

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

М. Г. Костюк, М. Д. Помазан

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

***„Сучасні засоби зведення монолітних
будівель та інженерних споруд міста”***

(для студентів 5 курсу денної і 6 курсу заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційних рівнів «Магістр» та «Спеціаліст» спеціальності 7.06010103, 8.06010103 «Міське будівництво і господарство»)

ХАРКІВ
ХНАМГ
2011

Костюк М. Г. Конспект лекцій з дисципліни „Сучасні засоби зведення монолітних будівель та інженерних споруд міста” (для студентів 5 курсу денної і 6 курсу заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційних рівнів «Магістр» та «Спеціаліст» спеціальності 7.06010103, 8.06010103 «Міське будівництво і господарство»). / М. Г. Костюк, М. Д. Помазан; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. –Х.: ХНАМГ, 2011. – 103 с.

Автори: М.Г. Костюк,
М.Д. Помазан

Рецензент: зав. кафедрою технології
будівельного виробництва і будівельних
матеріалів О.М. Болотських

Рекомендовано кафедрою технології будівельного виробництва і будівельних матеріалів, протокол №7 від 06 квітня 2010 р.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ.....	6
Лекція 1. АРМУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ В УМОВАХ СУЧАСНОГО МОНОЛІТНОГО БУДІВНИЦТВА	7
1.1. Призначення та види арматури.....	7
1.2. Арматурні вироби	8
Лекція 2. ВИДИ АРМУВАННЯ ТА СПОСОБИ З'ЄДНАННЯ АРМАТУРИ.....	10
2.1. Загальні положення.....	10
2.2. Види армування.....	10
2.3. Індустріальне виробництво арматурних робіт.....	13
Лекція 3. АРМАТУРНО-ОПАЛУБНІ БЛОКИ.....	14
3.1. Виготовлення і застосування арматурно-опалубних блоків	14
3.2. Арматурні роботи в умовах будівельного майданчика.....	15
3.3. Монтаж арматурних каркасів	17
Лекція 4. СУЧАСНІ ОПАЛУБНІ СИСТЕМИ.....	19
4.1. Призначення і показники опалубки	19
4.2. Основні типи опалубок.....	20
Лекція 5. ОСНОВНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВІТЧИЗНЯНИХ І ЗАРУБІЖНИХ ОПАЛУБНИХ СИСТЕМ.....	23
5.1. Основні технологічні показники опалубних систем	23
5.2. Дрібнощитова опалубка	27
5.3. Опалубка рам	30
5.4. Великощитова опалубка.....	31
5.5. Опалубка перекрить.....	35
Лекція 6. КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ БЛОЧНОЇ ТА ОБ'ЄМНО- ПЕРЕСТАВНОЇ ОПАЛУБОК.....	38
6.1. Блочна опалубка.....	38
6.2. Об'ємно-переставна (тунельна) опалубка.....	41

Лекція 7. СПОСОБИ ТА ВИМОГИ ДО УКЛАДАННЯ І УЩІЛЬНЕННЯ БЕТОННОЇ СУМІШІ	43
7.1. Деформаційні та робочі шви	43
7.2. Розташування та улаштування робочих швів.....	44
7.3. Ущільнення бетонної суміші.....	46
Лекція 8. ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ УЩІЛЬНЕННЯ БЕТОННОЇ СУМІШІ	48
8.1. Призначення та суть процесів ущільнення і вібрування.....	48
8.2. Вібратори для ущільнення бетонної суміші	49
Лекція 9. СПЕЦІАЛЬНІ СПОСОБИ БЕТОНУВАННЯ	51
9.1. Бетонування методом "стіна в ґрунті"	51
9.2. Роздільний спосіб бетонування	52
9.3. Безвібраційні способи бетонування.....	53
9.4. Торкретування і набризк-бетон. Вакуумування.....	54
Лекція 10. БЕТОНУВАННЯ ПІД ВОДОЮ	56
10.1. Застосування та способи виконання.....	56
10.2. Спосіб труб, що вертикально переміщуються (ВПТ)	56
10.3. Спосіб (метод) висхідного розчину (ВР)	57
10.4. Спосіб втрамбування бетонної суміші (ВБС)	57
10.5. Укладання бетонної суміші в мішках.....	58
Лекція 11. ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ	58
11.1. Загальні відомості.....	58
11.2. Схеми занурення забивних паль	59
11.3. Улаштування набивних та буронабивних паль.....	60
Лекція 12. БЕТОНУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ	63
12.1. Модуль поверхні.....	63
12.2. Поточкова організація робіт при зведенні фундаментів	64
12.3. Зведення фундаментних плит	66
Лекція 13. ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ СТІН І ПЕРЕГОРОДОК	69
13.1. Технологічні схеми бетонування стін	69
13.2. Зведення стін у незнімній опалубці.....	72

Лекція 14. МЕТОДИ ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК З ВИДАМИ ОПАЛУБОК.....	72
14.1. Класифікація сучасних методів зведення та їх відповідність виду опалубки .	72
14.2. Зведення будівель методом підймання поверхів.....	74
Лекція 15. ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ В БЛОЧНІЙ ОПАЛУБЦІ	76
15.1. Застосування метода.....	76
15.2. Технологія зведення будівель в блочній опалубці з використанням збірних плит перекриття.....	77
15.3. Зведення будівель в блочній опалубці з опалубкою перекрить.....	79
Лекція 16. ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ В ОБ'ЄМНО-ПЕРЕСТАВНІЙ ОПАЛУБЦІ	82
16.1. Призначення метода зведення	82
16.2. Конструкція опалубки	82
16.3. Установлення опалубки і бетонування.....	83
16.4. Способи демонтажу опалубки	84
Лекція 17. ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД У КОВЗНІЙ ОПАЛУБЦІ	86
17.1. Особливості методу зведення	86
17.2. Технологія зведення будівель та споруд у ковзній опалубці	87
17.3. Методи бетонування міжповерхових перекрить	91
Лекція 18. ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД З ВИКОРИСТАННЯМ ВЕЛИКОЦІТОВОЇ І НЕЗНІМНОЇ ОПАЛУБКИ.....	92
18.1. Призначення великощитової опалубки	92
18.3. Зведення будівель в незнімній опалубці.....	94
Лекція 19. ЗВЕДЕННЯ СПОРУД В ПНЕВМАТИЧНІЙ ОПАЛУБЦІ	96
19.1. Загальна характеристика пневматичної опалубки.....	96
19.2. Зведення купольного покриття з використанням м'якої надувної опалубки.....	97
19.3. Бетонування з пневматичним підніманням свіжевідформованої конструкції.....	100
Список використаних джерел.....	102

ВСТУП

Поточний стан будівництва вимагає використовувати нові архітектурні й 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 будівель та інженерних споруд міста", 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 технології, 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.

ЛЕКЦІЯ 1. АРМУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ В УМОВАХ СУЧАСНОГО МОНОЛІТНОГО БУДІВНИЦТВА

1.1. ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ВИДИ АРМАТУРИ

У залізобетонних конструкціях арматуру розташовують у розтягнутій зоні для сприйняття розтягуючого напруження. Сполучення бетону і сталеві арматури 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.

Арматура залізобетонних конструкцій поділяється:

За умовами роботи – на ненапружувану й напружувану. Ненапружувану арматуру застосовують у звичайних залізобетонних конструкціях, а також у попередньо напружених, де вона є неробочою. Як напружувану доцільно використовувати арматуру з високоміцної сталі, яка може сприймати максимальні розтягуючі зусилля.

За призначенням – на робочу, яка сприймає, головним чином, розтягуючі зусилля, що виникають у процесі експлуатації конструкції, розподільну – для розподілу зусиль між робочою арматурою, закріплення стержнів у каркасі й забезпечення їхньої спільної роботи, а також для сприйняття поперечних зусиль і запобігання косим тріщинам у бетоні (хомоти), монтажну – для забезпечення проектного положення окремих стержнів при збиранні плоских і просторових каркасів.

Залежно від способу виготовлення – на стержневу, яку виготовляють з гарячої прокатної сталі, і дротову, яку одержують волочінням у холодному стані. Стержневу і дротову арматуру випускають гладкою і періодичного профілю (рис. 1.1.1). Стержневу арматуру підрозділяють на: гарячекатану (класів А-I, А-II, А-III, А-IV, У), термічно зміцнену (класів Ат-IV, Ат-V, Ат-VI), термічно зміцнену витяжкою (класів А-IIв і А-IIIв). Дротову арматуру підрозділяють на: арматурний дріт з низьковуглецевої сталі круглу класу В-I, В-II і періодичного профілю Вр-I і Вр-II; арматурні пасма семидротові класу К-7 і 19-дротові класу К-19, а також канати класу К-2, К-3 і Кп.

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 (А240 с), А-II, А-III (А400с), В-I, Вр-I використовують як ненапружувану арматуру в звичайних і попередньо напружених конструкціях.

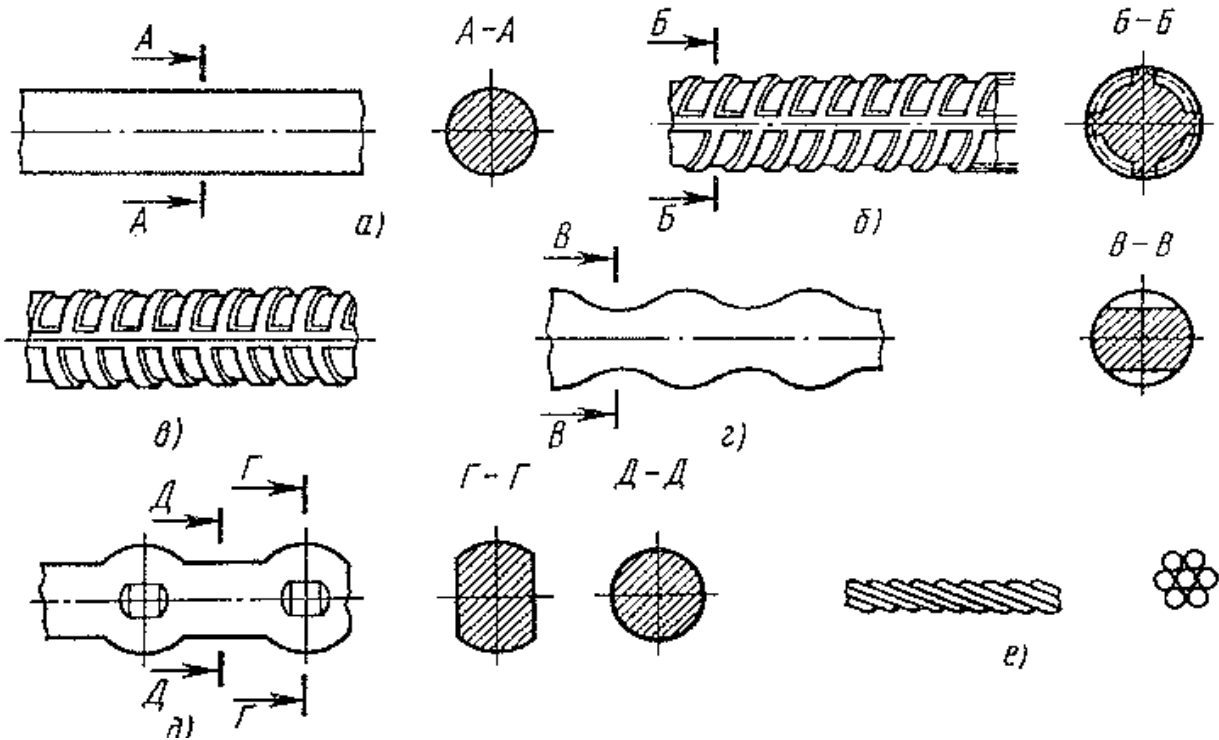


Рис. 1.1.1. – Профілі арматури:

а – гладка кругла; б, в – гарячекатана періодичного профілю, класів А-II й А-III;
г, д – сплющений дріт; е – пасмова семидротова.

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.

1.2. АРМАТУРНІ ВИРОБИ

Залізобетонні конструкції армують арматурними виробами заводського виробництва; плоскими й гнутими сітками, плоскими й просторовими каркасами й різними типами закладних деталей (рис. 1.2.1).

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.

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

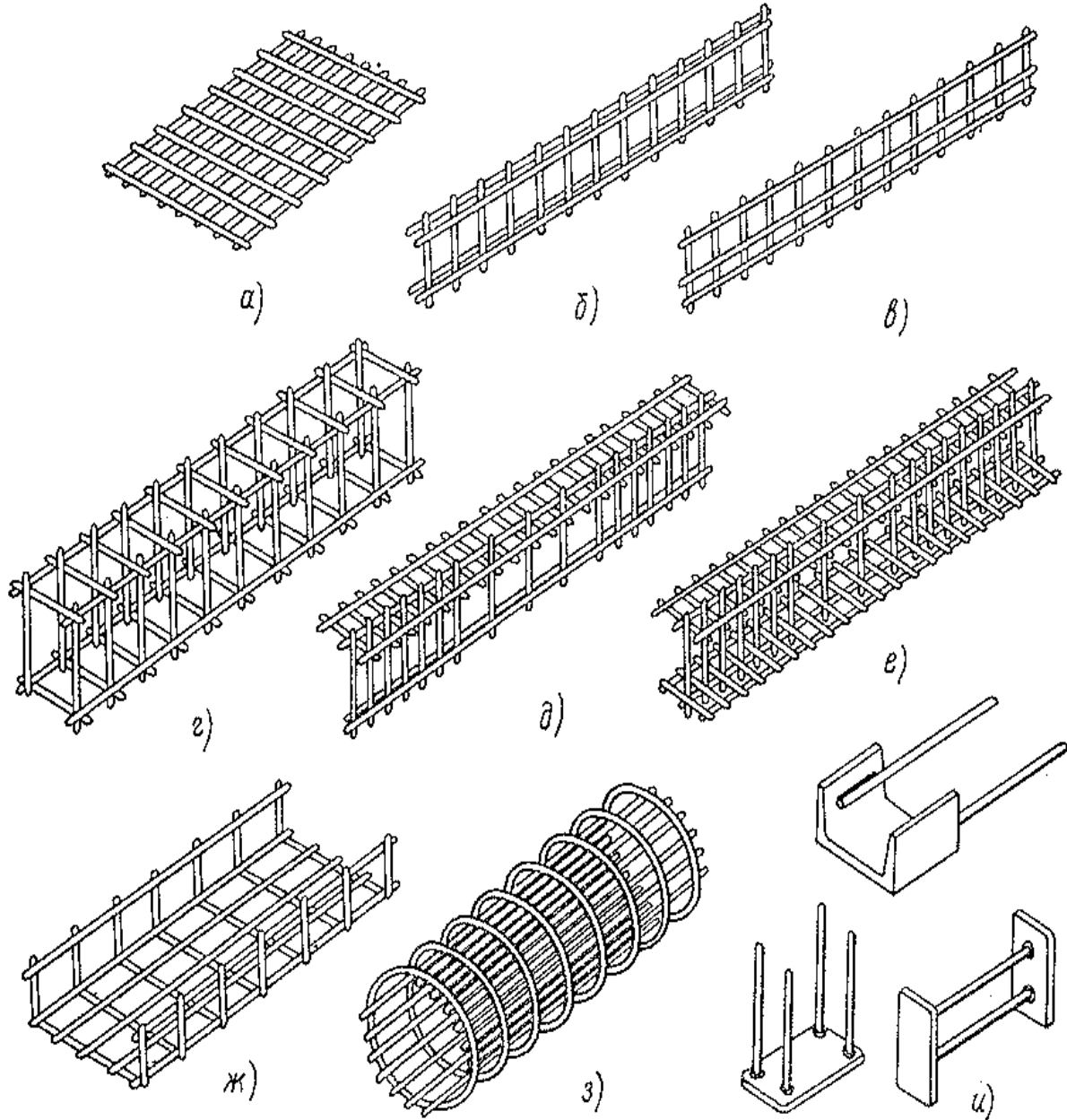


Рис. 1.2.1. – Арматурні вироби:

a – плоска сітка; *б, в* – плоскі каркаси; *г* – просторовий каркас; *д, е* – просторові каркаси типового і двотаврового перерізів відповідно; *ж* – гнута сітка; *з* – просторовий каркас, гнутий із сіток; *и* – закладні деталі

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

ЛЕКЦІЯ 2. ВИДИ АРМУВАННЯ ТА СПОСОБИ З'ЄДНАННЯ АРМАТУРИ

2.1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Для монолітних залізобетонних конструкцій вид армування вибирають з урахуванням особливостей роботи цих конструкцій, їх розмірів і конфігурацій, технології й 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, костра), 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 перекрив 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. 2.2.1 а, в) і пластмасових (рис. 2.2.1, 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.

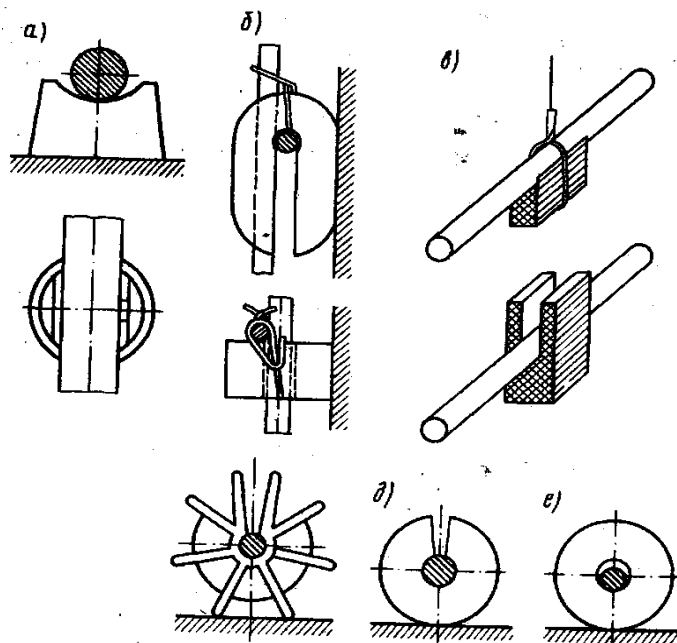


Рис. 2.2.1. – Фіксатори:

а, б, в – бетонні відповідно у вигляді зрізаного конуса, продовгуватої скоби і бетонної підкладки; г, д, е – пластмасові відповідно решітчасті і циліндричні у вигляді розрізних і нерозрізних шайб

Для скріплення стержнів, які пересікаються, застосовують пружинні фіксатори (рис. 2.2.2) різної конструкції. Пружинний фіксатор забезпечує гарантовану якість з'єднань і знижує трудомісткість установлення в порівнянні з ручною в'язкою в 2. . .3 рази. 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. 2.2.3, а).

Стержні робочих арматур періодичного профілю рекомендується розташовувати в одній площині (рис. 2.2.3, б).

Стержні діаметром 16...20 мм у каркасах зварюють за допомогою накладок або впритул (рис. 2.2.3, в), стержні діаметром більше 20 мм - ванним зварюванням на жолобчастих підкладках (рис. 2.2.3, г).

Для стикування вертикальних стержнів зручні з'єднання без зварювання за допомогою прямокутних муфт, одна сторона яких після установки заклинюється (рис. 2.2.3, д).

Хрестові перетинання стержнів кріплять пружинними замками (рис. 2.2.2 та 2.2.3, е). Прийоми в'язання дротів наведені на рис. 2.2.3, ж.

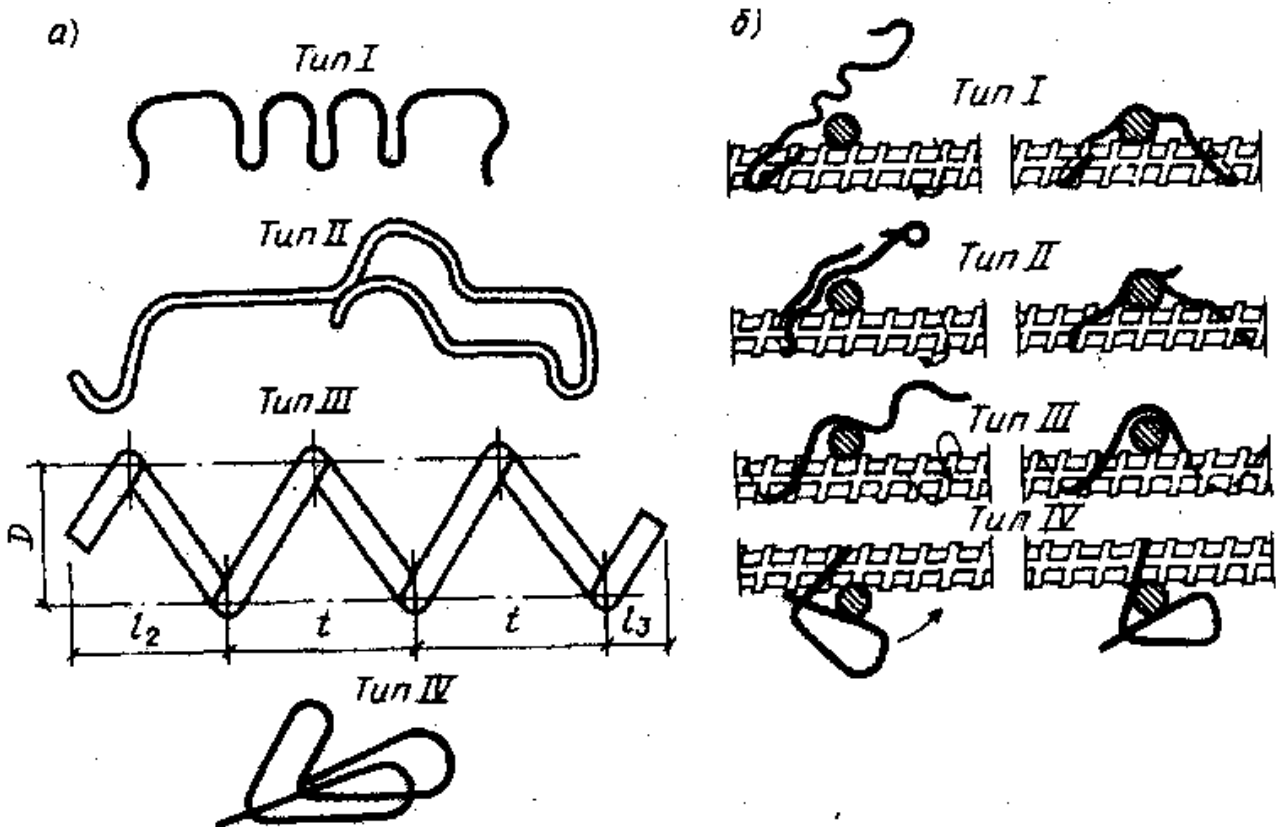


Рис. 2.2.2. Пружинні фіксатори

а - види фіксаторів; б - схеми установлення фіксаторів; I, III - при однібічному з'єднанні арматурних стержнів; II, IV - при двосторонньому з'єднанні арматурних стержнів

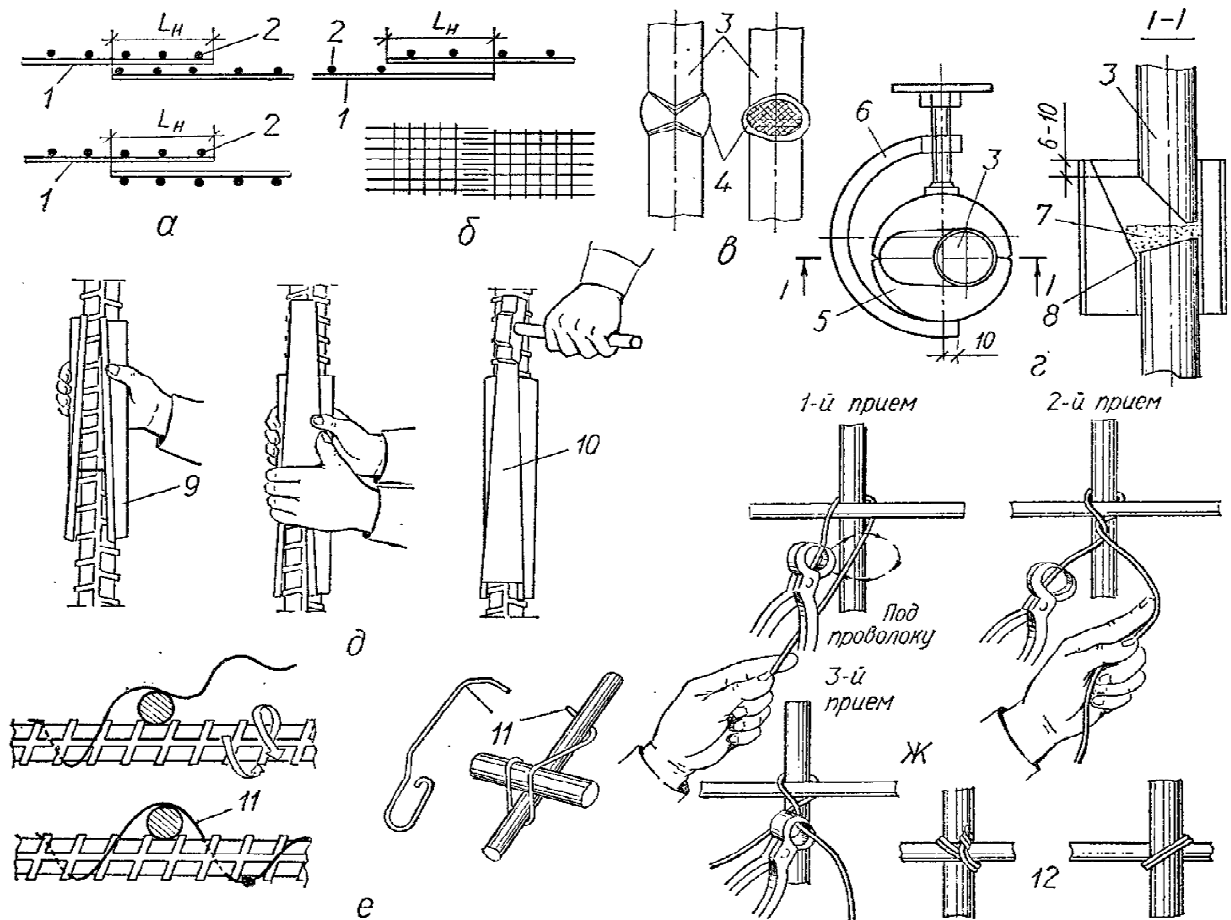


Рис. 2.2.3. – Способи з'єднання стержнів і сіток:

а – стикування зварених сіток із гладких стержнів; б - те ж зі стержнів періодичного профілю; в, г - зварені з'єднання вертикальних стрижнів; 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 - рознімна форма для зварювання; 6 - скоба; 7 - флюс; 8 - отвір для видалення шлаків; 9 - сталева обойма; 10 - металевий клин; 11 - пружинний замок; 12 - загальний вид хрестового з'єднання дротом

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, гибку, 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 багатоелектродній зварювальній машині АТМС 14x75-7-1. Для поперечного різання сіток на необхідний розмір машина оснащена ножицями. Готові сітки пакуються 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 багатоелектродними зварювальними машинами МТМ-32 і МТМ-35, які входять у комплект технологічної лінії.

Для стикування стержнів арматури застосовують контактне електрозварювання. Метод стикового зварювання широко використовується при безвідпрацьовувальній технології заготівлі арматурних стержнів зі сталі класів А-240с...А-500с. Машини для стикового зварювання МС-2008 і МС-1602 дозволяють зварювати стержні діаметром 10. . .40 мм і працюють у комплекті з відрізними стінками. 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 нахлеста 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 багатоелектродним зварюванням в мідних формах.

ЛЕКЦІЯ 3. АРМАТУРНО-ОПАЛУБНІ БЛОКИ

3.1. ВИГОТОВЛЕННЯ І ЗАСТОСУВАННЯ АРМАТУРНО-ОПАЛУБНИХ БЛОКІВ

Найбільша ефективність при виконанні робіт з армування і опалублювання забезпечується при використанні арматурно-опалубних блоків. При цьому досягається зниження трудовитрат в 5. . .6 разів і скорочення витрат матеріалу на опалубні роботи.

Арматурно-опалубні блоки перекрив і покриття (рис. 3.1.1) виготовляють на заводах ЗБК або в умовах полігону.

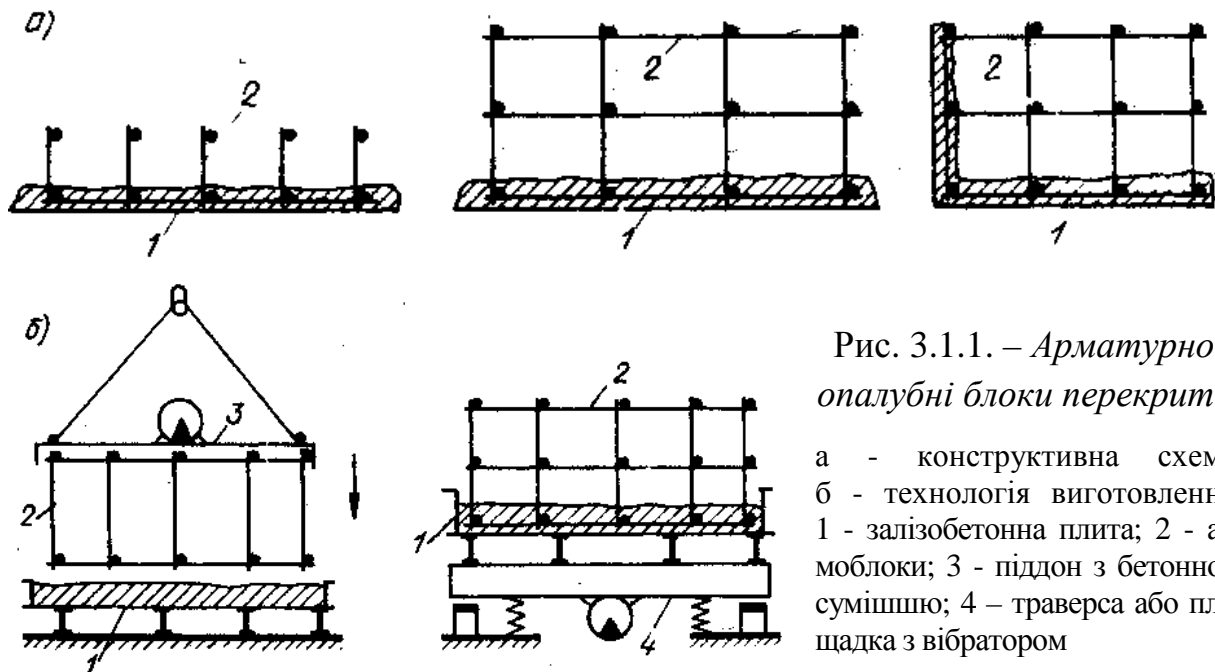


Рис. 3.1.1. – Арматурно-опалубні блоки перекритть:

а - конструктивна схема;
 б - технологія виготовлення;
 1 - залізобетонна плита; 2 - ар-
 моблоки; 3 - піддон з бетонною
 сумішшю; 4 – траверса або пло-
 щадка з вібратором

Вони сполучають у собі елементи залізобетонної плити, що служить незнімною опалубкою, і замоноліченого в ній укрупненого армоблока. Таке рішення підвищує індустріальність робіт і знижує до мінімуму трудові витрати. Інтенсифікація робіт досягається за рахунок виключення опалубних робіт, операцій з улаштування захисного шару, фіксації арматури в проектному положенні, зниження витрат на транспортні й вантажно-розвантажувальні роботи.

Технологія виготовлення арматурно-опалубних блоків в умовах цеху або на полігоні будівельного майданчика передбачає використання: піддона (форми), віброплощадки чи траверси з вібратором, механізмів для подачі армоблока і бетонної суміші. Піддон розміщують на віброплощадці або підготовленій основі і укладають бетонну суміш відповідного складу, після чого установлюють армоблок з фіксаторами для забезпечення захисного шару. Вмикають вібратор під дією якого забезпечується формування незнімної опалубки, як частини арматурно-опалубного блока. Для набирання достатньої міцності в скорочені строки тверднення бетону піддони подають на ділянку (пост) термообробки.

