

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

**Факультет транспорту і будівництва
Кафедра будівництва, урбаністики та просторового планування**

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

**до випускної кваліфікаційної роботи
освітнього ступеня магістр**

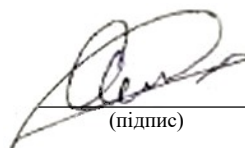
спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(шифр і назва напрямку підготовки)

спеціалізація _____
(шифр і назва спеціальності)

на тему «Дослідження організаційно-технологічного моделювання
опалубних робіт»

Виконав: студент групи МБГ-21дм

Албаруні Тарег Ісса Абдуллах
(прізвище, ініціали)



(підпис)

Керівник доц. Білошицька Н.І.
(науковий ступінь, прізвище, ініціали)

(підпис)

Завідувач кафедри проф. Татарченко Г.О.
(науковий ступінь, прізвище, та ініціали)

(підпис)

Рецензент _____
(науковий ступінь, прізвище, ініціали)

(підпис)

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет _____ транспорту і будівництва
Кафедра _____ будівництва, урбаністики та просторового планування _____
Освітньо-кваліфікаційний рівень _____ магістр _____
(бакалавр, спеціаліст, магістр)
Спеціальність _____ 192 «Будівництво та цивільна інженерія» _____
(шифр і назва)
Спеціалізація _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Татарченко Г.О.

“ _____ ” _____ 2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Албаруні Тарег Ісса Абдуллах

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Дослідження організаційно-технологічного моделювання опалубних робіт»

Спец. завдання _____

Керівник роботи _____ доц. Білошицька Н.І.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом університету від “17” жовтня 2022 року № 39/14.03-С

2. Строк подання студентом проекту (роботи) _____ 19.11.2022 _____

3. Вихідні дані до магістерської науково-дослідної роботи «Дослідження організаційно-технологічного моделювання опалубних робіт»

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. Розділ 1. Сучасний стан організації монолітного домобудівництва

і перспективи розвитку опалубних систем

Розділ 2. Розробка організаційної і технологічної моделей для несучих монолітних конструкцій.

Розділ 3. Складання часу виконання опалубних робіт при зведенні монолітних залізобетонних конструкцій будівель Загальні висновки.

5. Перелік презентаційного матеріалу:

Слайди формату А3. Актуальність теми дослідження. Мета та завдання дослідження. Наукова новизна. Результати досліджень організаційно-технологічного моделювання опалубних робіт . Організаційна складова моделі зведення багатоповерхових будівель в розбірно-переставний опалубці в швидкісному режимі. Схеми, графіки й таблиці з підсумками досліджень . Висновки.

6. Консультанти розділів магістерської кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	доц. Білошицька Н.М.		
2	доц. Білошицька Н.М.		
3	доц. Білошицька Н.М.		

7. Дата видачі завдання _____ 14.09.2022 _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Розділ 1. Сучасний стан організації монолітного домобудівництва і перспективи розвитку опалубних систем	12.10.2022	
2.	Розділ 2. Розробка організаційної і технологічної моделей для несучих монолітних конструкцій	25.10.2022	
3.	Розділ 3. Складання часу виконання опалубних робіт при зведенні монолітних залізобетонних конструкцій будівель	15.11.2022	
4.	Презентаційна частина	15.11.2022	
5.	Оформлення пояснювальної записки.	16.11.2022.	
6.	Подання магістерської кваліфікаційної роботи на розгляд кафедри.	19.11.2022	
7.	Захист магістерської науково-дослідної роботи на ЕК.		

Студент  Албаруні Тарег Ісса Абдуллах
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Білошицька Н.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

на випускнї кваліфікаційнї роботї магістра за темою «Дослідження організаційно-технологічного моделювання опалубних робіт».

Кваліфікаційна робота магістра складається з пояснювальної записки (102 с., вступу, 3 розділів, _27_ рисунків, _6_ таблиць, та 60 джерел інформації).

