вивантаження в місцях укладання вона повинна спадати по вертикалі. Влаштування одnobічних напрямних щитків-відбивачів, а також вільне падіння суміші з кінця конвеєра в місцях вивантаження призводять до розшарування бетонної суміші.

Для зменшення зношеності сталевих воронок в місцях удару бетонної суміші під час вивантаження і перевантаження на іншу секцію конвеєра їхню поверхню необхідно футерувати гумою.

Останнім часом на бетонних роботах застосовують спеціальні переставні секційні стрічкові конвеєри для бетонування конструкцій на великих площах. Вони призначаються для подавання бетонної суміші як на малі, так і на великі відстані, а також для її розподілу в опалубленому блоці. У комплект конвеєра входить від двох до шести секцій. Вони складаються з окремих уніфікованих елементів-секцій з вильотом стріли від 9 до 25 м, що мають автономний привід. Електроприводи всіх секцій з'єднуються загальним пультом управління і взаємно блокуються (рис. 7.8).



**Рисунок 7.8 - Використання стрічкового конвеєра для укладання бетонної суміші**

Секція конструкції секційного конвеєра для транспортування бетонної суміші становить собою стрічковий конвеєр, стріла якого може повертатися навколо осі у вертикальній і горизонтальній площинах і здійснювати

човниковий рух, унаслідок чого бетонна суміш подається і розподіляється в зоні, обмеженій радіусами, що дорівнюють максимальному й мінімальному вильотам стріли.

Висувні стріли уможливають зменшення довжини секційного конвеєра до 60 % від його максимальної довжини без демонтажу або застосування додаткових секцій, а також механізують процес розподілення бетонної суміші в місцях, обмежених арматурою, готовими конструкціями, механізмами. Конвеєр, що складається з таких секцій, забезпечує подавання бетонної суміші практично за будь-якою траєкторією в плані, що дуже зручно під час його застосування в умовах будівельного майданчика.

Найчастіше використовують конвеєр, що складається з шести секцій із вильотом стріли 6...12 м кожна.

У разі проведення робіт із застосуванням конвеєрів в зимовий період стрічкову ділянку рекомендується закривати теплоізоляційними коробами, подаючи під них тепле повітря від електрокалорифера.

Для очищення стрічки знизу поблизу вигрузочного кінця конвеєра встановлюють приводну капронову щітку.

У разі великої дальності подавання збільшують кількість секцій або застосовують секції з великим вильотом стріли (до 25 м). Із забезпеченням належної швидкості руху стрічки й товщини завантажувального шару транспортована бетонна суміш практично не змінює своєї консистенції ні в суху, ні у вітряну погоду.

Для забезпечення оптимальної товщини завантажувального шару бетонної суміші частину стрічки конвеєра обладнують опорними роликами, встановленими під кутом 30°. Завантажувати конвеєр необхідно з пристроїв для регулювання вивантаження бетонної суміші, наприклад із автобетонозмішувачів або з перевантажувальних бункерів, оснащених віброживниками.

У разі транспортування до 120 м в окремих секційних конвеєрах швидкість руху стрічки становить 3 м/с. Така велика швидкість, на думку фахівців, убезпечує бетонну суміш від розшаровування, оскільки суміш

скидається з конвеєра до стінки гумового відбивача, де швидкість миттєво зменшується, від відбивача вона спадає вниз суцільним потоком.

Зазвичай ширина стрічок секційних конвеєрів становить 400...500 мм. Продуктивність таких конвеєрів - 25...50 м<sup>3</sup>/год. Секції конвеєрів встановлюють як на аутригерах і опорних рамах, так і на легких рейках і монорейках.

Під час зведення "Марина-Сіті" в Чикаго для бетонування монолітних перекриттів було застосовано легкі конвеєри, що складаються з п'яти секцій, кожна завдовжки 9,15 м, ширина стрічки - 406 мм, а маса - 227 кг. Бетонну суміш перевантажували з однієї секції конвеєра на іншу за допомогою пристрою, що становить собою вертикальну прямокутну раму, змонтовану на опорі з чотирма трубчастими стійками. Рама поверталася навколо осі на 360°. У середині верхнього ригеля рами було закріплено кільце з діаметром 30,5 см, на якому встановлено інше кільце - опора для розвантажувального кінця попередньої секції конвеєра. Таким чином, обидві секції надійно з'єднувалися, а рама і секція конвеєра, яка спиралася на неї, могли вільно повертатися. Стріла секції була виготовлена з алюмінієвих швелерів. Під час бетонування було досягнуто продуктивності подавання суміші із осіданням конуса 7,5 см - 76 м<sup>3</sup>/год. У разі застосування рухливішої бетонної суміші продуктивність подавання знижувалася на 10...20 %.

Недоліком як вібраційних, так і стрічкових конвеєрів є те, що їх необхідно переставляти в процесі бетонування захваток усередині об'єкта. Тому для бетонування конструкцій нульового циклу на великих промислових об'єктах застосовують стрічкові конвеєри, змонтовані на самохідній базі (гусеничній або пневмоколісній), - стрічкові бетоноукладачі (рис. 7.9).

Ці машини мобільні й достатньо маневрені, вони здатні подавати бетонну суміш, розташовуючись усередині або біля брівки котловану. Використовують бетоноукладачі різні за конструкцією. Зокрема, стрічковий конвеєр бетоноукладача УБК-132, створений у тресті Харківбудмеханізація, встановлено на тракторі ДТ-75 з подовженою рамою і двома додатковими балансними візками. Бетонна суміш вивантажується з автосамоскида в скіповий

підіймач, за допомогою якого вона перевантажується в проміжний вібробункер, а з нього - на стрічковий конвеєр, що подає бетонну суміш в опалубку конструкції.



**Рисунок 7.9 - Стрічковий конвеєр на пневмоколісній базі**

Конвеєр бетоноукладача виготовляють складним, щоб зменшити габарити машини під час транспортування. Щоб забезпечити стійкість бетоноукладача під час роботи, його оснащують аутригерами. Такий бетоноукладач доцільно використовувати під час бетонування монолітних конструкцій із невеликими габаритами в плані, оскільки з однієї стоянки він може подавати бетонну суміш по лінії, обмеженій радіусом повороту стріли.

Цей недолік усунуто в бетоноукладачах ЛБУ-20. Стрічковий конвеєр цього бетоноукладача телескопічний, він складається із стаціонарної і висувної стріли. Така конструкція конвеєра, змонтованого на повноповоротній платформі екскаватора Е-303 або ОМ-202, забезпечує подавання бетонної суміші з однієї стоянки в будь-яку точку бетонованої конструкції, обмеженою радіусами максимального й мінімального подавання. Оскільки висувна секція конвеєра виконана з реверсивним приводом, мінімальний радіус подавання становить 3 м від осі обертання конвеєра. Бетонна суміш перевантажується з автосамоскидів у гідрофікований перевантажувальний вібробункер, установлений на самохідній базі. Під час підняття бункера бетонна суміш поступово перевантажується з нього на стрічку конвеєра.

Дослідним шляхом було доведено, що бетоноукладачі економні і їх доцільно використовувати під час змінного укладання бетонної суміші понад 20...25 м<sup>3</sup>. За меншого обсягу робіт доцільніше використовувати самохідні крани, тому, щоб комплексно-механізована технологія бетонних робіт на базі самохідного стрічкового бетоноукладача як провідної машини була ефективною, необхідно збільшити змінні потоки бетону до 50...70 м за зміну.

Відсутність необхідної кількості бетоноукладачів, що випускає промисловість, змушує будівельні організації виготовляти і впроваджувати бетоноукладачі власної конструкції. Такі бетоноукладачі здебільшого облаштовуються неповоротною стрілою завдовжки 10...15 м. Як механізми для пересування використовують базові трактори Т-130, Т-74 або електродвигуни, підімкнені до електричних мереж будівельного майданчика. Бетоноукладач складається з приймального бункера місткістю 2...2,5 м<sup>3</sup>, стрічкового конвеєра, механізмів для піднімання і пересування бункера та конвеєра.

Останнім часом конвеєри як самостійну одиницю для бетонування конструкцій застосовують менше, що спричинено використанням інших високопродуктивних машин - бетоноукладачів, бетононасосів тощо.

Технічні характеристики бетоноукладачів дані в додатку Б.

Під час застосування стрічкових транспортерів для укладання бетонної суміші необхідно дотримуватися таких правил:

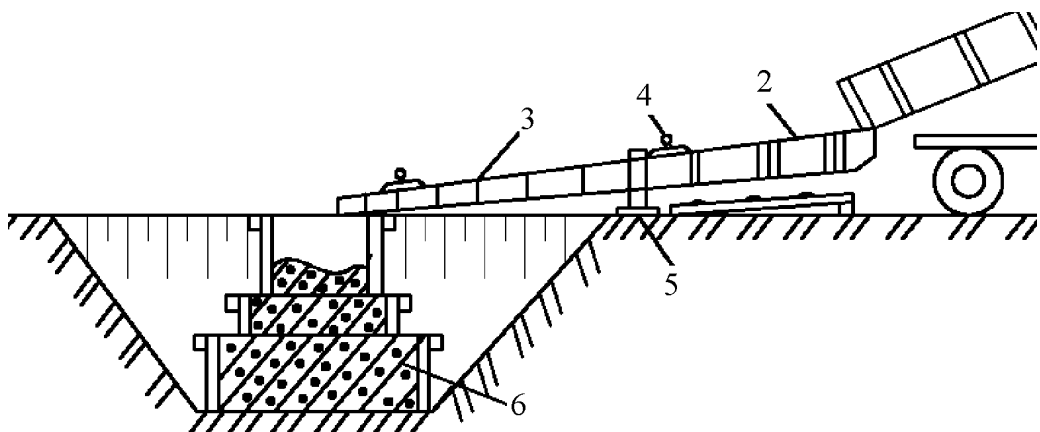
- осідання конуса суміші не повинно перевищувати 6 см;
- кут нахилу стрічки має розташовуватися в межах 10°...18°;
- верхня робоча стрічка повинна бути забезпечена лотковим обрисом;
- плоскі стрічки можуть використовуватися на конвеєрах, що мають загальну довжину не більше 5 м;
- швидкість руху стрічки не повинна перевищувати 1 м/с;
- подавати бетонну суміш на транспортер необхідно за допомогою пристроїв, що забезпечують рівномірне подавання суміші;
- стрічку необхідно забезпечити пристроєм для очищення від цементного розчину;

- бетонну суміш з конвеєра в конструкцію потрібно подавати через воронку, яка запобігає розшаруванню бетону.

### 7.6 Укладання бетонної суміші за допомогою вібраційних конвеєрів

Вібраційний конвеєр складається з віброживильника й віброжолоба і застосовується для подавання бетонної суміші у вироби й конструкції на відстань не більше ніж 20 м (нахил до горизонту при температурі повітря від +5 до +20 °С). Віброживильник призначений для переміщення бетонної суміші на обмежені відстані. Він має широку приймальну частину для завантаження бетонної суміші з автосамоскидів і вузьку розвантажувальну, із якої суміш видається в конструкцію. Суміш переміщується за допомогою вібрації, створюваної двома закріпленими поруч у похилому положенні вібраторами.

Віброжолоб використовують для рівномірного розподілу бетонної суміші по поверхні бетонованого виробу або конструкції, а також для завантаження приймальної воронки хобота під час бетонування фундаментів у глибоких котлованах (рис. 7.10). Він становить собою лоток із напівкруглим перетином діаметром 300...400 мм і висотою 200...350 мм. Довжина віброжолоба не повинна перевищувати 3,5 м, в іншому разі його продуктивність різко знижується. Відстань подавання бетонної суміші можна збільшити, встановивши ряд секцій.



**Рисунок 7.10 – Схема подавання бетону віброживильником:**

- 1 - автосамоскид; 2 - віброживильник; 3 - віброжолоб; 4 - вібратори; 5 - стійка;  
6 - бетонована конструкція

Бетонну суміш подають у віброжолобі за допомогою віброживильників, бункерів, хоботів і стрічкових конвеєрів. Продуктивність віброжолоба обумовлюється кутом нахилу і рухливістю бетонної суміші.

### **7.7 Загальні вимоги до процесу укладання бетонної суміші**

Процес укладання бетонної суміші складається з таких операцій: подавання до місця укладання, розподіл, розрівнювання й ущільнення.

Перед початком бетонування повинні бути визначені або уточнені:

- способи подавання, розподілу й ущільнення бетонної суміші;
- склад бетонної суміші та показники її рухливості;
- товщина й напрям укладуваних шарів;
- допустима тривалість перекриття шарів;
- необхідна інтенсивність подавання бетонної суміші з перевірянням забезпеченості її постачання бетонними заводами й транспортними засобами;
- потреби щодо механізмів і робітників для подавання, розподілу й ущільнення бетонної суміші, включаючи робітників для виконання підсобних робіт у процесі бетонування.

Перед укладанням бетонної суміші опалубку необхідно очистити від сміття, бруду, льоду, снігу, масел, за необхідності промити. Якщо суміш укладається на бетонну поверхню, то її попередньо необхідно підготувати, очистивши від цементної плівки. Найдоцільніше видаляти цементну плівку одразу після завершення зчеплення цементу (у спекотну погоду через 6...8 год після закінчення укладання, у прохолодну - через 12...24 год).

Очищуючи бетонні поверхні від цементної плівки, не можна допускати пошкодження поверхні бетону, тому міцність бетону повинна перебувати в таких межах:

- під час оброблення водяним або повітряним струменем - 0,2...0,3 МПа;
- під час оброблення механічною металевою щіткою - 1,5...2,5 МПа;
- під час оброблення піскоструминним агрегатом - 5,0...10,0 МПа.

Укладаючи бетонну суміш необхідно постійно стежити за станом опалубки, а в разі появи зміщення або деформації щитів - негайно їх усувати.

Бетонування конструкцій необхідно супроводжувати відповідними записами в журналі бетонних робіт:

- дата початку й закінчення бетонування (за конструкціями, блоками, ділянками, захватками);
- задані марки бетону, робочий склад і показники його рухливості (жорсткості);
- обсяги виконаних робіт на окремих частинах споруди;
- дата виготовлення контрольних зразків бетону, їхня кількість, маркування (із зазначенням місця конструкції, звідки взято зразок бетонної суміші), терміни і результати випробування зразків;
- температура зовнішнього повітря під час бетонування;
- температура бетонної суміші під час укладання (в зимовий період), а також під час бетонування масивних конструкцій.

Форма журналу та порядок його заповнення можуть уточнюватися відповідно до місцевих умов.

Відомо декілька способів укладання бетонних сумішей, до яких належать:

- пошарове укладання паралельними шарами, товщина яких не перевищує 2/3 висоти наконечця вібратора або зони опрацювання поверхневими вібраторами;
- укладання похилими шарами збільшеної товщини в монолітних малоармованих конструкціях із використанням потужних глибинних вібраторів;
- безперервне пошарове укладання рухомих і литих бетонних сумішей, що транспортуються бетононасосними установками, із застосуванням короткочасної неінтенсивної вібрації;
- напірне бетонування конструкцій на повну висоту в замкнених формах шляхом нагнітання високорухливих й литих сумішей в простір опалубки.