3.2. АРМАТУРНІ РОБОТИ В УМОВАХ БУДІВЕЛЬНОГО МАЙДАНЧИКА

До складу арматурних робіт на будівельному майданчику входять: розвантажування, складування, виготовлення нестандартних арматурних виробів, зборка площинних сіток і просторових каркасів, створення великих арматурних блоків, монтаж арматурних блоків у проектне положення.

Основою інтенсифікації арматурних робіт є уніфікація арматурних виробів, спрямована на суттєве підвищення їх технологічності. Виробі з арматурних сіток з максимальним діаметром стержнів до 25 мм складають до 90% констру-

кцій, які виконують у монолітному залізобетоні. Із площинних сіток утворюють гнуті сітки і просторові каркаси.

Сітками армують фундаментні плити, плити перекриття та покриття, основи фундаментів, днища резервуарів. Армування виконують однорядним або багаторядним, коли сітки розміщують в нижній і верхній зонах плит. У першому випадку арматурну сітку укладають на підготовлену основу або в опалубку. При цьому передбачають заходи для забезпечення необхідного захисного шару бетону.

Армування сітками передбачає використання стиків без зварювання. Рівномірність стику досягається укладанням сіток з напуском (рис. 3.2.1).

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.

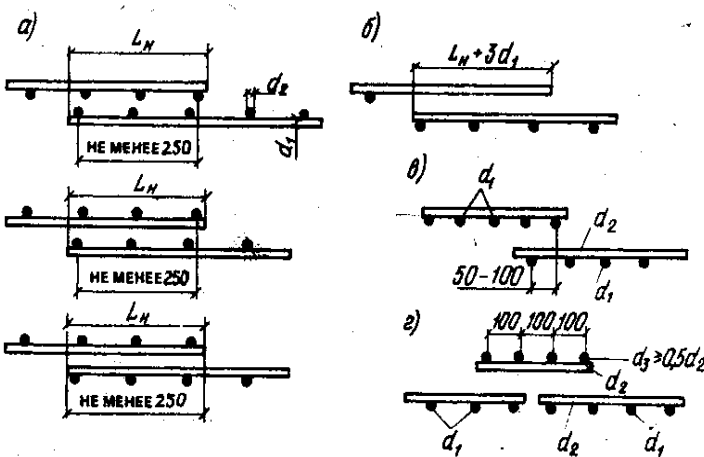


Рис. 3.2.1. – Стики зварних сіток з напуском:

а - із гладких стержнів; б - те ж, періодичного профілю; в - в неробочому напрямку; г - в неробочому напрямку з доповнюючою сіткою; L_n - довжина в нахльстку; d_1 - діаметр робочих стержнів; d_2 - діаметр розподільчої арматури; d_3 - діаметр розподільчої арматури доповнюючої сітки

При подвійному армуванні проектне положення верхньої сітки забезпечується улаштуванням спеціальних підтримуючих каркасів, підкосів або інших вертикальних сполучень. Для зменшення трудомісткості армування доцільно застосувати укрупнені просторові армоблоки. Зниження трудовитрат в цьому випадку може складати 1,5... 2 люд.-дня на 1 т арматури.

Конструкції, які зводять вертикально (стіни, балки, тунелі, ємкості) армують однорядною і двохрядною робочою арматурою. При однорядному армуванні фіксують положення вертикальної сітки відносно опалубки фіксаторами захисного шару, а по відношенню до протилежної сторони – гнутими просторовими або площинними каркасами. При двохрядному армуванні захисний шар забезпечується установленням фіксаторів з обох сторін, а фіксована відстань між сітками – з допомогою 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 забезпечує

ється 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-73А. 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 обтиснення розігрітих муфт.

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

3.3. МОНТАЖ АРМАТУРНИХ КАРКАСІВ

Практикою вироблено ряд заходів, які полегшують процес монтажу арматури. Так арматурні каркаси колон (рис. 3.3.1) установлюють в проектне положення при одній або двох відкритих сторонах опалубки. У багатоповерхових будівлях готові каркаси опускають в коробки опалубки зверху, а вертикальні робочі стержні з'єднують з випусками арматури фундаменту через нижні бокові отвори в опалубці колон.

Технологічна схема установлення важких арматурних каркасів фундаментів з використанням монтажного крана і траверси, яка самобалансується наведені на рис. 3.3.2.

Такий тип строповки дозволяє переводити всякий арматурний каркас в вертикальне положення без доповнюючих 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.

Стіни круглих резервуарів і підпірні нахилені стіни армують каркасами при наявності одного зовнішнього або внутрішнього щита опалубки. Це дозволяє спростити процес тимчасового кріплення арматури. У такому випадку щит використовується в якості опори.

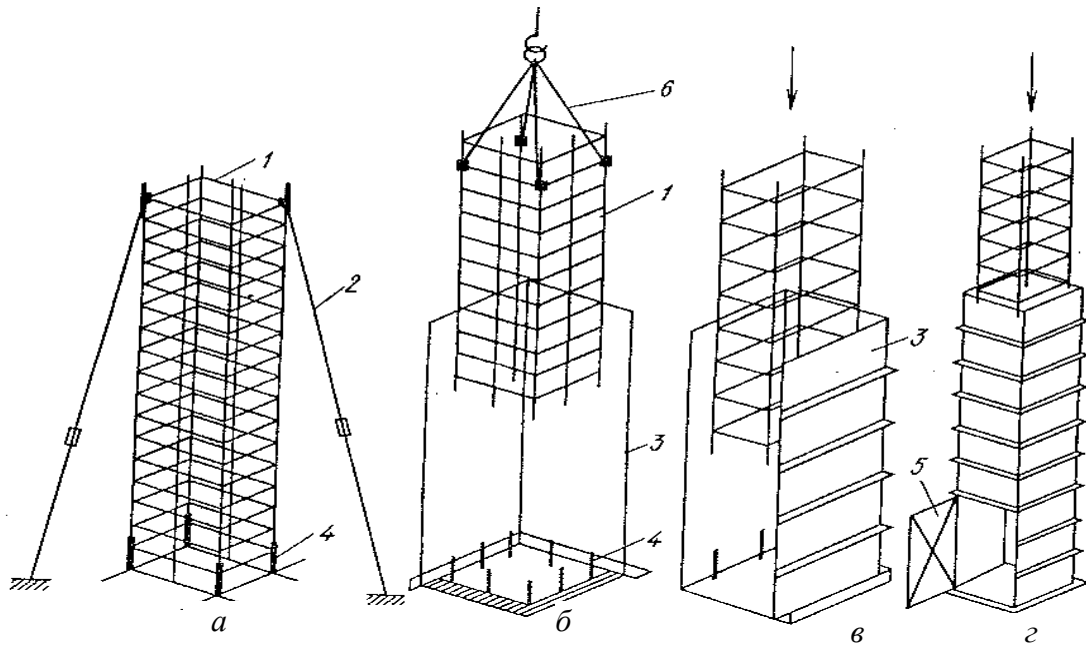


Рис. 3.3.1. – Технологічна схема монтажу арматурних каркасів колон:

a – установлення 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 – строповочний пристрій

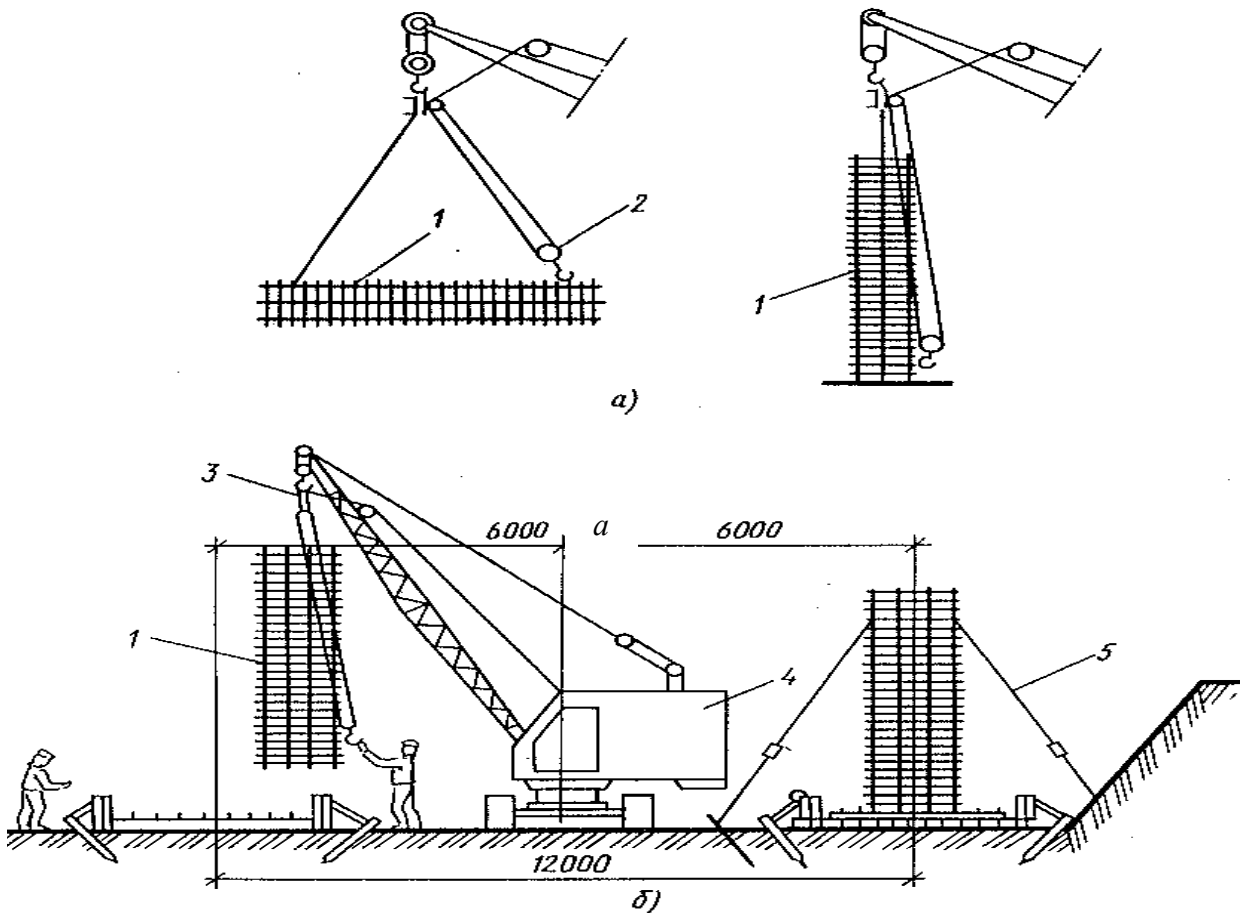


Рис. 3.3.2. – Технологічна схема установки тяжких каркасів фундаментів:
a – схема стропування; *б* – схема монтажу; 1 – каркас; 2 – блок допоміжного гака; 3 – траверса, яка самобалансується; 4 – монтажний кран; 5 – розчалки

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.

ЛЕКЦІЯ 4. СУЧАСНІ ОПАЛУБНІ СИСТЕМИ

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 й елементи, забезпечуючи її: задане геометричне положення і стійкість; необхідну швидкість бетонування; комплексну механізацію монтажу, демонтажу і розпалублювання; транспортування по горизонталі й вертикалі, швидке збирання і розбирання елементів; необхідну обертаність (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 м² площі поверхні, які опалублюють, або 1 м³ конструкції, що бетонують). Іншим показником опалубних систем є обертаність (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, але 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, виготовлений цілістним і складений з площинних і кутових панелей або щитів.

4.2. ОСНОВНІ ТИПИ ОПАЛУБОК

Опалубку класифікують:

- за *функціональним призначенням* для: вертикальних поверхонь, у тому числі стін; горизонтальних і нахилених поверхонь, у тому числі перекрить; одночасного бетонування стін і перекрить; 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 перекрить використовують дрібнощитову опалубку з підтримуючими елементами й 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, пінополістиро-

лу, 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 обертаність опалубки досягає 50 раз і більше, при чому зростає якість покриття завдяки низькій адгезії матеріалу з бетоном. У сталевій 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 проживлення: деревини бакалітових рідинних смол, епоксидно-фенолових лаків, а також, використовують склотканину, проживлену фенолформальдегідом. 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 струмопровідниковим наповнювачем дозволяє одержати гріючі покриття з регульованими режимами теплового впливу на бетон.

Види опалубок:

Розбірно-переставна дрібнощитова опалубка (див. розд. 5.2) складається з набору елементів невеликого розміру площею до 3 м² 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 повторюючимися розмірами. Найбільше доцільне використовувати опалубку для бетонування уніфікованих конструкцій невеликого об'єму.

Великощитова опалубка (див. розд. 5.4, 18.1, 18.2) 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 тоннелей. 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 (див. розд. 6.1 та лек. 15) – це об'ємно-переставна опалубка призначена для зведення одночасно 3-х або 4-ох стін по контуру чарунки 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 витягвана 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 і т.п.

Об'ємно-переставна опалубка (див. розд. 6.2 і лек. 16) складається із секцій Г або П-подібної форми і являє собою великорозмірний блок, який горизонтально витягається, призначений для одночасного бетонування стін і перекрить. При розпалублюванні секції зсовують усередину і викочують до прорізу для наступного підймання краном. Таку опалубку використовують для бетонування поперечних несучих стін і монолітних перекрить 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 (див. лек. 17) застосовується для бетонування стін високих будівель і споруд. Вона являє собою просторову опалубочну форму, яку установлюють по периметру стін і підіймають домкратами відповідно до процесу бетонування.

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

Пневматична опалубка (див. лек. 19) – гнучка повітронепроникнута оболонка, розкrojена відповідно до габаритів споруди. Установлюють таку опалубку в робоче положення, створюють всередині надмірний тиск повітря або пару і бетонують споруд криволінійного об'єму і порівняно невеликого об'єму.

Незнімна опалубка (див. розд. 18.3) 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 викатування по ним тунельної опалубки або опалубки перекрив 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%.

ЛЕКЦІЯ 5. ОСНОВНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВІТЧИЗНЯНИХ І ЗАРУБІЖНИХ ОПАЛУБНИХ СИСТЕМ

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 обертаність 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 індустріальності. До провідних фірм, які спеціалізуються в розробці й виготовленні опалубних систем, варто віднести "Хюннебек", "НОЕ", "Дока", "Пашал" (ФРН), "Экроу" й "Вік-форм" (Англія), "Юні-Форм" (Швеція), "Уті-нор" й "Пері" (Франція), "Уестер Формз" (США), "Явата" (Японія), "Партек" (Фінляндія) і 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 кг/м² 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 й підвищує його якість.

Вітчизняний досвід створення опалубних систем базується на переважному використанні металевих опалубок, маса 1 м² 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, обертанність 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. Раціональними 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 матеріаломісткість і невисоку оборотність. По цих же причинах недоцільно використовувати 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 й 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 й форми використовують матриці. Їх устанавлюють 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 й 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 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 обертаність опалубки більше 200 циклів, а використання раціональних і зручних додаткових елементів у вигляді шарнірних вставок розширює практичну область застосування. У табл. 5.1.1 наведені дані по довговічності опалубок різних систем.

Технологічність монтажу й демонтажу опалубних систем визначається насамперед *конструкцією з'єднуючих елементів*. Так, для з'єднання щитів дрібнощитовій опалубки Головмосмонтажспецбуд використовуються замкові з'єднання (рис. 5.1.1) 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. 5.1.1, в), яка вимагає більших трудовитрат на установку і не має пристрою для регулювання міжосьової відстані. Недостатнє 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.

Таблиця 5.1.1 - 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

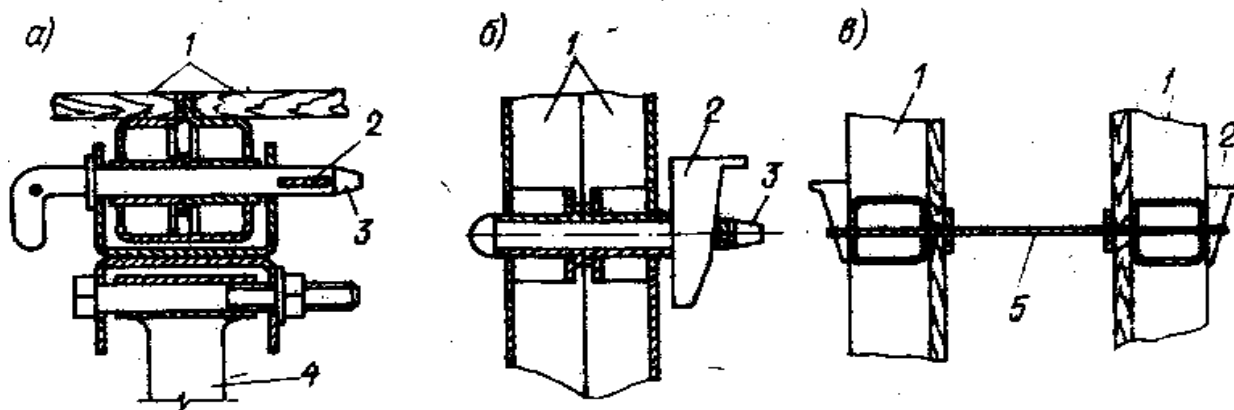


Рис. 5.1.1. – Схеми кріплення щитів:

1 - щити опалубки; 2- чека; 3- металевий стержень; 4 - струбцина; 5 - розпірна планка

Закордонний досвід монтажу опалубних систем заснований на широкому використанні *швидкороз'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. 5.1.2).

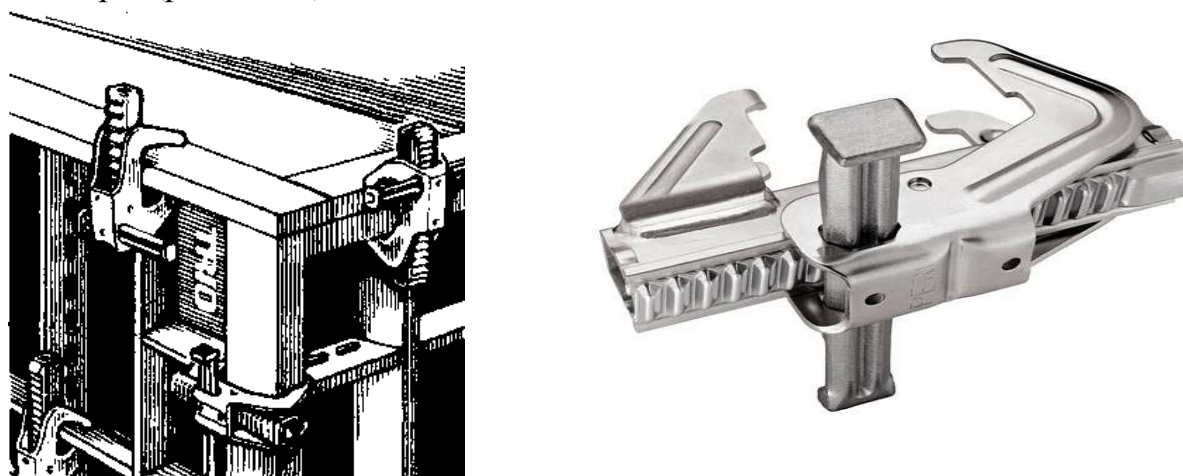


Рис. 5.1.2. – Струбцина для кріплення щитів конструкції фірми «Перрі»

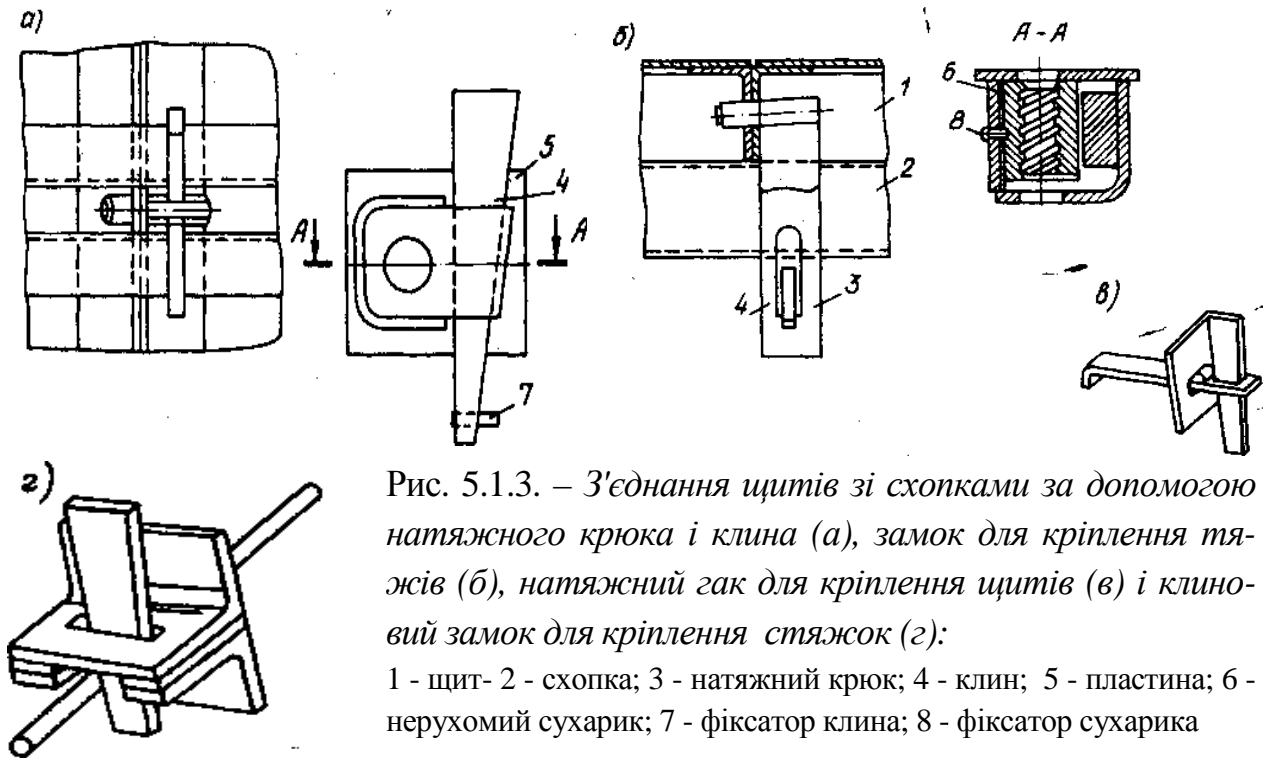


Рис. 5.1.3. – З'єднання щитів зі схопками за допомогою натяжного крюка і клина (а), замок для кріплення тяжів (б), натяжний гак для кріплення щитів (в) і клиновий замок для кріплення стяжок (г):

1 - щит- 2 - схопка; 3 - натяжний крюк; 4 - клин; 5 - пластина; 6 - нерухомий сухарик; 7 - фіксатор клина; 8 - фіксатор сухарика

Клиноексцентрикний замок дозволяє одним рухом планки зачепити за тисні 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 швидкороземні замки.

Вітчизняний досвід має рядом конструктивних рішень швидкостановлюваних 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. 5.1.3). Таке конструктивне рішення з'єднань є багатоопераційним і вимагає великих витрат часу і ручної праці.

5.2. ДРІБНОЩИТОВА ОПАЛУБКА

З дрібнощитової опалубки монтують великі панелі для зведення монолітних стін, колон, рам, балок і перекрить. Для зведення монолітних стін використовують опалубні панелі розміром на кімнату або рівним кроку колон, які збирають із дрібних щитів (рис. 5.2.1, а).

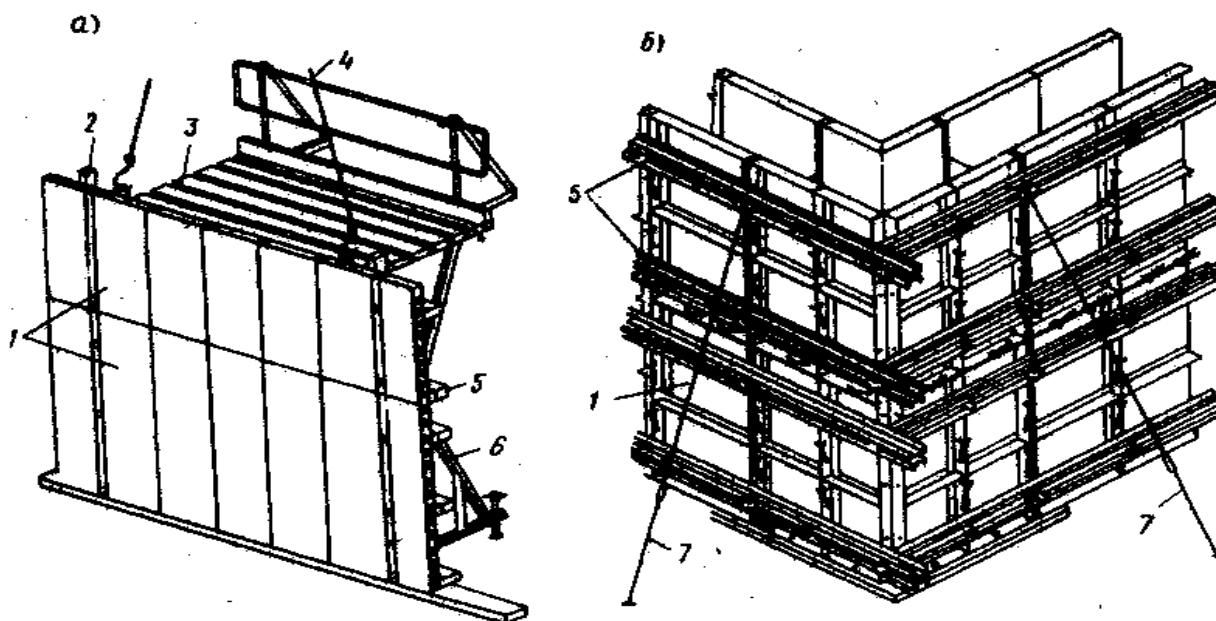


Рис. 5.2.1. – Створення опалубних панелей стін з використанням дрібнощитової опалубки:

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. 5.2.1, 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 й 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 опалубну 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 штирвового з'єднання двох примикаючих щитів (рис. 5.2.2).

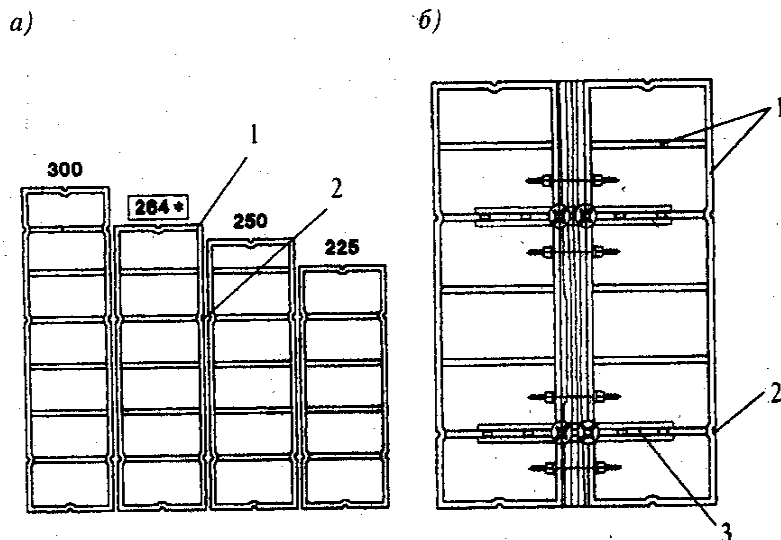


Рис. 5.2.2. – Дрібнощитова опалубка стін фірми «Даллі»:

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 5-шарову дерев'яну плиту товщиною 21 мм із двостороннім посиленням облицюванням, що дозволяє при регулярному очищенні й змашенні 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 крильчатої гайки вручну. Фірмою розроблені власні болтові (беззамкові) стискувачі, 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. Опалубну 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 бляшні листові вирівнювачі-вставки, завдяки яким можна утворити опалубну 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. 5.2.3), конструкція дозволяє здійснювати на-рощування за висотою, розміри колон від 10x10 до 80x80 см з кроком 2,5 см.

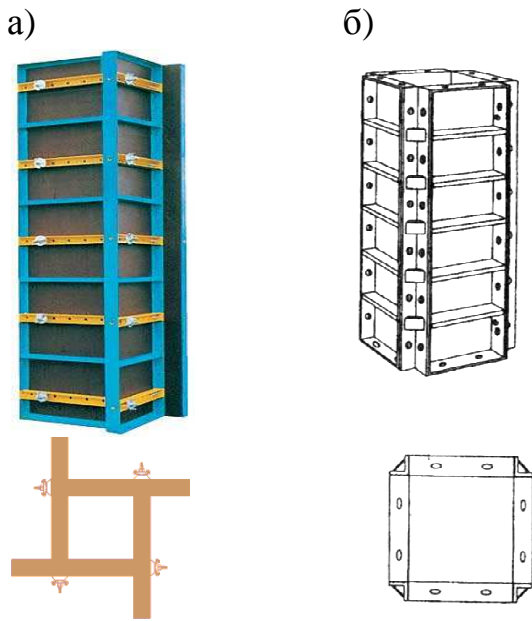


Рис. 5.2.3. – Опалубка колон фірми «Даллі»:

а – опалубка з кріпленням стягуючими штирями; б – те ж, зі зовнішніми кутовими елементами

5.3. ОПАЛУБКА РАМ

На рис. 5.3.1. наведена конструктивна схема опалубки рами включаючи колоно і ригель. Для забезпечення просторової жорсткості опалубки колони використовують хомути розташовані з кроком $0,4 \dots 0,6$ м, які мають швидкознімні елементи.

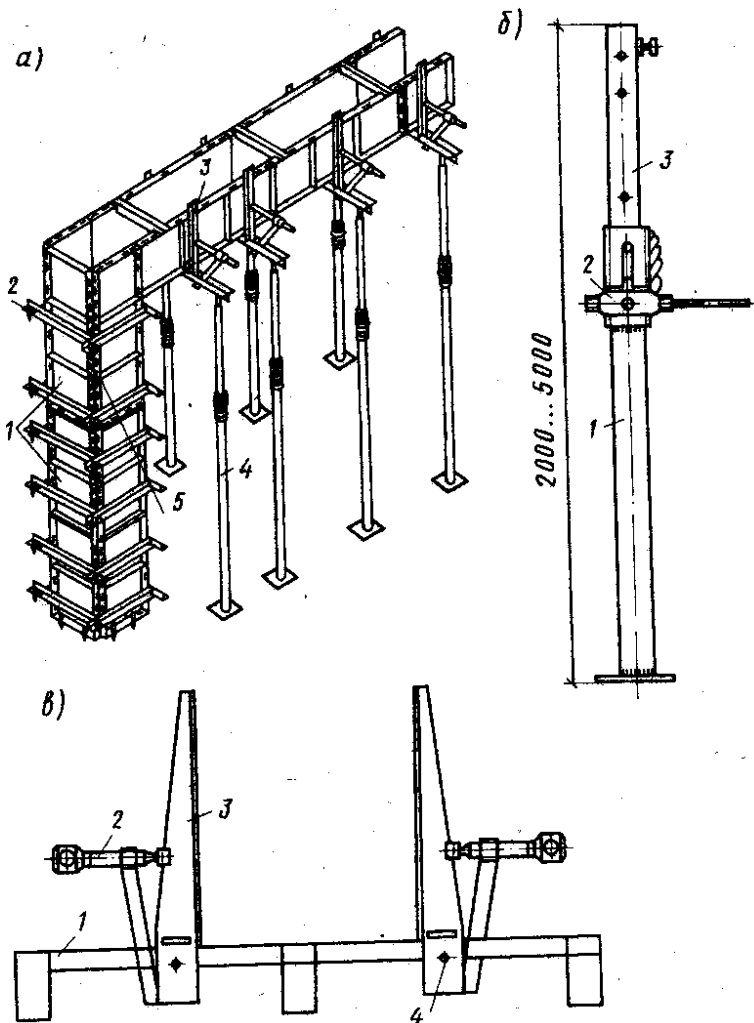


Рис. 5.3.1. – Комплект опалубки для зведення рам:

а – телескопічний стоек конструкції ЦНДИОМТВ: 1 – стоек; 2 – домкратний пристрій; 3 – висувна штанга;
 б – загальний вигляд: 1 – щит опалубки; 2 – хомути; 3 – балочна струбцина; 4 – телескопічний стоек; 5 – розтяжка;
 в – балочна 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 захищують 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 опалублюють. Елементи опалубки суміщають у собі палубу з підтримуючими прогонами і ребрами. Збільшення розмірів щитів дозволяє знизити трудомісткість робіт по опалублюванню конструкцій і 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, перекрить. Найбільше розповсюдження опалубка знайшла при будівництві житлових і громадських будівель.