Ключові слова: ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ; МОНОЛІТНЕ БУДІВНИЦТВО; МЕТОДИ ПОТОЧНОГО БУДІВНИЦТВА; РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ СКЛАДУ ЛАНОК.

У випускній кваліфікаційній роботі магістра вивчені питання впливу якості організаційно-технологічного моделювання на ефективність опалубних робіт.

Згідно з метою роботи та для вирішення поставлених завдань:

- проаналізовано шляхи вдосконалення ефективності монолітного домобудівництва
- проаналізовано організаційні методи поточного будівництва на основі аналізу зарубіжного та вітчизняного досвіду;
- формалізовано і вдосконалено організація та технології виконання опалубних робіт, за рахунок розробки та впровадження нових організаційних і технологічних рішень:
 - підібрано оптимальний склад ланок і бригад на опалубні роботи;
 - визначено та скоректовано витрати праці при опалубних роботах для монолітного домобудівництва.

За допомогою формалізації методів виконання опалубних робіт розроблені організаційна і технологічна моделі монолітного будівництва житлових будинків, що дозволяє поліпшити техніко-економічні показники зведення будинку.

ЗМІСТ

Вступ	5
Розділ 1. Сучасний стан організації монолітного домобудівництва і перспективи розвитку опалубних систем	9
1.1. Аналіз типів опалубних систем	14
1.2. Сучасне уявлення та основні напрями вдосконалення технології та організації будівництва цивільних будівель з монолітного залізобетону	29
1.3. Технологія опалубних робіт	30
1.4. Нормування робочого часу і організація комплексного будівельного процесу	33
1.5. Бетон і залізобетон в сучасному будівництві	36
1.6. Склад залізобетонних робіт і особливості їх виконання	49
Розділ 2. Розробка організаційної і технологічної моделей для несучих монолітних конструкцій	54
2.1. Виконання робіт потоковим методом	54
2.2. Організація і принципи ритмічного потоку	54
2.3. Організація будівництва житлового будинку з кроком ритмічного потоку	56
2.4. Рекомендації по вибору і виконання опалубних робіт	64
Розділ 3. Складання часу виконання опалубних робіт при зведенні монолітних залізобетонних конструкцій будівель	71
3.1. Регламент проведення хронометражу опалубних робіт і обробка даних	71
3.2. Нормування опалубних робіт	80
3.3. Підбір і оптимізація складу бригад для виконання опалубних робіт	88
3.4. Нормування витрат ресурсів на виробництво опалубних робіт із використанням сучасних розбірно-переставних опалубних систем	92
Загальні висновки	96
Список використаних джерел	97

ВСТУП

Монолітне будівництво сьогодні займає провідне місце, як у багатьох розвинених зарубіжних країнах, так і в Україні. Масштабність застосування бетону та залізобетону обумовлена їх високими фізико-механічними характеристиками, довговічністю, хорошою опірністю температурним і вологим впливам, можливістю отримання конструкцій порівняно простими технологічними методами [1, 2, 3, 5, 6, 7, 17, 21].

Однак ще не так давно (1990 р.) пріоритет належав повнозбірному будівництву, обсяг якого становив понад 40%, а в великих містах країни до 70%). Причиною тому було те, що ще в 50-х роках збірне будівництво було проголошено державною політикою.

Монолітний залізобетон розглядався як матеріал з низьким рівнем механізації, трудомісткий, що погано піддається індустріалізації. Об'єкти житлово-цивільного призначення з монолітного залізобетону проектувалися в основному для районів підвищеної сейсмічності (Північний Кавказ, Крим, Середня Азія та ін.). Орієнтація в будівництві тільки на збірний залізобетон викликала істотні проблеми і окремі небажані результати [4, 14].