Кожен із зазначених способів різниться певною сферою застосування залежно від технологічних властивостей бетонних сумішей, ступеня механізації

й інтенсивності ведення бетонних робіт. У загальному циклі бетонних робіт на частку ручної праці припадає понад 60 %, зокрема на процес бетонування - приблизно 35 %.

### **Питання для самоконтролю**

1. Охарактеризуйте комплексний технологічний процес транспортування бетонних сумішей
2. Поняття допустимого технологічного рівня технологічного процесу.
3. У якому вигляді виробником поставляються бетонні суміші на будівельний майданчик
4. Вибір оптимальної технології транспортування бетонні суміші до місця виконання робіт. ТЕО. Критерії вибору.
5. Особливості подавання бетонної суміші вантажопідіймальними механізмами.
6. Особливості використання трубопровідного транспорту для переміщення бетонної суміші
7. Причини утворення заторів під час перекачування бетонних сумішей в процесі експлуатації бетононасосів
8. Умови встановлення автобетононасосів на будівельному майданчику
9. Правила застосування стрічкових транспортерів для укладання бетонної суміші
10. Особливості укладання бетонної суміші за допомогою вібраційних конвеєрів

## **ТЕМА 8. СПОСОБИ Й ВИМОГИ ДО УКЛАДАННЯ І УЩІЛЬНЕННЯ БЕТОННОЇ СУМІШІ**

### **План**

- 8.1. Організація деформаційних й робочих швів
- 8.2. Розташування та улаштування робочих швів
- 8.3. Ущільнення бетонної суміші

### **8.1. Організація деформаційних й робочих швів**

При зведенні монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій слід керуватися будівельними нормативними документами і вимогами проекту виконання робіт. Надійність і довговічність конструкцій обумовлюється якістю виконання опалубних, арматурних і бетонних робіт. Застосування прогресивної технології та організації праці, засобів комплексної механізації сприяють підвищенню якості робіт і скороченню термінів зведення конструкцій.

Масивні й протяжні бетонні й залізобетонні конструкції бетонують окремими ділянками, що сполучаються між собою. Така ділянка називається блоком або картою бетонування. Конструкцію розділяють на ділянки за конструктивними або технологічними ознаками. Простір між окремими ділянками утворюють деформаційні шви, які розділяють на осадові, температурні й усадочні.

Осадові шви призначені для відокремлення одних конструкцій від інших. Наприклад, фундамент під устаткування відокремлюють від бетонної підлоги швом товщиною 1...10 мм, щоб навантаження від устаткування не передавалося елементам підлоги.

Температурні шви призначені для компенсації розширення або стиску споруд і конструкцій при підвищенні або зниженні температури (наприклад, при влаштуванні дорожніх і аеродромних покриттів та ін.). Відстань між температурними швами і ширину швів визначають розрахунком.

Усадочні шви влаштовують при зведенні масивних і протяжних конструкцій для запобігання тріщиноутворенню при усадці бетону, що твердіє.

Деформаційні шви заповнюють матеріалами, які легко деформуються (гумово-бітумними, бітумно-полімерними мастиками, тіоколовими герметиками).

При бетонуванні конструкцій неминучі технологічні перерви (закінчення зміни, перерви в доставці бетону, установка арматури та ін.). У цих випадках улаштовують робочі шви. Робочим швом називається площина, по якій до раніше покладеного бетону прилягає свіжоукладений. На відміну від деформаційних, робочі шви виключають переміщення поверхонь, які стикаються, відносно одна одної й не повинні знижувати несучу здатність конструкції.

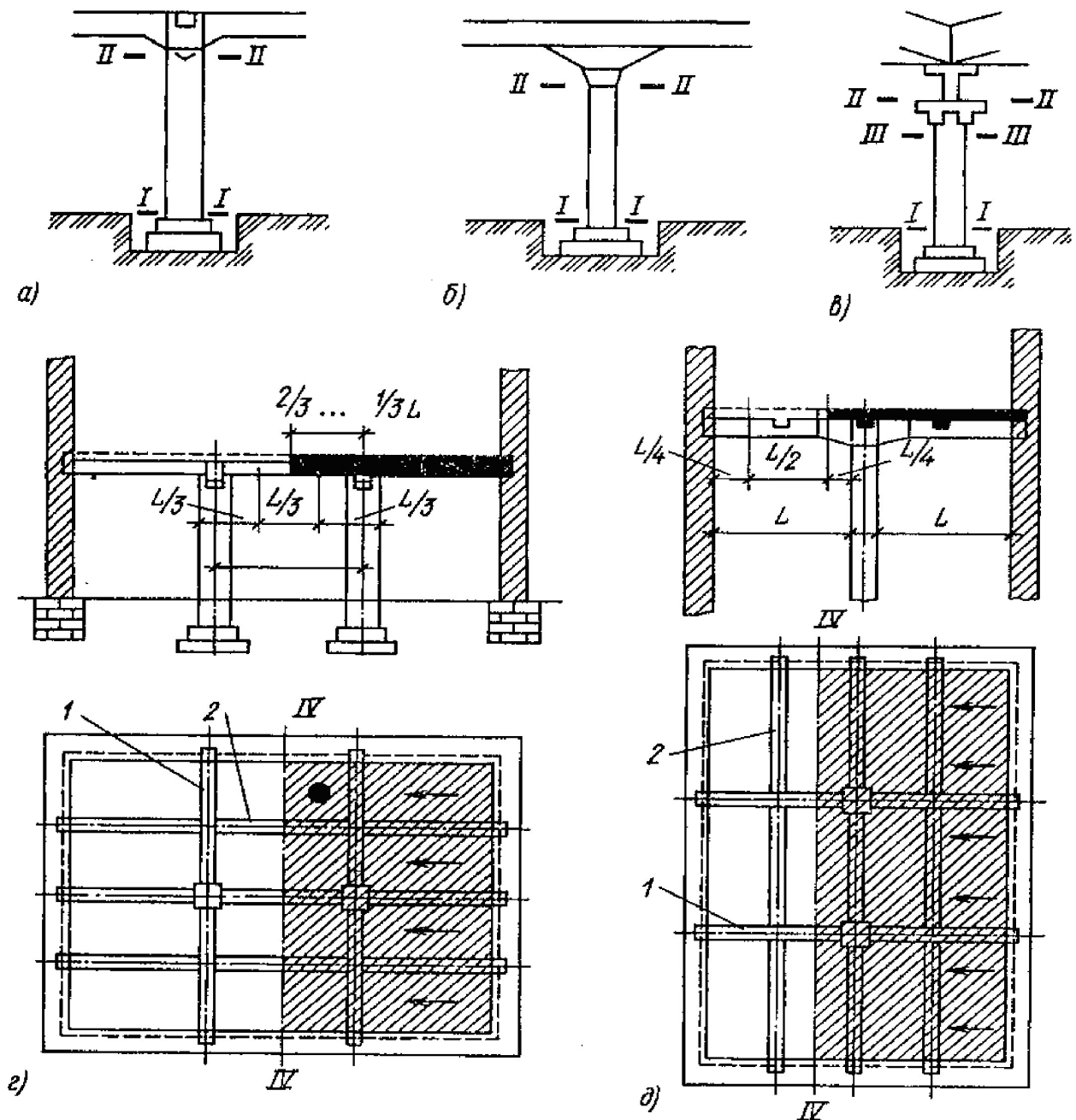
## **8.2. Розташування та улаштування робочих швів**

Розташування робочих швів визначається проектом виконання робіт і вказується в робочих кресленнях. Місце розташування робочого шва призначається, таким чином, щоб у найменшій мірі зменшилася несуча здатність конструкції.

При бетонуванні колон робочі шви можна влаштовувати по висоті колони на рівні верху фундаменту (рис. 8.1, а), знизу балок, що спираються на колони (рис. 8.1, б), а також знизу підкранових консолей (рис. 8.1, в).

При влаштуванні монолітних ребристих перекриттів робочі шви влаштовують у перерізах, де є найменший згинаючий момент, тобто навантаження на конструкцію мінімальні. Такі перерізи розташовані на відстані від проміжних опор (колон) в один та інший бік. Бетонування здійснюють паралельно балкам 2 або прогонам 1 (рис. 8.1, г, д). У балках, прогонах і плитах робочий шов розташовують вертикально. Шов улаштовують шляхом установки дерев'яного щита з прорізами для арматури (рис. 8.2).

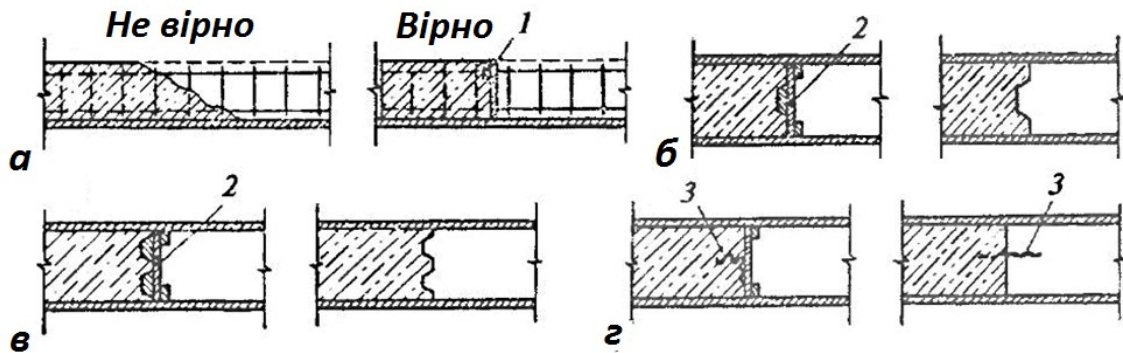
При перерві в бетонуванні більше 2 год. відновлюють укладання тільки після набору міцності бетоном не менше 1,5 МПа. При міцності нижче 1,5 МПа подальше укладання призведе до руйнування структури раніше покладеного бетону в результаті динамічного впливу вібраторів та інших механізмів.



**Рисунок 8.1 – Розташування робочих швів при бетонуванні:** а-в - колони; г - перекриття при бетонуванні в напрямку, паралельному балкам; д - те ж перпендикулярно до балок; 1 - прогони; 2 - балки, I-I... IV-IV - місця можливих робочих швів

Перед поновленням бетонування очищують поверхню бетону від пилу, бруду і будівельного сміття. Для кращого зчеплення раніше вкладеного бетону зі свіжим робочі шви по горизонтальних і похилих поверхнях очищують від цементної плівки водняним або повітряним струменем, металевими щітками або

механічними фрезами, а потім покривають цементним розчином шаром товщиною 1,5...3 см, щоб заповнити всі нерівності.



**Рисунок 8.2 – Улаштування робочих швів при бетонуванні:** а - у плитах; б, в, г - у стінах; 1 - дошка; 2 - перегородка в опалубці стіни; 3 - мідна гофрована смуга

### 8.3. Ущільнення бетонної суміші

Процес зведення монолітних конструкцій включає: розбивку осей конструкцій і винесення позначок поверхонь, влаштування опалубки, зборку і монтаж арматури, бетонування (укладання з ущільненням бетонної суміші), розбирання опалубки після набору бетоном розпалубочної міцності.

Бетонну суміш, що укладається в конструкції, ущільнюють вібруванням, штикуванням і трамбуванням. Призначення процесу ущільнення - забезпечити високу щільність і однорідність бетону.

**Штикування** виконують вручну за допомогою шурування. У зв'язку з низькою продуктивністю і порівняно високою трудомісткістю такий спосіб ущільнення застосовують у виняткових випадках - при бетонуванні тонкостінних і щільноармованих конструкцій, а також при використанні високорухомих і литих сумішей, з метою виключити розшарування, неминуче при їхньому вібруванні.

**Трамбування** здійснюють ручними і пневматичними трамбувачами для ущільнення жорстких бетонних сумішей у конструкціях з низьким ступенем армування, коли неможливо застосовувати вібратори через негативний вплив вібрації на об'єкти (устаткування), розташовані поблизу.

**Вібрування** є основним способом ущільнення. Під дією вібрації частки заповнювача роблять коливальний рух, бетонна суміш, розріджуючись, здобуває підвищену плинність і рухливість. У результаті вона рівномірно розподіляється в опалубці, заповнюючи її простір між арматурними стержнями.

У процесі вібрування спонукаюча енергія витрачається на подолання сил тертя і зчеплення між частками, які під дією гравітаційних сил перегруповуються, прагнучи зайняти більш стійке положення. У результаті відбувається щільне упакування часток бетонної суміші. У зоні вібрації виникає підвищений тиск, у результаті якого затиснені пухирці повітря витісняються із суміші, що ущільнюється. Це приводить до поліпшення структури бетону.

Бетонну суміш вібрують, використовуючи внутрішні (глибинні), поверхневі й зовнішні вібратори. Вибір типу вібратора залежить від форми і розмірів конструкції, яку бетонують, ступеня її армування й необхідної інтенсивності бетонування. При бетонуванні масивних конструкцій застосовують глибинні вібратори типу булави, а щільноармованих - внутрішні з гнучким валом. Поверхневими вібраторами ущільнюють тільки верхні шари бетону і використовують їх при бетонуванні підлог і плит. У щільноармованих конструкціях бетонну суміш ущільнюють глибинними вібраторами з робочою частиною відповідного діаметру (28 мм, 38 мм, 51 мм, 76 мм), враховуючи відстані між арматурою, яка повинна бути не менше 1,5 діаметра вібронаконечнику. При незначних відстанях між арматурою в конструкції застосовують зовнішні вібратори.

Бетонну суміш укладають горизонтальними шарами по площі всієї конструкції, що бетонується. При багат шаровому укладанні необхідно укладати свіжу суміш на ущільнений шар до того, як почнеться процес тужавіння цементу.

Товщина шарів бетонної суміші повинна відповідати: при внутрішньому вібруванні - довжині робочої частини вібратора, при поверхневому вібруванні неармованих і армованих одиночною арматурою конструкцій - 250 мм, у

конструкціях з подвійною арматурою - 120 мм. Якщо розміри конструкції не дозволяють дотриматися такої умови, то застосовують сходчатий спосіб укладання, при якому значно скорочується площа, що бетонується одночасно. Довжина сходини повинна бути не менше 3 м.

Оптимальний режим вібрування бетонної суміші істотно впливає на якість конструкції. Зайва тривалість вібрування бетонної суміші може призвести до її розшарування, а недостатня - до нещільного укладання. Поверхневими вібраторами з однієї позиції суміш ущільнюють 20...60 с, глибинними - 20...40 с, зовнішніми - 50...90 с. Тривалість вібрування жорстких бетонних сумішей має бути не менше показника жорсткості даної суміші.

Відстань переміщення глибинного вібратора з однієї позиції на іншу не повинна перевищувати 1,5 радіуса його дії. Для вибробулав радіус дії складає 45...50 см, для вібраторів із гнучким валом 25...50 см, а для зовнішніх вібраторів (у глибину) - 25 см. Внутрішній вібратор занурюють на 5...8 см у розташований нижче шар з метою обробки стику між шарами і забезпечення їхнього монолітного зв'язку. Перестановку поверхневого вібратора слід виконувати таким чином, щоб його робоча площадка перекривала суміжну провібровану ділянку не менше, ніж на 10 см.