Опалубка стін і колон фірми «НОЄ». Опалубна система «НОЕ Top 2000» випускається чотирьох модифікацій - основна стальна рамна опалубка (рис. 5.4.1) з будь-яким покриттям, включаючи сталь, розраховану на навантаження до 80 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 безкранову установку; алюмінієва опалубка, призначена винятково для робіт вручну; універсальна опалубка для колон, що допускає тиск бетонної суміші до 125 кН/м^2 . Опалубку для стін можна збирати в різних комбінаціях при вертикальному і горизонтальному розташуванні щитів.

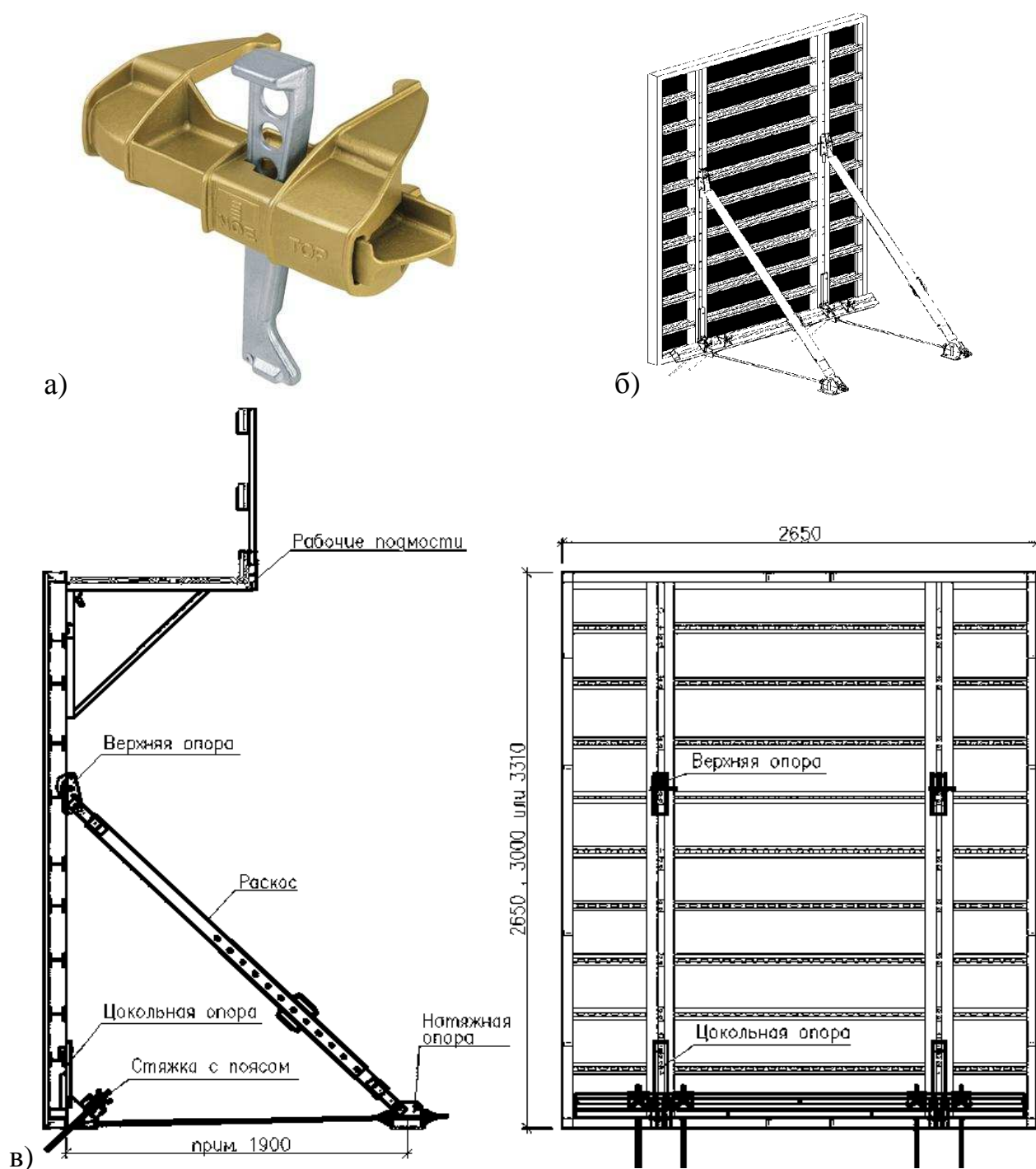


Рис. 5.4.1. – Опалубка стін фірми «НОЕ»:

а) – швидкодіюче затискує улаштування з барашковим затискачем; б) – загальний вигляд; в) – від з боку та з переду

Стандартні розміри сталеві рамної опалубки - ширина елементів 265; 132,5; 125; 100 крок 25 см, висота 331; 300 й 265 см., обертаність 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 деревоклієні тришарові щити товщиною 21 і 27 мм або структурна дерев'яна опа-

лубка 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 нанесенням 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 й всієї опалубочної 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, обертаність 60...80 разів, рами - 400 обертань. Палуба з водостійкої 9-шарової фанери загальною товщиною 15 мм із лицьової сторони заклепана, зверху нанесено напилення 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. 5.4.2), 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.

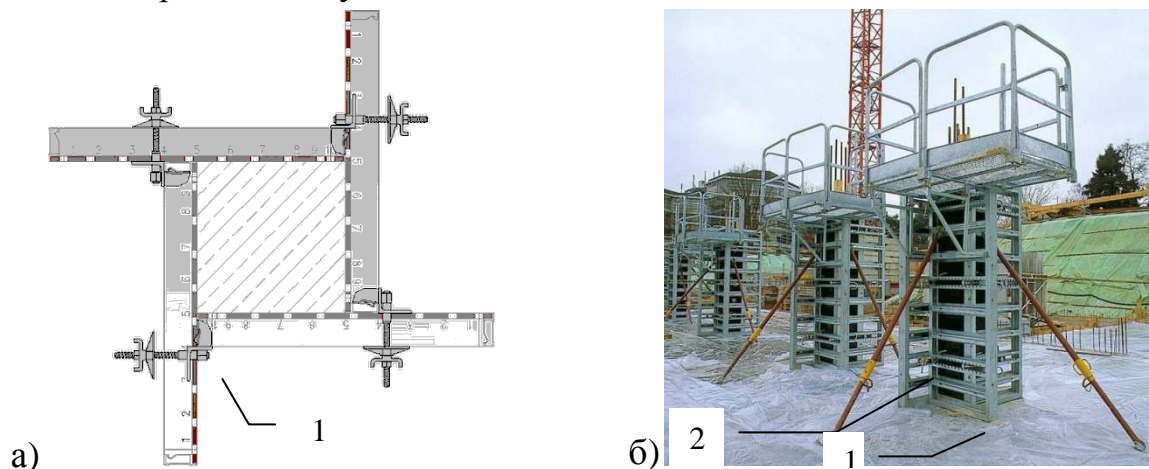


Рис. 5.4.2. – Опалубка колон фірми «НОЕ»:
а - конструктивне рішення; б - загальний вид; 1 - щит опалубки; 2 – підкос

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, сталюого рами і сталюого 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 перекритть, 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. 5.4.3), розрахованих на боковий тиск бетонної суміші до 6 кПа при палубі з ламінованої фанери товщиною 18 мм.

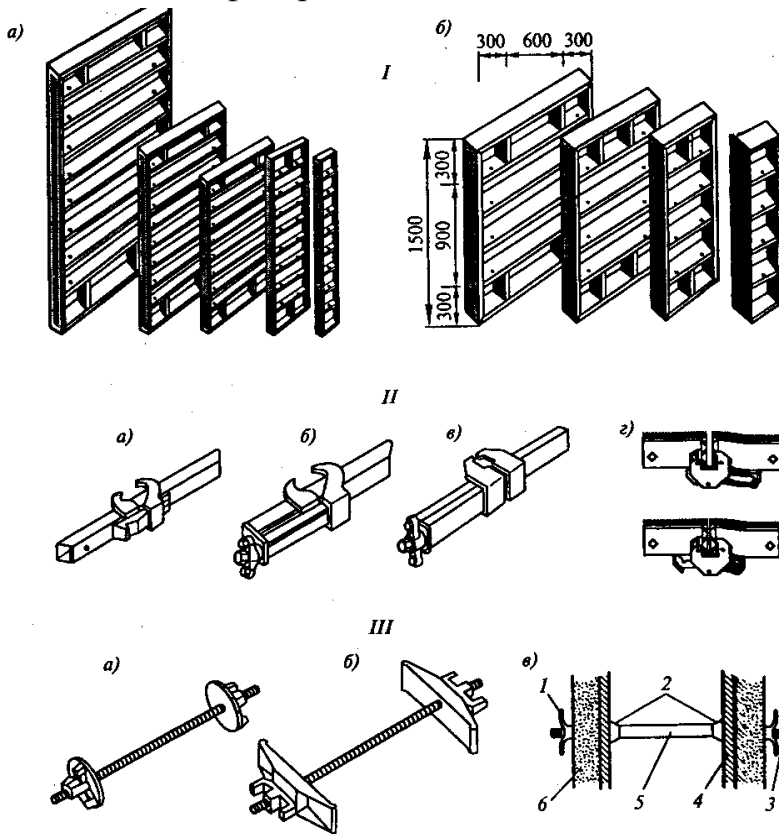


Рис. 5.4.3. – Опалубка фірми «Каплок»:

I – щити опалубки; а і б – великощитова і дрібнощитова опалубка; в – конструкції замків; а – замок ексцентриковий; б і в; II – замки подовженні з регулюємою 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 протилежних щитів; 1 – гайка крильчата; 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. 5.4.1) 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 покриття, зниженню затрат на технічне обслуговування.

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 подовженні з боковою крильчатою гайкою.

Таблиця 5.4.1 - Щити опалубки системи «Каплок»

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

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

5.5. ОПАЛУБКА ПЕРЕКРИТЬ

Послідовність робіт при установленні опалубки балочного перекриття передбачає наступне. Спочатку установлюють арматурний каркас колон, далі монтуєть опалубку колон із закріпленням гвинтовими стяжками, або хомутами і розкріпленням в 2...3-х рівнях розкосами. Для спряження з вищерозміщеними 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 установлення 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 розстиляють палубу з вологостійкої фанери (рис. 5.5.1).

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

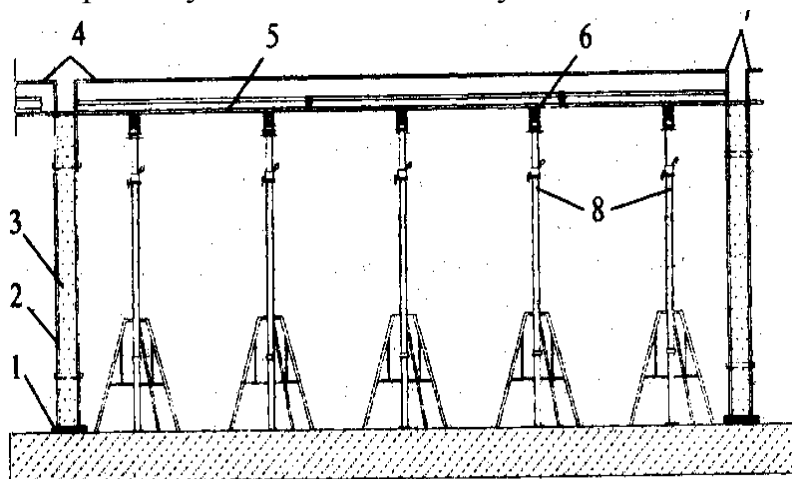


Рис. 5.5.1. – Елементи розбірно-переставних опалубок:

- 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

Серед вітчизняних опалубок найбільше розповсюдження має уніфікована опалубка, яка розроблена інститутом ЦНІОМТВ. 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 перекриття монтують по телескопічним стоякам, укладають сітку в двох рівнях, здійснюють бетонування.

Для великощитової опалубки розроблена універсальна опалубка перекриття 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. Розпалублювання здійснюють використовуючи зниження висоти опор стола. Далі опалубку викатують із-під перекриття і переставляють на інше місце. Монтаж і перестановку виконують спеціальною траверсою («качиний ніс»).

Опалубки перекриття системи «НОЕ»

5.5.1. 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.

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

Другорядні балки розсунві 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 довжиною 3 м, що значно скорочує кількість стояків і спрощує процес їх установлення під опалубні стельові панелі.

5.5.3. *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. 5.5.2). Балки установлюють на «падачі» 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 той час можуть бути установленні на сусідній хватці на запасних опорах.

5.5.4. *Опалубка з балками Н20.* Широке застосування знайшли деревинні балки Н20 в системі опалубок фірми «НОС». Така система складається з деревинних балок, вилоквих головок, стандартних опор і штативів і покриття у вигляді щитів або листів багат шарової фанери (рис. 5.5.4). Опалубку установлюють вручну. Вона особливо прийнятна для закритих приміщень. Недоліком, цієї системи є зниження обертаності балок (до 50 циклів) і щитів (до 20 циклів).

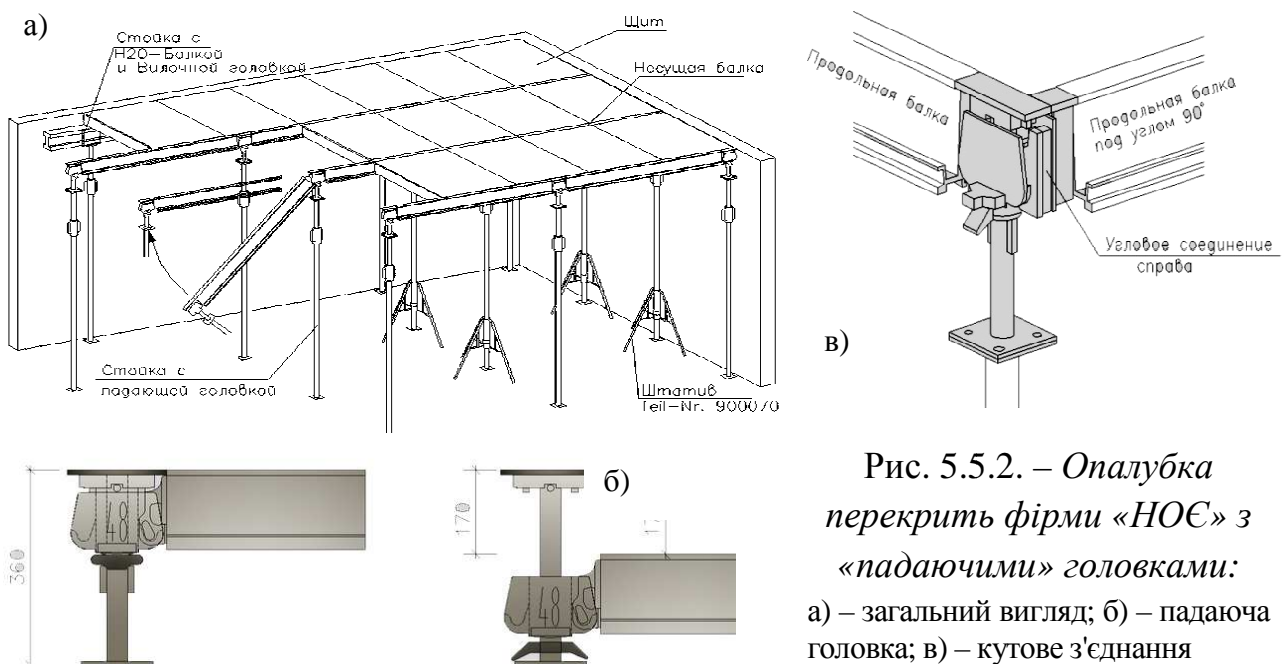


Рис. 5.5.2. – Опалубка перекриття фірми «НОС» з «падаючими» головками: а) – загальний вигляд; б) – падаюча головка; в) – кутове з'єднання

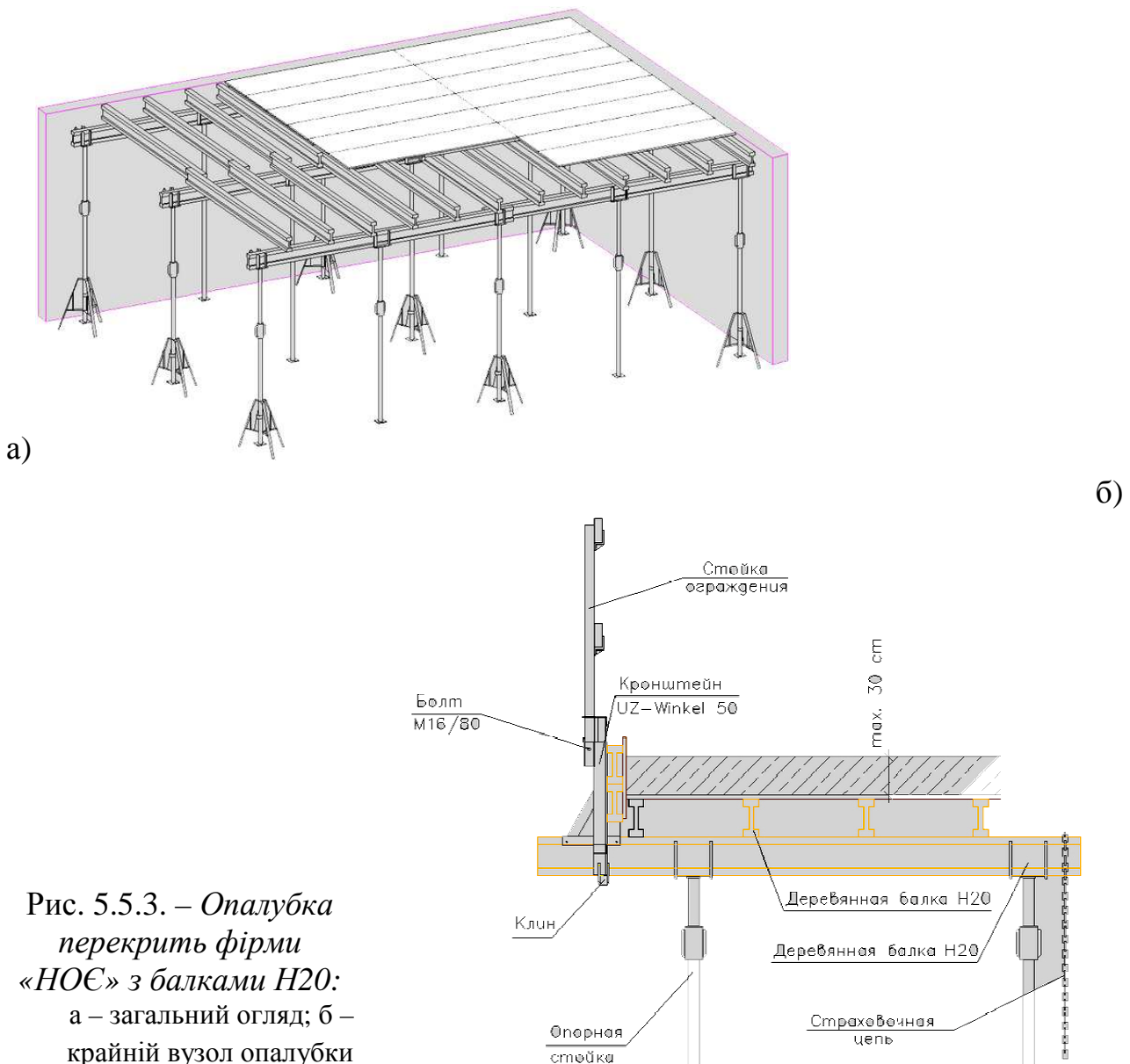


Рис. 5.5.3. – Опалубка перекрыть фірми «НОЄ» з балками H20:
а – загальний огляд; б – крайній вузол опалубки

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

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 м². Їхня обертаність становить 180 ... 250 циклів з питомою масою від 30 до 120 кг/м².

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 м³) використовують нероз'ємну опалубку, трудомісткість установки якої не перевищує 0,15 люд-год/м². *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 монтажу опалубки для фундаментів обсягом 5...20 м³ складає 0,3...0,45 люд-год/м².

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 устанавлюються 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. 6.1.1) призначається для зведення житлових будинків висотою до 16 поверхів. Блок опалубки збирається на будівельному майданчику з опалубних щитів, які монтуються з модульних елементів, що утворюють у плані замкнутий контур. У місцях примикання щитів устанавлюють кутові елементи. Щити навішують на стояки за допомогою кронштейнів. Кожний стояк у верхній частині має вантажозахватний пристрій, а в нижній - 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'язями.

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 устанавлюють робочі площадки.

Висота внутрішніх щитів - 2550 мм, зовнішніх - 2850 мм. Блокова опалубка збирається з модульних щитів шириною 900, 1200, 1500, 1800, 2100 мм. Внутрішні кутові елементи мають довжину сторін 150, 190, 220 та 250 мм. Зовнішні кутові елементи виконують із закругленнями радіусом 40, 190, 220, 340 й 640 мм. Елементи опалубки розраховані на сприйняття навантаження від тиску бетонної суміші

5 т/м³. Мінімальні розміри блоку опалубки 2,7х2,7 м, максимальні - 7,7х7,2 м. Максимальна довжина окремої панелі опалубки - 9 м. Маса 1 м² панелі опалубки в зборі - 75 кг. Загальна зведена маса 1 м² опалубки включаючи стояки, зв'язі, підкоси, кронштейни й інші елементи - 104 кг. Маса комплексу опалубки для 12-16-поверхового будинку - 70...80 т. Розрахункова обертаність не менш 300 циклів. Зібрані блоки опалубки по осях устанавлюються на перекритті. Вивірку опалубки по вертикалі виконують за допомогою домкратів. Клас точності змонтованої опалубки повинен бути на 1 клас вище класу точності конструкції, що бетонується, а щілини й стикові з'єднання не повинні перевищувати 2 мм.

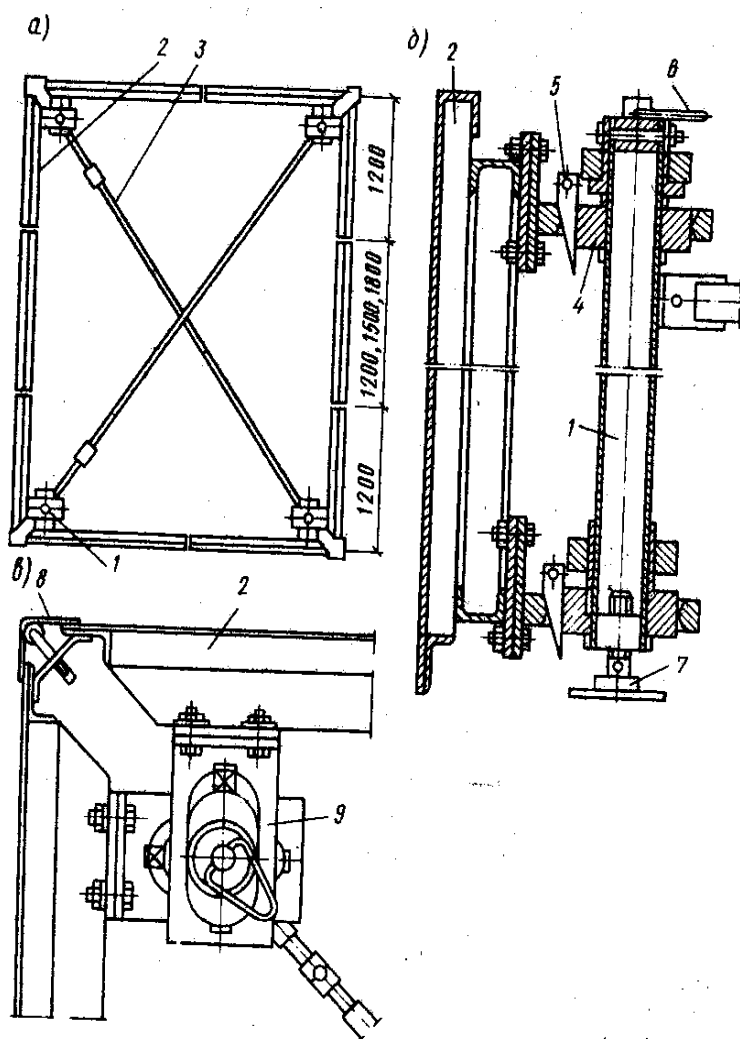


Рис. 6.1.1. – Блочна опалубка:
 а – план опалубки; б – вузол з'єднання щитів зі стояком; в – вузлове з'єднання щитів; 1 – стояк; 2 – щити; 3 – телескопічні зв'язі; 4 – упор; 5 – клин; 6 – монтажна петля; 7 – гвинтовий домкрат; 8 – кутова накладка; 9 – кронштейн

Демонтаж опалубки починають із зовнішніх щитів. Від'єднуються кріплення зовнішніх кутових елементів, звільняються всі тяги, за допомогою підвісок відділяється верхня частина панелі, відриваючи її тим самим від бетону. За допомогою крана панель відводиться від стіни й переміщається на приоб'єктну площадку. При розпалубці блоку спочатку знімають кріплення кутових елементів, а потім витягають клини із всіх кронштейнів. Забиваючи клини між кожною парою верхніх кронштейнів і напрямних елементів виконують відрив щитів від бетонної поверхні. Кронштейни ковзають по напрямних елемен-

тах і відводять спочатку верхню частину опалубного щита, а потім нижню від поверхні бетону. Після цього опалубку витягають за допомогою крана. Під час витягання щити повинні займати вертикальне положення.

Конструкція вузлів й уніфікованих сполучних елементів забезпечує багато-варіантність і проектну точність геометричних розмірів блочно-щитової опалубки. Різне архітектурно-планувальне рішення будинків досягається шляхом використання типових модульних щитів і кутових елементів різної конфігурації.

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; прийняття навантаження від бетону й шарнірних систем для розпалубки щитів секцій. На рис. 6.2.1 наведені деякі конструктивні схеми таких опалубок.

Аналіз зарубіжних і вітчизняних проектних рішень показує, що вони дозволяють створити опалубні системи з питомою масою 60...70 кг/м². При цьому досягається оборотність, що перевищує 100 ... 200 циклів із трудомісткістю монтажу 0,15...0,3 люд-год/м², що в 1,5...2 рази нижче, ніж для великощитової опалубки.

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 чол. 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.

Об'ємно-переставну П-подібну опалубку випускають у вигляді секцій шириною 1,2; 1,5; 1,8 м, прольотом 2,4...5,7 м. Вона складається з Г-образних елементів, поєднаних верхнім шарніром, системи підкосів і стояків. Щити опалубки мають катучі опори. В основі щитів розташовані механічні домкрати, які призначені для вивірки системи в проектне положення й відриву її від бе-

тонної поверхні. У комплект опалубки входять: щити торцевих зовнішніх стін, опалубка ліфтових шахт, секції для коридорів, помісти. Опалубку торцевих зовнішніх щитів кріплять до щитів тунельної опалубки за допомогою інвентарних стяжок, що забезпечують її незмінне геометричне положення.

Розпалублювання Г-подібними полусекціями дозволяє домогтися більше інтенсивної обертаності опалубки, тому що дозволяє знизити розпалублювану міцність бетону перекриттів. Після розпалублювання і добування однієї Г-подібної напівсекції встановлюють приблизно всередині прольоту ряд телескопічних стояків, що сприймають навантаження від перекриття. Розрахункова обертаність таких опалубок - 300 разів. У порівнянні з П-подібною об'ємно-переставною опалубкою досягається зниження трудомісткості робіт на 0,05...0,1 люд-год/м².

Для підвищення продуктивності праці й зручності роботи в комплект опалубки включають набір пристосувань й інструмент для проведення рихтування й вивірки елементів: шарнірні ключі для обертання гвинтів установних домкратів секції; трещеточний ключ із храповим пристроєм для обертання розпалублюваного гвинта секції; струбцини для відриву секції опалубки від бетону; напрямні для подкати секцій опалубки під час монтажу. Уздовж стіни, що бетонується, встановлюють напрямні або маяки. На них розміщують секцію опалубки, що підкочують на роликах до стикування із сусідньої й вивіряють у проектне положення за допомогою механічних домкратів. Стропують секції траверсами або стропами через спеціальні отвори у верхньому опалубному щиті.

Залежно від застосовуваної технології й відповідних пристосувань використовують кілька схем демонтажу об'ємно-переставної опалубки. При демонтажі опалубки дрібними секціями секцію від'єднують від прилягаючої їй щити опалубки відривають від бетонних поверхонь. Всю секцію опускають на котки. Потім її викочують на площадку виносних помостів, стропують і переміщують краном на ділянку, підготовлену до монтажу опалубки. Далі ті ж операції виконують із наступною секцією й т.п.

Більш ефективно використати спеціальну траверсу, що захоплює секцію без попереднього викочування на виносні помости. У цьому випадку виносні помости не застосовують. У зв'язку із цим трохи знижуються трудові витрати на монтаж і демонтаж опалубки.

Якщо для демонтажу опалубки використати спеціальні прорізи в перекриттях (наприклад, ліфтові шахти або прорізи спеціального призначення), демонтаж ведуть окремими секціями в тій же черговості. Секції викочують під проріз і піднімають краном з наступною установкою їх на нову хватку або приоб'єктний склад.

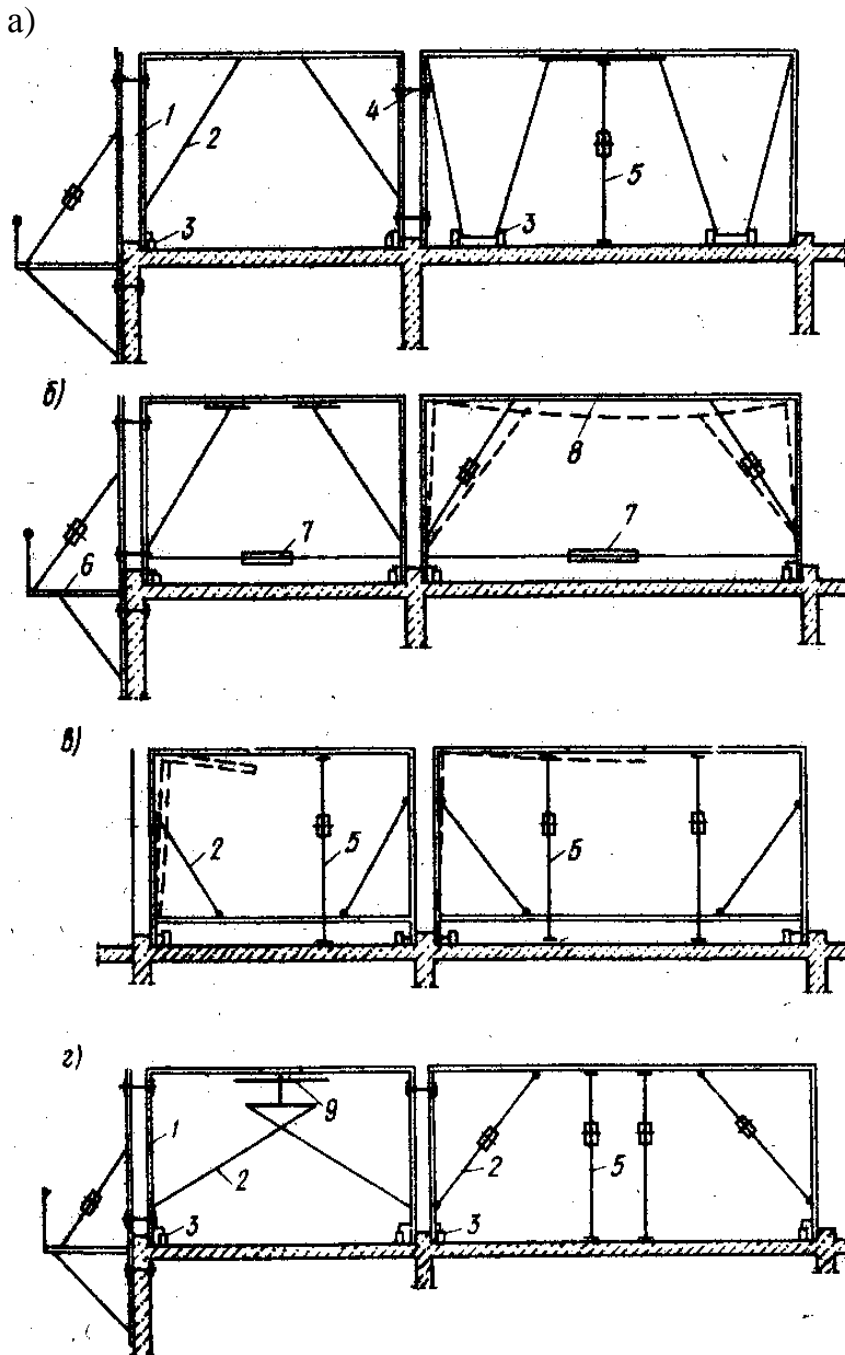


Рис. 6.2.1. – Конструктивні схеми об'ємно-переставних опалубок:

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

ЛЕКЦІЯ 7. СПОСОБИ Й ВИМОГИ ДО УКЛАДАННЯ І УЩІЛЬНЕННЯ БЕТОННОЇ СУМІШІ

7.1. ДЕФОРМАЦІЙНІ Й РОБОЧІ ШВИ

При зведенні монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій слід керуватися будівельними нормативними документами і вимогами проекту виконання робіт. Надійність і довговічність конструкцій обумовлюється якістю вико-

нання 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.