До теперішнього часу в будівельному секторі найбільш розвинених країн частка збірного залізобетону становить близько 20%, а монолітного залізобетону – 60%, наприклад [1, 5, 15, 18]:

- в США обсяг застосування монолітного залізобетону становить 74%, а збірного залізобетону – 26%, де 63% монолітного будівництва відводиться на частку житлових будинків;

- в Німеччині 64% припадає на монолітний і 36% на збірний залізобетон, де 52% монолітного будівництва займає житлове (в даний час це становить 62%) будівництво;

- у Франції 86% становить монолітний, 14% – збірний залізобетон, де практично вся частка монолітного будівництва приходить на житлові та громадські будівлі.

Монолітне житлове будівництво має ряд переваг в порівнянні зі збірним [13, 29, 30]. До цих переваг відносять такі:

- термін служби будинків і споруд з монолітного залізобетону становить близько 100...150 років, а конструктивні особливості матеріалу дають можливість витримати землетрус силою до 9 балів;
- більш висока конструктивна жорсткість і міцність будівель і споруд;
- зниження витрати матеріалів (бетону і сталі) за рахунок більш повного використання переваг нерозрізних систем;
- відсутність стиків конструкцій;
- менш жорстка уніфікація об'ємно-планувальних параметрів будівель, споруд і окремих конструкцій;
- зниження витрат на створення бази по виробництву конструкцій і матеріалів і прискорення початку робіт зі зведення основних конструкцій;
- швидкість монолітного домобудівництва вже не поступається збірному залізобетону та ін.

За кордоном монолітне домобудівництво в основному застосовується на унікальних висотних об'єктах. Так, наприклад, до зарубіжного будівництва в швидкісному режимі можна віднести: вежі Петронас (в столиці Малайзії Куала-Лумпурі, 4 дні / поверх, 1998 р., 450 м), Тайбей-101 (в столиці Тайваню, 6 днів / поверх, 2005 р., близько 500 м), Бурж-Дубай (в столиці ОАЕ Дубаї, 3 дні / поверх – понад 600 м). В умовах півночі з темпами 7 днів / поверх зводилася Шведська «Вита колона» висотою 190 м. В Україні американо-канадська фірма «Aluma System International Inc» показала приклад швидкісного домобудівництва при будівництві багатоповерхового житла в районі Гострої Могили (Луганськ, 4 дні / поверх, 2007 р.), після чого була прийнята програма по зведенню монолітно-каркасних багатоповерхових будинків в швидкісному режимі для соціальних потреб (у Луганській, Хмельницькій та Київській областях). В Єревані монолітне житлове будівництво стало розвиватися з кінця 90-х рр. і вже в 2005 р з'явилася можливість зводити будівлю з площею поверху 2100 м² зі швидкістю 10 днів / поверх, що для монолітного домобудівництва

Вірменії є своєрідним рекордом і підтверджує актуальність переходу до швидкісних темпів будівництва, після землетрусу 1988 року 99% всього будівництва у Вірменії – монолітні.

За кордоном основою технології монолітного будівництва є використання самопідйомної (рідше ковзної) опалубки, пов'язано це з тим, що застосування даної опалубки при зведенні висотних об'єктів точкового типу дуже ефективно – в ній зазвичай зводиться найбільш трудомістка частина – монолітне ядро. Ця ж технологія використовувалася при будівництві багатьох висотних об'єктів в Києві, наприклад комплекс SKY TOWERS – 5 дні / поверх, висотою 209 метрів, запроектований у вигляді двох веж – 48 і 35 поверхів.



Рисунок 1– Багатофункціональний комплекс SKY TOWERS

Проте, для будівництва будівель, що не відносяться до класу висотних (понад 25 поверхів або понад 75 м) використання самопідйомної опалубки не завжди економічно виправдано, а застосування тунельної опалубки все ж залишається обмеженим для деяких об'ємно-планувальних рішень (наприклад, де основною є каркасна система). У зв'язку з цим, для масової забудови в швидкісному режимі застосовують універсальну розбірно-переставні опалубку. Крім того, застосовуються вдосконалені технології опалубних робіт, які були розглянуті в цій магістерській роботі.

Мета дослідження – розробка організаційної і технологічної моделей монолітного будівництва житлових будинків, за допомогою формалізації методів виконання опалубних робіт, що дозволить скоротити терміни зведення будинку.