Використання бетононасосного транспорту, який передбачає застосування високорухомих бетонних сумішей, дозволяє сполучити процес її укладання з ущільненням. Таке бетонування називають напірним. Цим способом можна бетонувати плоскі конструкції з бетонів на щільних і пористих заповнювачах. Максимальна висота бетонованих елементів може складати 2,5...3,2 м при робочому тиску в бетоноводі на виході 4...6 МПа. При цьому досягаються висока однорідність матеріалу і зниження витрат праці на укладання та ущільнення сумішей. Ефективність напірного бетонування підвищується при використанні на виході з бетоноводу віброзбуджувача, який забезпечує зниження в'язкості суміші й опір її руху між стінками опалубки.

### **Питання для самоконтролю**

1. Основні положення розділення конструкції на ділянки за конструктивними або технологічними ознаками
2. Яким документом визначається розташування робочих швів
3. Охарактеризуйте основні способи ущільнення бетонної суміші
4. Поняття напірного бетонування

## ТЕМА 9. ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ УЩІЛЬНЕННЯ БЕТОННОЇ СУМІШІ

### План:

- 9.1. Призначення та суть процесів ущільнення і вібрування
- 9.2. Вібратори для ущільнення бетонної суміші
- 9.3 Підвищення ефективності ущільнення бетонної суміші

### 9.1. Призначення та суть процесів ущільнення і вібрування

Завдання процесу ущільнення бетонної суміші полягає в ефективному впакуванні різних за формою й величиною частинок багатокомпонентній бетонній суміші. Густина бетону в порівнянні з бетонною сумішшю при її достатньому ущільненні зростає з 2,2 до 2,4...2,5 т/м<sup>3</sup>.

Ущільнюють бетонну суміш трамбуванням, штикуванням і вібруванням.

Трамбівки - ручні або пневматичні - застосовують при укладанні жорстких сумішей у малоармовані конструкції, коли не можна застосовувати вібратори (наприклад, побоюючись впливу вібрації на працююче устаткування).

**Вібрування** - основний спосіб ущільнення бетонних сумішей з осадкою конуса від 0 до 9 см. Суть процесу полягає в тому, що за допомогою вібраторів, котрі установлюють на поверхні або опускають у шар бетонної суміші на деяку глибину, розташовані поблизу компоненти суміші утягуються в коливальні горизонтальні й вертикальні рухи, що розвивають вібратором з певної, властивої йому частотою й амплітудою коливання. Енергія вібраційних коливань переборює сили внутрішнього тертя між частками суміші. Тверда й пухка бетонна суміш у зоні дії вібратора стає рухливою і прагне зайняти найменший обсяг.

Вібрування - нетривалий процес. Через 30...100 с (залежно від умов вібрації) припиняється осідання бетонної суміші й на поверхні бетону, що ущільнює, з'являються цементне молочко й пухирці повітря, що свідчить про закінчення впливу вібрації. Подальше вібрування може привести до розшарування суміші внаслідок опускання великих часток.

Вібрування пластичних сумішей з осіданням конуса більше 9 см неефективно, оскільки в цьому випадку сили тертя через велику рухливість

суміші невеликі, і енергія коливань розтрачується на розштовхування часток великого заповнювача, які в результаті осідають, розшаровуючи суміш.

Ступінь ущільнення бетонної суміші залежить від того, наскільки частота, амплітуда й форма коливань, тривалість і потужність вібрування відповідають складу бетонної суміші і її рухливості.

Частота (кількість коливань у хвилину) і амплітуда коливань (найбільше відхилення коливної частки від положення рівноваги, звичайно від 0,1 до 1,2 мм) взаємозалежні. Це дає можливість застосовувати різні режими вібрування для сумішей різного складу. Суміші з великими розмірами зерен заповнювача вібрують при низькій частоті коливань (від 3000 до 6000  $\text{хв}^{-1}$ ), але великій амплітуді, а при ущільненні дрібнозернистих бетонних сумішей застосовують вібрацію високої частоти (до 20 000  $\text{хв}^{-1}$ ), але малої амплітуди.

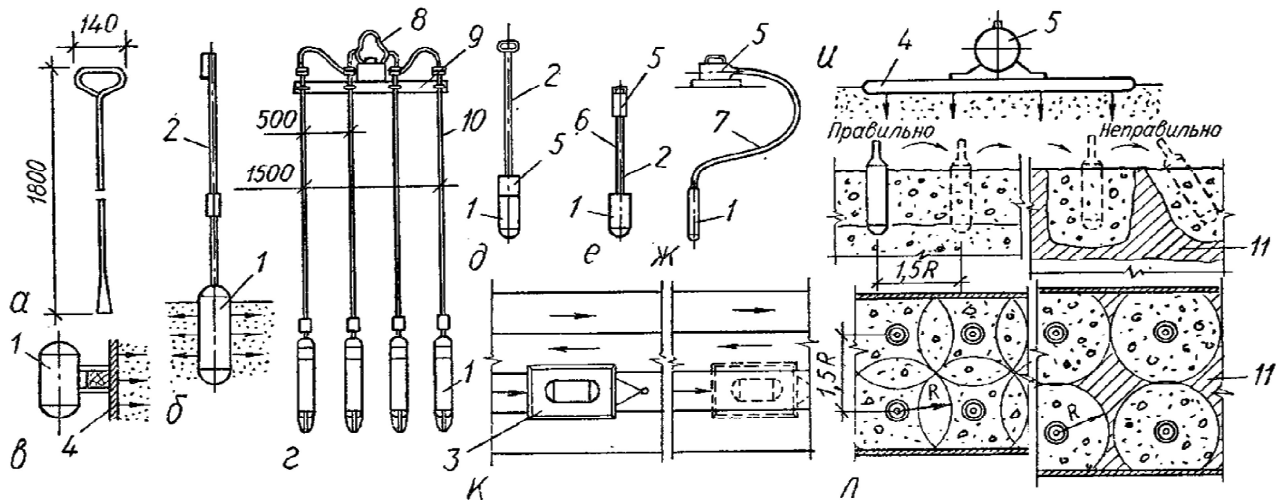
Форма коливань може бути спрямованої або ненаправленої дії. Вертикально спрямовані коливання загасають швидше, ніж горизонтальні, тому раціональній поміщати вібратор у товщі бетонній суміші, яка ущільнюється, тобто застосовувати глибинні (внутрішні) вібратори й тим самим використати краще енергію вібрації. Оскільки бетонна суміш містить заповнювачі різної величини, у багатьох випадках доцільно застосовувати полічастотне вібрування, при якому зона ущільнення піддається одночасно вібрації високих і низьких частот.

## 9.2. Вібратори для ущільнення бетонної суміші

У сучасних вібраторах, які застосовують для ущільнення бетонної суміші в монолітних конструкціях, вібрація збуджується в результаті швидкого обертання неврівноважених мас - одного або декількох дебалансів, насаджених на вал, або планетарним механізмом, у якому коливання створюються бігунком, що обкатується навколо центрального пальця або усередині втулки, закріпленої в корпусі вібратора. Якщо застосовувати неврівноважений щодо своєї геометричної осі бігунок, при його обертанні виникають складні коливання двох різних частот.

Для штикування (проштовхування шматків щебеню, зависаючих між стержнями арматур) при укладанні й вібруванні сумішей з осіданням конуса 4...8 см у щільноармованих конструкціях використовують шурувки з арматурної сталі (рис. 9.1, а). Шурування застосовують також для ущільнення

пластичних сумішей з осіданням конуса більше 8 см, які розширюються при вібрації.



**Рисунок 9.1 - Вібратори для ущільнення бетонної суміші:** а - шуровка; б - вібратор глибинний (внутрішній); в - вібратор зовнішній; м - пакетний глибинний вібратор; д - глибинний (внутрішній) вібратор із двигуном, установленим у наконечнику; е - те ж, із двигуном, винесеним до ручки; ж - те ж, із гнучким валом; и - поверхневий вібратор; к - пересувні поверхневі вібратори; л - установка глибинного вібратора; 1 - корпус вібратора; 2, 10 - штанга 3 - металева площадка; 4 - опалубка; 5 - двигун; 6 - штанга із жорстким валом; 7 - гнучкий вал 8 - серга; 9 - затискач; 11 - ділянки неперевіреного бетону

За способом впливу на бетонну суміш, яка ущільнюється, розрізняють вібратори глибинні (рис. 9.1, б, м, д, е, ж), поверхневі (рис. 9.1, и) і зовнішні, що прикріплюють лещатами до опалубки (рис. 9.1, в).

Глибинні вібратори виконують з електро- або пневмодвигуном, установленим у наконечнику (вібробулава - рис. 9.1, б, д), з електродвигуном, винесеним до ручки (рис. 9.1, е), і з винесеним до ручки двигуном і гнучким валом (рис. 9.1, ж). Частота коливань вібраторів з дебалансним збудником - до  $6000 \text{ хв}^{-1}$ , а із планетарним - до  $20\,000 \text{ хв}^{-1}$ . Вібрацію з більшою частотою не застосовують, тому що при малій амплітуді коливань знижується ефективність ущільнення.

Двочастотні планетарні вібратори випускаються з коливаннями високої частоти - до  $20000 \text{ хв}^{-1}$  і низкою - до  $3600 \text{ хв}^{-1}$ .

Вибираючи тип і розмір глибинного вібратора, ураховують відстань між стержнями арматур. Прийнято вважати щільноармованими конструкціями такі,

у яких відстань між стержнями не більше 100 мм; середньоармованими - від 100 до 300; малоармованими - більше 300 мм.

При бетонуванні мало- і середньоармованих конструкцій застосовують глибинні вібратори з убудованим у корпус віброзбуджувачем - вібробулави - діаметром 76, 114 й 133 мм із частотою від 5700 до 11 000 хв<sup>-1</sup>.

Для ущільнення суміші при бетонуванні тонких і щільноармованих конструкцій використовують вібратори із гнучким валом (одно- або двохчастотні) і пневматичні двохчастотні вібратори.

Електромеханічні вібратори із гнучким валом устатковані вибронаконечниками діаметром 28, 51 й 76 мм. Частота їхніх коливань - від 10 000 до 20 000 хв<sup>-1</sup> при амплітуді 0,4...0,7 й 1,2 мм.

Пневматичні глибинні полічастотні вібратори із частотою коливань 18000/3600 й 14 000/3600 хв<sup>-1</sup> мають вибронаконечники діаметром 34, 50 й 75 мм для бетонування щільно- і середньоармованих конструкцій. Радіус дії при вібруванні сумішей з осіданням конуса 3 см становить відповідно 30, 45 й 60 см. Ці вібратори відрізняються простотою конструкції, малою масою, надійністю й зручністю в роботі й обслуговуванні.

При укладанні бетонної суміші у великі масиви й фундаменти використовують потужні одиночні й пакетні глибинні вібратори, що підвішують на гаку крана.

Вибропакет (рис. 9.1, г) складається з 4 або 8 вібраторів; діаметр робочої частини вібраторів - до 194 мм, довжина - до 1000 мм. Вибропакет з 15 вібраторів із частотою до 5500 хв<sup>-1</sup>, застосований у гідротехнічному будівництві, має масу до 5500 кг.

Оптимальний час вібрування, при якому вибромашина має найбільшу продуктивність, приймається звичайно, рівним 30 с.

Поверхневі вібратори застосовують з робочим органом у вигляді гладкої плити або піддона, до якого через амортизатори жорстко прикріплені вібратор і дві ручки. Радіус дії майданчикових вібраторів не перевищує 25 см. Тривалість вібрування на одній позиції - від 20 до 60 с.

Вибробрус має робочий орган, на якому встановлені один або кілька вібраторів, що працюють синхронно. Переміщується вибробрус по напрямних, що укладають по краях смуги, що бетонується.

Потужні підвісні вібратори мають ґратчасті площадки з підставою до 1800 × 1800 мм.

Зовнішніми (лещатними) вібраторами ущільнюють бетонну суміш у густоармованих конструкціях (рис. 9.1, в). Для цієї мети застосовують електромеханічний вібратор з радіусом дії до 80 см, що кріплять зовні до опалубки двома гвинтовими затискачами. Коливання через опалубку передаються на бетонну суміш.

Останнім часом застосовують площинні віброущільнювачі, що являють собою тверду плиту з двома збудниками. Радіус дії - до 1,5 м.

Віброущільнення позитивно впливає на якість бетону. При його використанні для приготування жорстких сумішей витрачається цементу на 10...15 % менше, тому зменшуються осідання бетону й виділення тепла під час твердіння, що знижує небезпека виникнення тріщин. Зменшення кількості води в бетонній суміші при незмінній витраті цементу збільшує міцність бетону, його водонепроникність, морозостійкість, опір стиранню й швидкість твердіння, поліпшує зчеплення бетону з арматурою. Крім того, скорочуються строки розпалублювання.

### **9.3 Підвищення ефективності ущільнення бетонної суміші**

Ущільнення бетонної суміші глибинними вібраторами. Глибинні вібратори призначені для ущільнення бетонних сумішей під час укладання їх в опалубку для формування бетонних і залізобетонних конструкцій з різним ступенем насиченості арматурою. За допомогою глибинних вібраторів можна ущільнювати бетонні суміші, рухливість яких не менше 2...3 см. Бетонну суміш із меншою рухливістю можна також ущільнювати глибинними вібраторами, довше обробляючи їх і частіше перевстановлюючи вібратор. Для зведення залізобетонних конструкцій із великим вмістом арматури та її частим розташуванням рекомендовано застосовувати суміші з рухливістю 5... 15 см.

Ефективність впливу глибинних вібраторів на бетонну суміш визначається співвідношенням частоти й амплітуди коливань, а також величиною і формою активної поверхні їхньої робочої частини. Поєднання цих параметрів визначає величину коливань і умови передавання її бетонній суміші.

Під час ущільнення бетонної суміші вібруванням необхідно враховувати, що зі збільшенням відстані від вібратора амплітуда коливань поступово згасає.

Згасання коливань помітніше під час ущільнення жорстких сумішей і застосування високочастотної вібрації. Згасання коливань означає зменшення їхньої амплітуди із віддаленням від джерела.

Було доведено, що ефективність глибинних вібраторів обумовлюється не тільки динамічними параметрами коливань робочого органу, а й орієнтованістю віброущільнювача в шарі бетону. Так, ефективність підвищується в разі нахилу вібраторів на  $30...40^\circ$  до горизонту й під час переведення їх у горизонтальне положення (табл. 9.1).