Осадкові 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 і т.п.). 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 (гумовобітумними, бітумно-полімерними мастиками, тіоколовими герметиками).

При бетонуванні конструкцій неминучі *технологічні перерви* (закінчення зміни, перерви в доставці бетону, установка арматури та ін.). У цих випадках влаштовують *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.

7.2. 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. 7.2.1, *а*), знизу балок, що спираються на колони (рис. 7.2.1, *б*), а також знизу підкранових консолей (рис. 7.2.1, *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

(рис. 7.2.1, *з*) або прогонам (рис. 7.2.1, *д*). У балках, прогонах і плитах робочий шов розташовують вертикально. Шов улаштовують шляхом установки дерев'яного щита з прорізами для арматури (рис. 7.2.2).

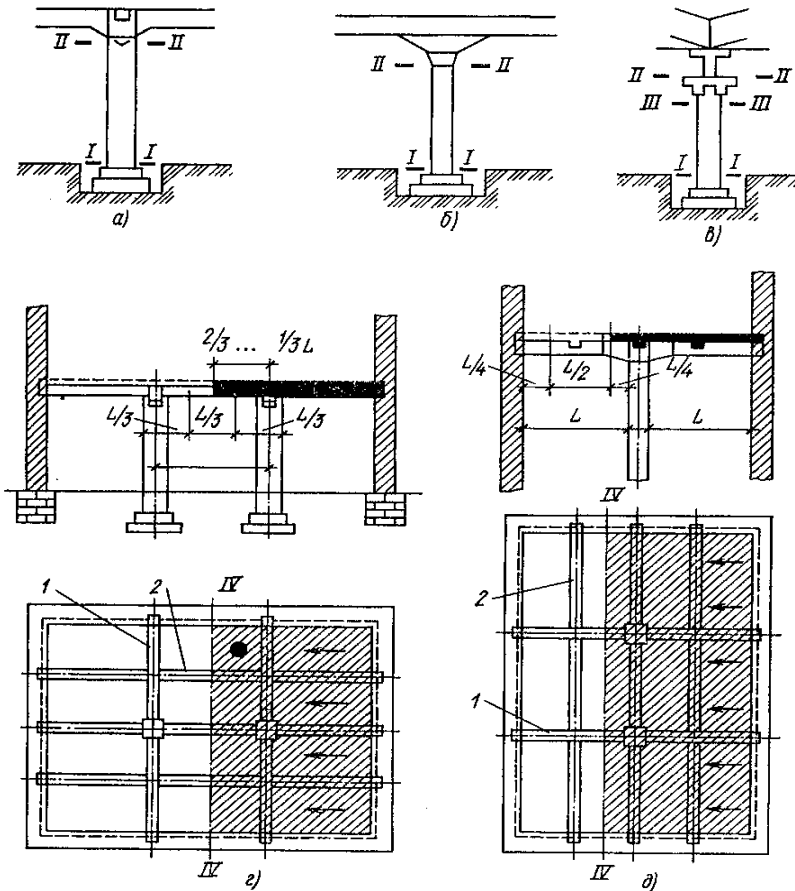


Рис. 7.2.1. – Розташування робочих швів при бетонуванні:

а-в – колони; *з* – 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

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.

Перед поновленням бетонування очищають поверхню бетону від пилу, бруду і будівельного сміття. Для кращого зчеплення раніше вкладеного бетону зі свіжим робочі шви по горизонтальних і похилих поверхнях очищають від цементної плівки водяним або повітряним струменем, металевими щітками або механічними фрезами, а потім покривають цементним розчином шаром товщиною 1,5...3 см, щоб заповнити всі нерівності.

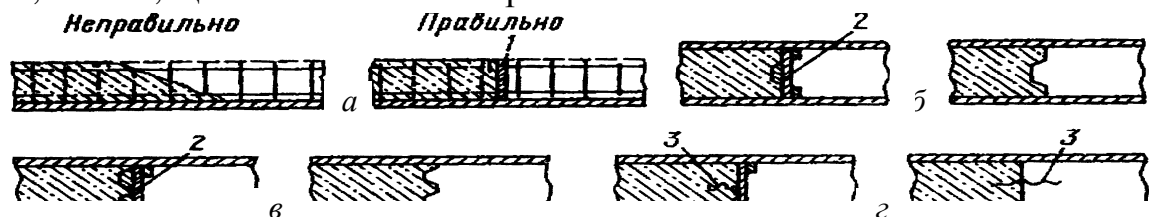


Рис. 7.2.2. – Улаштування робочих швів при бетонуванні:
а – у плитах; *б, в, г* – у стінах; 1 – дошка; 2 – перегородка в опалубці стіни;
 3 – мідна гофрована смуга

7.3. 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.

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 вібронаконечника. При незначних відстанях між арматурою в конструкції застосовують *зовнішні* вібратори.

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.

Бетонну суміш укладають *горизонтальними* шарами по площі всієї конструкції, що бетонується. При багатошаровому укладанні необхідно укласти 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 бетоновода віброзбуджувача, який забезпечує зниження в'язкості суміші й опір її руху між стінками опалубки.

ЛЕКЦІЯ 8. ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ УЩІЛЬНЕННЯ БЕТОННОЇ СУМІШІ

8.1. 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/м³.

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 устанавлюють 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 хв⁻¹), але великій амплі-

літуді, 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.

8.2. 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 бігунком, 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 $4\text{...}8\text{ см}$ у густоармованих конструкціях використовують шуровки з арматурної сталі (рис. 8.2.1, а). Шурування застосовують також для ущільнення пластичних сумішей з осіданням конуса більше 8 см , які розшаровуються при вібрації.

За способом впливу на бетонну суміш, яка ущільнюється, розрізняють вібратори глибинні (рис. 8.2.1, б, м, д, е, ж), поверхневі (рис. 8.2.1, и) і зовнішні, що прикріплюють лещатами до опалубки (рис. 8.2.1, в).

Глибинні вібратори виконують з електро - або пневмодвигуном, установленим у наконечнику (вібробулава – рис. 8.2.1, б, д), з електродвигуном, винесеним до ручки (рис. 8.2.1, е), і з винесеним до ручки двигуном і гнучким валом (рис. 8.2.1, ж). Частота коливань вібраторів з дебалансним збудником - до 6000 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.

Двухчастотні планетарні вібратори випускаються з коливаннями високої частоти - до $20\,000\text{ хв}^{-1}$ і низкою - до 3600 хв^{-1} .

Вибираючи тип і розмір глибинного вібратора, ураховують відстань між стержнями арматур. Прийнято вважати густоармованими конструкціями такі, у яких відстань між стержнями не більше 100 мм ; середньоармованими - від 100 до 300 ; малоармованими - більше 300 мм .

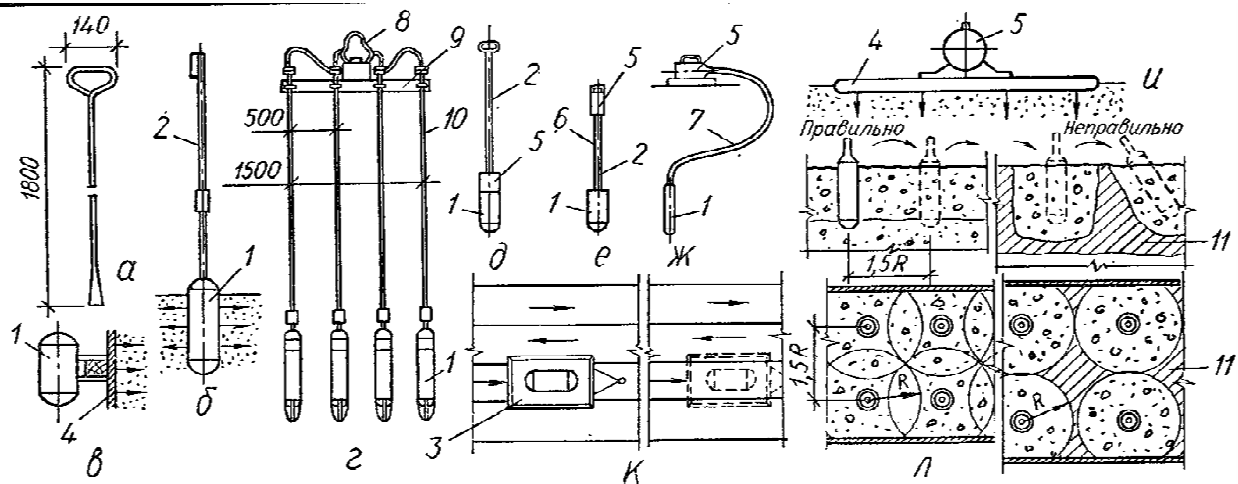


Рис. 8.2.1. – Вібратори для ущільнення бетонної суміші:

а - шуровки; 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 вібатора; 1 - корпус вібатора; 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

При бетонуванні мало- і середньоармованих конструкцій застосовують глибинні вібратори з убудованим у корпус віброзбудувачем - вібробулави - діаметром 76, 114 й 133 мм із частотою від 5700 до 11 000 хв^{-1} .

Для ущільнення суміші при бетонуванні тонких і густоармованих 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^{-1} при амплітуді 0,4...0,7 й 1,2 мм.

Пневматичні глибинні полічастотні вібратори із частотою коливань 18000/3600 й 14 000/3600 хв^{-1} мають вибронаконечники діаметром 34, 50 й 75 мм для бетонування густо- 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. 8.2.1, 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^{-1} , 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 x 1800 мм.

Зовнішніми (лещатними) вібраторами ущільнюють бетонну суміш у густоармованих конструкціях (рис. 8.2.1, 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.

ЛЕКЦІЯ 9. СПЕЦІАЛЬНІ СПОСОБИ БЕТОНУВАННЯ

9.1. БЕТОНУВАННЯ МЕТОДОМ "СТІНА В ҐРУНТІ"

Цей спосіб аналогічний способу вертикального переміщення труб (ВПТ) (див. розд. 10.2).

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 переривисто 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, установлюють арматурні каркаси в яких передбачають порожнини для бетонолітних труб; каркаси встановлюють безпосередньо перед бетонуванням для запобігання налипанню на них глини, що перешкоджає зчепленню з бетоном; для бетонування застосовують бетонні суміші з ОК=16...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 мішківини) 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...2м заглиблення в бетонній суміші) від'єднуючи верхні секції (з перемонтажем приймальної воронки).

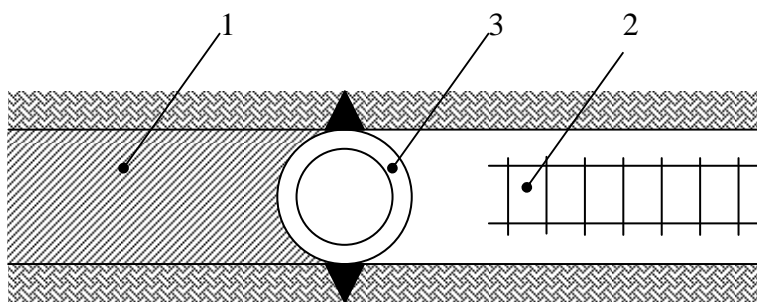


Рис. 9.1.1. – Схема стику між блоками бетонування з використанням труби:

- 1- забетонований блок.
- 2- незабетонувана частина стику.
- 3- сталю інвентарна труба для утворення порожнини між секціями

Процес бетонування повинен бути безперервним у межах захватки. Закінченням потрібно вважати вихід бетонної суміші на поверхню по довжині захватки. Захватки відділяють одна від одною за допомогою сталю інвентарних труб (рис. 9.1.1).

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

9.2. 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'єцирования при високих показниках тиску.

9.3. 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 бетонна 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.

9.4. ТОРКРЕТУВАННЯ І НАБРИЗК-БЕТОН. ВАКУУМУВАННЯ

Процес торкретування полягає в нанесенні на поверхню 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. 9.4.1, а) 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.

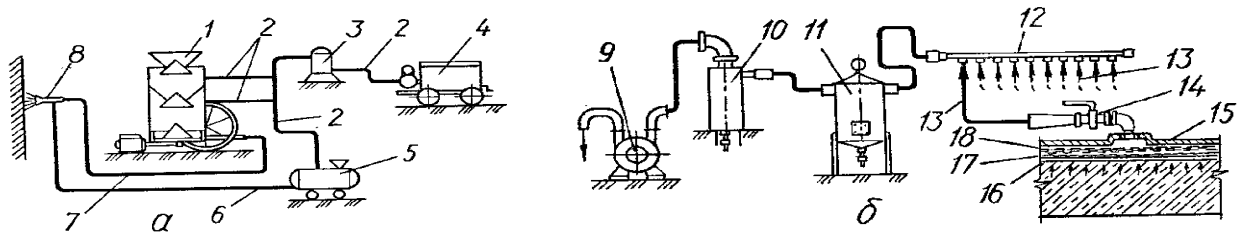


Рис. 9.4.1. – Схеми розташування пристроїв для торкретування й вакуумування:

а - для торкретування; б - для вакуумування; 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; 9 - вакуум-насос; 10,11 - водозбірники; 12 - колектор; 13 - усмоктувальні рукави; 14 - триходовий кран; 15 - вакуум-щит; 16 - вакуум-порожнина; 17 - фільтрувальна тканина; 18 - плетена сітка

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.

Вакуумування застосовується для механічного видалення з допомогою розрідженого повітря зайвої кількості води й повітря зі свіжеукладеної бетонної суміші, що сприяє підвищенню щільності, водо- і газонепроникності бетону, збільшенню його опірності стиранню. Прискорюється процес розпалублювання конструкції. Гранична товщина шару, що вакуумується, бетонної суміші - 30 см.

Технологія вакуумування наступна (рис 9.4.1, б): на поверхню укладеної й розподіленої бетонної суміші (наприклад, бетонної підлоги) укладають вакуум-щити; при включенні вакуум-насоса утвориться вакуум і із суміші відсмоктується повітря й зайва вода, що направляють у водозбірник. Тривалість вакуумування шару бетону товщиною близько 30 см - до 55 хв. Після від'єднання від вакуум-насоса вакуум-щити легко знімаються. В окремих випадках виконують додаткове вібрування бетону.

ЛЕКЦІЯ 10. БЕТОНУВАННЯ ПІД ВОДОЮ

10.1. ЗАСТОСУВАННЯ 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.

10.2. СПОСІБ ТРУБ, ЩО ВЕРТИКАЛЬНО ПЕРЕМІЩУЮТЬСЯ (ВПТ)

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

Блок бетонування захищають шпунтовою огорожуючою 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.

Бетонну суміш подають безперервно і швидко з високим темпом бетононасосами, пневмонагнічувачами і 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.

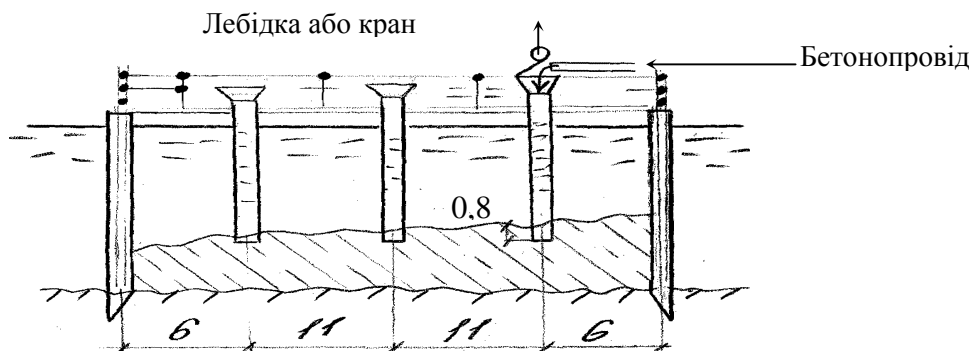


Рис. 10.2.1. – Спосіб труб, що вертикально переміщуються

Недолік – можливе розшарування бетонної суміші при подачі і укладанні.

10.3. СПОСІБ (МЕТОД) ВИСХІДНОГО РОЗЧИНУ (ВР)

Цей спосіб полягає в нагнітанні в кам'яне накидання або гравійно-щебіночне відсіпання 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).

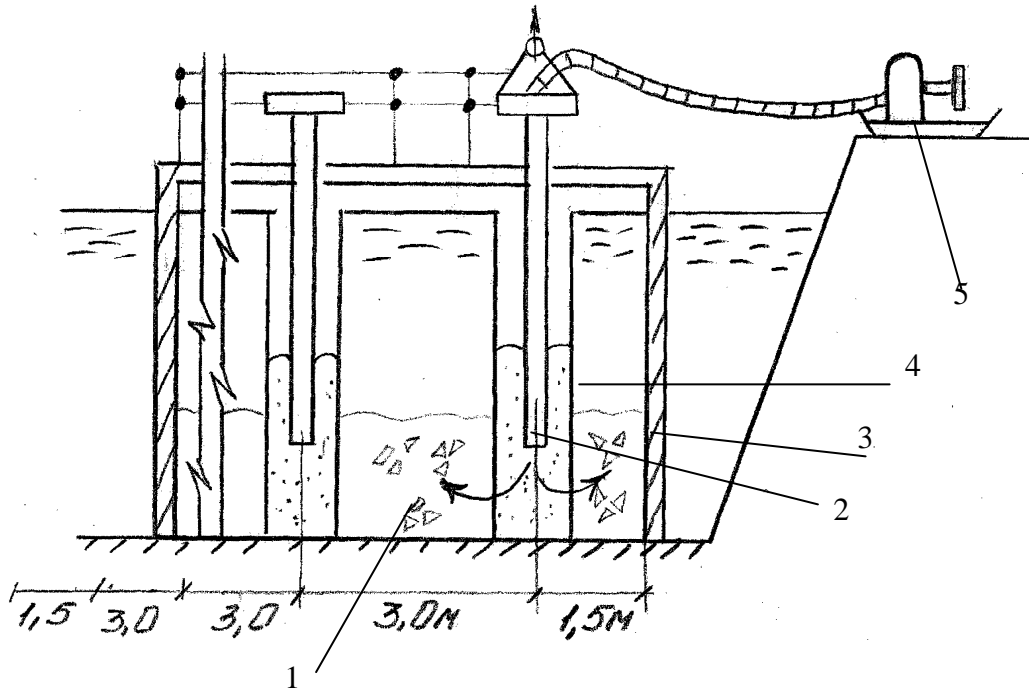


Рис. 10.3. – Спосіб (метод) висхідного розчину (ВР):

1 – кам'яне накидання; 2 – залівні труби; 3 – шпунтове обгороджування; 4 – захищаюча ґратчаста шахта з швелерів (заповнену розчином не витягують); 5 - розчинонасос

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

10.4. СПОСІБ ВТРАМБУВАННЯ БЕТОННОЇ СУМІШІ (ВБС)

Він полягає в укладанні порцій суміші на острівці з раніше свіжоукладеної бетонної суміші з подальшим втрамбуванням кожної порції. При цьому потрібно виключити стикання з водою порцій суміші, що укладаються. Для бе-

тонування 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 1,5м.

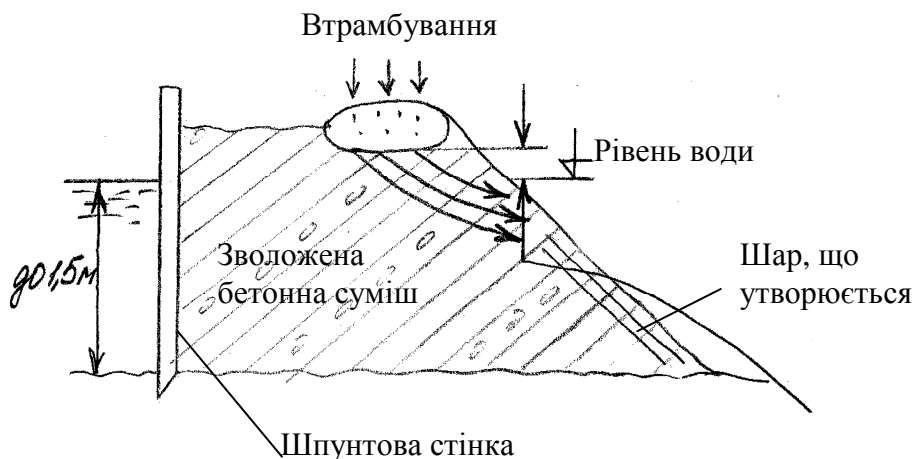


Рис. 10.4. – Спосіб втрамбування бетонної суміші (ВБС):

10.5. 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 затвердіває, 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.

ЛЕКЦІЯ 11. ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ

11.1. 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-стояки своєю нижньою частиною передають навантаження на ґрунти, що знаходяться на більшій глибині і володіють достатньою несучою здатністю. Висячі палі, розташовані в слабких

грунтах, розподіляють на нього навантаження за рахунок сил тертя між поверхнями і ґрунтом, а також опору ґрунту у нижній частині палі.

Для виготовлення паль 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 паль; безударний, заснований на застосуванні вібрації; вдавнення, загвинчування, підмиву, комбінований, здійснюваний за умови інтегрування впливів.

11.2. СХЕМИ ЗАНУРЕННЯ ЗАБИВНИХ ПАЛЬ

Технологією занурення паль передбачено *три схеми*: рядова, секційна й спіральна (див. рис. 11.2.1).

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

При зведенні фундаментів у *незв'язних* ґрунтах палейні установки переміщують згідно зі рядовою схемою, наведеною на рис. 11.2.1, *а*. Така схема передбачає поділ об'єкта на захватки, на яких занурення паль роблять послідовно по рядах. По закінченні останнього ряду установку переміщують на другу захватку й після закінчення робіт – на третю.

Занурення 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. 11.2.1, *в*.

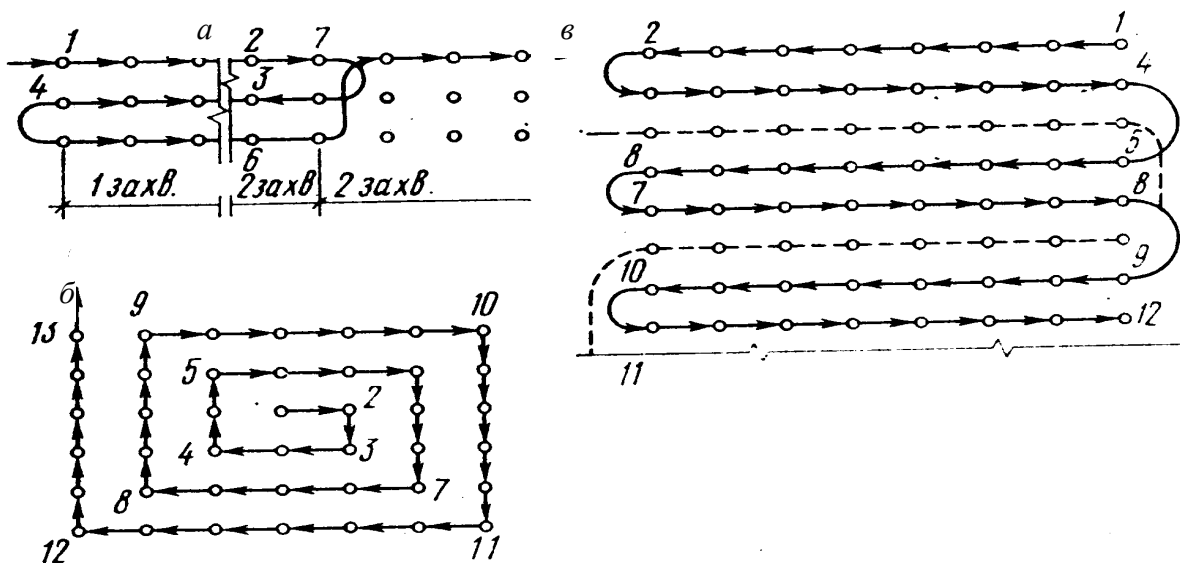


Рис. 11.2.1. – Схеми забивання паль:

а – рядова; *б* – спіральна; *в* – секційна; 1 - 13 – послідовність забивання паль

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

Спиральну схему застосовують у тому випадку, коли необхідно створити *кущ* (групу) паль у *слабкостисливих* ґрунтах, під розвинуті в плані фундаменти чи опори різних споруд. Забивання починають з палі, розташованої всередині середнього ряду, і ведуть роботи в напрямку спіралі, що розвивається, як це показано на рис. 11.2.1, б.

11.3. 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 влаштування 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 влаштовують, застосовуючи комплект механізованих засобів. Технологічна схема зведення буронабивних паль наведена на рис. 11.3.1.

Процес виконують у наступній *послідовності*. Свердловини розробляють шнековими і ковшовими бурами. Порожнину для влаштування розширення розсвердлюють спеціальним уширювачем. 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 закріпленим 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.

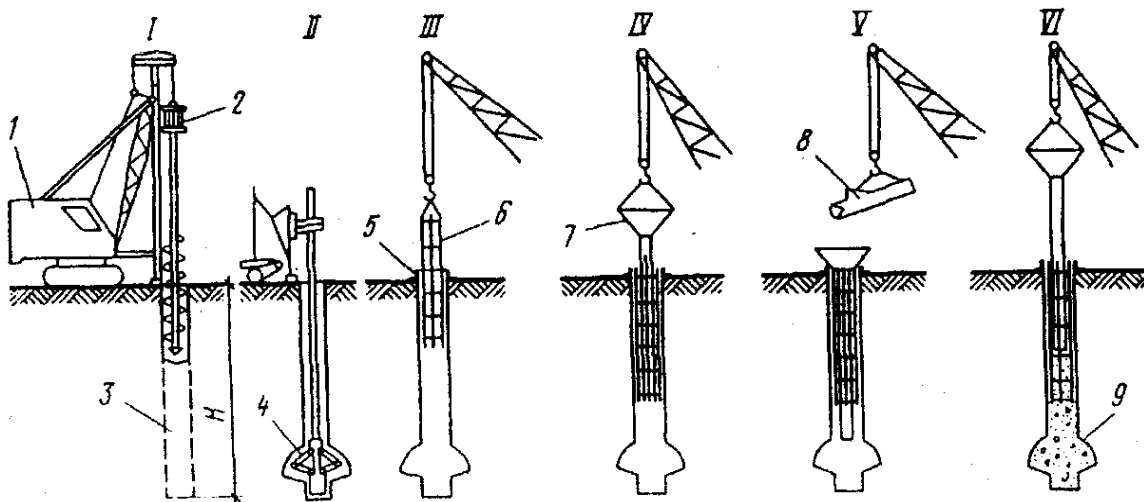


Рис. 11.3.1. – Технологічна схема влаштування буронабивних паль з розширеної п'яти сухим способом:

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 – уширювач; 5 – обсадний патрубок; 6 – арматурний каркас; 7 – лійка; 8 – баддя; 9 – бетонна суміш

Улаштування набивних паль способом гвинтового продавлення. Таку технологію влаштування доцільно застосовувати в *слабких водонасичених*, а також *пористих* пілувато-глинистих ґрунтах. Спосіб (рис. 11.3.2, а) передбачає використання двох спеціальних снарядів.

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, створюваних 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.

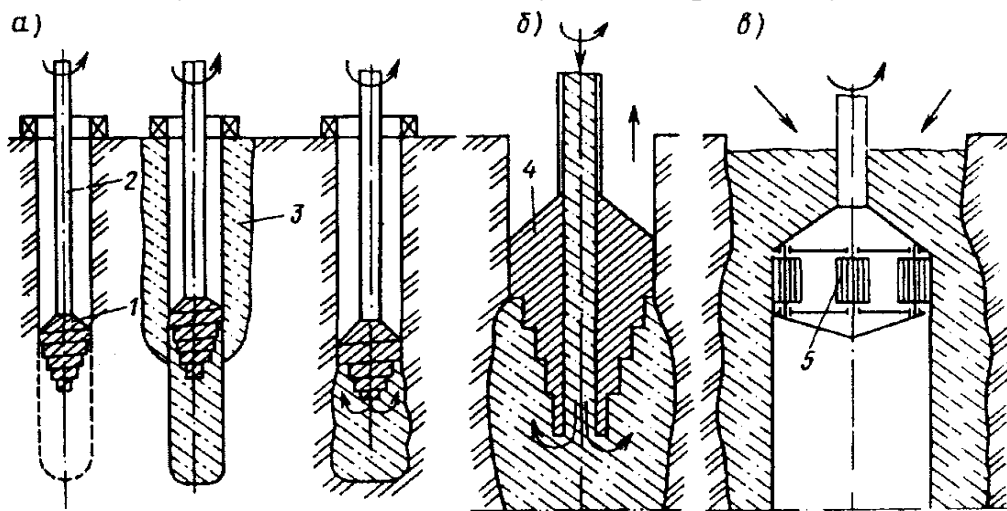


Рис. 11.3.2. – Технологічні схеми влаштування палі

a – 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

Пустотні циліндричні палі (оболонки) улаштовують (рис. 11.3.2.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 сверд-

ловини. Спосіб гвинтового продавлення і роликового ущільнення можна ефективно використовувати в слабкообводнених стійких ґрунтах.

ЛЕКЦІЯ 12. БЕТОНУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ

12.1. МОДУЛЬ ПОВЕРХНІ

На зведення фундаментів під будівлі й споруди і технологічне устаткування витрачається більше 30% монолітного бетону. У зв'язку із цим підвищення рівня технологічності масивних конструкцій, до яких відносяться фундаменти, є одним із завдань, вирішення якого дозволяє знизити трудові й матеріальні витрати виробництва.

Ступінь масивності бетонних і залізобетонних фундаментів та інших конструкцій характеризується *модулем поверхні* – M_{Π} , що є відношенням сумарної площі охолоджуваних поверхонь конструкцій до її об'єму:

$$M_{\Pi} = \sum_{i=1}^n F_i / V, \text{ м}^2/\text{м}^3.$$

Для колон, балок та інших лінійних конструкцій модуль поверхні визначають відношенням периметра до площі поперечного перерізу:

$$M_{\Pi} = P / S, \text{ м}/\text{м}^2.$$

Вибір технології зведення фундаментів залежить від конструктивно-планувальних рішень будівель і фундаментів, а також наявного технологічного обладнання і механізмів.

Трудомісткість і вартість зведення монолітних фундаментів значною мірою залежить від модуля поверхні фундаменту M_{Π} (рис. 12.1.1).