Основні завдання дослідження:

- аналіз шляхів вдосконалення ефективності монолітного домобудівництва
- розробка організаційних методів поточного будівництва на основі аналізу зарубіжного та вітчизняного досвіду;
- формалізація і вдосконалення організації та технології виконання опалубних робіт, за рахунок розробки та впровадження нових організаційних і технологічних рішень:
 - з опалублювання і переміщення опалубки на об'єкті в монолітних конструкціях;
 - вимог розпалубки;
 - підбір оптимального складу ланок і бригад на опалубні роботи;
 - визначення та уточнення витрат праці при опалубних роботах для монолітного домобудівництва.

Практична значимість роботи полягає в удосконаленні технології монолітного будівництва шляхом створення методів і засобів автоматизації процесу опалубних робіт, які дозволяють знизити трудомісткість виробництва опалубних робіт, підвищити якість будівництва, поліпшити умови праці.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН ОРГАНІЗАЦІЇ МОНОЛІТНОГО ДОМОБУДІВНИЦТВА І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОПАЛУБОЧНИХ СИСТЕМ

В Україні монолітне будівництво отримало заслужений розвиток з початку 90-х років минулого століття. Перехід до монолітного будівництва і подальша його популяризація викликана трьома основними факторами:

- фізичний знос бази збірного залізобетону (в зв'язку з економічною обстановкою);
- поява на вітчизняному будівельному ринку іноземних компаній, які добре володіють технологією монолітного будівництва і необхідним оснащенням;
- зміна стереотипів українського суспільства, яке більше не допускає типізацію і утилітарність архітектурних норм.

Поява на будівельному ринку зарубіжних організацій, які зводили оригінальні будівлі «під ключ» з високою якістю робіт, серйозним чином змінило традиційний погляд на технології монолітного будівництва. Досить швидко і на конкретних прикладах показали широкий діапазон можливостей монолітного залізобетону для вирішення всього кола завдань, пов'язаних зі зведенням будівель самого різного призначення. При цьому особлива увага зарубіжними будівельними організаціями приділялася застосуванню ефективних систем опалубок в житловому будівництві. Саме правильно обрана опалубка дозволяла забезпечити високу якість робіт і скоротити терміни будівництва.

Накопичений вітчизняними будівельниками до кінця 90-х років досвід монолітного будівництва дозволив перейняти перспективну технологію і переконатися в її ефективності. Крім можливості підвищення архітектурної виразності масової типової забудови, монолітне будівництво показало ряд техніко-економічних переваг: скорочення витрати металу, сумарної

трудомісткості і приведених витрат у порівнянні з цегляним, великоблочним і навіть великопанельним будівництвом [8, 11, 16].

Всі ці переваги сприяли масовому розвитку монолітного будівництва в містах, особливо в сейсмічних районах країни. Сьогодні коло об'єктів, що зводяться в монолітному виконанні, істотно розширився.

Одним з найважливіших соціальних завдань залишається забезпечення населення сучасним комфортним житлом з розвиненою інфраструктурою, забезпеченою надійними інженерними спорудами. Сьогодні активно реалізуються державні цільові програми «Доступне житло». Цілі і завдання реалізації програми «Стимулювання розвитку житлового будівництва в Україні» сформовано на підставі прогнозів соціально-економічного розвитку, а також рекомендацій Міністерства регіонального розвитку України з розробки регіональних програм стимулювання розвитку житлового будівництва

Інвестиційно-будівельний комплекс є одним з містоутворюючих секторів економіки України. За обсягами будівництва і виконання завдань, поставлених в рамках зазначених проектів Київська область стійко займає лідируючу позицію серед регіонів. Так, за січень-липень 2018 року в області здано в експлуатацію 594,1 тис. м² житлової площі. У трійку також лідерів входять Львівська область і місто Київ. У цих регіонах в експлуатацію введено 426,8 і 334 тис. м² відповідно (табл. 1.1, рис. 1.1).