Таблиця 9.1 - Ефективність роботи глибинних віброущільнювачів залежно від їхньої орієнтованості

| Зорієнтованість<br>віброущільнювача | Радіус дії, см, при<br>товщині шару, см |    |    | Об'єм ущільнюваного<br>бетону при товщині<br>шару 0,5 м, м |
|-------------------------------------|---|----|----|--|
|                                     | 30                                      | 45 | 60 |  |
| Вертикальна                         | 25                                      | 30 | 35 | 0,12   |
| Похила, під кутом $30...40^\circ$   | 30                                      | 35 | 40 | 0,16   |
| Горизонтальна                       | 60                                      | 70 | 80 | 0,24   |

Процес ущільнення бетонних сумішей глибинними вібраторами в обмеженому опалубкою просторі характеризується багаторазовим відображенням хвиль напружень. Зі зменшенням відстані між щитами опалубки збільшується сфера ефективного використання бетону.

Арматурне заповнення позначається на формуванні хвильових полів, слугуючи гасником коливань, тоді як контактування вібратора з арматурним каркасом підвищує ефект ущільнення в зоні дії вібратора.

Під час контактування вібратора з опалубкою різко погіршується якість прилеглих до опалубки поверхонь внаслідок концентрування повітряної фази. Для нейтралізації цього явища деякі зарубіжні фірми оснащують глибинні вібратори еластичними (гумовими) чохлами.

У практиці промислового та цивільного будівництва поширені віброзбудники з гнучким валом. Глибинні вібратори із вбудованим

електродвигуном застосовують для ущільнення бетонної суміші з рухливістю 1...5 см (рис. 9.2).



**Рисунок 9.2 – Глибинний вібратор із гнучким валом**

Із розвитком монолітного будівництва збільшилася потреба щодо вібраторів, які забезпечують процес ущільнення бетонних сумішей на легких і щільних заповнювачах в опалубках до 3 м заввишки і більше. На жаль, наявні вітчизняні різновиди вібраторів із гнучким валом не забезпечують надійність і якість ущільнення.

За кордоном використовують глибинні вібратори переважно з гнучким валом і вбудованими електродвигунами, що різняться широким діапазоном розмірів вібронаконеччя. Фірми «Динапак» і «Ваккер» випускають глибинні вібратори, діаметр робочої частини яких становить 17...90 мм, із електричним, пневматичним, бензиновим і дизельним двигунами.

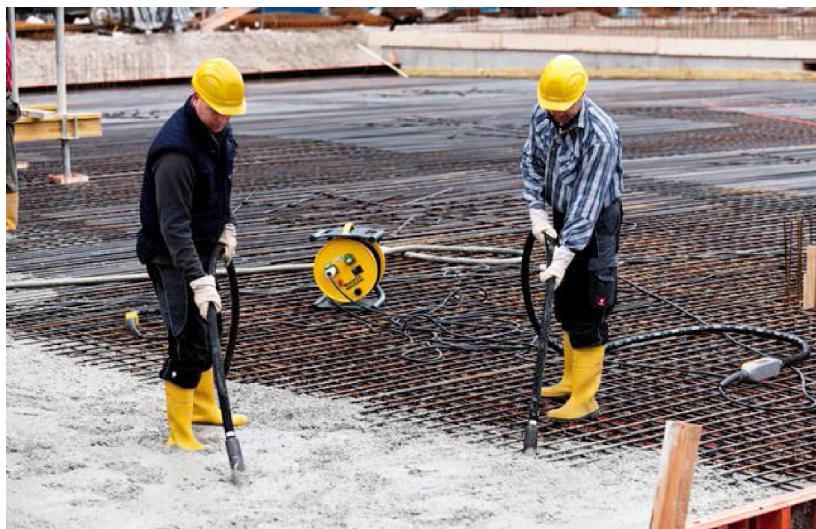
Важливим напрямом удосконалення глибинного віброущільнення є збільшення радіусу їхньої дії шляхом ребрення вібронаконечнику. Це уможлиблює істотне зниження трудомісткості бетонних робіт у разі використання ручного віброінструменту. Збільшення радіуса дії таких вібраторів пояснюється більшою часткою енергії, що постійно передається бетонній суміші від поверхні збудника коливань. Вібратори з ребристим вібронаконечником краще за звичайні ущільнюють жорсткі бетонні суміші й довговічніші.

Варто зазначити, що ребра збільшують діаметр вібронаконечнику та обмежують його застосування в тонкостінних конструкціях, насичених арматурою.

Контроль якості ущільнення бетонної суміші в процесі виконання робіт не передбачає об'єктивних критеріїв і обумовлюється головно від рівня професійної підготовки бетонників.

Технологія ущільнення полягає в дотриманні низки обов'язкових вимог. Зміцнюючи бетонну суміш, бетонник занурює вібратор в ущільнювальний шар вертикально або з нахилом. При цьому кінець вібронаконечнику занурюють у раніше покладений шар на глибину 5...10 см. Під час тривалих перерв у бетонуванні для запобігання руйнуванню раніше укладеного шару бетону наступний шар укладають тоді, коли міцність попереднього досягла 1,5 МПа.

Вібратор необхідно швидко опускати в ущільнювальний шар бетонної суміші й залишати нерухомим протягом 20...40 с, а потім повільно витягувати його, щоб забезпечити заповнення бетонною сумішшю простору, утвореного вібратором. Товщина шару, що ущільнюється за допомогою ручного глибинного вібратора, не повинна перевищувати 1,25 довжини робочої частини вібронаконечнику. Крок його переставляння не повинен у півтора рази перевищувати радіус дії (рис. 9.3).



**Рисунок 9.3 - Ущільнення бетону глибинним вібратором**

Ущільнення бетонної суміші вважається достатнім тоді, коли припиняється її осідання й виділення великих бульбашок повітря, а на поверхні і в місцях прилягання бетону до опалубки з'являється цементне молоко.

Досвідчені робітники визначають, що ущільнення бетонної суміші закінчилося, за висотою звуку вібратора - від глухого до високого постійного звуку при повному виділенні повітря з бетонної суміші.

Поверхнєве ущільнення рекомендують застосовувати під час ущільнення бетонної суміші, що укладається в підготовку під підлоги, плити перекриттів і інші конструкції, товщина яких не перевищує 25 см для неармованих конструкцій або конструкцій, армованих легкою сіткою.

У разі, якщо товщина бетонного шару понад 25 см або за наявності арматури суміш ущільнюють, застосовуючи спочатку глибинні, а потім поверхнєві вібратори для ущільнення верхніх шарів, вирівнювання й загладжування поверхні.

Для поверхнєвого ущільнення застосовують майданчикові вібратори й віброрейки. Під час ущільнення майданчик або віброрейка встановлюється на поверхню ущільнюваної бетонної суміші й переміщується по ній відповідно до ущільнення бетонної суміші. Переміщуються віброрейки й майданчики по ущільнювальним шарам вручну (рис. 9.4).



**Рисунок 9.4 – Поверхнєве ущільнення бетону віброрейкою**

Глибина опрацювання суміші обумовлюється рухливістю бетонної суміші, ступенем армування, різновидом заповнювача й параметрами вібрації.

Найважливішою вимогою щодо поверхнєвих віброущільнювачів, особливо віброрейок, є рівномірність розподілу коливань по довжині інструмента. У разі недостатньої жорсткості ущільнювача його коливання в центрі віброрейки можуть істотно відрізнятись від коливань по краях, що

спричиняє зниження якості ущільнення внаслідок виникнення негармонійних коливань. У тій частині віброрейки, де амплітуди вищі, відбувається відривання від поверхні бетону з ударами по ньому.

Ефективність роботи поверхневих віброущільнювачів зазвичай перевіряють експериментально. Така необхідність спричинена низкою припущень у методиці конструкторського розрахунку, складністю обліку характеристик ущільнюваного середовища і впливу підстильного шару. Для певних випадків швидкість переміщення віброрейки встановлюється на підставі досвіду. Зазвичай для найпоширеніших умов (рухливість суміші - 1...3 см, товщина шару - 10...15 см) вона дорівнює 0,5...1 м/хв.

Зі збільшенням рухливості бетонних сумішей процес укладання істотно полегшується, проте вібраційне ущільнення плинних сумішей призводить до розшарування і, як наслідок, до неоднорідності фізико-механічних властивостей окремих частин конструкції. Вібраційні впливи спричиняють мігрування щільніших частинок в нижню зону, а менш щільних - у верхню, оминувши рідку фазу. Перерозподіл рідкої фази по висоті стовпа бетонної суміші призводить до збільшення В/Ц верхньої зони та зменшення його в нижній, що, зі свого боку спричиняє зниження міцності бетону конструкції.

Одним із засобів зниження неоднорідності бетонів є правильне обрання технологічних режимів ущільнення, що забезпечать підвищення водоутримувальної здатності наповнювачів і збережуть однорідність бетонної суміші. Для литих бетонних сумішей практично не потрібен динамічний вплив; для високорухливих і пластичних потрібен слабкий ущільнювальний вплив; для жорсткопластичних - середній ущільнювальний вплив, а для дуже жорстких - висока інтенсивність вібрації в поєднанні з пресувальним тиском.

### **Питання для самоконтролю**

1. Які параметри впливають на ефективність глибинних вібраторів
2. Вимоги щодо поверхневих віброущільнювачів
3. Засоби зниження неоднорідності бетонів
4. Коли ущільнення бетонної суміші вважається достатнім ?
5. Сутність процесів ущільнення і вібрування бетонної суміші

## ТЕМА 10. СПЕЦІАЛЬНІ СПОСОБИ БЕТОНУВАННЯ

### План:

- 10.1. Бетонування методом "стіна в ґрунті"
- 10.2. Роздільний спосіб бетонування
- 10.3. Безвібраційні способи бетонування
- 10.4. Торкретування і набризк-бетон. Вакуумування

### 10.1. Бетонування методом "стіна в ґрунті"

Цей спосіб аналогічний способу вертикального переміщення труб (ВПТ).

Такий спосіб застосовують при зведенні: заглиблених у ґрунт споруд промислового й енергетичного будівництва; улаштуванні міських підземних переходів; метрополітенів мілкового закладення; протифільтраційних заслон; підпірних стін; захисних пристроїв; споруд для зберігання радіоактивних відпрацювань.

По конструктивному виконанню стіни в ґрунті можуть бути: у вигляді глиноґрунтових або буронабивних паль, що торкаються або уривчасто розташовані; монолітними, збірними, комбінованими, що складаються з нижньої монолітної й верхньої збірної залізобетонної частин.

Бетонування методом «стіна в ґрунті» виконують в наступній послідовності: після розробки траншеї (штанговий екскаватор, бурильна машина, агрегат СВД-500); під захистом глинистої суспензії, встановлюють арматурні каркаси в яких передбачають порожнини для бетонолітних труб; каркаси встановлюють безпосередньо перед бетонуванням для запобігання налипання на них глини, що перешкоджає зчепленню з бетоном; для бетонування застосовують бетонні суміші з ОК = 6...20 см без ущільнення В/Ц не більше за 0,6. Клас бетону не менше за В15, а міцність приймають вище на 10% від передбаченої проектом.

Укладають бетонні суміші застосовуючи спеціально призначені установки для бетонування стін методом «стіна в ґрунті».

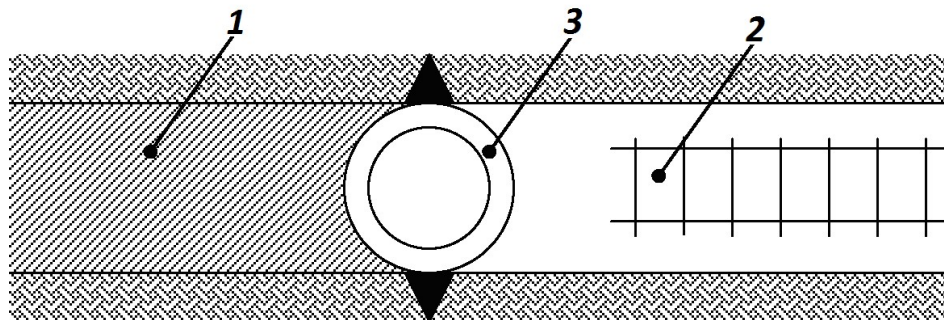
При зведенні таким методом бетонних і армованих конструкцій можна застосовувати малорухому бетонну суміш з ОК = 6 ... 7 см при її вібруванні. У цьому випадку вібратори жорстко закріплюють на кінці бетонолітної труби.

Укладають бетонну суміш застосовуючи кран і бадді або спеціальну установку для бетонування стін.

Перед подачею першої порції суміші в трубу занурюють легкий пиж (з паперу або мішковини) для запобігання змішування бетонної суміші з глинистим розчином.

Після заповнення приймальної воронки бетонною сумішшю пиж звільняють від підвіски і бетонна суміш починає поступати в траншею. Періодично по мірі підйому рівня бетонної суміші в траншеї труби підіймають і укорочують (1,5 ... 2 м заглиблення в бетонній суміші) від'єднуючи верхні секції (з пере-монтажем приймальної воронки).

Процес бетонування повинен бути безперервним у межах захватки. Закінченням потрібно вважати вихід бетонної суміші на поверхню по довжині захватки. Захватки відділяють одна від одної за допомогою сталених інвентарних труб (рис. 10.1).



**Рисунок 10.1 - Схема стику між блоками бетонування з використанням труби:** 1- забетонований блок; 2 - незабетонована частина стику; 3- стальна інвентарна труба для утворення порожнини між секціями

Верхній шар  $t = 150 \dots 200$  мм частково змішаний з глинистим розчином бетону, видаляють.

## 10.2. Роздільний спосіб бетонування

Суть способу роздільного бетонування полягає в заповненні цементно-піщаним розчином *пустот* між великим заповнювачем *заздалегідь* укладеним в опалубку конструкції, що бетонується. Так бетонують: резервуари, де потрібна підвищена щільність бетону; в умовах інтенсивної притоки ґрунтових вод;

конструкції заглиблені в ґрунт; конструкції важкодоступні для вібрування і контролю якості укладеного бетону.

Розрізняють два способи розподільного бетонування: гравітаційний й ін'єкційний. У I випадку розчин проникає у великий заповнювач під дією сил тяжіння, у II - під дією нагнітача.

Спосіб нагнітання більш ефективний, оскільки: забезпечує не тільки більш активне заповнення, але і забезпечує при бетонуванні в розпір проникнення розчину в ґрунт, що є суттєвим при бетонуванні буронабивних паль. Крім того, ін'єкційний спосіб дозволяє використати менш рухому бетонну суміш (як при гравітаційному способі), знижуючи при цьому витрату цементу. При литій суміші нагнітання збільшує радіус проникнення розчину в заповнювач, зменшуючи число ін'єкційних отворів і спрощуючи процес бетонування. При товщині конструкції більше одного метра нагнітання розчину в крупний заповнювач здійснюють через ін'єкційні труби, встановлені в опалубку, а при товщині конструкції менше одного метра через бічні ін'єкційні отвори в опалубці.

По товщині конструкції, на рівні ін'єкційного отвору в опалубці, укладають спіралі з дроту 3...5 мм для утворення циліндричних отворів у заповнювачі. Це сприяє ін'єкції розчину.

По мірі підйому рівня розчину ін'єкційні труби витягують при умові заглиблення в розчин нижньої частини = гирла = ін'єкційної труби.