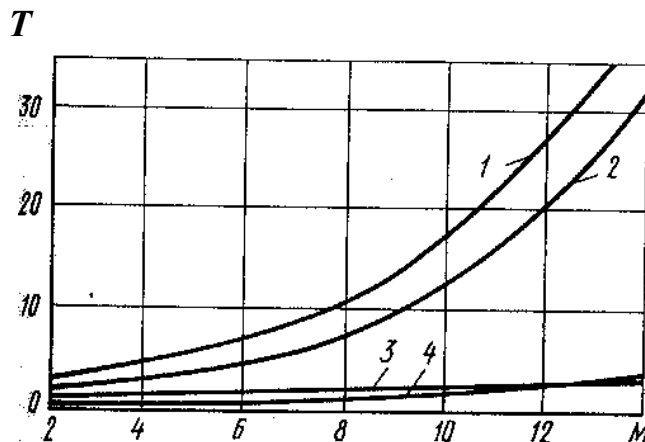


Рис. 12.1.1. – Залежність трудомісткості виконання процесів від модуля поверхні при зведенні монолітних фундаментів:

1 – весь комплекс робіт; 2 – установка і розбирання опалубки; 3 – установка арматури; 4 – укладання бетонної суміші

Зведення стовпчастих і східчастих фундаментів виконують з використанням розбірно-переставної, великощитової, блокової і незнімної опалубки. Тип опалубки визначають залежно від виду конструкцій, які бетонують і їхньої повторюваності.

При зведенні *масивних* фундаментів широко застосовують *незнімну* опалубку у вигляді залізобетонних плоских і ребристих плит, армоцементних, склоцементних плит і уніфікованих дірчастих блоків. Такі опалубні елементи монтують кранами і закріплюють до армокаркасів.

12.2. ПОТОВОКА ОРГАНІЗАЦІЯ РОБІТ ПРИ ЗВЕДЕННІ ФУНДАМЕНТІВ

Сучасне зведення фундаментів, як і інших конструкцій, засноване на *потоківій* організації робіт. При цьому виконання робіт з окремих процесів виконують зі *зміщенням* у часі на термін, називаний *кроком* потоку. Така технологія проведення робіт дозволяє скоротити тривалість зведення конструкцій, підвищити якість за рахунок спеціалізації окремих потоків і комплексної механізації.

При зведенні фундаментів можна виділити *три потоки* (рис. 12.2.1): перший – армування фундаментів, другий – улаштування опалубки, третій – бетонування.

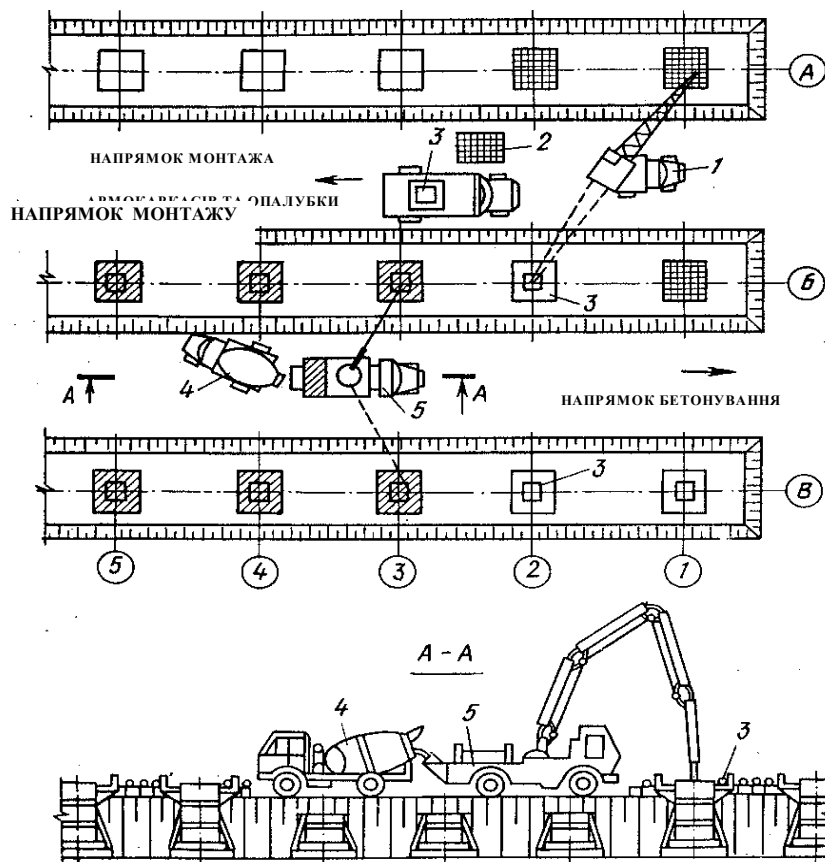


Рис. 12.2.1. – Схема поточкового проведення робіт при улаштуванні монолітних фундаментів:

1 – автокран; 2 – арматурні каркаси; 3 – опалубні блоки; 4, 5 – автобетонозмішувач

Провідний процес при влаштуванні фундаментів – *процес бетонування*, тому число робітників у кожному потоці розраховують таким чином, щоб їхня робота не відставала і не випереджала роботи головного потоку. При ритмічних потокових процесах час роботи ланок на кожному процесі має бути однаковим.

При розрахунку потоку слід урахувувати терміни розпалублення фундаментів, тому що вони визначають загальну тривалість робіт і необхідне число комплектів опалубки. Для скорочення термінів розпалублення застосовують методи прискореного твердіння бетону (наприклад, розігрів суміші перед укладанням, термоактивну опалубку, внесення добавок і т.п.).

При бетонуванні фундаментів *великих* обсягів і площ передбачають максимально можливе *підвищення* інтенсивності бетонування. Конструкцію розділяють на захватки, що одночасно бетонують, таким чином, щоб закінчити процес укладання та ущільнення без перерв і робочих швів. Для цієї мети використовують комплекти механізованих засобів доставки й укладання: автобетонозмішувачі, бетононасоси, стрічкові постачальники, віброжолоби та іншу техніку.

При зведенні масивних фундаментів під устаткування, масивів великої довжини й темпах бетонування більше $50 \text{ м}^3/\text{змін}$ доцільно використовувати баштові й стрілові крани, а також бетоновізні мости (рис. 12.2.2).

Фундаменти під устаткування, що знаходяться всередині будівель, бетонують, використовуючи мостові крани з баддями ємністю 2 м^3 і більше.

Загальним технічним завданням при бетонуванні масивних фундаментів, різних за обсягом, формою і призначенням, є вибір оптимальної розділення на *блоки* бетонування і *порядку* проведення робіт. Технологія ведення робіт приймається залежно від можливої інтенсивності подачі бетонної суміші, застосовуваного вібраційного устаткування, ступеня армування конструкцій, кліматичних умов, термонапруженого стану конструкцій та інших факторів.

Як правило, масивні конструкції бетонують повністю. Товщина шарів визначається технічними можливостями вібраторів, які застосовують. При використанні ручних вібраторів товщина шарів складає $0,3 \dots 0,5 \text{ м}$, а при механізованому ущільненні потужними вібропакетами – 1 м і більше.

Найбільш розповсюдженою є схема бетонування при укладанні суміші горизонтальними шарами по всій площі конструкції, що бетонують. Для великих, протяжних у плані, неармованих і слабоармованих конструкцій фундаментів застосовують східчастий метод укладання суміші.

Фундаменти під устаткування і конструкції з динамічним режимом роботи (опори ЛЕП, фундаменти турбомашин, ковальсько-пресового устаткування, телевеж та ін.), що спричиняють коливання і передають їх фундаментам, бетонують безупинно, незалежно від розмірів. Фундаменти, розраховані на статичне навантаження, можна бетонувати з перервами.

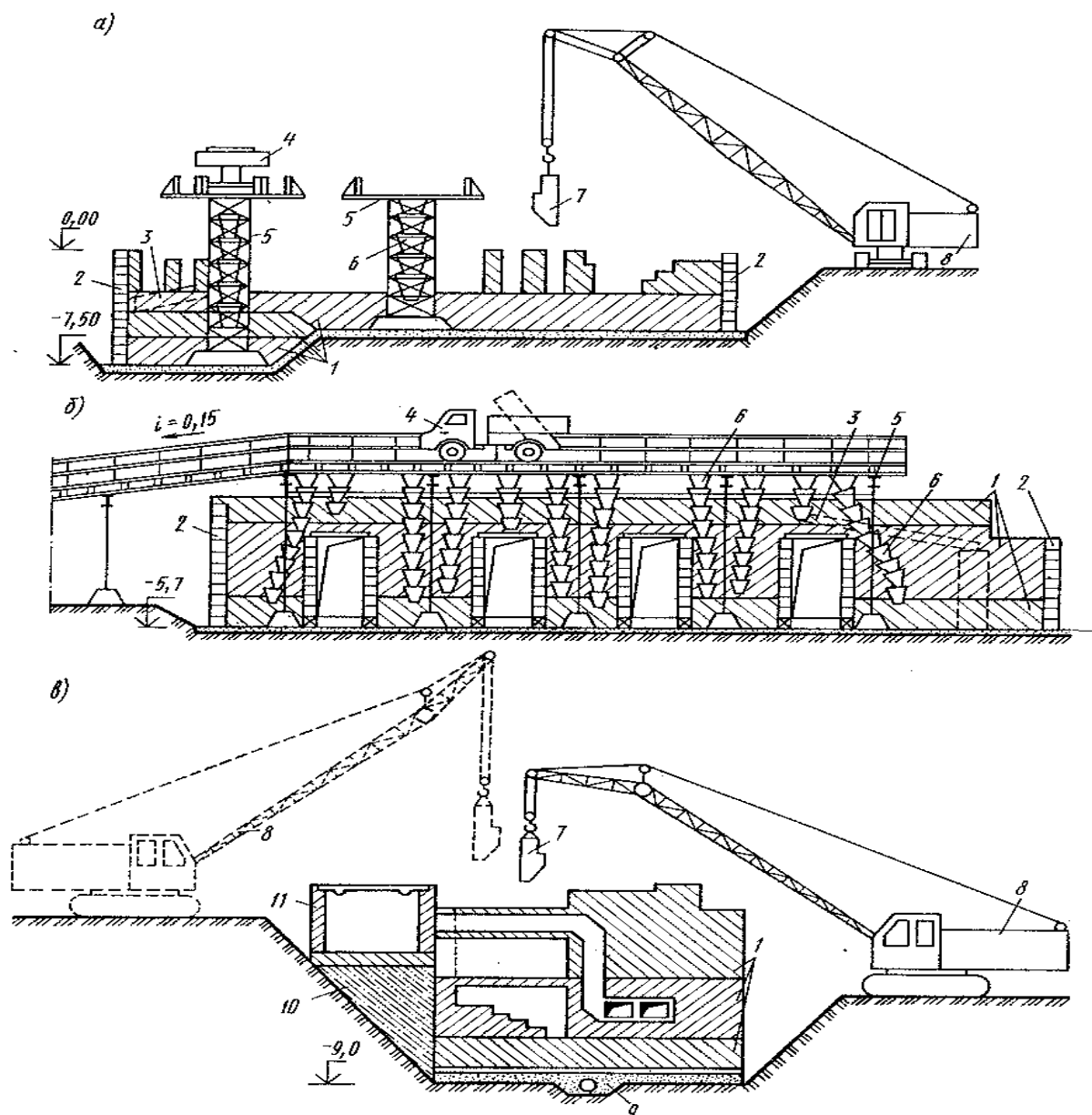


Рис. 12.2.2. – Технологічні схеми зведення масивних фундаментів під устаткування:

а – із застосуванням бетоновозних мостів і стрілового крана; *б* – із застосуванням бетоновозного моста; *в* – із застосуванням стрілового крана; 1 – яруси бетонування; 2 – УДБ; 3 – віброжолоб; 4 – автосамоскид; 5 – бетоновізний міст; 6 – ланковий хобіт; 7 – баддя; 8 – кран РДК-25; 9 – дренажний пристрій; 10 – підбетонка; 11 – технологічний підвал

12.3. ЗВЕДЕННЯ ФУНДАМЕНТНИХ ПЛИТ

Бетоновозні естакади і мости застосовують при зведенні фундаментних плит, а також фундаментів під доменні печі і потужне технологічне устаткування (рис. 12.3.1).

Бетоновозна естакада складається з металевих опор, розташованих на забетонуваних подушках. Стояки естакад використовують для підвішування арматури й установки кондукторних пристроїв. У міру бетонування стояки залишають в ма-

сиві. На естакаді розміщують вібробункери, до яких підвішують ланкові хоботи для подачі бетонної суміші. В'їзди на естакаду влаштовують у вигляді пандусів. Автобетоновози вивантажують бетонну суміш у приймальні вібробункери.

Для розміщення бункерів посередині проїзної частини залишають смугу 1-1,3 м без настилу.

Іноді доцільно застосовувати пересувні мости, що дозволяє охоплювати великий фронт робіт (рис. 12.3.1, а). Пересувні мости використовують при прольотах до 40 м. Мости пересувають по рейках, покладених по дну або брівках котловану.

Крім кранів і бетоноукладачів при зведенні масивних фундаментних плит для укладання бетонної суміші використовують бетононасос і механічний маніпулятор. Такий комплект дозволяє зменшити трудомісткість процесу розподілу бетонної суміші й збільшити радіус бетонування без перестановки інвентарного бетонопровода.

Механічний маніпулятор встановлюють монтажним краном і приєднують до магістрального бетонопровода (рис. 12.3.2).

Конструкцію, що бетонується, розбивають на захватки з розрахунку перестановки маніпулятора після завершення укладання бетонної суміші в радіусі його дії. При цьому бетонну суміш укладають тільки в зоні перед маніпулятором. Після закінчення робіт на захватці маніпулятор від'єднують і проводять демонтаж відповідних секцій магістрального бетонопровода. Потім маніпулятор перетавляють за допомогою монтажного крана на суміжну захватку, приєднують до магістрального бетонопровода і продовжують бетонування. У порівнянні зі схемою укладання бетонної суміші за допомогою інвентарного бетонопровода без маніпулятора трудомісткість робіт скорочується, інтенсивність бетонування фундаментних плит збільшується.

Плиту в плані поділяють на блоки, розміри яких повинні забезпечувати зменшення шкідливого впливу усадочних деформацій, що виникають при твердінні бетонної суміші. Відокремлення таких блоків не передбачає розділення по арматурі й забезпечується по контуру плити опалубкою і металевою сіткою, а у середині плити винятково такою сіткою, яку в'язальним дротом закріплюють до робочої арматурі плити. Бетонування плити виконують на всю висоту по блокам у шаховому порядку через один. Суміжний блок можна бетонувати після набору бетоном міцності 1,5 МПа. Ефективне зчеплення "старого" і "нового" бетону забезпечують очищуючи поверхню шва від цементної плівки і після цього вкриваючи його цементним розчином товщиною 2...3 см. Бетонну суміш укладають горизонтальними шарами з товщиною в межах від 30 до 40 см і ущільнюють глибинними вібраторами. При вібруванні в просторі місця спряження блоків, на контакті раніше укладеного бетону зі свіжеукладеним робочу частину вібратора заглиблюють в раніше укладений на 7...10 см. У процесі бетонування контролюють закріплення опалубки й від-

повідність проектному положенню арматури. При виявленні дефектів припиняють бетонування і виправляють виявленні відхилення чи деформації. Поверхню плити вирівнюють і загладжують, в місцях розташування стін, колон і стовпів її залишають жорсткою.

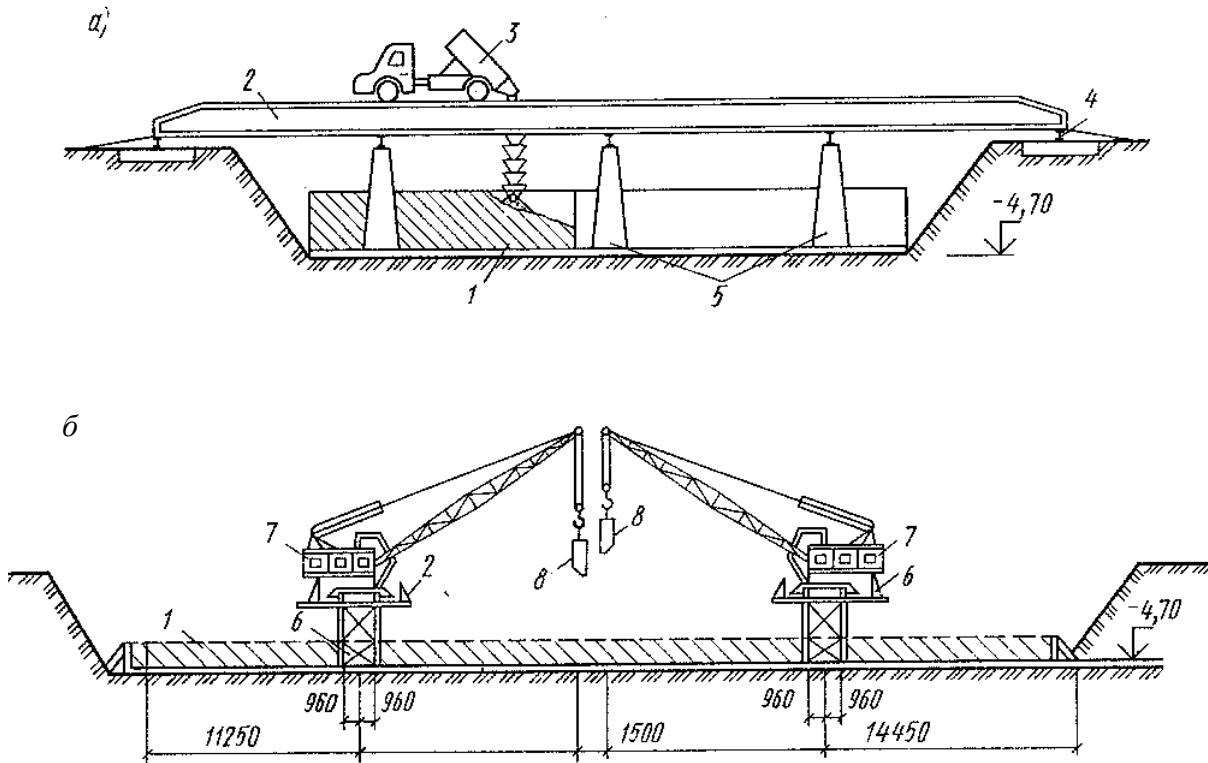


Рис. 12.3.1. – Зведення фундаментних плит із застосуванням рухомих мостів (а) і бетоновозних естакад (б):

- 1 – плита, що бетонується; 2 – пересувний міст; 3 – автосамоскид; 4 – рейковий шлях;
5 – проміжні опори; 6 – бетоновозна естакада; 7 – стріловий кран; 8 – баддя

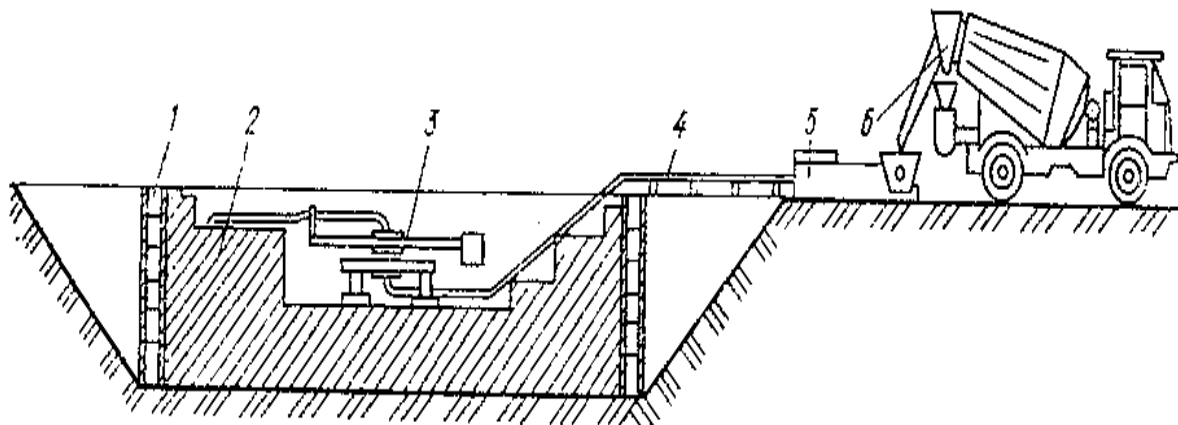


Рис. 12.3.2. – Бетонування фундаментів бетононасосом і механічним маніпулятором?

- 1 – опалубка; 2 – конструкція фундаменту; 3 – механічний маніпулятор; 4 – інвентарний бетонопровід; 5 – бетононасос; 6 – авто бетонозмішувач

ЛЕКЦІЯ 13. ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ СТІН І ПЕРЕГОРОДОК

13.1. ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ БЕТОНУВАННЯ СТІН

Технологія бетонування стін (і перегородок) залежить від їхньої висоти і товщини, виду опалубної системи, що використовується для зведення, ступеня армування, а також способів ущільнення бетонної суміші (рис. 13.1.1).

При зведенні стін і перегородок широке застосування одержало *пошарове* бетонування шарами висотою 30...50 см з ущільненням *глибинними* вібраторами (рис. 13.1.1, *а*). Однорідність структури бетону в стінах і якість їхніх поверхонь обумовлена рівномірною подачею бетонної суміші і ретельним опрацюванням кожного шару вібруванням. У стіни товщиною більше 0,5 м при слабкому армуванні укладають бетонну суміш з осіданням конуса 4...6 см. При довжині більше 20 м їх поділяють на ділянки по 7...10 м і на межі ділянок установлюють розділяючу опалубку. *Бетонну суміш подають* безпосередньо в опалубку в *декількох* точках за довжиною баддями, віброжолобами, бетононасосами. При висоті стін більше 3 м використовують ланкові хоботи й вібробункери з гнучким хоботом (рис. 13.1.1, *а*). Не допускається подача бетонної суміші в одну точку, тому що при цьому утворюються похилі пухкі шари, що знижують якість поверхні й однорідності бетону. У процесі бетонування стежать за положенням арматури і запобігають їй відхиленню від проектного положення. Відновлюють бетонування на наступній за висотою ділянці після утворення робочого шва і набору міцності бетону не менше 0,15 МПа. У тонкі й щільноармовані конструкції стін і перегородок укладають більш рухомі суміші (6...10 см).

Вібратори *не повинні торкатися* частин *опалубки*, тому що передача від неї коливань може викликати *руйнування* раніше укладених *шарів*. Режим вібраційного впливу залежить від виду бетону, який використовують.

При зведенні зовнішніх стін з бетонів на *легких* заповнювачах вимагаються режими ущільнення, що викликають *турбулентний* рух ділянок *суміші* і попереджують розшарування.

Для малорухомих сумішей на щільних заповнювачах доцільно застосовувати стандартні вібратори із частотою коливань 100 ... 200 Гц.

Особливу увагу приділяють процесу ущільнення бетонних сумішей з пластифікуючими додаваннями. Внаслідок високої рухливості таких сумішей вібраційний вплив повинен бути короткочасним і зі зниженою частотою коливань (15...20 Гц).

Для одержання високої якості лицьових поверхонь і однорідної структури бетону доцільно застосовувати бункери з пульсуючою стінкою і лопатеві вібратори (рис. 13.1.1, *б*).

Рівномірність і необхідна інтенсивність подачі бетонної суміші досягаються шляхом використання різних систем вібробункерів і бункерів з пульсую-

чими стінками. Підвищення однорідності структури бетонів і якості поверхонь здійснюється шляхом використання системи заглибних телескопічних лопатевих вібраторів, змонтованих у бункері (рис. 13.1.1, в).

Заслугує на увагу практичний досвід використання методу *рухомих щитів* (рис. 13.1.1, з), розроблений ЦНДІЕБ житла. Він забезпечує рівномірність по всій площі і товщині конструкцій за рахунок інтенсивної вібраційної обробки суміші. Через відсутність внутрішньої огорожувальної поверхні опалубки використовують жорсткі бетонні суміші, що забезпечують збереження форми після її віброущільнення.

Перспективним способом укладання і ущільнення малорухомих бетонних сумішей на щільних і пористих заповнювачах є метод механічного набризку. Використовуючи бункер з роторними металіками (рис. 13.1.1, д), можна об'єднати процес укладання й ущільнення сумішей в одному механізмі.

Експериментальні й виробничі дослідження, виконані М.Г.Дюженком, показали високу ефективність цієї технології при бетонуванні слабкоармованих вертикальних і горизонтальних конструкцій. При цьому досягаються необхідна щільність бетону й висока якість прилеглих до опалубки поверхонь. У даний час розроблено мобільні конструкції роторних металічних голівок, призначені для умов монолітного домобудівництва. Спосіб механічного набризку дозволяє керувати режимом ущільнення сумішей за рахунок оптимізації руху металічних голівок, їхньої швидкості обертання та інтенсивності потоку частинок бетонної суміші.

Спосіб нагнітання (рис. 13.1.1, е, ж) заснований на подачі бетонної суміші під тиском 1...1,2 МПа в порожнину між щитами опалубки. Для створення необхідного тиску і транспортування сумішей використовують бетононасоси. Спосіб нагнітання дозволяє робити бетонування по висоті зі швидкістю до 0,5 м/хв, але вимагає застосування силових опалубних форм. Досвід виробництва об'ємних блоків з керамзитобетону показує його досить високу ефективність і можливість використання в монолітному домобудуванні.

Підвищення якості конструкцій та інтенсифікація бетонування досягаються шляхом використання пульсуючих опалубних систем (рис. 13.1.1, з). Пульсуючий щит опалубки дозволяє сумістити процеси укладання й ущільнення сумішей, збільшити швидкість бетонування. Однак найбільша перевага цієї системи – можливість одержати високоякісних лицьових поверхонь і однорідної структури бетонів. Режимі пульсації із частотою 10...12 Гц і амплітудою до 5 мм забезпечують інтенсивне ущільнення за час обробки 20...30 с бетонних сумішей на щільних і пористих заповнювачах з осіданням конуса 4...6 см і вище. Такі системи раціонально використовувати при бетонуванні щільно армованих тонкостінних конструкцій (ліфтові шахти, стінки і ядра жорсткості, а також підвіконні частини зовнішніх стін, що вимагають більш ретельної віброобробки бетонної суміші).

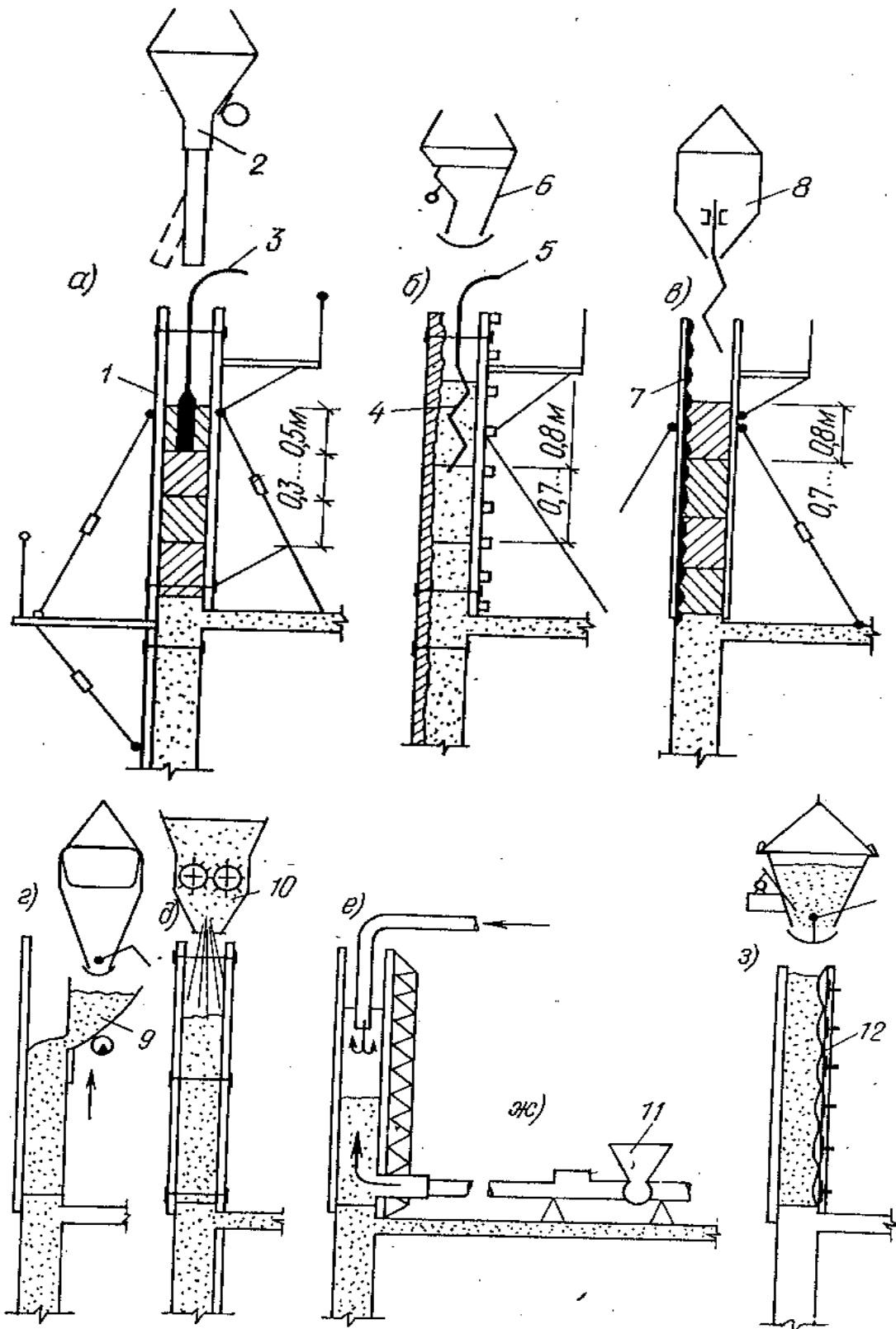


Рис. 13.1.1. – Технологічні схеми бетонування стін:

1 – великощитова опалубка; 2 – вібробункер з гнучким хоботом; 3 – глибинний вібратор; 4 – незнімна панель опалубки; 5 – лопатовий вібратор; 6 – бункер з пульсуючою стінкою; 7 – матриця опалубки; 8 – бункер з телескопічними вібраторами; 9 – рухливий щит з вібробункером; 10 – роторна метальна голівка; 11 – бетононасос; 12 – пульсуюча опалубка

13.2. ЗВЕДЕННЯ СТІН У НЕЗНІМНІЙ ОПАЛУБЦІ

Використання незнімної опалубки при зведенні стін дозволяє поліпшити архітектурну виразність фасадів будинків і виключити роботи з їхнього оформлення. Процес зведення складається із шести етапів (рис. 13.2.1).

Спочатку встановлюють робочі помости й внутрішню опалубку стін. Наступним етапом є монтаж панелі незнімної опалубки з необхідною фіксацією з елементами внутрішньої опалубки. По закінченні вивірки і тимчасового кріплення на панель опалубки встановлюють кондукторну струбцину, що сприймає тиск бетонної суміші.

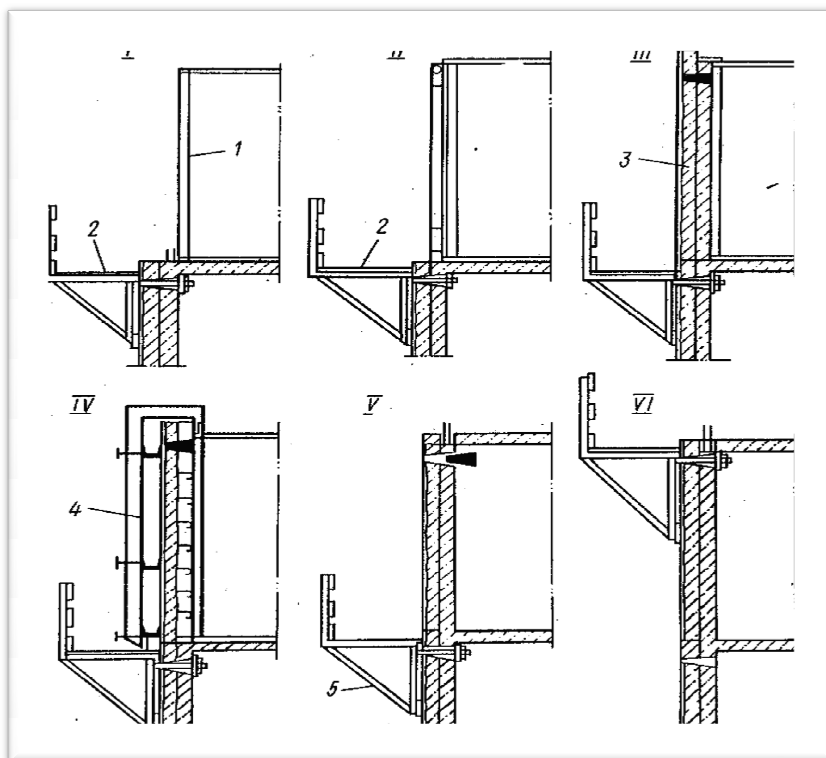


Рис. 13.2.1. – Технологічна послідовність зведення зовнішніх стін у незнімній опалубці:

I - VI – етапи зведення;
1 - внутрішня опалубка стіни;
2 – помости; 3 – незнімна панель опалубки; 4 – кондукторна струбцина

Струбцини демонтують після набору бетоном 30...40% проектної міцності, а помости переміщують на рівень вище розташованого поверху і цикл повторюється.