Таблиця 1.1

Прийняття в експлуатацію житла (нове будівництво) по регіонах

	Прийнято в експлуатацію загальної площі житла у січні-червні 2018		Січень-червень 2018 у % до січня-червня 2017	Довідково: січень-червень 2017 у % до січня-червня 2016
	тис. м ² загальної площі	у % до загального обсягу		
Україна	3261,5	100,0	70,8	161,0
Вінницька	95,4	2,9	72,1	119,4
Волинська	171,5	5,3	106,9	126,9
Дніпропетровська	132,3	4,1	79,5	236,0
Донецька	13,7	0,4	88,3	65,4
Житомирська	41,0	1,3	74,0	117,0
Закарпатська	196,2	6,0	116,9	148,3

	Прийнято в експлуатацію загальної площі житла у січні-червні 2018		Січень-червень 2018 у % до січня-червня 2017	Довідково: січень-червень 2017 у % до січня-червня 2016
	тис. м ² загальної площі	у % до загального обсягу		
Запорізька	33,1	1,0	77,1	101,6
Івано-Франківська	158,6	4,9	61,9	130,9
Київська	594,1	18,2	71,7	137,8
Кіровоградська	17,9	0,6	96,4	151,2
Луганська	5,4	0,2	91,7	401,6
Львівська	426,8	13,1	104,5	134,6
Миколаївська	18,4	0,6	51,9	129,0
Одеська	222,8	6,8	88,2	102,7
Полтавська	75,0	2,3	68,3	194,9
Рівненська	114,8	3,5	50,7	194,7
Сумська	26,6	0,8	55,2	138,4
Тернопільська	73,1	2,2	47,5	259,9
Харківська	201,9	6,2	160,7	167,1
Херсонська	36,7	1,1	238,6	47,7
Хмельницька	96,2	2,9	44,1	138,2
Черкаська	55,3	1,7	94,3	295,7
Чернівецька	74,1	2,3	75,2	131,6
Чернігівська	46,6	1,4	65,6	166,0
м. Київ	334,0	10,2	35,7	345,2

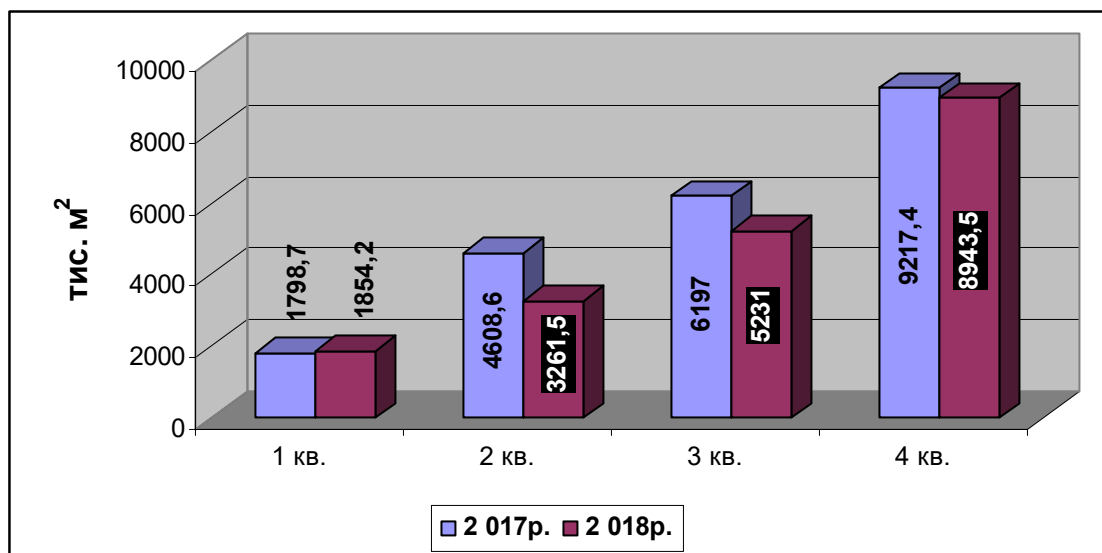


Рисунок 1.1 – Прийняття в експлуатацію загальної площі житла (нове будівництво) (тис. м²)