Переваги роздільного методу: можливість використання заповнювача великої фракції; відсутність розшарування бетонної суміші; можливість бетонування при мінімумі робочих швів.

До недоліків роздільного методу потрібно віднести наступне: При роздільному бетонуванні виникають більші ніж при традиційному методі навантаження на опалубку. У цьому випадку потрібно застосовувати більш міцну, жорстку, а отже, більш дорогу опалубку.

Ця умова обмежує можливість застосування ін'єкційного бетонування при високих показниках тиску.

### 10.3. Безвібраційні способи бетонування

До таких способів відносять: лит'єву (гравітаційну) технологію і напірну.

Укладання бетонної литої суміші полягає: в укладанні (залиттю) в опалубку за допомогою бетононасосу або букеру, забезпеченого хоботом. Ущільнення литої суміші відбувається під дією гравітаційних сил, однак, в окремих випадках застосовують обмежену спонукаючу вібрацію. Застосовують суміш литої консистенції.

Гравітаційний ефект найбільш повно реалізовується при рухливості бетонної суміші 18-20 см. Застосовують суперпластифікатори, наприклад, С-3.

Напірне бетонування: за цим методом бетонну суміш нагнітають під тиском, що створюється бетононасосом, в замкнену порожнину опалубки; після того, як бетонна суміш заповнить весь об'єм опалубки, бетононасосом створюють надмірний пресуючий тиск, що забезпечує необхідний напружений стан суміші.

При необхідності включають вакуум-установку для: додаткового ущільнення суміші; видалення надмірної води.

Внаслідок такого впливу бетон набуває міцність 0,1...0,14 МПа і модуль пружності 40...50 МПа.

Це дозволяє: негайно розпалубити виріб, з подальшою його термообробкою.

Такий метод найбільш ефективний для заводської технології виготовлення залізобетонних виробів і конструкцій.

Однак, при відомому спрощенні може бути успішно застосований і в монолітному будівництві: водоводів, дюкерів, колекторів великих діаметрів, що традиційно монтуються зі збірних залізобетонних елементів.

Переваги методу напірного бетонування в його порівняно високій продуктивності, а недолік в значних трудовитратах при збиранні, розробці і перестановці системи трубопроводів-бетоноводів.

#### 10.4. Торкретування і набризк-бетон.

При неможливості або неефективності застосування традиційної технології бетонування застосовують спеціальні методи.

**Торкретуванням** називають технологічний процес нанесення на бетонну або іншу поверхню під тиском стисненого повітря тонких шарів цементно-піщаного розчину або дрібнозернистого бетону за допомогою спеціальної установки - цемент-гармати для цементного розчину, бетон-шприц-машини - для бетонної суміші. Для цього суха суміш піску, цементу і крупний заповнювач під дією струменя повітря змішується з водою і наноситься на поверхню оброблюваної конструкції. Розчин в цьому випадку називають *торкрет*, а наноситься бетон-шприц-машиною бетонна суміш в свою чергу отримала назву *набризг-бетону* або «*шприц-бетону*».

Завдяки великій кінетичній енергії, що розвивається частками суміші, нанесений на поверхню розчин (бетон) набуває підвищених характеристики по щільності і міцності, водонепроникності, морозостійкості, зчепленню з поверхнями нанесення.

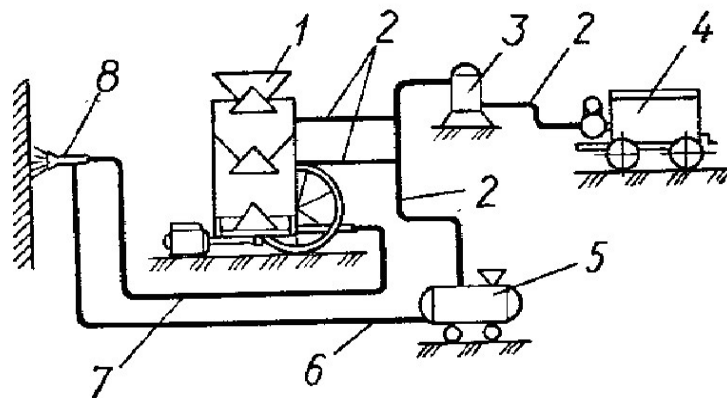
Процес торкретування виконується під тиском стисненого повітря 0,15...0,2 МПа шарів цементного розчину - торкрету або під тиском до 0,35 МПа бетонної суміші - набризк-бетону.

Торкретуванням: створюють зовнішній водонепроникний шар у резервуарах і гідротехнічних спорудах, бетонують армовані тонкостінні куполи; виготовляють матриці для складних збірних конструкцій; усувають дефекти бетонування (раковини, каверни й ін.); ремонтують старі поверхні залізобетонних споруд й такі, що зазнали корозії.

Торкретна установка (рис. 10.2.) включає: цемент-гармату або бетон-шприць-машину, що має деякі особливості, компресор, що створює тиск 0,6 МПа - 0,35 МПа, повітроочисник, водяний бак, робочі шланги і форсунку.

Для готування сухих сумішей застосовують змішувачі примусової дії. Суха суміш подається в шлюзову камеру цементу-гармати, пропускається в робочу камеру, звідки стиснене повітря видавлює суміш по гумовому шлангу

на 70...200 м по горизонталі до форсунки. Вода під тиском, на 0,05...0,12 МПа перевищуючим тиск повітря в машині, подається по шлангу до форсунки, де змочує суміш. Струмінь зволоженої розчинної або бетонної суміші у вигляді факела вилітає з форсунки зі швидкістю 120...140 м/с і з великою силою набризується на поверхню в один або кілька шарів. Така технологія надає торкрет-бетону більшу щільність, водонепроникність, підвищену морозостійкість і стійкість до агресивних середовищ. Міцність на розтягання й стиск бетону, нанесеного таким способом, збільшується в два-три рази, підвищується зчеплення з арматурою.



**Рисунок 10.2 – Схеми розташування пристроїв для торкретування:**

- 1 - цемент-пушка; 2 - шланги для повітря; 3 - повітроочисник; 4 - компресор;  
5 - бачок для води; 6 - шланг для води; 7 - шланг для матеріалів; 8 - сопло;

Підготовка поверхонь до торкретування полягає в їхньому механічному очищенні щітками або піском за допомогою цементу-гармати й промиванню струменем води. Дефекти бетонування усувають негайно після розпалублювання. При бетонуванні тонкостінних конструкцій перевіряють надійність опалубки, закріплюють арматури, щоб запобігти її зсуву при механічному впливі торкретного струменя.

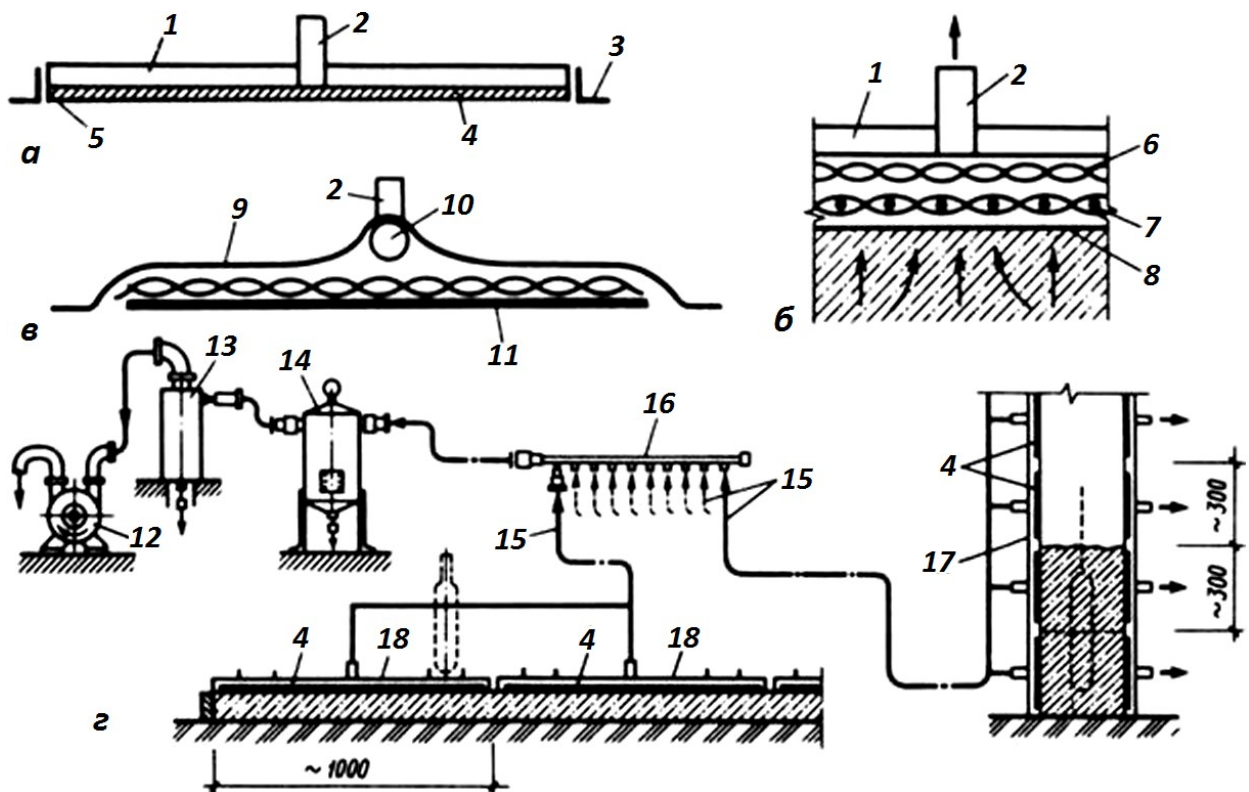
Роботи з торкретування виконує ланка, що складається з оператора і його помічника, бетонника й моториста. Під час нанесення торкрету робітник безупинно переміщає форсунку, утримуючи сопло перпендикулярно до поверхні, що бетонується, на відстані 0,7 ...1 м при торкретуванні й до 1,2 м при бетонуванні. Розчин наносять шарами, що не перевищують 25 мм. Товщина

шарів бетонної суміші при нанесенні знизу нагору на горизонтальні поверхні - до 50 мм, а на вертикальні - до 70 мм.

Зовнішню поверхню торкретного шару обробляють відразу після нанесення (до його затвердіння), укривають брезентом і поливають водою.

### 10.5 Вакуумування бетону

**Вакуумування бетону.** Вакуумуванням називають видалення з свіжеукладеної бетонної суміші вільної води за допомогою розрідженого повітря. Вакуумований бетон значно швидше набирає міцність, володіє підвищеною водонепроникністю, менш схильний до трешіноутворення і стирання. (рис. 10.3)



**Рисунок 10.3 – Вакуумування бетону:** а - конструктивна схема вакуум-щита; б - схема устрою вакуум-порожнини; в - конструктивна схема вакуум-мату; г - схема вакуум-установки і вакуумування бетону плит і стін; 1 - щит-опалубка; 2 - штуцер; 3 - гумовий фартух; 4 - вакуум-порожнина; 5 - герметизуючий замок; б - плетена сітка; 7 - тканинна сітка; 8 - фільтрувальна тканина; 9 - верхній елемент; 10 - відсмоктуючий шланг; 11 - нижній елемент; 12 - вакуум-насос; 13 - ресивер; 14 - водозбірник; 15 - гнучкий шланг; 16 - колектор; 17 - вакуум-опалубка; 18 - вакуум-щит

Як відомо, для замішування бетону потрібно близько 20% води від маси цементу, але для кращої легкоукладуваності водо-цементне відношення зазвичай коливається в межах 0,35 ... 0,55, іноді доходить до 0,8.

Надлишкова вода уповільнює процес схоплювання і не дозволяє досягти повного ущільнення бетону. Зайва вода, випаровуючись з бетону, сприяє утворенню тріщин, знижує його міцність, ізоляційні властивості і т.д. Вібрація сприяє переміщенню частини зайвої води на поверхню бетону, вакуумування дозволяє більш повно здійснити відсмоктування зайвої води.

Вакуумування бетону є технологічним методом, що дозволяє витягти з укладеної бетонної суміші близько 10...25% води замішування з супутнім або додатковим ущільненням. Метод дає можливість застосовувати бетонні суміші з рухливістю до 10 см, що спрощує і здешевлює їх розподіл і ущільнення, досягаючи при цьому істотного поліпшення фізико-механічних характеристик затверділого бетону, відповідних зниженого залишковим водо-цементне відношення.

Залежно від типу конструкції вакуумування здійснюють або зверху, або з боку бічних поверхонь будуємої конструкції.

Горизонтальні й просторові конструкції, наприклад міжповерхові перекриття, склепіння-оболонки, підлоги, вакуумують зверху, застосовуючи переносні жорсткі вакуум-щити або вакуум-мати, а стіни, колони та інші розвинені по висоті конструкції - з боку бічних поверхонь, використовуючи для цього вакуум опалубку.

Конструктивно **вакуум-щит** представляє собою короб (зазвичай розміром в плані 100...125 см) з герметизуючим замком по контуру. Герметизована коробка верхнього покриття щита виконується зі сталі, водостійкою фанери або склопластику. Знизу щит обладнаний вакуум-порожниною, безпосередньо дотичної з бетоном. Така порожнину створюється шляхом прокладки двох шарів металевої ткани і плетених сіток, що прикріплюються на внутрішній поверхні щита. Завдяки зігнутості дротів сітка в

своєму перетині утворює сполучені між собою дрібні (тонкі) повітряні канали, які в сумі і складають тонку повітряний прошарок (вакуум-порожнину).

В даний час замість металевих переходять на використання некородуючих, легких, штампованих з пластмас сіток. Щоб уникнути вимивання з свіжеукладеного бетону цементних частинок вся поверхня сітки, звернена до бетону, покривається фільтрує тканиною з нейлону або капрону.

Для створення в вакуум-порожнини розрідження, а отже, і видалення частини води замішування і повітря в центрі вакуум-щита встановлений штуцер, що приєднуються через триходовий кран до джерела вакууму. Кран на корпусі вакуум-щита одним зі своїх положень відкриває доступ повітря у внутрішню порожнину щита, вирівнюючи там тиск, що дозволяє щит вільно переставити на сусідню ділянку. Зазвичай після закінчення вакуумування на щит ставлять вібратор і виробляють додаткове ущільнення бетонної суміші, в результаті чого в ній усувається спрямована пористість, яка виникає в процесі вакуумування.

По периметру вакуум-щит має гумовий фартух для герметизації.

**Вакуум-мат** складається з двох самостійних елементів: нижнього і верхнього. Нижній, що укладається на бетон, являє собою фільтруючу тканину, яка що з розподільною сіткою з лавсану. Верхній елемент - герметизуючий. Його виконують з щільною газонепроникної синтетичної тканини і розгортають поверх фільтруючого елемента. За поздовжньої осі верхнього елемента розташований відсмоктує перфорований шланг, що приєднується через штуцер до вакуум-насоса.