ЛЕКЦІЯ 14. МЕТОДИ ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК З ВИДАМИ ОПАЛУБОК

14.1. 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

ками 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 витягваних 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 створчої опалубки перекриттів або збірних конструкцій, що дозволяє істотно підвищити індустріальність робіт. На рис. 14.1.1 наведено схеми технологічних процесів на основі сучасних методів зведення монолітних і збірно-монолітних будівель.

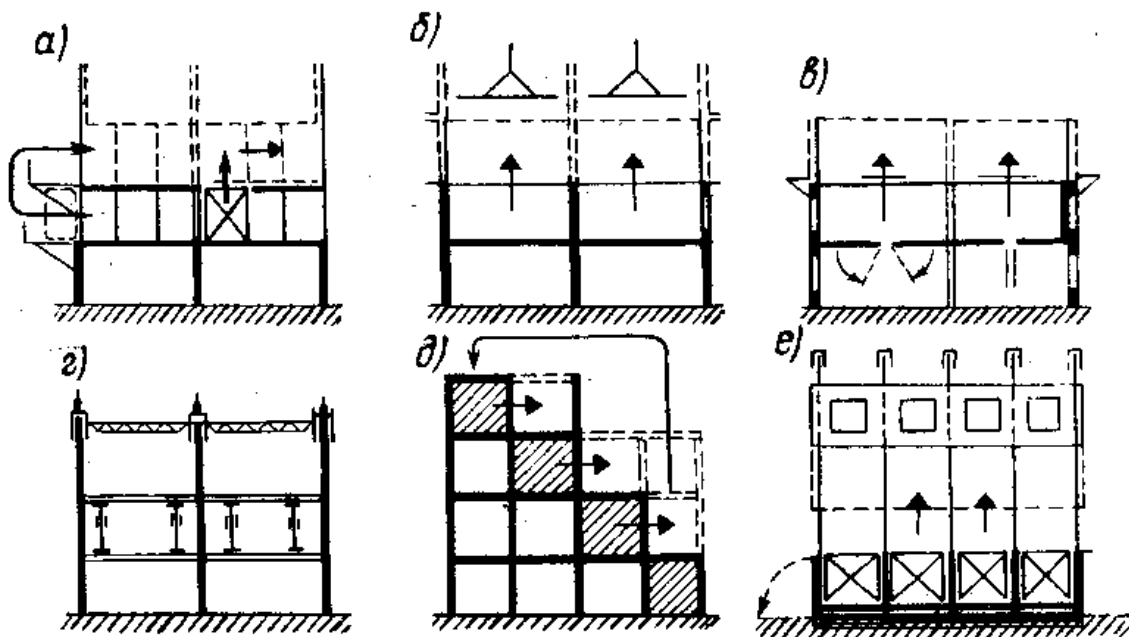


Рис. 14.1.1. – Схеми зведення монолітних будівель:

а – в тунельній опалубці; б – у вертикально витягваній; в - те ж з витяганням опалубки перекриття; м - у ковзній опалубці; д - східцеве бетонування; в - 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 щіли 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.

14.2. 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 стовпчасті, стаканного 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 по чергово, 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 встановлюють підйомне устаткування, його підключають до пульта управління й налагоджують.

Технологія піднімання поверхів (рис. 14.2.1) передбачає підготовчі роботи – улаштування фундаментів, установлення колон першого ярусу, бетонування плит перекриття 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 устанавлюють устаткування для підйому з пультом управління.

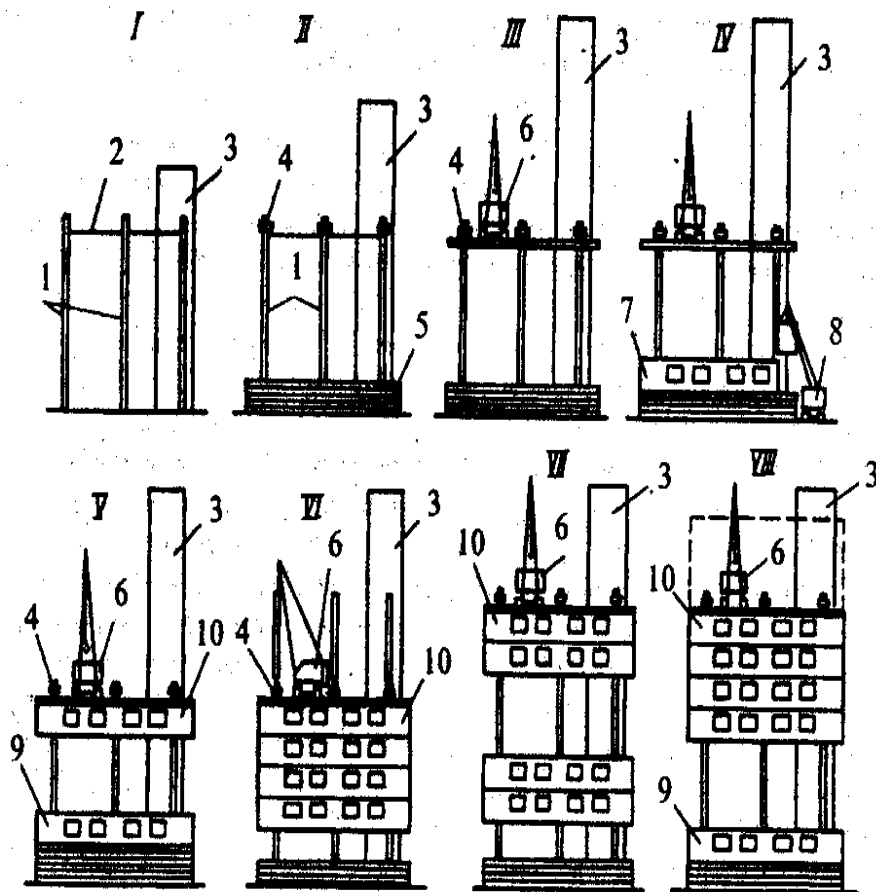


Рис. 14.2.1. – Послідовність зведення будинку методом підйому поверхів:

I... VIII - етапи робіт;
 1 - колони першого ярусу;
 2 - тимчасові монтажні сполучення; 3 - ядро жорсткості; 4 - гідравлічний підйомач; 5 - пакет забетонуваних 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 проміжкове 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 устанавлюють підйомальне устаткування і піднімають верхню плиту покриття угору, мінімальна висота піднімання не менше двох поверхів. Доцільно щоб при підніманні плити перекриття з неї по мірі піднімання устанавлювали в монтажні отвори заклацки, що дозволить при підніманні поверхів без утруднень устанавлювати поверхи, які піднімають, на проміжні опори.

Потім монтують збірні конструкції верхнього поверху і піднімають його під вже підняту плиту покриття. Для усунення впливу присосу при відриванні плити необхідно послідовно вмикати крайні підйомачі для піднімання на величину одного циклу 8...10 мм. Після закінчення піднімання поверху і закріплення на цих промі-

жних позначках нарощують колони, переставляють підймачі й піднімають верхній поверх разом з покриттям на наступний монтажний горизонт, тобто на всю висоту знов устанавленого 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 заклацки 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 нижчележачих поверхів. Коли з'являється можливість, а саме після підймання другого поверху будівлі на його проектні позначки, здійснюють демонтаж інвентарних монтажних колон і підймачів. Далі з рівня землі монтують збірні елементи першого поверху.

Після підймання на проектні позначки верхнього поверху приступають до зачеканки із зовнішньої сторони швів між стіновими панелями цементно-вапняним розчином. Роботи виконують з підвісної колиски. На поверсі виконують санітарно-технічні й опоряджувальні роботи. Необхідний для цього матеріали піднімають разом з поверхом. Кінцеве *опорядження* поверхів у даному методі здійснюють звернувши 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).

ЛЕКЦІЯ 15. ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ У БЛОЧНІЙ ОПАЛУБЦІ

15.1. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ

У блочно-щитовій опалубці зводять житлові й громадські будівлі підвищеної поверховості як у повністю монолітному, так і збірно-монолітному варіанті. У практиці житлового будівництва застосовують суміщення монолітного і збірно-монолітного залізобетону: монолітні внутрішні й зовнішні стіни зі збірними перекриттями; монолітні внутрішні, збірні перекриття і збірно-монолітні зовнішні стіни.

Конструктивне рішення блочно-щитової опалубки дозволяє зводити будівлі крапкового типу, а також з розвиненою в плані площею. Монтаж опалубки і збірних конструкцій виконують баштовими кранами вантажопідйомністю 10 т, що забезпечує установку найбільш важкого блоку масою 7 т (рис 15.1.1). Зведення будівель виконують з використанням поточних методів виконання робіт з монтажу опалубки, арматури і бетонування стін.

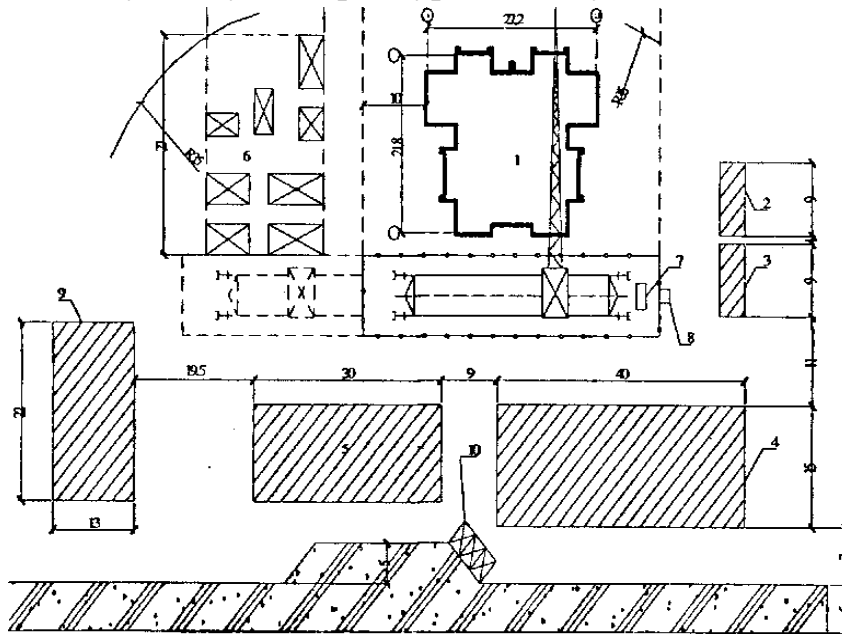


Рис. 15.1.1. – Будгенплан на зведення будівлі в блочно-щитовій опалубці:

1 - житловий будинок, 2...6 – площадки для складування арматури, пиломатеріалів, опалубки, збірного залізобетону; 7 - контрвантаж; 8 – електрошафа; 9 - резервна площадка; 10 - баддя для бетонної суміші.

15.2. ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ В БЛОЧНІЙ ОПАЛУБЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗБІРНИХ ПЛИТ ПЕРЕКРИТТЯ

Приймають комплект блочної опалубки на 3 захватки (рис. 15.2.1). Відповідно до послідовності опалубку з I захватки переставляють на IV, а з II - на V. Опалубку з III захватки (ліфтова шахта й сходові клітки) опускають на площадку складування й далі монтують на наступному поверсі. У такій послідовності цикл повторюється на кожному поверсі. Досвід зведення будівель у блочно-щитовій опалубці показує, що в більшості випадків її очищення й змащення здійснюється на площадці складування.

У склад комплексу опалубки входять блоки, зовнішні й внутрішні панелі, торцеві й кутові щити, прорізоутворювачі з вкладишами, кріпильні й з'єднуючі деталі. Всі зовнішні панелі мають робочий настил з огороженням. Для улаштування перегородок і внутрішніх стін панелі опалубки встановлюють за допомогою підкосів, а протилежні панелі з'єднують між собою тягами. Першими встановлюють блоки опалубки, а потім роблять монтаж панелей й окремих щитів. Монтаж опалубки ліфтової частини здійснюють у наступному порядку. Спочатку монтують блоки ліфтової шахти й сходової клітки, а потім панелі й щити. Блок опалубки ліфтової шахти встановлюють на його опорне днище, яке має поворотні кронштейни для спирання на гнізда в забетонуваних стінах.

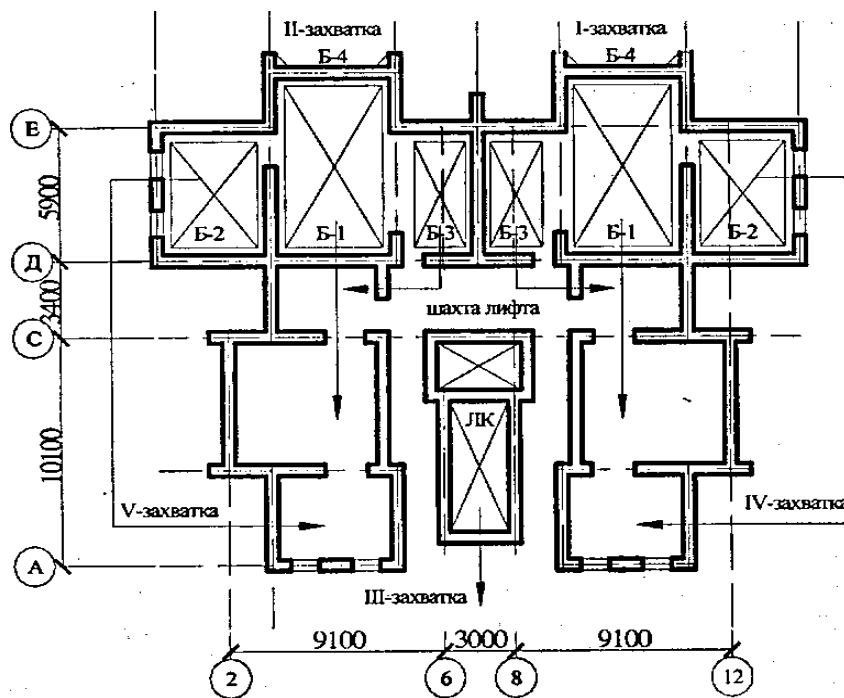


Рис. 15.2.1. – Технологічна послідовність монтажу опалубної системи на захватках будинку

Прорізоутворювачі для віконних прорізів розташовують поздовж зовнішніх панелей у відповідності з проектними даними. Для забезпечення герметичності стиків опалубки з низом (основою), панелей і щитів по їх периметру закладають джгут з мікропористої гуми діаметром 40 мм. Точність змонтованої опалубки повинна бути на один клас вище точності конструкції, яку бетонують. Щіли в стикових з'єднаннях не повинні перевищувати 2 мм. Армування монолітної конструкції рекомендується вести методом в'язання, тому що при дуговому зварюванні краплі розплавленого металу й іскри пошкоджують змащення опалубних щитів, що обумовлює погіршення якості поверхні бетону.

Для потокового виробництва робіт з монтажу опалубки, установці арматури і бетонуванню стін кожний поверх будівлі у плані розділяють на захватки із приблизно однаковими обсягами робіт.

Бетонування конструкцій виконують після монтажу всіх елементів опалубки на захватці, установлення арматури і закладних деталей. Бетонну суміш подають баддями, а в опалубці укладають горизонтальними шарами товщиною не більше 50 см без перерв. Кожний шар укладають до початку тужавіння попереднього й ретельно ущільнюють глибинними вібраторами. Забороняється контакт вібратора з арматурним каркасом, закладними деталями й стінками опалубки. Для ущільнення суміші під прорізоутворювачами опалубки у нижній стіні передбачають отвори, в які пропускають вібратор. У процесі бетонування ведуть поопераційний контроль якості й журнал робіт, а також складають акт на приховані роботи.

Опалубку демонтують при досягненні бетоном розпалублюваної міцності не менше 1 МПа. У стінах з керамзитобетону класу В12 при використанні шви-

дкотвердіючого портландцементу розпалубочна міцність досягається через 24 год. Елементи опалубки краном опускають на площадку складування для очищення і змазування. Послідовність демонтажу здійснюють в такому порядку. Спочатку демонтують всі зовнішні й внутрішні панелі опалубки, торцеві й кутові щити, а потім блоки опалубки. Для відривання щитів використовують клини, струбцини, механічні домкрати та інші пристосування.

15.3. ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ В БЛОЧНІЙ ОПАЛУБЦІ З ОПАЛУБКОЮ ПЕРЕКРИТЬ

Дальнійший розвиток отримало використання блочної опалубки з її *вертикальним* витяганням та застосуванням опалубки перекриття. В конструктивному рішенні опалубки використаний блокуючий вузол із широким діапазоном переналагодження, що дозволяє істотно підвищити універсальність опалубочної системи й поліпшити якість робіт.

Така відмінність опалубочної системи вносить технологічні зміни у виконання робіт. Цей спосіб відрізняється тим, що монтаж *опалубки перекриття* виконують до монтажу блоків *опалубки стін*, і бетонують спочатку перекриття, а після них стіни (рис. 15.3.1).

Опалубку *демонтують* в *зворотній* послідовності. На відміну від інших опалубок, щити зовнішніх стін включають додатково нижній і верхній опорні пояси. Панель опалубки демонтують разом з нижнім поясом, а замонолічений верхній служить маяком для установки на нього щита опалубки слідуючого поверху. Таке конструктивне рішення і технологія ведення робіт суттєво підвищує точність зведення конструктивних елементів і вирішують проблему кріплення зовнішніх площадок і панелей опалубки.

Для зведення перекриття використовують опалубку виконану у вигляді створчастих блоків. Наявність шарнірів дозволяє скласти щити при їх розпалублюванні. Витягають опалубку через спеціальні отвори-щіли, які тимчасово залишають у перекритті. Розміри створок повинні бути на 2...3 см менше висоти поверху.

Монтаж опалубки перекриття починають з установки телескопічних стояків або опорних столів. В першу чергу встановлюють чотирьохстоякові, а далі двухстоякові столи, які з'єднуються розпірками. З допомогою гвинтів опорні столи вирівнюють під позначку низу опалубки перекриття і послідовно встановлюють сам блок опалубки перекриття. По периметру блоку для ліквідації зазору між стінами встановлюють азбесто-фанерні листи.

Перед бетонуванням перекриття необхідно на забетонований опорний пояс навісити блоки зовнішніх риштовань з робочим настилом. При бетонуванні перекриття передбачають прорізи для витягання складеного створчатого блока і колодязя

для проходження стропів і опускання створок панелей. Проріз утворюють установлюючи прорізоутворювач шириною 400 мм на всю ширину приміщення.

Опалубку перекриття демонтують після набору бетоном 70% проектної міцності й зняття опалубки стін у даному приміщенні. Рівномірне опускання створок опалубки забезпечують ручні лебідки і запобіжні стояки. Складений блок витягають через монтажний проріз і подають у зону підготовки, де опалубку приводять у робочий стан, і цикл повторюють. Після зняття опалубки із захватки виконують замонолічування прорізів.

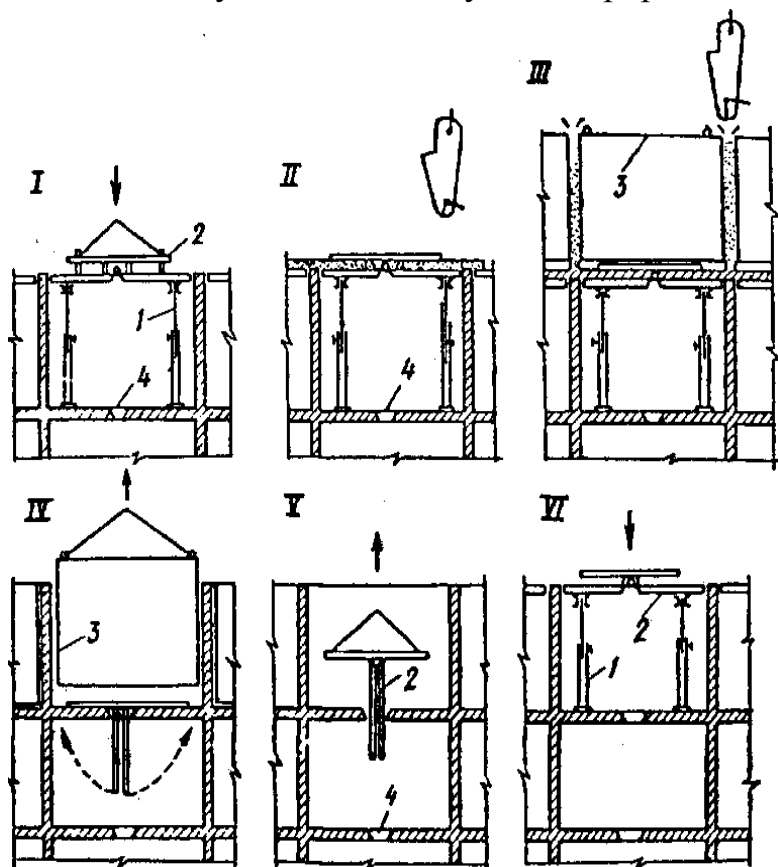


Рис 15.3.1. – Технологічна схема зведення будівель у блочно-переставній опалубці з монолітним перекриттям:

I - установлення опалубки перекриття; II - бетонування перекриття; III - монтаж блочної опалубки і бетонування стін; IV - демонтаж опалубки стін; V - демонтаж опалубки перекриття; VI - установлення перекриття на наступному поверсі; 1 - телескопічні стояки; 2 - опалубка перекриття; 3 - блочна опалубка стін; 4 - отвори для витягання опалубки перекриття

Блоки опалубки стін монтують після бетонування перекриття і навішують на нього арматурний каркас. Таке навішування і є відмінністю даної технології. Крім цього, установлюють прорізоутворювачі вікон і дверей, та розвідні електорокоробки. Монтаж опалубки починають з блока шахти ліфтів, решту блоків монтують у шаховому порядку, що забезпечує зручність зварювання арматурних каркасів. Для захисту щитів опалубки від бризків електрозварки їх поверхню закривають переносними уберігаючими щитами.

Наступні блоки опалубки стін монтують з раніше установлених блоків і з перекриття. Їх розміщують на спеціально забетоновані маяки, поверхність яких має загальний горизонт. Блоки з'єднують стяжними болтами з конусами через кожні 1,5 м. Верх блоків опалубки розкріплюють між собою талрепами з кроком до 1 м, або стяжними болтами по верхній панелі опалубки в зоні балок жорсткості.

Зовнішні щити опалубки (мал. 15.3.2) установлюють на опорний пояс, який забезпечує точну фіксацію і закріплення низу панелі. Монтаж панелей починають з кута будівлі, поступово під'єднуючи наступні панелі. Проектне положення верху панелей вивіряють з допомогою талрепних дужок і виконують інструментальну перевірку на відповідність осям будівлі.

Бетонування стін виконують шарами товщиною 50...60 см. Зовнішні стіни з керамзитобетону бетонують з випередженням бетонування внутрішніх стін із важкого бетону на 1 шар. Для розділення стін з різних бетонів у місцях перетину стін установлюють металеву тканню сітку, яку прив'язують до арматурного каркаса.

Демонтаж опалубки виконують після набирання бетоном розпалубної міцності. Спочатку знімають нижній опорний пояс, після цього демонтують зовнішні опалубні щити. Верхній опорний пояс залишають не демонтованим. Він необхідний для установки опалубки вищерозташованого поверху і навішування блоків зовнішнього риштування. Потому виконують демонтаж блочної опалубки. Після набування бетоном перекриття розпалубної міцності не менше 70% проектної, демонтують опалубку панелей перекриття. Далі цикл повторюється.

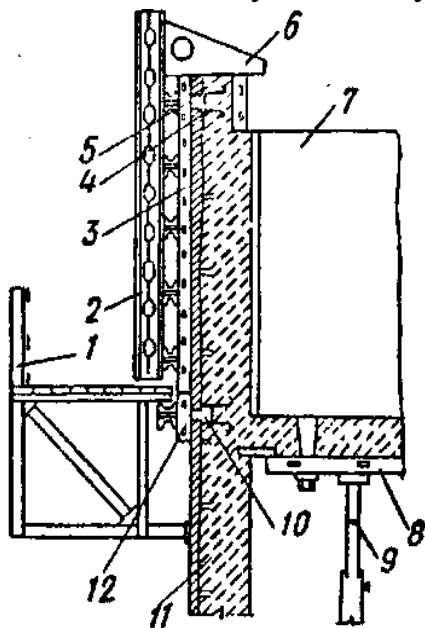


Рис. 15.3.2. – Схема зведення зовнішньої стіни з монолітного залізобетону:

1 - блок зовнішнього риштування; 2 - балка жорсткості; 3 - зовнішня панель опалубки; 4 - верхній анкерний болт; 5 - верхній опорний пояс; 6 - опорна консоль зовнішньої панелі опалубки; 7 - блок опалубки; 8 - опалубка перекриття; 9 - стояк; 10 - нижній анкерний болт; 11 - фактурний шар бетону; 12 - нижній опорний пояс

При зниженні розпалубочної міцності виникають пластичні деформації, які суттєво перевищують допустимі значення. Скорочення строків набирання розпалубної міцності досягають раціональним використанням різних засобів, таких як теплова обробка бетону (інфрачервоне прогрівання, використання гріючих опалубок, укладання попередньо розігрітої суміші до 50...60⁰ С та ін.). Такі засоби раціонально використати й у літніх умовах. Інфрачервоні випромінювачі дозволяють одержати розпалубну міцність перекриття за 18...24 години.

На довготривалість зведення конструкцій чинить вплив правильний вибір комплексу опалубки У випадку використання комплексу опалубки на весь поверх досягається скорочення строків зведення.

ЛЕКЦІЯ 16. ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ В ОБ'ЄМНО-ПЕРЕСТАВНІЙ ОПАЛУБЦІ

16.1. ПРИЗНАЧЕННЯ МЕТОДУ ЗВЕДЕННЯ

Такий метод застосовують для зведення багатопверхових житлових і громадських будівель. Переважно при їх великій довжині з поперечними несучими стінами і фасадами, які виконують зі збірних панелей. При таких умовах використання методу досягають його високу ефективність.

16.2. КОНСТРУКЦІЯ ОПАЛУБКИ

Об'ємно-переставну опалубку застосовують для одночасного бетонування внутрішніх поперечних *стін* і міжповерхових *перекрыть* багатопверхових будівель. Вона являє собою великорозмірний блок, що включає опалубку стін і перекрыттів, які встановлюють і демонтують з допомогою крана.

Опалубку виконують у вигляді просторових секцій П- і Г-подібної форми, вона складається з двох бокових (стінових) і стельової опалубкових панелей, шарнірно-сполучених між собою, підтримуючих пристроїв і пристосувань для закріплення у проектному положенні та розпалублювання. Окремі секції при з'єднанні утворюють «тунель» опалубки на всю ширину будівлі. Секції опалубки можуть мати змінну ширину залежно від прийнятого кроку стін і різну довжину. П- і Г-подібні секції опалубки встановлюють на перекрытті раніше забетонованого поверху, вивіряють і закріплюють між собою в поздовжньому й поперечному напрямках.

Загальними конструктивними ознаками опалубки є: наявність системи механічних домкратів для установа в проектне положення; катучі опори, які обумовлюють переміщення секцій опалубки при монтажі й демонтажі; система розкосів, що забезпечує необхідну просторову жорсткість.

Об'ємно-переставну опалубку виготовляють у вигляді секцій шириною 1,2; 1,5; 1,8 м (модуль 300 мм), при прольоті 2,4...6,3 м, кроком 0,3 м; товщина перекрыттів не більше 16 см. Опалубку застосовують для висот поверхів 3,0 і 3,3 м. Її збирають з Г-подібних елементів, що об'єднуються верхнім шарніром, системи підкосів і стояків. У комплект опалубки входять щити торцевих зовнішніх стін, ліфтових шахт, секції для коридорів і риштування.

Із П-подібних секцій збирають опалубний блок на всю ширину будівлі. Секції опалубки установають поздовж стін на колію зі швелерів, по яким їх можна переміщують в напрямку виконання робіт. Бокові панелі служать внутрішньою опалубкою монолітних стін, а верхні - опалубкою перекрыть. Зібрану секцію опалубки краном установають в проектне положення. Для установа (і розпалублювання) у робоче положення нижня частина секції обладнана чотирма котками (ку-

льовими опорами) для пересування по перекриттю й чотирма гвинтовими домкратами (по двох з кожної сторони), які розташовуються вище опор і за допомогою яких секцію можна піднімати при установленні в робоче положення й опускати при розпалубліванні.

Кожний поверх бетонують із цоколем стін (маяком) наступного поверху висотою 15...20 см і випусками арматури на 30...40 см для з'єднання з арматурними каркасами стін. Після розпалублювання таких цоколів ретельно перевіряють їх положення у плані й товщину, контролюють позначки перекриття, сувісність стін, визначають і закріплюють рисками місця наступного установлення щитів опалубки стін.

На новому робочому горизонті розмічують рисками вісі стін і місця установлення секцій опалубки, при необхідності – улаштування маяків стін.

16.3. УСТАНОВЛЕННЯ ОПАЛУБКИ І БЕТОНУВАННЯ

До установлення опалубку очищають, змащують, перевіряють стан замкових з'єднань, струбцин, опор і домкратів. Опалубку подають краном і установлюють у відповідності з розміченими рисками. Домкрати вивіряють горизонтальність верхньої палуби струбцинами домагаються контакту із цоколем і вертикальності бокових панелей. Потому по довжині тунелю установлюють поряд сусідню секцію, між елементами прокладають спеціальні прокладки для щільного з'єднання елементів і здійснюють додаткове натягання з допомогою замкових з'єднань. Схема зведення поверху будівлі в об'ємно-переставній опалубці наведена на рис. 16.3.1.

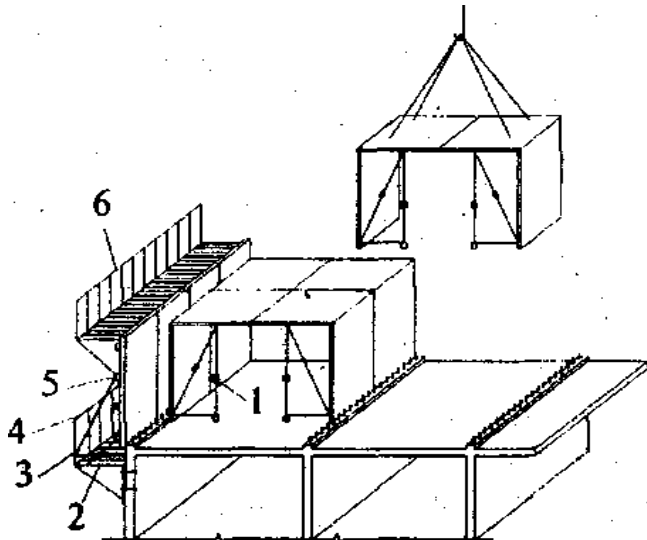


Рис. 16.3.1. – Схема зведення поверху будівлі в об'ємно-переставній опалубці:

1 - механічні домкрати; 2 - консольні помісти; 3 - телескопічні похилі стояки для кріплення щитів; 4,6 - огороження; 5 - торцевий бічний щит

Після установлення тунелю на всю довжину приступають до установлення просторових каркасів армування стін на висоту поверху і звичайно, довжиною до 6 м. Каркаси подають краном і з'єднують випусками арматури нижчележачого поверху. Потім установлюють торцевий щит на спеціальні консольні риштування і кріплять з допомогою нахилених стояків жорстко

притискуючи нижньою частиною до раніше забетонованих стін попереднього поверху. Це забезпечує незмінність геометричного положення торцевих зовнішніх щитів. Для створення віконних і дверних прорізів на опалубці закріплюють спеціальні вставки, які можуть бути використані як опалубка торцевих стін. На горизонтальну поверхню опалубки укладають арматурний каркас перекриття, який зв'язують з каркасом стін.