Для виконання цих завдань потрібно ефективне підвищення капітальних вкладень в монолітне будівництво для вдосконалення техніки і технологій

будівельних процесів. У тому числі потрібно рішення цілого ряду технічних і організаційних проблем, пов'язаних з необхідністю:

- вдосконалення та розробки сучасної системи нормативної, рекомендаційної і методологічної документації з монолітного будівництва;
- підвищення кваліфікації зайнятих працівників і необхідної культури виробництва в монолітному будівництві та підвищення якості технічного оснащення будівельних організацій;
- скорочення трудомісткості робіт, невиробничих витрат, матеріаломісткості і термінів зведення об'єктів;
- розробки та впровадження ефективної системи управління якістю, що вирішує питання удосконалення технологічної документації і забезпечення надійного технічного контролю виробничих процесів на об'єктах при безпосередній співпраці будівельників з науковими інститутами та лабораторіями;
- оцінки якісного рівня роботи будівельних і проектних організацій.

Тільки комплексне вирішення цих проблем може привести до зниження вартості та підвищення якості об'єктів, що зводяться.

Найбільш складним є вдосконалення нормативної документації для монолітного будівництва, яка повинна вирішити не тільки наявні актуальні питання зведення монолітних будівель, але й їх проектування з урахуванням взаємозв'язку різних технологій виробництва робіт.

Важливим моментом є підготовка та постійне підвищення кваліфікації будівельних кадрів, а також якісне технічне оснащення будівельних організацій, що спеціалізуються на зведенні монолітних будівель [1, 9, 11, 12, 13].

З точки зору зниження трудомісткості і вартості будівництва, перспективними є напрямки вдосконалення технології виробництва опалубних робіт.

У монолітному будівництві великий обсяг технологічних операцій припадає на частку ручної праці. Для скорочення трудомісткості і забезпечення якості монолітних робіт необхідна розробка методів управління будівельними

процесами та їх автоматизації. Так як, основним етапом, що визначає терміни зведення монолітних будівель, є витримування бетону, то істотно скоротити час витримки бетону в опалубці і підвищити її оборотність можливо за рахунок застосування інтенсифікації тверднення бетону і ранньої розпалубки.

Удосконалення системи управління якістю також є перспективним напрямком розвитку технології монолітного будівництва система управління, включає в себе вхідний контроль якості матеріалів, поопераційний контроль якості робіт і приймальний контроль якості конструкцій [17, 20].

У число організаційних проблем входить оцінка якісного рівня роботи будівельних і проектних організацій. Одним з рішень цього завдання є видача спеціальної ліцензії на виконання робіт, а також призупинення її дії або анулювання у зв'язку з низьким рівнем якості виконання робіт.

Ліцензія на будівельну діяльність – це запис в Єдиному реєстрі (документ), що дозволяє суб'єктам господарської діяльності юридичним та фізичним особам-підприємцям здійснювати діяльність, пов'язану з будівництвом об'єктів архітектури із середніми (СС₂) і значними (СС₃) наслідками.

Господарська діяльність у будівництві, пов'язана із створенням об'єктів архітектури, повинна відповідати вимогам ДБН В.1.2-14-2009 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ» по класах наслідків (відповідальності) будівлі або споруди: СС₃ – значні наслідки, СС₂ – середні наслідки.

На сьогодні ліцензуванню підлягають такі види робіт:

1.00.00 будівельні та монтажні роботи загального призначення

2.00.00 будівництво об'єктів інженерної інфраструктури

3.00.00 будівництво об'єктів транспортної інфраструктури

Будівельну ліцензію видає тільки ДАБІ (Державна архітектурно-будівельна інспекція України).