**Вакуум-опалубку** виготовляють на основі звичайної збірно-розбірний опалубки. Для цього опалубні щити з боку палуби обладнають по висоті горизонтальними ізольованими одна від одної вакуум-порожнини, які в міру укладання бетонної суміші підключають до джерела вакууму. Вакуум-опалубку можна також збирати з вакуум-щитів, фіксуючи при цьому їх положення елементами жорсткості і кріпильними деталями.

Залежно від умов вакуумування бетону - за допомогою вакуум-щитів (вакуум-матів) або вакуум-опалубок - фізичні процеси протікають по-різному.

При вакуумуванні бетону вакуум-щитами (вакуум-матами), що мають можливість переміщення в сторону бетону, одночасно з відсмоктуванням води і повітря відбувається додаткове статичне ущільнення внаслідок різниці атмосферного тиску і тиску в вакуум-порожнини. При цьому величина чинного зусилля досягає 70...75 кН/м<sup>2</sup>. З віддаленням від поверхні вакуумування переданий на бетон тиск знижується, так як частина навантаження витрачається на подолання сил внутрішнього тертя і розвитку контактних напружень в твердій фазі.

Вакуумування сприяє прискоренню розпалублення в 1,5...2 рази, підвищує підсумкову міцність бетону на 20 ... 25%, покращує морозостійкість, водонепроникність, знижує потребу в цементі на 12 ... 20%.

Тривалість вакуумування залежить від товщини шару бетону.

Вакуумування починається не пізніше, ніж через 15 хвилин після закінчення бетонування; після закінчення вакуумування і віброущільнення бетону необхідно відразу обробити поверхню затирочними машинами.

Вакуумування бажано проводити на режимах як можливо більш високого розрядження. Час вакуумування залежить від ступеня розрядження, товщини вакуумованої конструкції, витрати цементу, рухливості бетонної суміші, температури навколишнього середовища та інших факторів.

### **Питання для самоконтролю**

1. Сутність роздільного способу бетонування
2. Сутність та особливості технології вакуумування
3. Опішіть схему роботи торкретної установки
4. Переваги технології торкрет-бетону
5. Класифікація та особливості безвібраційних способів бетонування
6. Особливості технології бетонування методом "стіна в ґрунті"

## ТЕМА 11. ТЕХНОЛОГІЇ БЕТОНУВАННЯ ПІД ВОДОЮ

### План:

- 11.1. Застосування та способи виконання
- 11.2. Спосіб труб, що вертикально переміщуються (ВПТ)
- 11.3. Спосіб (метод) висхідного розчину (ВР)
- 11.4. Спосіб втрамбування бетонної суміші (ВБС)
- 11.5. Укладання бетонної суміші в мішках

### 11.1. Застосування технологій та способи виконання

Спосіб бетонування під водою застосовують при зведенні споруд у воді, коли виключена можливість провадження робіт «сухим способом» з улаштуванням шпунтових огорож з подальшим відкачуванням води.

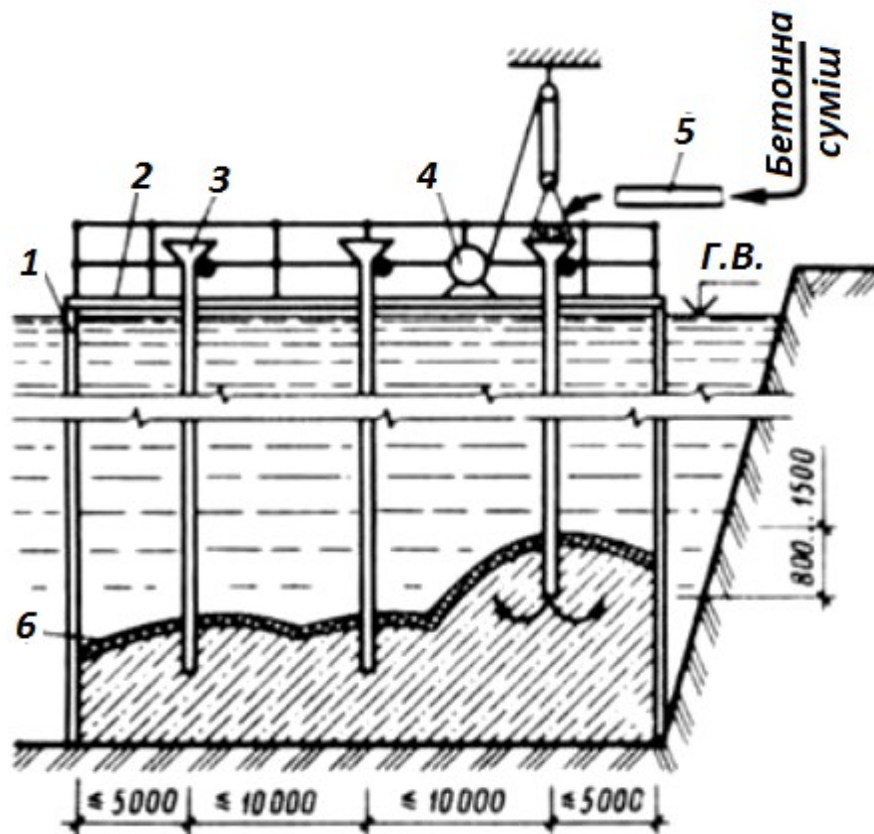
Цей спосіб використовують при: зведенні опор мостів; підводних частин тунелів; днищ опускних колодязів; ремонті гідротехнічних споруд.

Відомо чотири способи укладання бетонної суміші під водою: за допомогою труби, що вертикально переміщується (ВПТ); метод висхідного розчину (ВР); втрамбування бетонної суміші в раніше укладену; укладання бетонної суміші в мішках.

### 11.2. Спосіб труб, що вертикально переміщуються (ВПТ)

Такий спосіб передбачає подачу бетонної суміші в труби, що збираються із ланок діаметром 200 мм;  $l = 0,5...1$  м за допомогою швидкороз'ємних водонепроникних з'єднань і опущені до основи споруди, що зводиться.

Блок бетонування захищають шпунтовою огорожувальною стінкою, яка одночасно є опалубкою. Відстань між трубами приймають 10-11 м. Нижній кінець труби повинен бути постійно заглиблений в бетонну суміш не менш ніж на 0,8-1,5 м в залежності від глибини бетонування. Осадка корпусу бетонної суміші повинна бути 14-16 см при ущільненні вібратором і 16-20 см без вібратора.



**Рисунок 11.1 – Спосіб труби, що вертикально переміщується:** 1 - огорожа (опалубка); 2 - робочий настил; 3 - бетонолитна труба (з вібратором); 4 - лебідка; 5 - бетоновод; 6 - слабкий шар бетону

Бетонну суміш подають безперервно і швидко з високим темпом бетононасосами, пневмонагнічувачами та іншими засобами механізації. По мірі збільшення шару укладеного бетону труби періодично підіймають. При підйомі нижній кінець труби залишають в бетоні (0,8-1,5 м).

Спосіб застосовують при глибині бетонування від 1,5 до 50 м. Заповнювач менше за 30-40 мм, в бетонну суміш вводять пластифікуючі добавки.

Недолік - можливе розшарування бетонної суміші при подачі і укладанні.

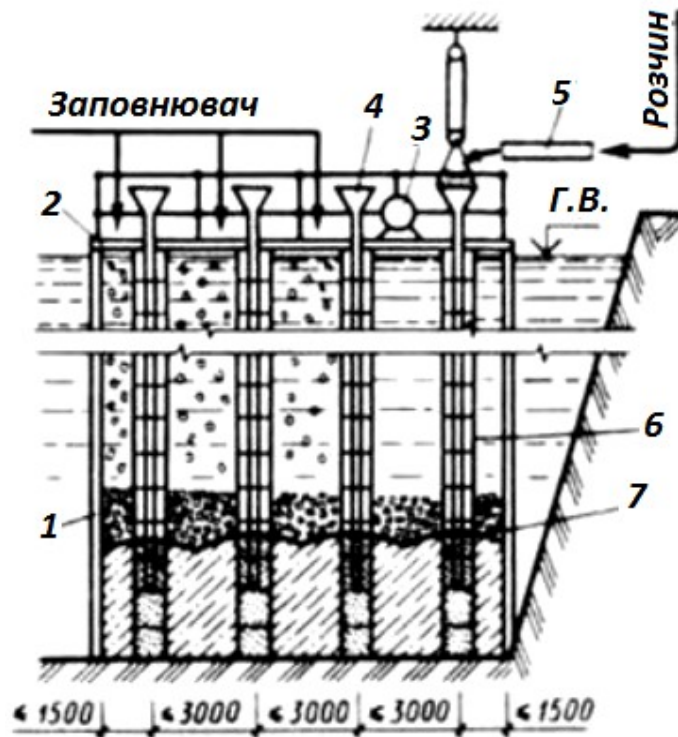
### 11.3. Спосіб (метод) висхідного розчину (ВР)

Цей спосіб полягає в нагнітанні в кам'яне накидання або гравійно-щебенеve відсипання цементного розчину.

Труби діаметром 37-100 мм для подачі розчину встановлюють в захищаючі ґратчасті шахти з швелерів або вміщують безпосередньо в накидання з каменю або щебеню. Під тиском від розчинонасосу подають розчин, який заповнює пустоти в накиданні, утворюючи моноліт. Застосовують

розчин або цемент-тісто. ОК = 10...12 см. Труби підіймають з шахти, укорочуючи по ланкам, по мірі підвищення рівня розчину, залишаючи нижній кінець труби довжиною 0,8-1 м в розчині. Розчин витісняє з пустот воду, заповнює їх, утворюючи моноліт.

Переваги методу висхідного розчину перед методом труб, що вертикально переміщуються в тому, що виключається розшарування суміші при подачі і укладанні (це забезпечує роздільне укладання крупного заповнювача і розчину).



**Рисунок 11.3 – Спосіб (метод) висхідного розчину (ВР):** 1 - огорожа (опалубка); 2 - робочий настил; 3 - лебідка; бетонолитна труба (з вібратором); 4 - труба для подачі розчину; 5 - розчінопровід; 6 - шахта; 7 - рівень укладання розчину

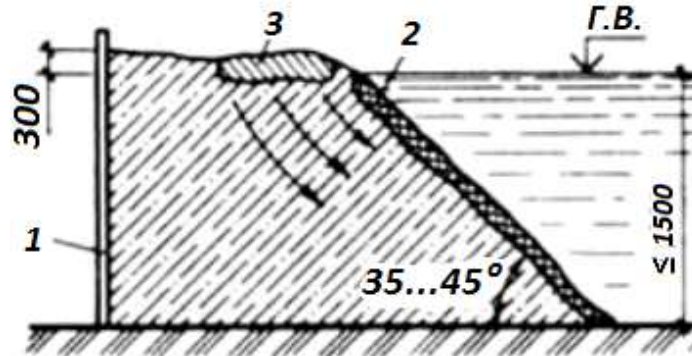
Недолік - підвищена витрата металу на захищаючі шахти і труби, а також не завжди надійне заповнення пустот в кам'яному накиданні.

#### 11.4. Спосіб втрамбування бетонної суміші (ВБС)

Він полягає в укладанні порцій суміші на острівцець з раніше свіжоукладеної бетонної суміші з подальшим втрамбуванням кожної порції. При цьому потрібно виключити стикання з водою порцій суміші, що укладаються. Для бетонування застосовують бетонну суміш з ОК = 5...7 см і крупністю заповнювача 30...40 мм.

Піонерний острівець створюють в одному з кутів блоку бетонування. Нові порції бетонної суміші укладають і втрамбовують не ближче за 20-30 см від рівня води. Ущільнюють суміш вібруванням або трамбуванням.

Спосіб ВБС застосовують для підводного бетонування на глибині до 1,5 м.



**Рисунок 11.4 – Спосіб втрамбування бетонної суміші (ВБС): 1 - огорожа (опалубка); 2 - слабкий шар бетону; 3 - втрамбована бетонна суміш**

### 11.5. Укладання бетонної суміші в мішках

Мішки з міцної, але рідкої тканини, що заповнені сухою бетонною сумішшю (або бетонною сумішшю з ОК=2-5см, щебінь 40 мм; об'єм суміші в одному мішку 10-20 л) занурюють у воду і укладають з перев'язкою, притискуючи один до іншого. Бетонна суміш, просочуючись водою твердіє, утворюючи моноліт.

Однак цей спосіб пов'язаний з необхідністю проведення водолазних робіт.

Застосовується для ущільнення щілин між дном і опалубкою, а також в аварійних випадках або ситуаціях.

### Питання для самоконтролю

1. Сутність способу втрамбування бетонної суміші
2. Переваги та недоліки методу висхідного розчину
3. Призначення та сутність способу труб, що вертикально переміщуються (ВПТ)
4. Застосування та способи виконання способів бетонування під водою

## ТЕМА 12. ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ

### План:

12.1. Загальні відомості

12.2. Схеми розташування забивних палів

12.3. Улаштування набивних та буронабивних палів

### 12.1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Палі призначені для влаштування: фундаментів під будинки і споруди, конструкцій, що обгороджують, посилення основ.

Палі здатні передавати навантаження від фундаменту на щільні й слабкі ґрунти. У зв'язку із цим застосовують палі-стояки і висячі палі.

Проходячи крізь шар слабких ґрунтів, палі-стійки своєю нижньою частиною передають навантаження на ґрунти, що знаходяться на більшій глибині і володіють достатньою несучою здатністю. Висячі палі, розташовані в слабких ґрунтах, розподіляють на нього навантаження за рахунок сил тертя між поверхнями і ґрунтом, а також опору ґрунту у нижній частині палі.

Для виготовлення палів застосовують дерево, метал і залізобетон.

За способом зведення розрізняють палі забивні (що занурюються) і набивні. Перші виготовляють на заводах і занурюють у ґрунт різними способами, другі зводять безпосередньо на місці експлуатації в попередньо розроблених свердловинах, послідовно виконуючи буріння, установку армокаркасів і бетонування.

Палі занурюють, застосовуючи різні види впливу: статичні, динамічні й комбіновані. Вони визначають способи занурення: ударний, що передбачає забивання палів; безударний, заснований на застосуванні вібрації; вдавнення, загвинчування, підмиву, комбінований, здійснюваний за умови інтегрування впливів.

## 12.2. Схеми розташування забивних паль

Технологією розташування паль у пальному полі передбачено три схеми виконання робіт рядова, секційна й спіральна (рис. 12.1).