Бетонну суміш укладають між тунелями опалубки для створення стін, а також по верху секцій, виконуючи бетонування перекриттів. Після набору бетоном розпалубочної міцності, опалубку демонтують, не розбираючи її на складові елементи. При демонтажі секції опалубки як би стискаються, для чого зрушують все-редину забетонованого тунелю внутрішні бокові щити опалубки (або щити стін), завдяки цьому легко відриваються і переміщується до низу горизонтальний щит перекриття. Для витягання опалубки із забетонованої секції будівлі елементи верхньої панелі опускають з допомогою домкратів, а бокові панелі відсувають від стін. Потім опалубку на котках висувають по інвентарним путям, укладеним по перекриттю на сусідню позицію або на спеціальні риштування, які улаштовують з поздовжньої відкритої сторони будівлі, звідки секцію переставляють краном на нову позицію. Відкриті фасади, необхідні для витягання опалубки закривають збірними стіновими панелями, цегляною кладкою й т.п.

Об'ємно-переставна опалубка, в порівнянні з великощитовою має відносно складну конструкцію і велику вартість. Тому таку опалубку й відповідно метод зведення доцільно використовувати для будівництва великої серії монолітних будівель в одному районі й з високим темпом обертаності опалубки.

Відрив щита від бетону такої опалубки відбувається при одночасній дії трьох факторів: опускання бокових щитів на декілька сантиметрів з допомогою домкратів, відхилення бокових щитів від вертикалі і відрив горизонтальних щитів у центрі прольоту з допомогою домкратів.

16.4. СПОСОБИ ДЕМОНТАЖУ ОПАЛУБКИ

В залежності від технології і наявності відповідних пристроїв використовують декілька схем демонтажу об'ємно-переставної опалубки (рис. 16.4.1).

Демонтаж опалубки може бути здійснений: дрібними П-подібними секціями довжиною 1,2...1,8 м способом їхнього викатування на виносне риштування і підйому з них краном; дрібними секціями способом їх викатки до фасаду будівлі й перестановки краном з допомогою спеціальної траверси "качиний ніс"; дрібними секціями через спеціальні прорізи в перекриттях; великими Г- і П-подібними блоками довжиною в 3...5 елементів при використанні риштувань і траверси у вигляді розподільчої ферми і одночасному підвішуванні блока на гаку крана з допомогою траверси і поступовому викочуванні блока із забетонованого прольоту.

Застосування виносного риштування підвищує витрати праці, тому є раціональним використання витягання опалубки великими секціями і їх перестановка з допомогою спеціальних траверс.

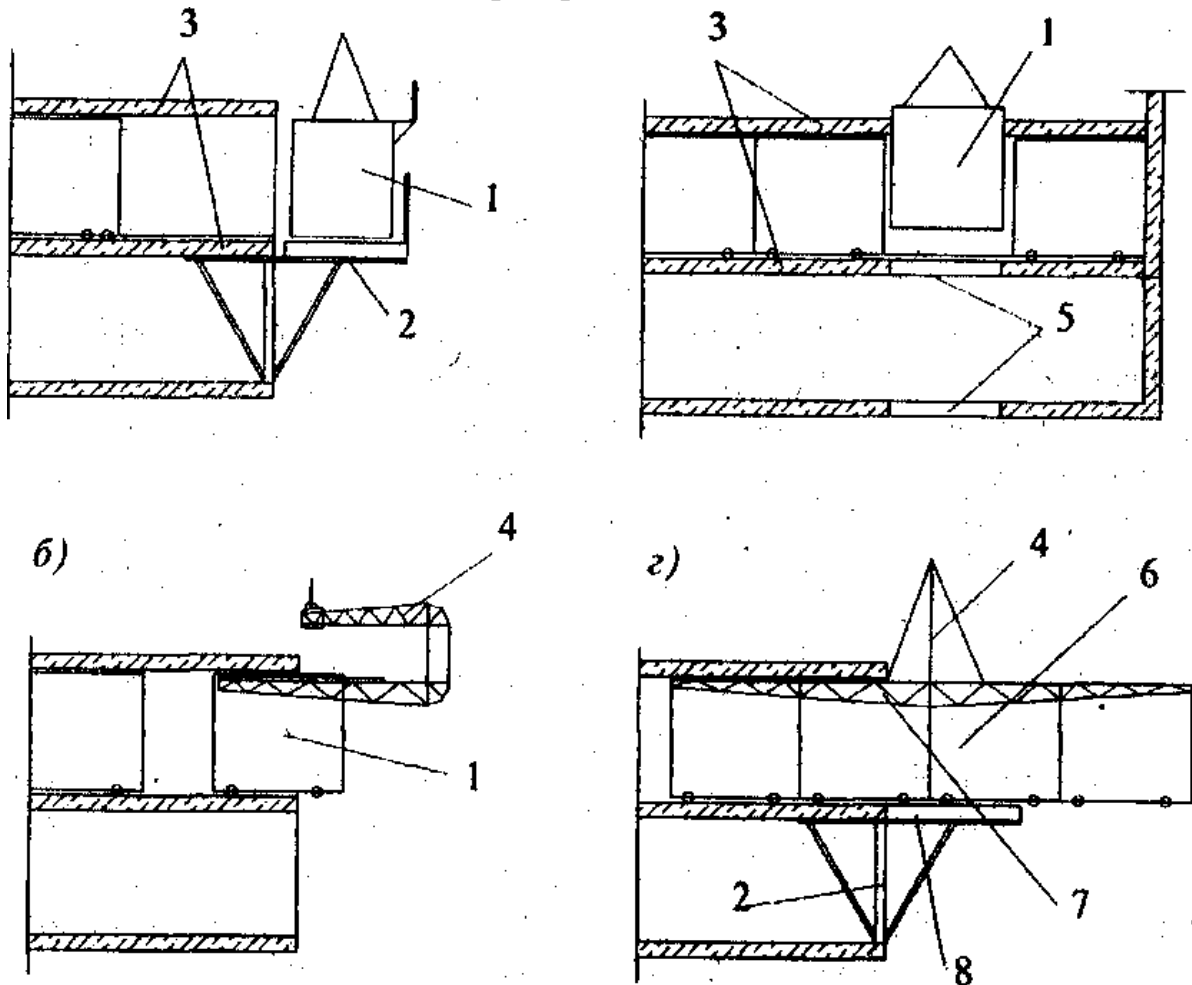


Рис. 16.4.1. – Схема демонтажу об'ємно-переставної опалубки:

а – дрібними секціями з допомогою виносного риштування; б – з допомогою спеціальної траверси; в – через прорізи в перекриттях; г – великими блоками за допомогою спеціальної траверси і риштування з відкидним огородженням; 1 – секція опалубки; 2 – виносне риштування; 3 – перекриття; 4 – траверса; 5 – прорізи в перекритті; б – великорозмірний блок; 7 – розподільча ферма; 8 – відкидне огороження

При демонтажі опалубки дрібними секціями спочатку їх від'єднують в замках. З допомогою домкратів і струбцин відривають опалубку крайньої секції від забетонованої конструкції, щити цієї опалубки відривають від бетонних поверхонь. Всю таку секцію опускають на катки. Потому їх викочують на виносне риштування, стропують і переміщують краном на ділянку підготовки до монтажу опалубки. Далі ті ж операції виконують з наступними секціями по черзі, відриваючи їх від забетонованих поверхонь за допомогою домкратів. Більш ефективно використати спеціальну траверсу, яка захоплює секцію без попереднього викатування на виносне риштування. У результаті знижуються трудовитрати на монтаж і демонтаж опалубки.

Для демонтажу опалубки можна використати спеціальні прорізи в перекриттях (наприклад, прорізи ліфтових шахт або спеціально тимчасово утворенні прорізи). Демонтаж також ведуть окремими секціями при такій же послідовності. Секції викочують у проріз і піднімають краном з наступним установленням на нове місце.

Можливе використання схеми демонтажу зразу всього блока опалубки. Для цього застосовують траверсу спеціальної конструкції, а блок опалубки повинен мати візок для його викатування. Крім того, в міру висовування опалубочного блока по центру прольоту установлюють тимчасові телескопічні стояки з фіксуючими домкратами.

Таким чином об'ємно-переставна опалубка знижує трудомісткість опалубних робіт і забезпечує найбільш індустріальний процес зведення будівель.

ЛЕКЦІЯ 17. ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД У КОВЗНІЙ ОПАЛУБЦІ

17.1. ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДУ ЗВЕДЕННЯ

У ковзній опалубці зводять висотні будівлі та споруди з мінімальною кількістю віконних і дверних прорізів, конструктивних швів і закладних елементів. До таких відносяться: силоси (рис. 17.1.1) для збереження матеріалів, градирні й димові труби, ядра жорсткості висотних будівель, резервуари для води, радіотелевізійні вежі. Інша потенційна область використання ковзної опалубки – будівництво будівель атомних реакторів, секцій арочних гребель, мостових опор, водонапірних башт, стін і колон промислових об'єктів. Важливою перевагою ковзної опалубки слід вважати підвищення темпів будівництва, завдяки чому скорочується його вартість.

Монолітне домобудівництво з використанням такої опалубки має високу технологічну гнучкість. З допомогою одного комплекту опалубки при умові його переналагодження можна зводити будинки з різними рішеннями у плані й різної поверховості, надаючи їм архітектурну виразливість і оригінальність.

Таке будівництво не вимагає великих капітальних вкладень в організацію бази будіндустрії. Разом з цим зведення будівель і споруд у ковзній опалубці вимагає висококваліфікованої робочої сили й чіткої організації робіт. Ковзна опалубка вигідна при зведенні *одиначних* будівель висотою не менше 25 м, бо витрати на монтаж і демонтаж з урахуванням вартості опалубки не перевищують ефекту від інтенсивного ведення робіт.

До *недоліків* опалубки слід віднести: різке подорожчання провадження робіт у зимовий час; потреба у великій кількості робітників високої кваліфікації, у тому числі для обслуговування опалубки; різке зниження ефективності технологічного

процесу бетонування при різних організаційних неполадках і перервах; великі витрати на ліквідацію різновидних дефектів бетонування і на доводку.

Однак удосконалення технічних рішень, таких як автоматизація роботи гідродомкратів в оптимальному режимі, контроль горизонтальності системи, перенесення спирання домкратних рам на виносні тимчасові опори й інші способи підвищують надійність опалубки і розширюють її технологічні можливості. Системи ковзних опалубок у яких домкратні стержні винесені за межі стіни, яку бетонують, полегшують витягання домкратних стержнів і спрощується установка арматурних каркасів, але виникають проблеми забезпечення стійкості домкратних стержнів. Підвищення технологічності процесу зведення досягають збільшуючи крок домкратних рам і застосуванням спеціальних засобів механізації розподілення бетонної суміші.

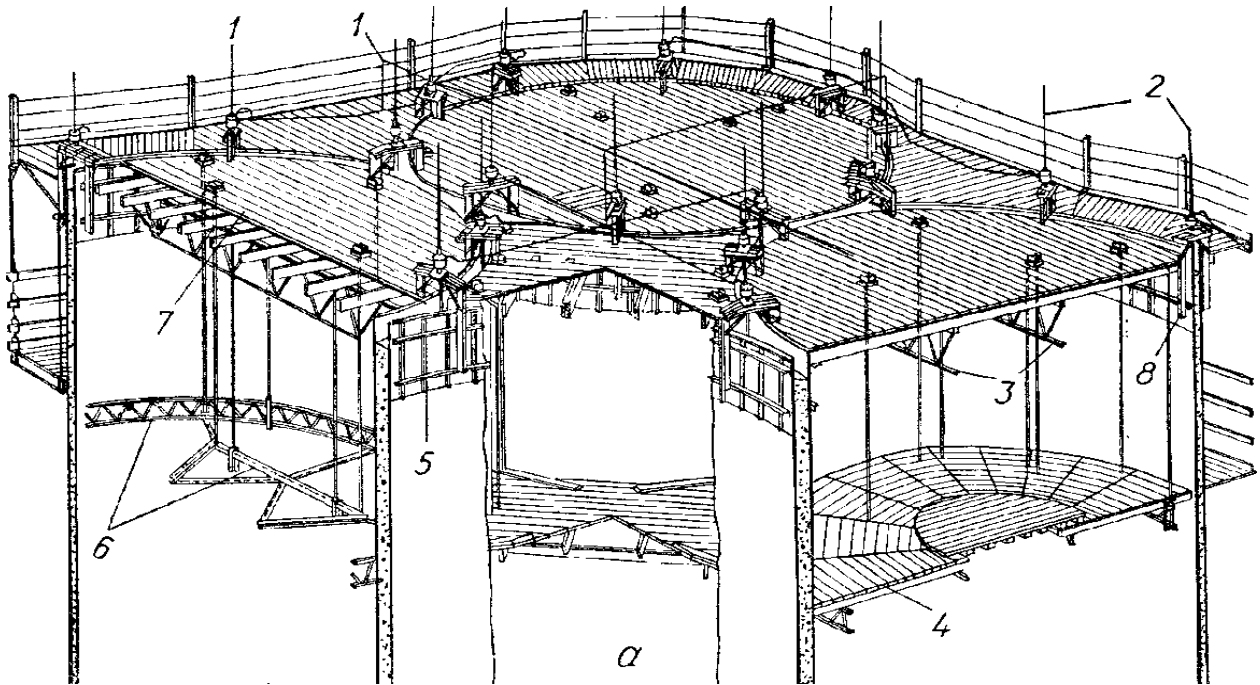


Рис. 17.1.1. – Ковзне опалублення:

а - загальний вид ковзного опалублення силосного корпусу; 1 - гідравлічна мережа; 2 - домкратні стрижні; 3 - ферми під робочу підлогу; 4 - підвісні помости; 5 - щит опалубки; 6 - несуча конструкція підвісних помостів; 7 - робоча підлога

17.2. ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД У КОВЗНІЙ ОПАЛУБЦІ

Технологія зведення попередньо напружених монолітних стін циліндричних споруд великого діаметра з високопластичних сумішей, які подають бетононасосом, передбачає: транспортування суміші автобетонозмішувачем. Для збереження заданої рухомості матеріалу тривалість його подачі обмежується 20...30 хв. Спочатку в нерухому опалубку (на половину її висоти) укладають два – три шари литої суміші. Кожен наступний шар укладають в опалубку не

допускаючи тужавіння попереднього. Подачу суміші виконують рівномірними шарами по периметру конструкції з допомогою розподільчої стріли маніпулятора з радіусом дії до 18 м (рис. 17.2.1).

Залежно від інтенсивності набору міцності бетону призначають режим руху опалубки й швидкість подачі бетонної суміші. Використовують бетононасосні установки СБ-161 або СБ-165 продуктивністю 5...65 м³/год. Автономну розподільчу стрілу монтують на опорі, розташованій у центрі споруди. До корпусу опори приєднують бетонопровід. Після виконання робіт на кожному ярусі нарощують опорне обладнання і встановлюють додаткові частини бетонопроводу, після чого зводять наступний ярус. Арматурні каркаси й інші необхідні матеріали подають баштовим краном.

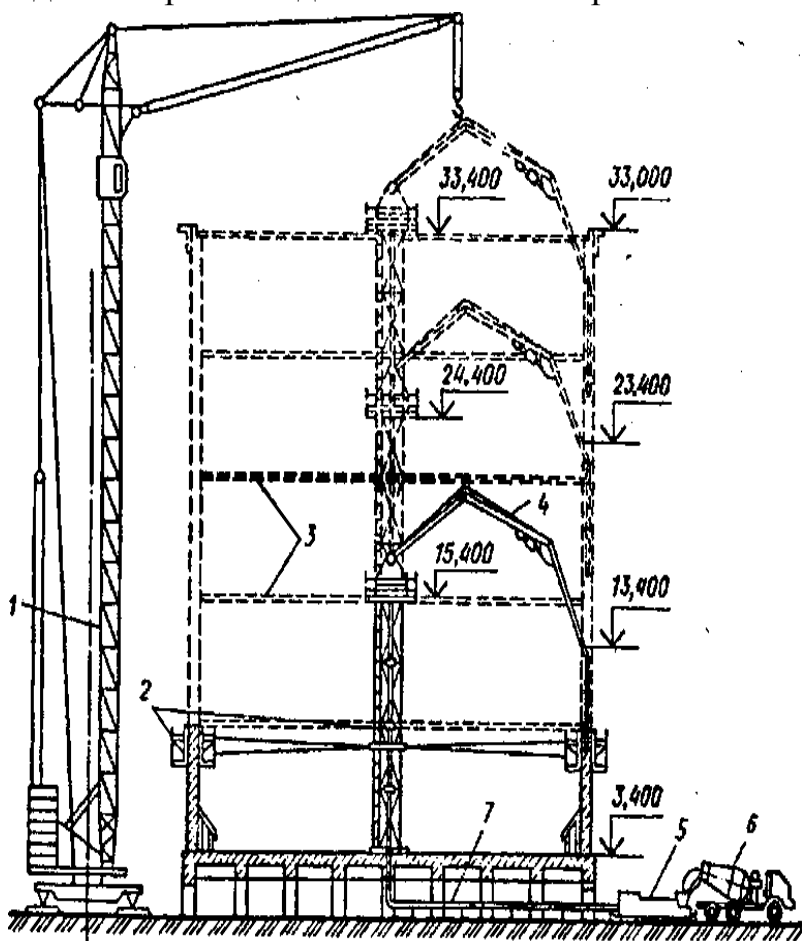


Рис. 17.2.1. – Технологічна схема зведення монолітних стін циліндричних споруд у ковзній опалубці:

- 1 - баштовий кран; 2 – ковзна опалубка; 3 - тимчасові кріплення; 4 - розподільча стріла; 5 - бетононасосна установка; 6 - автобетонозмішувач; 7 – бетонопровід; 8 – опорне обладнання

У процесі виконання робіт здійснюють поопераційний контроль якості опалубних робіт, перевіряють положення арматурних каркасів і закладних деталей використовуючи геодезичні засоби. Однорідність і міцність бетону перевіряють ультразвуковими приладами, а наявність пор і тріщин - візуально.

Зведення житлових будівель в ковзній опалубці являє собою комплексний процес, який передбачає армування конструкцій, нарощування домкратних стержнів, установлення закладних деталей, віконних і дверних блоків або вкладишів, улаштування спеціальних закладних частин, догляд за бетоном і та ін. Перечисленні роботи повинні бути ув'язані у часі. Так армування стін не повинно ні випе-

реджувати укладання бутону ні відставати від неї. Домкратні стержні слід нарощувати по мірі піднімання опалубки. Вкладиші для утворення прорізів необхідно установлювати до монтажу арматурних каркасів.

Кожен вид робіт виконує спеціалізована ланка, а весь процес - комплексна бригада. При цьому суворо дотримуються технологічної послідовності ведення робіт. *Укладання і ущільнення* бетонної суміші являються *ведучими*, тому прийнятій швидкості бетонування підпорядковуються всі інші процеси. Для потокового ведення робіт будівлю розділяють на захватки. На кожній з них ведеться певний технологічний процес. По мірі виконання робіт ланка робітників переходить із захватки на захватку, надаючи іншій ланці фронт робіт. Особливу увагу звертають на стан засобів механізації, бо вихід із ладу одного з механізмів приводить до порушення ритму всього потоку.

Перед бетонуванням готують запас необхідних матеріалів (заготовки арматури, закладні деталі, утеплювач, домкратні стержні й т.п.), засоби механізації для транспортування матеріалів і напівфабрикатів, забезпечують надійне електропостачання об'єкта, перевіряють зварювальне устаткування, засоби для горизонтального переміщення бетону, заготовлюють арматуру й закладні деталі. Зведення житлових будівель в ковзній опалубці виконують з використанням баштових кранів. Для будинків підвищеної поверховості використовують приставні крани, а висотою 9...16 поверхів – крани на рейковому ході. На будівельній площадці прокладають тимчасові дороги, обладнають місця для приймання бетонної суміші з автобетоновозів у бункери, площадки для складування щитів опалубки, арматурних каркасів і стержнів. При подаванні бетонної суміші бетононасосом передбачають площадки для приймання бетонної суміші з урахуванням одночасного перебування на ній не менше двох автобетонозмішувачів.

Спочатку бетонують опорний ярус висотою 70...80 см. Бетонну суміш укладають по периметру будівлі шарами товщиною 30...40 см з обов'язковим віброущільненням. Після набирання бетоном міцності 1,5...3 МПа плавно піднімають опалубку зі швидкістю 20...30 см/год і одночасно укладають шар бетону товщиною 20...30 см. Швидкість піднімання опалубки призначають з умови набирання міцності й твердіння бетону. З урахуванням часу транспортування і перевантажень бетонну суміш готують на цементях з початком тужавіння не менше 3 годин. У простір між щитами опалубки бетон подають використовуючи мото- і ручні візки, але найбільш ефективним засобом транспортування є бетононасоси в комплекті з розподільчими стрілами (рис. 17.2.2).

Початковий період піднімання опалубки найбільш відповідальний. Необхідно ретельно контролювати збереження геометричних розмірів опалубки, запобігати обпливу бетону, а також втрату стійкості опалубки. Бетонну суміш

рівномірно укладають по периметрі опалубки. Кожен наступний шар укладають до тужавіння раніше укладеного.

При ущільненні бетонної суміші вібратори не повинні торкатися частин опалубки, тому що передача їй коливань може викликати руйнування раніше укладених шарів, які не набули достатню міцність. Найкращі умови взаємодії ковзної опалубки з укладеним бетоном створюються при міцності бетону, який виходить з-під щитів, знаходиться в межах $0,2 \dots 0,3$ МПа. При меншій міцності можливі деформації, а при більшій погіршуються умови підймання, у зв'язку з тим що ковзання опалубки відбувається не по пластичній суміші, а по затвердівшому бетону.

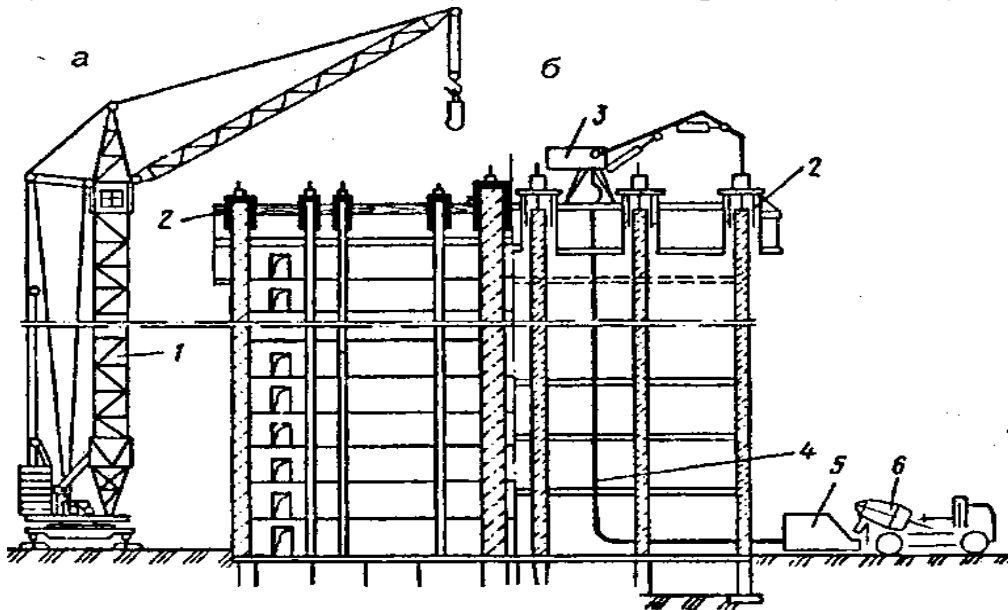


Рис. 17.2.2. – Технологічна схема зведення будівлі в ковзній опалубці з подачею бетонної суміші баштовим краном (а) і бетононасосним транспортом (б):

7 - баштовий кран; 2 – ковзна опалубка; 3 - маніпулятор; 4 - магістральний бетонопровід; 5 - стаціонарний бетононасос; 6 – автобетонозмішувач

Ефективне ведення робіт пов'язане з використанням карт руху ковзної опалубки, які відображують технологічні перерви, правильне й своєчасне установлення прорізоутворювачів, закладних деталей і арматури, а також догляд за бетоном й інші роботи. Це дозволяє підвищити технологічну дисципліну робіт, гарантувати правильність установлення усіх елементів, домогтися середньої швидкості зведення конструкції не менше 15 см/год.

При ковзанні опалубки зусилля підймання витрачаються на подолання сил тертя і зчеплення. Ураховуючи таку обставину, можна зробити висновок, що дефекти бетонування у вигляді розривів бетону в горизонтальній площині, вигинання домкратних стержнів, а також утворення мікротріщин у структурі бетону цілком залежить від зчеплення бетону з опалубкою.

17.3. МЕТОДИ БЕТОНУВАННЯ МІЖПОВЕРХОВИХ ПЕРЕКРИТЬ

Процес зведення перекриттів являє собою організаційно-технологічну складність (рис. 17.3.1). *Міжповерхові* перекриття улаштовують кількома *способами*: зі збірних залізобетонних плит розміром на кімнату після зведення стін; монолітні, які бетонують "знизу до гори" також після зведення стін, поповерховим способом, коли суміщають бетонування стін і перекриттів; бетонуванням "зверху вниз"; бетонуванням у процесі зведення стін з відставанням на два – три поверхи. Кожний з перерахованих способів має свої переваги і недоліки.

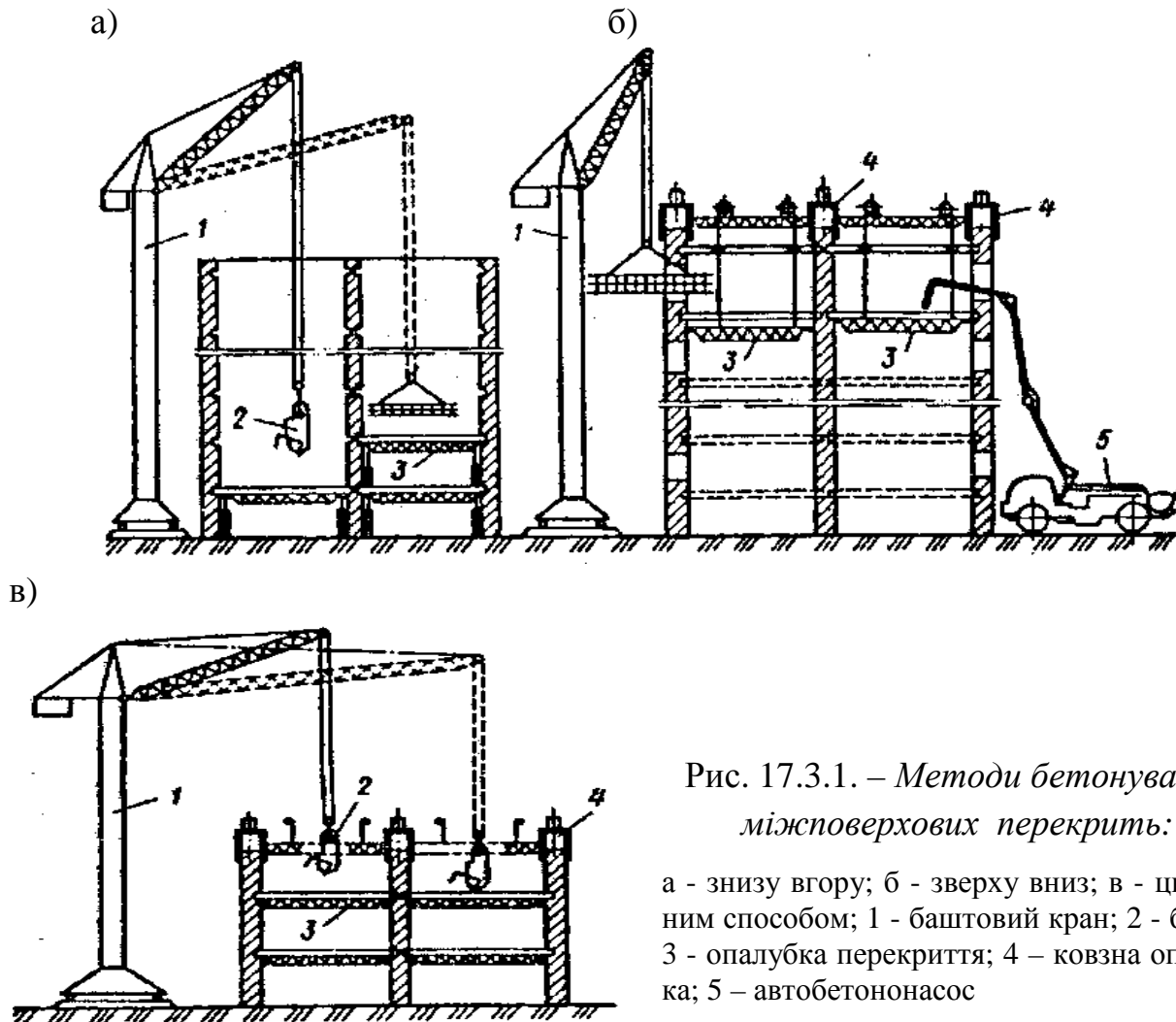


Рис. 17.3.1. – Методи бетонування міжповерхових перекриттів:

а - знизу вгору; б - зверху вниз; в - циклічним способом; 1 - баштовий кран; 2 - баддя; 3 - опалубка перекриття; 4 – ковзна опалубка; 5 – автобетононасос

При улаштуванні монолітного перекриття «знизу догори» використовують щитову інвентарну опалубку, яка спирається на інвентарні прогони і стояки. Арматурні сітки перекриттів фіксують з допомогою зварювання до армокаркасів через гнізда й штраби, які залишають у стінах. Бетонну суміш у перекриття подають баштовим краном і баддею, а також закачують бетононасосами з розподільними стрілами. До бетонування наступного перекриття приступають після повного завершення робіт на попередньому. Демонтаж опорних стояків і ригелів виконують після надбання бетоном розпалубочної міцності з урахуванням навантажень, діючих від вищележачого перекриття.

При поверховому способі бетонування перекриття суміщають з бетонуванням стін. Для зручності ведення робіт внутрішні щити опалубки виконують коротше зовнішніх на товщину перекриття. Після завершення бетонування стін на висоту поверху ковзну опалубку ставлять на рівні перекриття. Її щити спирають на прого-ни, які кріпляться з допомогою анкерів до стін. Армокаркаси і бетонну суміш по-дають через монтажні отвори в робочому настилі ковзної опалубки. Після завер-шення бетонування перекриття продовжують зведення слідуючого поверху.

Спосіб бетонування перекриттів "зверху вниз" знайшов розповсюдження в США, Швеції й інших країнах як найбільше технологічний. Такий спосіб викорис-товують, коли стіни зводять на всю висоту. Не демонтуючи ковзну опалубку, на її робочій підлозі (настилі) установлюють спеціальні лебідки з гнучкими тягами, на які підвішують інвентарну опалубку перекриттів. Опалубка складається з телеспо-пичних прогонів і щитів. Після установлення опалубки і армування виконують бе-тонування з допомогою бетононасосів. Після надбання бетоном розпалубочної міц-ності демонтують опалубку і переміщують її на позначку наступного перекриття.

Для відривання щитів опалубки від бетону використовують пневматичні пристрої, які укладають в спеціальні гнізда до укладання бетонної суміші. Піс-ля набирання бетоном необхідної міцності з допомогою компресора подається надлишковий тиск і опалубка відокремлюється від бетону.

Застосування литої бетонної суміші скорочує до мінімуму трудомісткість ви-рівнювання, ущільнення й опоряджування горизонтальних поверхонь перекриття. При відсутності пластифікуючих добавок бетонну суміш рухливістю 4...8 см мож-на подавати пневмоустановкою СО-126.

Технологічна і техніко-економічна ефективність зведення будівель в ков-зній опалубці визначається засобами комплексної механізації процесів укла-дання, ущільнення, подачі бетонної суміші, методами теплової обробки і спо-собами поточного ведення робіт.