Ліцензія на будівельну діяльність оформляється ДАБІ в електронному вигляді (внесення запису про рішення в ЄДРПОУ ліцензіата);

Ліцензуванню підлягають тільки будівельно-монтажні роботи, які виконуються на об'єктах архітектури з класами наслідків СС₂ і СС₃.

За прийняте рішення про видачу ліцензії стягується державний платіж в розмірі одного прожиткового мінімуму працездатної особи на день прийняття ДАБІ рішення.

Термін дії будівельної ліцензії необмежений.

Заняття будівельної діяльністю без належним чином оформленої ліцензії карається штрафом в розмірі від однієї тисячі до двох тисяч неоподатковуваних мінімумів доходів громадян (від 17000 до 34000 грн.)

З усього вище сказаного випливає, що на існуючому етапі розвитку монолітного будівництва при зведенні будівель і споруд, доцільно співпрацювати будівельникам з науковими організаціями (в тому числі і закордонними), що мають необхідну лабораторну базу і висококваліфікований кадровий потенціал для спільного забезпечення контролю за виконанням робіт.

1.1. Аналіз типів опалубних систем

Сучасні технології монолітного домобудівництва визначаються типом опалубки. Умовно їх можна поділити на [23]:

– технологію, засновану на розбірно-переставних (щитових, панельних) опалубках;

– технологію, засновану на підйомно-переставних і ковзаючих опалубках.

На сучасних будівництвах застосовують імпортні опалубки:

– PERI;

– MEVA;

– HUNNEBECK;

– DOKA;

– «Утінорд»;

– «Пілозі» та ін.

І вітчизняні опалубки:

– «Варіант»;

- «ЦНИИОМТП»;
- «Doka Group»;
- «БудМайстер»;
- «Изодом» та ін., виготовлені, як правило, на спеціалізованих підприємствах.

Але для будівельних об'єктів опалубку поставляють у вигляді комплектів, в які входить набір щитів, елементи кріплення, що підтримують і допоміжні пристрої. Комплект опалубки повинен забезпечувати зведення будівель в задані терміни. Опалубку вибирають в залежності від виду і розмірів конструкції, що бетонується, способів і умов виробництва арматурних і бетонних робіт, техніко-економічної ефективності.

Трудові витрати по веденню опалубних робіт складають із загального обсягу 15...20% в будівництві.

Зниження трудомісткості і вартості опалубних робіт безпосередньо пов'язано з конструктивними особливостями обраної опалубки: числом типорозмірів основних елементів, їх масою, способом з'єднання і типом кріплення, площею окремих щитів і їх модулем.

Техніко-економічну оцінку опалубок і порівняння їх варіантів виробляють за наступними показниками (характеристиками):

- наведеною масою;
- оборотністю;
- питомою первісною вартістю;
- питомою вартістю з урахуванням оборотності;
- трудомісткістю монтажу і демонтажу.

Крупнощитова опалубка має певні переваги перед рібнощитовою (краща якість бетонних поверхонь, менша трудомісткість та ін.) і широко застосовується в монолітному житловому будівництві. Як правило, розміри великих щитів відповідають розмірам стін і стель бетонованих приміщень, за вирахуванням ширини кутових елементів.

Блочно-щитова опалубка широко застосовується в монолітному будівництві і являє собою механічне з'єднання окремих щитів із збереженням принципу їх роботи за крупнощитовою технологією, тобто коли щити для сприйняття розпору бетону, що укладається з'єднуються між собою затяжками, і відрив щитів від бетону виконується механічними засобами. Такий блок дозволяє повніше використовувати крани, має гарну стійкість і може утворювати замкнутий обсяг. Розпалублення блоку в такому випадку може виконуватися за допомогою крана або будь-якої системи приводу. Однак при застосуванні даного типу опалубок мають місце великі витрати важкої ручної праці на поверхову перестановку і закріплення опалубки. На це припадає понад 60% трудовитрат на зведення монолітної «коробки» будівлі. В результаті зростає вартість монолітного домобудівництва, невиправдано збільшуються терміни будівництва.