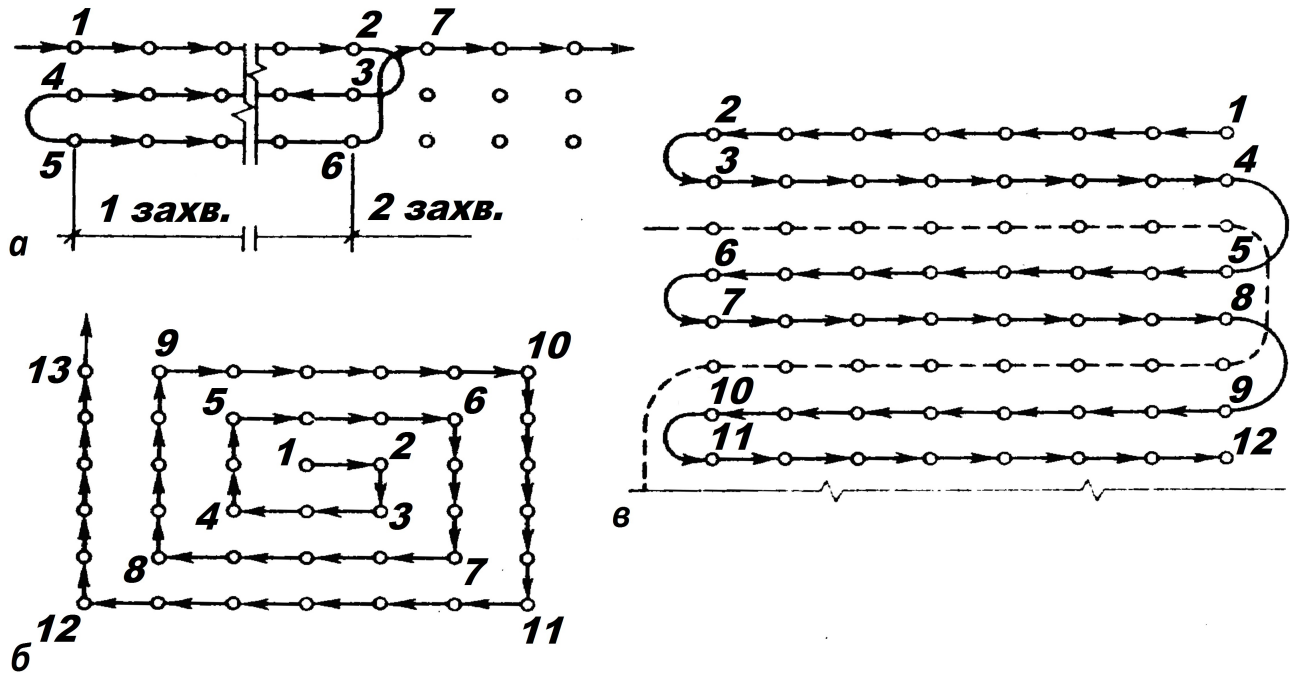


Рисунок 12.1 - Схеми розміщення паль: а - рядова; б - спіральна; в - секційна; 1 - 13 - послідовність забивання паль

Вибір схеми залежить від розмірів будинку чи споруди, що зводиться, розташування паль щодо осей і властивостей ґрунту.

При зведенні фундаментів у незв'язних ґрунтах установки переміщують згідно зі рядовою схемою, наведеною на рис. 12.1, а. Така схема передбачає поділ об'єкта на захватки, на яких виготовлення паль роблять послідовно по рядах. По закінченні останнього ряду установку переміщують на другу захватку й після закінчення робіт - на третю.

Виготовлення паль у зв'язних ґрунтах при зведенні фундаментів на великій площі під багатопрогонові й секційні будинки і споруди виконують, використовуючи секційну схему, показану на рис. 12.1, в.

Починають з першого ряду крайнього прольоту (секції). Послідовно виготовляють палі на другому ряді. Потім пропускають один ряд і переходять на наступні два ряди. Завершують роботу виготовлення паль у пропущених рядах при рухові установки в протилежному напрямку.

Спіральну схему застосовують у тому випадку, коли необхідно створити куц (групу) паль у слабкостисливих ґрунтах, під розвинуті в плані фундаменти чи опори різних споруд. Виготовлення починають з палі, розташованої всередині середнього ряду, і ведуть роботи в напрямку спіралі, що розвивається, як це показано на рис. 12.1, б.

### **12.3. Улаштування набивних та буронабивних паль**

Палі, що встановлюються безпосередньо на місці їхньої експлуатації, розділяють на набивні (проходка свердловини шляхом ущільнення її стінок) і буронабивні (буріння з витяганням ґрунту). Вони відрізняються способом утворення свердловин, а також виконанням процесу формування.

Стовбури свердловин розробляють, широко використовуючи буріння з витягуванням ґрунту й гвинтове продавлення, що створює стінки свердловини за рахунок послідовного ущільнення шарів і переміщення їх у радіальному напрямку. Такий спосіб створює можливість зміцнити стовбур свердловини й цим виключити кріплення інвентарними трубами чи глинистим розчином.

Пробурені свердловини часто виконують з розширеннями різної форми, застосовуючи кілька способів їхнього влаштування. Після бетонування такі порожнини збільшують несучу здатність паль.

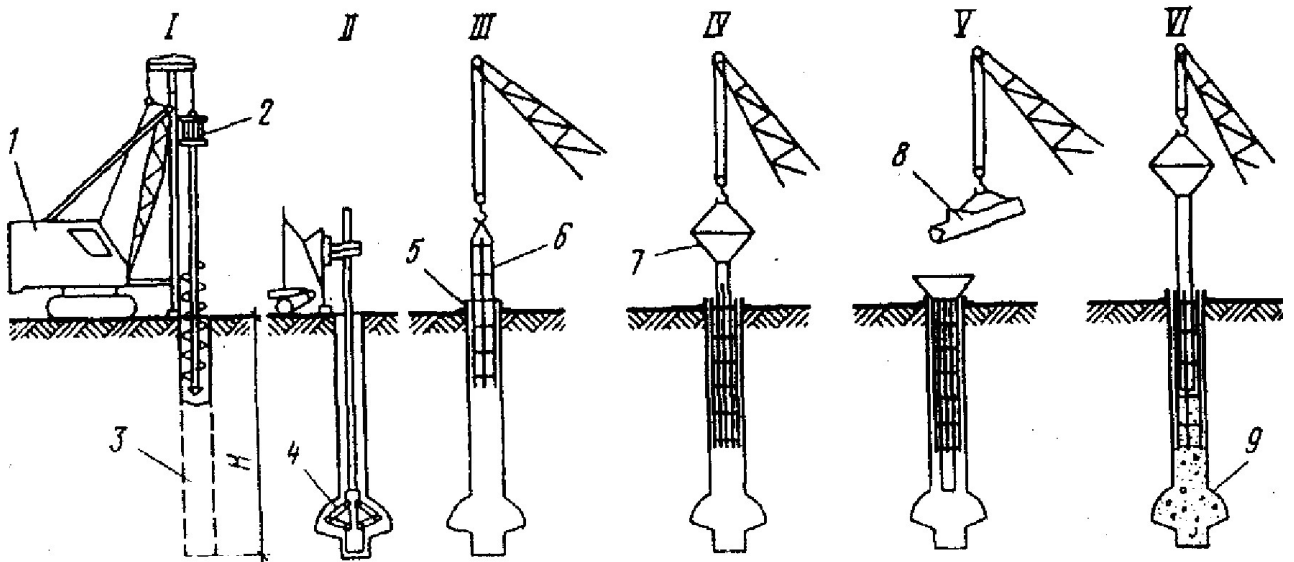
Набивні трамбовані палі встановлюють у попередньо підготовлених свердловинах із застосуванням обсадної труби, яку у процесі укладання і трамбування бетонної суміші піднімають до завершення процесу бетонування.

Ту або іншу технологію улаштування паль приймають в залежності від конкретних: гідрологічних умов провадження робіт; наявності і технічні можливості технологічного обладнання; та на основі результатів техніко-економічних розрахунків.

Свердловини розробляють в залежності від геологічних умов: без кріплення стінок; з кріпленням обсадними трубами, що залишаються в ґрунті або що витягуються; із заповненням свердловини глинистим розчином або водою.

Укладають бетонну суміш з ущільненням і без нього. Ущільняють способами: механічним трамбуванням; віброштампуванням; пневмо- і гідропресуванням.

Влаштування буронабивних паль. Такі палі в сухих ґрунтах улаштовують, застосовуючи комплект механізованих засобів. Технологічна схема зведення буронабивних паль наведена на рис. 12.2.



**Рисунок 12.2 - Технологічна схема влаштування буронабивних паль з розширеної п'яти сухим способом:** I - буріння свердловини; II - влаштування розширеної порожнини; III - установка обсадного патрубку й арматурного каркаса ; IV - установка лійки; V - заповнення свердловини бетонною сумішшю; VI - витягування обсадного патрубку і лійки; 1 - бурова установка; 2 - електропривод; 3 - свердловина; 4 - розширювач; 5 - обсадний патрубок; 6 - арматурний каркас; 7 - лійка; 8 - баддя; 9 - бетонна суміш

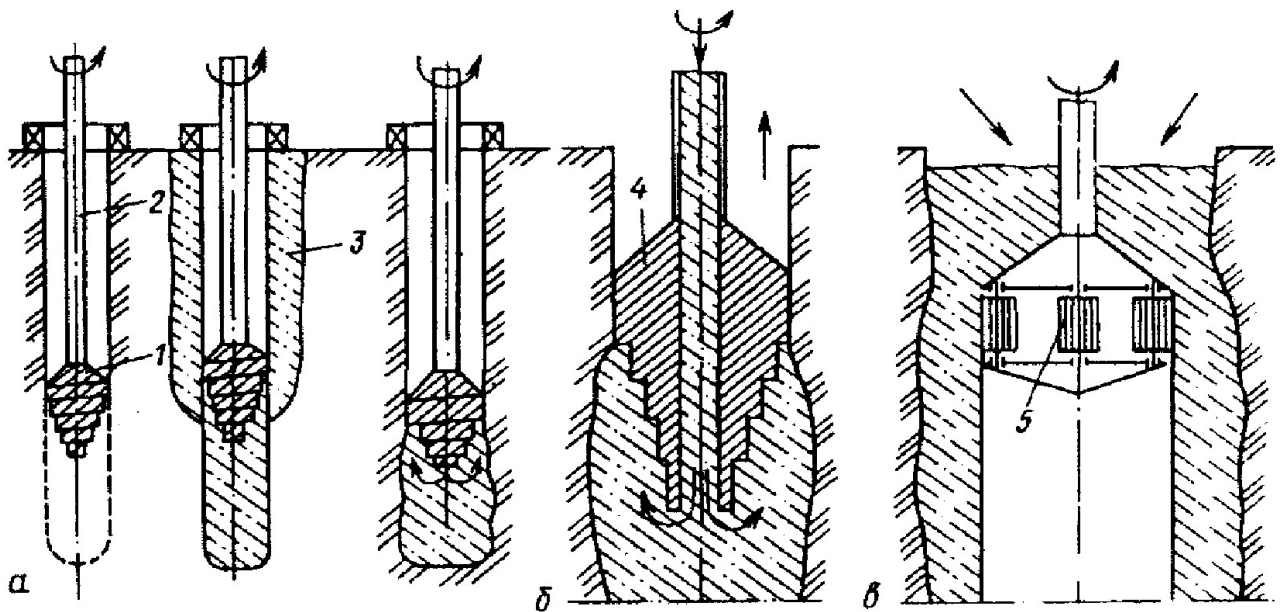
Процес виконують у наступній послідовності. Свердловини розробляють шнековими і ковшовими бурами. Порожнину для влаштування розширення розсвердлюють спеціальним розширювачем. Потім свердловину очищають, перевіряють, опускають арматурний каркас і приступають до бетонування. Формування здійснюють в міру подачі бетонної суміші й ущільнення за допомогою лійки (обладнаної вібратором) із закріпленням на ній обсадним патрубком. У міру формування стовбура палі лійку з патрубком піднімають.

Загальний недолік буронабивних паль - слаба взаємодія поверхні паль з ґрунтом, що знижує несучу здатність, підвищує деформації й усадки. Знизити це

можливо використовуючи технологію, засновану на улаштуванні свердловин без виїмки ґрунту.

Одним з методів (без виїмки ґрунту) є метод продавлювання. Суть методу: використовують прохідницький снаряд з гвинтовими лопатями в різних рівнях, який по мірі занурення в ґрунт утворює свердловини за рахунок послідовного ущільнення ґрунтів і переміщення їх у радіальному напрямі до стінки свердловини. Таким чином, щільність ґрунту в стінках свердловин в 1,2.. 1,5 рази більше природної.

Улаштування набивних паль способом гвинтового продавлення. Таку технологію влаштування доцільно застосовувати в слабких водонасичених, а також в пористих пілувато-глинистих ґрунтах. Спосіб (рис. 12.3, а) передбачає використання двох спеціальних снарядів.



**Рисунок 12.3 - Технологічні схеми влаштування паль:** а - методом гвинтового продавлення; б, в - подача й ущільнення бетонних сумішей гвинтовим снарядом і системою радіального пресування; 1 - гвинтовий снаряд; 2 - штанга; 3 - ущільнена бетонна суміш; 4 - гвинтовий снаряд з осьовим отвором для нагнітання бетонної суміші; 5 - пресувальні ролики

Свердловину розробляють прохідницьким снарядом, виконаним у вигляді усіченого конуса спіральної форми, а укладання та ущільнення бетонної суміші іншим зі спіральними поверхнями і наскрізним осьовим отвором.

Свердловину розробляють за рахунок ущільнення шарів ґрунту і послідовного переміщення в радіальному напрямку. У результаті щільність у стінці в порівнянні з ґрунтом у природному стані збільшується в 1,5 рази. Швидкість занурення при розробці досягає 1,3 м/хв, а осьове зусилля - 20...30 кН. По досягненні необхідної глибини устаткування витягують. Потім у свердловину опускають снаряд для формування і через осьовий отвір по буровій штанзі нагнітають бетонну суміш, що ущільнюється під впливом осьових зусиль, створених поверхнями снаряда і його масою. Виникаючий тиск приводить до часткового проникнення бетонної суміші в стінки свердловини. Відповідно до швидкості укладання та ущільнення бетонної суміші снаряд поступово піднімають.

Пустотні циліндричні палі (оболонки) улаштовують (рис. 12.3., в), застосовуючи системи радіального пресування з використанням жорстких бетонних сумішей. Спочатку влаштовують свердловину способом гвинтового продавлення. Укладання і ущільнення бетонної суміші виконують роликовою пресуючою голівкою діаметром, відповідним внутрішньому розміру оболонки. Бетонна суміш, потрапляючи в зону дії роликів, що обертаються ущільнюється і загладжується, утворюючи внутрішню поверхню палі. Система радіального пресування передбачає використання дрібнозернистих бетонних сумішей жорсткістю 40...60 с. Ролики створюють тиск 0,4...0,8 МПа, що обумовлює ефективне ущільнення суміші в стінки свердловини. Спосіб гвинтового продавлення і роликового ущільнення можна ефективно використовувати в слабкообводнених стійких ґрунтах.