ЛЕКЦІЯ 18. ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД З ВИКОРИСТАННЯМ ВЕЛИКОЩИТОВОЇ І НЕЗНІМНОЇ ОПАЛУБКИ

18.1. ПРИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИКОЩИТОВОЇ ОПАЛУБКИ

Елементи опалубки сполучають у собі палубу з підтримуючими прогонами й ребрами. Вони утворюють щити великощитової опалубки розміром 3...20 м², які застосовують для конструкцій з великими опалубними поверхнями. Збільшення розмірів щитів опалубки дозволяє різко знизити трудомісткість робіт по опалублю-

ваню конструкцій і більшій мірі реалізувати комплексну механізацію процесів. Великощитова опалубка найбільш універсальна й мобільна у використанні й дозволяє істотно поліпшити якість конструкцій, що пов'язано зі зниженням кількості спряжень, при цьому висота щита приймається рівною висоті яруса бетонування.

Опалубка призначена для зведення, великорозмірних монолітних конструкцій найрізноманітніших споруджень, установлення й зняття опалубки здійснюється тільки кранами. Конструктивно вона складається із чотирьох елементів. Щити опалубки являються самонесучими й включають палубу, елементи жорсткості щита й несучі конструкції. Такі щити устатковуються помостами, підкосами для установлення і початкової вивірки регулюючими домкратами.

Великощитову опалубку можна застосовувати практично для всіх конструктивних елементів будівель і споруд: фундаментів, зовнішніх і внутрішніх стін, колон, перекриттів. Найбільше розповсюдження опалубка знаходить при будівництві житлових і громадських будівель.

18.2. ОПАЛУБНІ РОБОТИ Й БЕТОНУВАННЯ СТІН І ПЕРЕКРИТЬ У БАГАТОПОВЕРХОВОМУ МОНОЛІТНОМУ ЖИТЛОВОМУ БУДІВНИЦТВІ

При використанні великощитової опалубки переважніше виконувати зовнішні стіни зі збірних панелей заводського виготовлення - трьохшарових з ефективним утеплювачем, керамзитобетонних або із цегли. Внутрішні несучі стіни виконують із монолітного залізобетону. Розповсюдженою є конструктивна схема, при якій несучими є залізобетонні колони при балковому або безбалковому перекритті. Для збірних і цегельних зовнішніх стін доцільне відставання монтажу на один поверх від бетонних робіт.

В залежності від товщини конструкції, що бетонують, і вимог до якості поверхонь щит опалубки виконують із несучого каркаса й палуби на всю площину опалублювання або з окремих інвентарних щитів, об'єднаних системою схопок чи з горизонтальних стяжок, які пропускають через майбутню бетонну конструкцію і установлюють до бетонування. Для забезпечення стійкості опалубки й вивірки її в проектному положенні використовують різні системи підкосів і розкосів, обладнані домкратами і регулюючими пристроями (рис. 18.2.1).

Опалубку стін установлюють в два етапи. Спочатку монтують арматурний каркас, потім - опалубку з однієї сторони стіни на всю висоту поверху, на другому етапі – монтують опалубку із другої сторони. Виконують перевірку і приймання опалубки до наступного виконання робіт. Передбачається перевірка відповідності форми і геометричних розмірів опалубки робочим кресленням, співпадання вісей опалубки з розпланованими вісями конструкцій, точності позначек окремих опа-

лубних площин, вертикальності й горизонтальності опалбних щитів, правильність установлення закладних деталей, площини стиковки швів.

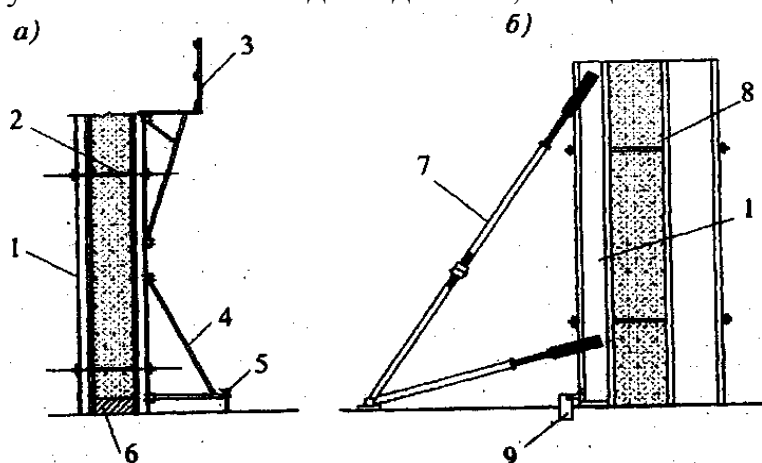


Рис. 18.2.1. – Великощитова опалубка стін:

а - каркасна; б – каркасно-щитова; 1 - каркас щита; 2-стяжки; 3 - консольні помости; 4 - підкіс; 5-механічний домкрат; 6-цоколь стіни; 7-підкіс-розчалка; 8 - палуба; 9-фіксатор

Після приймання робіт по монтажу опалубки й улаштування армування починають укладання бетонної суміші, яку подають до місця укладання краном у бункерах місткістю 1 м^3 з боковим вивантаженням і секторним затвором. Розвантаження бункера виконують в декількох точках. Бетонування стін ведуть ділянками, які містяться між дверними прорізами. Суміш укладають шарами товщиною 30...40 см з ущільненням глибинними вібраторами.

У початковий період твердіння бетону необхідно підтримувати сприятливий температурно-вологовий режим і уберігати бетон від механічних ушкоджень. Після набирання бетоно розпалубної міцності щити опалубки демонтують, спускають на площадку для очищення і змащування, а по тому їх установлюють на наступній захватці.

Улаштування монолітного перекриття виконують після зведення стін. Установлюють опалубку перекриття на телескопічних стояках. Далі виконують армування та бетонування.

Виробітка на одного робітника у зміну $11,7 \text{ м}^2$ опалубки і $4,46 \text{ м}^3$ бетону. Тривалість зведення поверху складає 10 днів при двохзміній роботі.

Використання великощитової опалубки доцільне не тільки при зведенні типових будівель, але і при будівництві будівель та споруд по індивідуальним проектам.

18.3. ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ В НЕЗНІМНІЙ ОПАЛУБЦІ

Подальший розвиток монолітного будівництва йде по шляху раціонального використання елементів збірного залізобетону. При застосуванні такого напрямку найбільша ефективність досягається у варіанті комбінованого застосування збірно-монолітних конструкцій стін, перекриттів та інших конструктивних елементів. Висока якість лицьових поверхонь дозволяє істотно знизити трудовитрати на опоряджувальні роботи й скоротити трудомісткість робіт за рахунок виключення циклу демонтажу елементів опалубки, знизити заванта-

ження кранів. Виготовлення елементів збірного залізобетону на приоб'єктних полігонах дозволяє скоротити витрати на їхнє транспортування й виключити ушкодження, викликані динамічними навантаженнями. Інтенсивність робіт суттєво підвищується за умови використання засобів теплової обробки при виготовленні елементів в індивідуальних переналагоджуваних формах, а в південних районах країни в геліоформах

На рис. 18.3.1 наведені конструктивні схеми вирішення зовнішніх стін у вигляді шкарлуп з монолітного керамзитобетону, шкарлуп з наклеєним утеплювачем-пінополістеролом і внутрішнім шаром з важкого бетону, а також варіант рішення з використанням незнімної опалубки із зовнішньої й внутрішньої сторін і заповненням простору конструктивно-теплоізоляційним матеріалом – пінобетоном, поризованим бетоном, пінофосфогіпсом. Таке рішення дозволяє суттєво покращити теплотехнічні характеристики конструкцій зовнішніх стін, а також прискорити процес їхнього зведення, використовуючи агрегати з високою продуктивністю для приготування таких матеріалів безпосередньо на перекритті поверху.

Використання незнімної опалубки перекриття з ребристих тонкостінних залізобетонних елементів з наступним їх омонолічуванням приводить до значного скорочення трудовитрат і строків будівництва, поліпшенню звукоізоляційних характеристик перекриттів шляхом використання, наприклад, пінобетона.

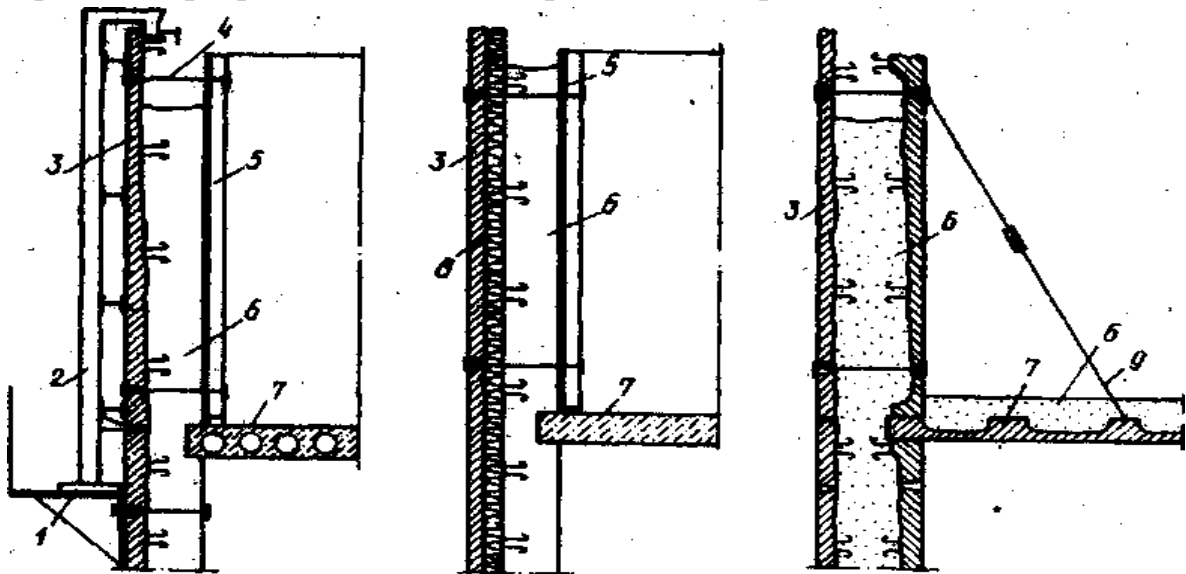


Рис. 18.3.1. – Конструктивні схеми використання незнімної опалубки при зведенні стін і перекриттів:

- 1 - подмости; 2 - кондуктор; 3 - незнімна панель опалубки; 4 - блочно-щитова опалубка;
5, 6 - монолітний бетон; 7 - багатопустотний настил і незнімна опалубка перекриття;
8 - утеплювач; 9 – струбцина

Незнімна опалубку перекриття виготовляють в формах на приоб'єктному полігоні. Їхня товщина становить 6...8 см. Армування шкарлуп виробляється сітками та V-подібними каркасами, виведеними на грань шкаралупи.

Особливу увагу в конструкції збірно-монолітних перекриттів необхідно віділяти забезпеченню надійного зчеплення між шкаралупою й монолітним бетоном, необхідного для сумісної роботи шарів при вигинанні. Розрахунок і конструювання збірно-монолітних перекриттів в стадії експлуатації виробляється так само, як і для суцільної плити.

Досвід зведення монолітних будівель показав, що використання збірно-монолітних перекриттів дозволяє скоротити цикл зведення будинків, застосувати менше трудомістську технологію бетонування перекриттів, ефективніше використати засоби для вертикального транспортування бетонних сумішей. Конструкції збірно-монолітних перекриттів можуть бути рекомендовані для масового будівництва при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні.

Особливістю зведення стін у незнімній опалубці є створення умов, знижуючих динамічні навантаження від бетонної суміші, яку укладають і ущільнюють, на елементи опалубки і такі, що запобігають їх деформуванню. З цією метою можуть бути використані спеціальні кондукторні системи, які знижують вільний проліт опалубки і сприймають навантаження від бетонної суміші на стадії укладання й початкового періоду твердіння, коли спостерігаються явища усадження і повзучості бетону. Це дозволяє суттєво знизити ступінь армування і зменшити переріз залізобетонної панелі опалубки, лишаючи за нею функцію обличкування.

Незнімна опалубка може виготовлятися із залізобетону, пінополістиролу, кераміки, металевого профліста та ін..

Досвід зведення зовнішніх стін багатопверхових будівель у незнімній опалубці в багатьох містах, показує доцільність подальшого розвитку цього методу. Найбільший ефект використання незнімної опалубки досягається при малоповерховому будівництві зведенні будинків садибного типу.

Науковими дослідженнями встановлено, що використання незнімної опалубки на 30...60% знижує витрати праці на окремі роботи, виключає використання металоемкісних опалубних систем (до 60т на будівлю), скорочує строки зведення будівель садибного типу на 25...30%. При цьому суттєво покращується якість конструкцій.

ЛЕКЦІЯ 19. ЗВЕДЕННЯ СПОРУД У ПНЕВМАТИЧНІЙ ОПАЛУБЦІ

19.1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПНЕВМАТИЧНОЇ ОПАЛУБКИ

Для зведення споруд і окремих елементів криволінійної поверхні доцільно застосовувати пневматичну опалубку. Її з успіхом використовують для зведення колекторів, покриттів купольних споруджень діаметром до 36 м і склепінчастих тонкостінних конструкцій при прольоті 12...18 м. З допомогою пневмоопалубки можна зводити склади, промислові будівлі, ангари для різноманітної техніки, сховища зерна і добрив, системи колекторів і трубопроводів, спортивні споруди.

Цей вид опалубки виконують у вигляді *гнуčkoї оболонки* з високоміцної *прогумованої тканини* товщиною 0,3...0,5 мм або міцної полімерної плівки, плівки з резинолатькесних матеріалів, наповненої стислим повітрям, або пневматично підтримуючих елементів з формостворюючою оболонкою. У робочому положенні опалубка підтримується *надмірним тиском повітря*. Опалубку розкороюють по спеціальних викрійках, зшивають, шви проклеюють тим же матеріалом. Опалубку закріплюють по контуру основи, потім у неї нагнітають повітря.

Подальший розвиток пневмоопалубочних систем іде в напрямку їх використання для зведення вертикальних і лінійнопротяжливих споруд, елементів будівель елеваторів, насосних станцій, шляхо- і трубопроводів, колекторів і тунелів, частин адміністративних будинків й інших конструктивних елементів. Низькі трудовитрата й незначна маса опалубки при її багаторазовій обертаності (20 разів і більше) дозволяють широко використати її в монолітному будівництві.

19.2. ЗВЕДЕННЯ КУПОЛЬНОГО ПОКРИТТЯ З ВИКОРИСТАННЯМ М'ЯКОЇ НАДУВНОЇ ОПАЛУБКИ

Процес бетонування по м'якій надувній опалубці принципіально не відрізняється від бетонування по жорсткій опалубці традиційної конструкції.

Однак недолік такої опалубки в тому, що вона не може сприймати в надутому стані динамічні навантаження від вивантаження бетонної суміші з бадді, вібрування або від подачі суміші бетононасосом. Така обставина і визначила особливості технології бетонування.

Одним з можливих технологічних рішень є бетонування оболонок методом набризку бетонної суміші з використанням криволінійних помостів (рис. 19.2.1). Така технологія передбачає, що опорна частина криволінійних металевих помостів з виносними робочими площадками на різних рівнях рухається на візку по окружному рельсовому пугті, прокладеному навкруги опалубки оболонки, опираючись своєю головною частиною на вертикальний опорний стоек. Практика показала що таким способом успішно зводять купольні покриття діаметром 32 м. Купол послідовно бетонують по колу кільцями висотою до 2 м.

При зведенні оболонок по м'якій надувній опалубці окремі складності являє армування конструкції. Можливим рішенням є розкладання з перев'язкою спряжень арматури в горизонтальному положенні на не надуту опалубку й піднімання в проектне положення разом з м'якою оболонкою опалубки.

Метод зведення просторових тонкостінних споруд на пневматичній опалубці з *нанесенням* бетонної суміші *набризком*. На рас. 19.2.2 наведена технологічна схема зведення надземної частини хвильового склепіння з армоцементу розміром у плані 12x24 м. У склад робіт входять: вирівнювання площадки бульдозером; улаштування пальового монолітного фундаменту і монолітного

ростверку; улаштування бетонної підлоги; установка елементів кріплення пневматичної опалубки; розкладка, вивірка й закріплення пневматичної опалубки; підготовка до роботи повітроподаючої установки й устаткування для нанесення бетонної суміші; армування споруди готовими сітками; нанесення бетонної суміші; догляд за бетоном і демонтаж пневматичної опалубки. Завершальним етапом зведення надземної частини є улаштування торців із цегельної кладки.

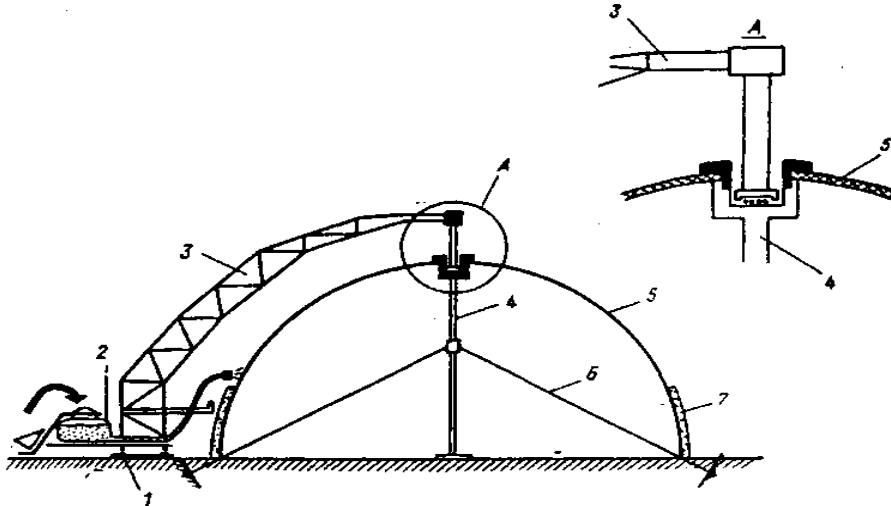


Рис. 19.2.1. – Схема бетонування купольного покриття по м'якій надувній опалубці:

1 – головний рельсовий путь; 2 – пневмоустановка; 3 – поворотня конструкція для помостей; 4 – опорний стоек; 5 – надувна оболонка; 6 – вантові розтяжки; 7 – шар набризк-бетону

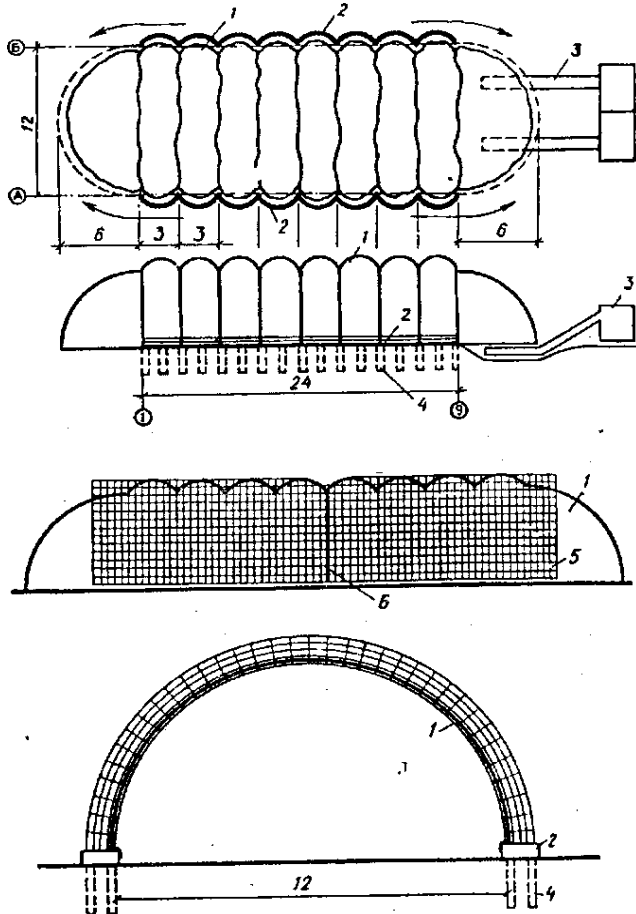


Рис. 19.2.2. – Технологія улаштування пневмоопалубки (а) і монтажу арматурного заповнення (б) армоцементного хвильового склепіння:

1 - пневмоопалубка; 2 - цоколь; 3 - повітроподаюча установка СМВ-5М; 4 - пальові фундаменти; 5 - арматурна сітка; 6 - притискуючий канат

До початку пневмобетонування повинні бути виконані всі роботи із улаштування монолітного (пального) фундаменту, змонтована пневмоопалубка, виконано армування споруди готовими сітками з попередньою в'язкою їх у зоні провадження робіт і здійснено комплектування будівельного процесу відповідним робочим устаткуванням.

Пневмоопалубку розкладають на підготовлену основу (фундаменти, підлоги). Кріплення її до фундаменту здійснюють з допомогою болтових з'єднань у такій послідовності: до анкерних болтів фундаменту кріпляться швелери з неповним закручуванням гайок. Після установки швелерів по всьому периметрі фундаменту в зазор між полицею швелера й фундаментом закладають канат нижнього пояса пневмоопалубки й гайки болтів закручують до кінця.

Сферичні торці пневмоопалубки кріпляться до гвинтових паль використовуючи вигнуті швелери і металеві полоси, в зазор між якими укладають канат нижнього пояса опалубки і закручують гайки болтів з'єднання закладених у палях.

Для створення надлишкового тиску усередині опалубки й для запобігання втрат повітря через кріпильні елементи по всьому периметрі опалубки передбачений фартух, прикріплений безпосередньо до каната нижнього пояса. Після кріплення опалубки до фундаменту фартух зсередини по всьому периметрі привантажують піском.

Одочасно з монтажем пневматичної опалубки готують і перевіряють повітроподаючу установку СМВ-5М і правильність геометричних форм пневмоопалубки дефекти якої ліквідують регулюючи довжини формоутворюючих каналів. Після цього вмикають установку.

Паралельно з монтажем опалубки і пробним підніманням виконують збільшення арматурних полотен. Збільшені полотна зовнішнього шару арматурного каркаса укладають по внутрішньому шару з "розбіжкою" в'язальних швів. Для фіксування каркаса виконують його тимчасове закріплення до арматурних випусків фундаменту. Притискаючи канати укладаються по верху сітчастої арматури в ребрах споруди і здійснюється підймання опалубки з каркасом при внутрішньому тиску 0,7 кПа. Після цього тимчасове кріплення каркаса до фундаменту знімають.

Для надання арматурному каркасу проектної форми виконується обтиснення його по ребрах у два етапи. На першому етапі обтискають каркас з сторони вісі "А" потім зі сторони вісі "Б". Ці операції виконують підвищуючи внутрішній тиск і намагаючи притискаючий канат. На другому етапі завершують обтискання ребра. Для цього внутрішній тиск скидають до 0,7 кПа і притискний канат закріплюють з сторони вісі "Б". Обтискання ребер ведеться від середини до торцевих частин. Після завершення обтискання опалубка з армокаркасом готова до бетонування.

Бетонну суміш готують безпосередньо на будівельній площадці. Старанно підбирають склад дрібнозернистого (пісчаного) бетону, здійснюють контроль приготування і нанесення суміші, а також міцності бетону.

Нанесення суміші виконують установкою «Пневмобетон» у комплекті з автотідропідіймачем АГП-18, починаючи знизу до гори на повну конструктивну товщину, яку контролюють по маякам. Укладання бетону варто починати з міжхвильових ділянок (ребер) для попередження засмічення арматури і поверхні опалубки частками відскоку з випуклих частин поверхні конструкції.

При укладанні бетонної суміші пошарово (не на всю товщину конструкції) поверхня раніше укладеного шару повинна ретельно зволожуватись. Різниця по строкам укладання шарів не повинна перевищувати 2...4 години.

Для запобігання висушування твердіючого бетону від впливу вітру і сонячної радіації його поверхню зразу після укладання покривають захисною плівкою, а також застосовують водорозчинні емульсії або полімеризуючі речовини (наприклад, ПВА, помороль, СБСН-80 та інші) швидко твердіючи на повітрі.

При досягненні бетоном проектної міцності здійснюють розпалублювання конструкції. Її роблять після зняття внутрішнього тиску в системі й демонтажу кріпильних пристроїв. Опалубка легко відокремлюється від вертикальних і горизонтальних поверхонь і потім, після її очищення, скручується.

Тривалість зведення наземної частини становить 12-15 днів бригадою з 7 чіл., а все спорудження зводиться за 23-25 робочих днів. Трудомісткість зведення армоцементного зводу розміром 12x24 м становить 72 люд.-дн. Виробіток при пневмобетонированні становить 7,8 м²/люд.-см. Витрата основних матеріалів на 100 м² перекриваємої поверхні: цементу - 4,8 т; металу - 5,8 т; піску - 10 м³. Зведення конструкцій у пневмоопалубці дозволяє скоротити строки будівництва майже в 2 рази, значно зменшити витрати - до 70% по трудомісткості й 25-30% за собівартістю. При зведенні колекторів й інших лінійно протяжних споруджень досягається зниження собівартості до 25 % і трудомісткості робіт до 50 %.

19.3. БЕТОНУВАННЯ З ПНЕВМАТИЧНИМ ПІДНІМАННЯМ СВІЖЕВІДФОРМОВАНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Технологія зведення тонкостінної оболонки циліндричного склепіння однакової кривизні з пневматичним підніманням свіжевідформованої конструкції здійснюється в три стадії (рис. 19.3.1).

Після улаштування фундаментів циліндрична пневмоопалубка розстеляється на горизонтальній основі на рівні фундаментів і кріпиться до них. Оскільки в розкладеному стані пневматична опалубка займає площу трохи більшу, ніж площа фундаменту споруди, то в місцях кріплення до фундаментів улаштовуються складки. До них кріпляться спеціальні відкрилки, на яких до виконан-

ня основного процесу бетонування склепіння улаштовуються в горизонтальному положенні монолітні ділянки вертикальних стін.

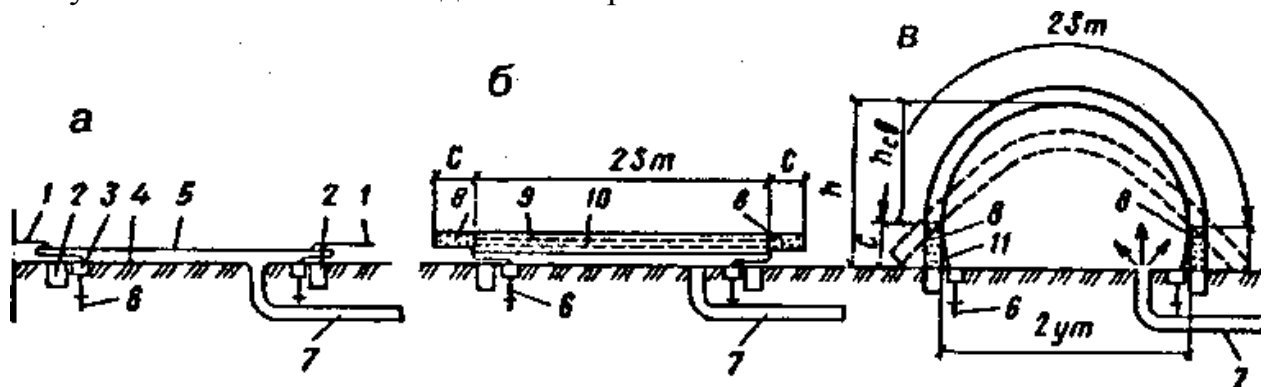


Рис. 19.3.1. – Схема зведення склепіння у пневмоопалубці:

а - установка опалубки; б - укладання бетонної суміші; в - піднімання опалубки; 1 - відкритки; 2 - опорні фундаменти; 3 - опорні труби; 4 - основи; 5 - пневмоопалубка; 6 - гвинтові анкери; 7 - трубопровід для нагнітання повітря; 8 - ділянка склепіння, яку бетонують заздалегідь; 9 - арматура; 10 - бетонна суміш; 11 - ділянка пневмоопалубки, що не торкається бетону

Основний етап зведення склепіння передбачає рівномірне укладання шару бетону на поверхню пневмоопалубки, установку арматурної сітки й укладання верхнього накривочного шару бетону. Суміш ущільнюють поверхневими вібраторами або виброрейками. Після закінчення циклу бетонування в опалубку нагнітають повітря і вона піднімається, вигинаючи укладений шар бетону.

У процесі підйому армована бетонна суміш зазнає в основному деформації згинання, при якій не відбувається значного переміщення арматури. Опливання бетонної суміші та інші деструктивні процеси виключаються за допомогою використання полотна з полімерної плівки, яке укладають поверх ущільненої бетонної суміші й герметично прикріплюють по контуру пневмоопалубки до її підйому.

Зведення купольних і склепінних конструкцій не позбавлено ряду *недоліків*: велика кількість процесів з низьким рівнем технологічності, що виключають поопераційний контроль якості робіт; висока деформативність конструкції, яку зводять, що не гарантує заданої несучої здатності; велика кількість ручних операцій по улаштуванню й забезпеченню герметичності опалубки й верхнього полотна й інші роботи. Все це знижує ефективність запропонованого методу зведення тонкостінних конструкцій.

Зазначеним способом зводяться купольні й склепні покриття діаметром до 12 м і прольотом 6-18 м. Основними недоліками даної технології є некерована деформація свіжеукладеного бетону при його підйомі, випадковий характер зміни геометричного положення арматурного каркаса, руйнування структури бетону й погіршення його фізико-механічних характеристик. Істотні труднощі являє процес збереження вертикальності стінок, що примикають до підстави фундаменту. Більше удосконалена технологія базується на використанні спеці-

альних конструктивних елементів вертикальних стінок, що забезпечують підвищення, якості робіт, їхньої технологічності.

Практичний досвід застосування методу зведення споруд з використанням пневматичної опалубки вимагає впровадження конструктивно-технологічних рішень для удосконалення такої технології.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Афанасьев А. А. Бетонные работы. – М.: Высшая школа, 1991. – 288 с.
2. Афанасьев А. А. Возведение зданий и сооружений из монолитного железобетона. – М.: Стройиздат, 1990. – 384 с.
3. Атаев С. С. Технология индустриального строительства из монолитного бетона. – М.: Стройиздат, 1989. – 336 с.
4. Бадьин Г. М., Заренко В. А. Справочник строителя-технолога. – Санкт-Петербург, 2005. – 528 с.
5. Белецкий Б. Ф. Технология и механизация строительного производства: Учебник для вузов. – Ростов н/Д: "Феникс", 2005. – 752 с.
6. Белецкий Б. Ф. Технология строительного производства: Учебник для вузов. – М.: АСВ, 2001. – 416 с.
7. Евдокимов Н. И. Технология монолитного бетона и железобетона. – М.: Высш. шк., 1980. – 335 с.
8. Кирнев А. Д. Технология возведения зданий и специальных сооружений: Учебник для вузов. – Ростов н/Д: "Феникс", 2005. – 576 с.
9. 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.
10. Панченко В. О. Технологія зведення, ремонту і реконструкції спеціальних споруд: Підручник. – Харків: ХНАМГ, 2007. – 327 с.
11. Теличенко В. И., Лapidус А. А., Терентьев О. М. Технология возведения зданий и сооружений: Учебник. – М.: Высш. шк., 2001. – 320 с.
12. Черненко В. К., Ярмоленко М. Г. Технологія будівельного виробництва: Підручник. – К.: Вища школа, 2002. – 430 с.
13. Ярмоленко М. Г. Технологія будівельного виробництва. – К.: Вища школа, 2005. – 342 с.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Костюк Микола Георгійович,

Помазан Максим Дмитрович

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

„Сучасні засоби зведення монолітних будівель та інженерних споруд міста”

(для студентів 5 курсу денної і 6 курсу заочної форм навчання

освітньо-кваліфікаційних рівнів «Магістр» та «Спеціаліст»

спеціальності 7.06010103, 8.06010103 «Міське будівництво і господарство»)

Відповідальний за випуск: *О.М. Болотських*

Редактор: *М.З. Аляб'єв*

Комп'ютерне верстання: *Н.В. Зражевська*

План 2010, поз. 28л

Підп. до друку 22.06.2010

Формат 60 x 84 1/16

Друк на ризографі

Умовн. друк. арк. 6,5

Зам. №

Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@hsame.kharkov.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК №4064 від 12.05.2011 р.