### **Питання для самоконтролю**

1. Особливості технології влаштування набивних палей способом гвинтового продавлення
2. Влаштування пустотних циліндричних палей (оболонок).
3. Сутність методу продавлювання
4. Опішіть технологічну схему влаштування буронабивних палей з розширеною п'ятою сухим способом

## **ТЕМА 13. МЕТОДИ ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК З ВИДАМИ ОПАЛУБОК**

### **План:**

13.1. Класифікація сучасних методів зведення та їх відповідність виду опалубки

13.2. Зведення будівель методом підймання поверхів

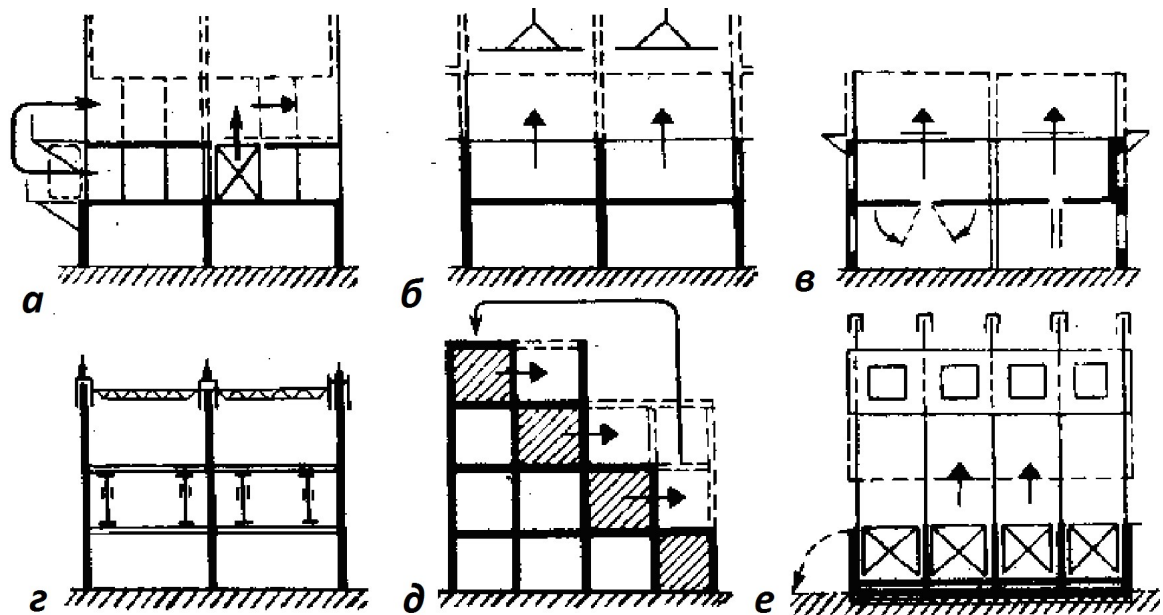
### **13.1. Класифікація сучасних методів зведення та їх відповідність виду опалубки**

Монолітні будівлі зводять використовуючи методи, які опробовані й традиційно використовують на практиці. В їх основі покладено використання принципово різних видів опалубок: тунельної, горизонтально і вертикально витягнутої; ковзної; великощитової, дрібнощитової. Основними характеристиками ефективності технології служать показники технологічності при монтажі й демонтажі, в той час коли армування і бетонування конструкції для усіх видів опалубок мають багато загальних ознак. Кожний з видів опалубних систем має часткову універсальність і технологічні особливості.

При зведенні будинків з використанням тунельних, горизонтально витягнутих опалубок додаткові витрати утворюються за умови улаштування спеціальних площадок для витягання і розміщення опалубних блоків. Такі системи вимагають створення зовнішнього стінового огороження, що приводить до підвищення трудомісткості робіт і зниженню технологічності процесу.

Більш прогресивною технологією монолітного будівництва є використання опалубок які вертикально витягають, які дозволяють сполучити зведення внутрішніх і зовнішніх стін. Це обставина в деякій степені підвищує технологічність й універсальність системи. У той же час влаштування монолітного перекриття є менш індустріальним циклом. Підвищення технологічності цього процесу може бути досягнуто використанням створчатої опалубки перекриттів або збірних конструкцій, що дозволяє істотно підвищити

індустріальність робіт. На рис. 13.1. наведено схеми технологічних процесів на основі сучасних методів зведення монолітних і збірно-монолітних будівель.



**Рисунок 13.1 – Схеми зведення монолітних будівель:** а - в тунельній опалубці; б - у вертикально витягуваній; в - те ж з витяганням опалубки перекриттів; г - у ковзній опалубці; д - східцеве бетонування; е - піднімання поверхів

Використання тунельної опалубки дозволяє зводити будівлі за технологією, при якій опалубку пересувають у поздовжньому напрямку. При цьому зведення всіх елементів будівлі, включаючи зовнішні стіни, стає безперервним. Деяку складність має улаштування внутрішніх поперечних стін. У зв'язку із цим застосовується технологія, яка передбачає поперечні щілини в монолітному перекритті, через які з допомогою інвентарної опалубки утворюють внутрішні стіни. Для улаштування ліфтових шахт і монтажу сантехкабін залишають спеціальні монтажні прорізи.

Особливість технології зведення будівель за східцевим бетонуванням полягає в одночасному зведенні окремих елементів (чарунок) будівлі на кількох поверхах, зі зміщенням на один елемент (чарунку) відносно кожного поверху. Внутрішні стіни зводять після переміщення опалубки в наступний елемент (чарунку) з використанням незнімної залізобетонної опалубки або інвентарних

щитів. Така технологія може бути використана при зведенні будівель протяжливих у плані.

До нетрадиційних технологій варто віднести метод підймання поверхів, які виконують у моноліті на рівні першого поверху. Це дає можливість раціонально використати засоби вертикального транспорту й укладання бетонної суміші, а також вибрати більше ефективну технологію прискореного твердіння бетону.

### **13.2. Зведення будівель методом підймання поверхів**

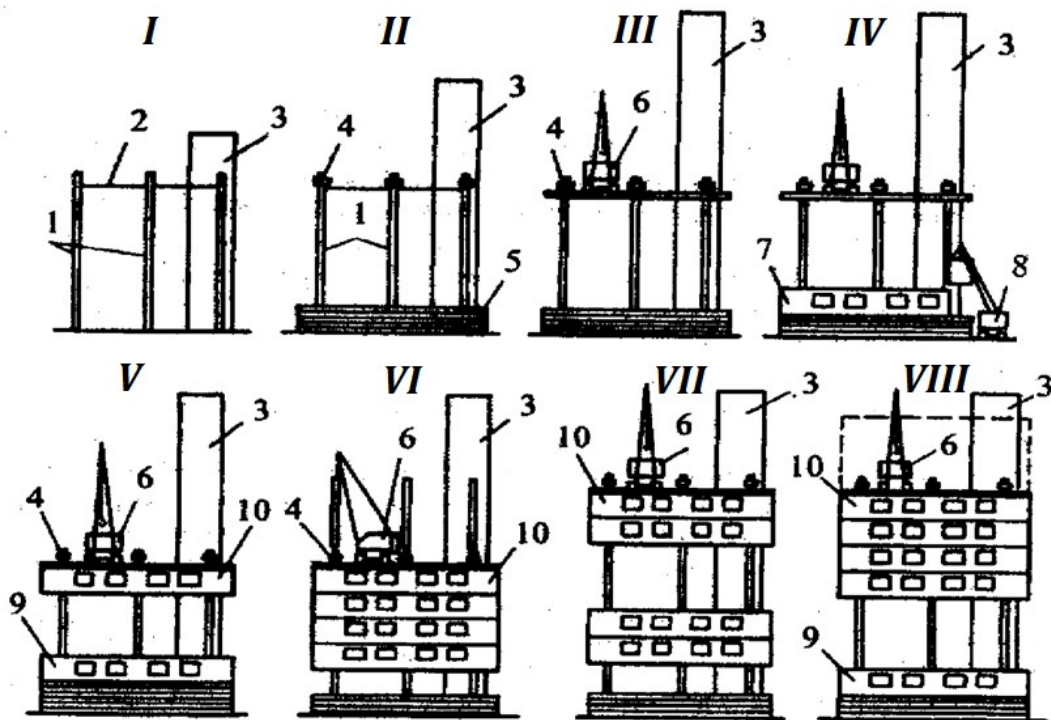
Особливість зведення будівель методом підймання поверхів у тому, що вони часто мають крапковий обрис у плані, одне ядро жорсткості розташоване по центру і колони навкруг його. Розмір таких будівель від 30х30 до 40х40 м. Методом підймання поверхів можна зводити будівлі з різною формою в плані - від простої до складної з різними виступами, лоджіями, конфігурація плит на різних поверхах може бути різною, висота будівель досягає 30 поверхів.

Методом підймання зводять і житлові багатосекційні будівлі при двох обов'язкових вимогах - розпланування на захватки по площі секції і наявності окрім ядер жорсткості, повздовжніх і поперечних елементів жорсткості.

Послідовність робіт початкового періоду зведення будівлі: фундамент під ядро жорсткості виконують у вигляді суцільної монолітної плити, фундаменті під колони стовпчастого типу. Після фундаментів зводять ядро жорсткості, яке може буди зведено на всю висоту будівлі, або випереджувати зведення каркаса на кілька поверхів. Монтують перший ярус колон. Створюють бетонну підготовку або цементну стяжку, покривають розділяючим шаром для виключення зчеплення плит з основою. Послідовно бетонують увесь пакет плит перекриття. Посилення отворів у перекритті, через які будуть пропускатися колони, виконують металевими манжетами. Плити бетонують почергово, починаючи з плити першого поверху. Бетонування наступної плити починають тільки після набирання достатньої міцності бетоном попередньої. Верхню поверхню плити вирівнюють і покривають розділяючим шаром. Тільки після

цього на колони установлюють підйомне устаткування, його підключають до пульта управління й налагоджують.

Технологія піднімання поверхів (рис. 13.2) передбачає підготовчі роботи - улаштування фундаментів, установлення колон першого ярусу, бетонування плит перекриттів і бетонування ядра жорсткості. Після закінчення виготовлення пакету плит на верхній плиті виконують монтаж парпетних панелей, улаштування теплоізоляції та м'якої покрівлі (крім останнього шару). На верхню плиту установлюють устаткування для підйому з пультом управління.



**Рисунок 13.2 – Послідовність зведення будинку методом підйому поверхів:** I..VIII - етапи робіт; 1 - колони першого ярусу; 2 - тимчасові монтажні сполучення; 3 - ядро жорсткості; 4 - гідравлічний підйомач; 5 - пакет забетонованих міжповерхових плит; 6 - покрівельний кран; 7 - верхній поверх будинку в період монтажу конструкцій; 8 - кран для монтажу конструкцій поверхів; 9 - змонтований поверх підготовлений до підйому; 10 - поверхи будівлі, які підняті за допомогою підйомачів у проміжне положення

На верхню плиту встановлюються монтажний кран для монтажу колон верхніх ярусів, обслуговування підйомачів та інших підйомальних операцій. Цей кран у процесі піднімання знаходиться на верхній плиті, після закінчення піднімання його демонтують і знімають з покрівлі з допомогою спеціальної стріли. Після цього на колонах установлюють підйомальне устаткування і

піднімають верхню плиту покриття угору, мінімальна висота підймання не менше двох поверхів. Доцільно щоб при підніманні плити перекриття з неї по мірі підймання установлювали в монтажні отвори закладки, що дозволить при підніманні поверхів без утруднень установлювати поверхи, які піднімають, на проміжні опори.

Потім монтують збірні конструкції верхнього поверху і підіймають його під вже підняту плиту покриття. Для усунення впливу присосу при відриванні плити необхідно послідовно вмикати крайні підіймачі для піднімання на величину одного циклу 8...10 мм. Після закінчення піднімання поверху і закріплення на цих проміжних позначках нарощують колони, переставляють підіймачі й піднімають верхній поверх разом з покриттям на наступний монтажний горизонт, тобто на всю висоту знов установленого ярусу колон. Нарощування колон виконують з допомогою самотніх кондукторів з розсувними або навісними помостами.

Коли верхній поверх піднятий на проектні позначки його закріплюють до ядра жорсткості клинами або гвинтовими упорами, жорстко з'єднують з колонами. У процесі остаточного закріплення плити закладки виймають, замість них вставляють в отвори колон штирі й приварюють їх до металевих манжетів плити. Бетоном замурують зазор між колонами і манжетами. Паралельно із цим замурують горизонтальні шви зовнішніх і внутрішніх стін. В такі шви укладають спеціальна герметизуючи прокладки, які складаються зі штучного каучуку, обробленого спеціальними речовинами для підвищення довговічності.

Після закріплення поверху під нього піднімають наступний і також закріплюють. Аналогічно збирають і піднімають на проектні позначки конструкції поверхів лежачих нижче. Коли з'являється можливість, а саме після підймання другого поверху будівлі на його проектні позначки, здійснюють демонтаж інвентарних монтажних колон і підіймачів. Далі з рівня землі монтують збірні елементи першого поверху.

Після підймання на проектні позначки верхнього поверху приступають до зачеканювання із зовнішньої сторони швів між стіновими панелями цементно-

вапняним розчином. Роботи виконують з підвісної коліски. На поверсі виконують санітарно-технічні й опоряджувальні роботи. Необхідний для цього матеріали піднімають разом з поверхом. Кінцеве опорядження поверхів у даному методі здійснюють зверху вниз.

Метод підйому перекриттів відрізняється від методу підйому поверхів тим, що піднімаються тільки перекриття, а стіни влаштовуються після зведення каркасу. Крім того, підйом плит може бути як поелементним, так і пакетним (піднімається відразу кілька перекриттів).

### **Питання для самоконтролю**

1. Дайте класифікацію сучасних методів зведення об'єктів будівництва
2. Відповідність видів опалубки методам зведення об'єктів будівництва
3. Метод підйому поверхів. Опишіть послідовність зведення будинку
4. Особливості технології зведення будівель методом підймання поверхів
5. Охарактеризуйте основні схеми зведення монолітних будівель

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### **Базова:**

1. Черненко В. К., Ярмоленко М. Г. Технологія будівельного виробництва: Підручник. – К.: Вища школа, 2002. – 430 с.
2. Бетонні роботи : монографія / О. В. Якименко, О. В. Кондращенко, А. О. Атинян ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 275 с.
3. Панченко В. О., Костюк М. Г., Качура А. О., Окуневский Л. М. Технологія і механізація будівельних процесів: Навч.-метод. посібник. - Харків: ХНАМГ, 2005. – 242 с.

### **Допоміжна:**

7. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 54 с.
8. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 72 с.
9. ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. – К.: Мінрегіонбуд України 2012. – 122 с.

Навчальне видання

## Конспект лекцій

з дисципліни «Сучасні технології зведення монолітних об'єктів  
міського господарства»

*(для здобувачів вищої освіти спеціальності G19  
Будівництво та цивільна інженерія)  
(Електронне видання)*

Укладач: УВАРОВ Павло Євгенович

Оригінал - макет

П.Є. Уваров

Підписано до друку \_\_\_\_\_

Формат 60×811/16 . Папір друкар. Гарнітура Times.  
Друк офсетний. Умови друку арк. \_\_\_\_\_. Обл.-видл. \_\_\_\_\_.  
Тираж 50 екз. Вид. № \_\_\_\_\_. Замовл. № \_\_\_\_\_. Ціна договірна.

Видавництво Східноукраїнського національного  
університету імені Володимира Даля

Адреса видавництва: м. Київ, вул. Іоанна Павла II, 17  
Телефон: +38(050) 218 04 78,  
E-mail: vidavnictvosnu@gmail.com