Об'ємно-переставна (тунельна) опалубка відрізняється від крупнощитової тим, що крім вертикальних щитів для бетонування стін, вона має і горизонтальні щити для бетонування перекриттів. Конструкція тунельної опалубки буває різною, як правило, вона складається з різних Г- або П-подібних секцій, скріплених між собою і витягають на фасад по горизонталі або в монтажний отвір вгору. Для відриву щитів від бетону перед витяганням опалубки застосовуються різні підкісні або розпірні елементи і механізми, що полегшують процес розпалублення і зменшення габаритів об'ємних блоків.

Застосування об'ємно-переставної опалубки дає можливість послідовно в одній опалубці бетонувати стіни і перекриття, в цьому саме полягає, на думку фахівців, основна перевага цієї опалубки в порівнянні з крупнощитовою.

При влаштуванні монолітних перекриттів, в порівнянні з бетонуванням стін, значно зростає трудомісткість і кількість ручних процесів: бетон треба вирівнювати віброрейкою, вкривати від спеки і опадів, за ним треба доглядати і, крім того, необхідно очікувати певний період, коли бетон перекриття набере необхідну міцність розпалублення (не менше 70% від проектної).

Тим часом, за існуючою технологією опалубка знаходиться чимало часу без діла в очікуванні бетонування перекриттів і набору бетоном перекриттів достатньої міцності. Природно, набагато доцільніше весь цей час використовувати опалубку стін на іншій захватці. Це потенційний шлях значної економії металу, використовуваного для виготовлення опалубки.

Якщо розглядати питання про зменшення трудовитрат на будівельному майданчику і скорочення термінів будівництва, то застосування перекриттів в збірному вигляді має переваги.

Змінна опалубка останнім часом в основному застосовується для зведення монолітних та збірно-монолітних промислових багатоповерхових будівель і споруд. Власне в ковзній опалубці бетонують тільки вертикальні конструкції будівель.

Норми часу на установку і розпалубку різних типів опалубок наведені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2

Норми часу на установку і розпалубку різних типів опалубок

Норми часу на 1 м ²	Типи опалубок			
	Дрібнощитова (площа щитів до 2 м ²)	Крупнощитова (площа щитів до 10 м ²)	Блочна (площа внутрішньої поверхні до 40 м ²)	Підйомно-переставна з обпиранням на споруду
Монтаж	0,45	0,28	0,2	0,05
Демонтаж	0,25	0,11	0,15	0,03

Застосування рухливих опалубок, в поєднанні з методами і засобами автоматизації, дозволяє значно знизити трудовитрати при опалубних роботах і терміни будівництва. Великий внесок у розробку і вдосконалення опалубних систем і в автоматизацію монолітного домобудівництва внесли вчені: Баранов Д.С., Беміс О.І., Булгаков А.Г., Гершберг Л.Б., Дмитрієв Ю.В., Дюрдін Р.Л., Єзерський А.Н., Зеніч А.Д., Карамзін В.Є., Каулінш П.Г., Коваль В.В., Крюков Р.В., Лінартс П.П., Линьков І.М., Мацкевич А.Ф., Митник Г.С., Михайлов В.Г., Монфред Ю.Б., Пешковський О.І., Прикіна Б.В., Рачевський Д.М., Руденко І.Ф.,

Совалов В.Г., Стефанов Б.В., Усенко В.М., Фоломєєв А.А., Форостян Ю.М., Циганков І.І., Щіпілевській Б.А., Юрина Т.В., Якобсон Я.М. та інші.

В СРСР досить широке застосування при зведенні монолітних залізобетонних споруд знаходили ковзаючі опалубки.

Змінна опалубка, являє собою просторову опалубну форму, що встановлюється по периметру споруджуваної споруди і піднімається в міру її бетонування домкратами. До складу опалубки входять кружала, щити опалубки, домкратні рами, робоча підлога, підвісні помости, домкрати і домкратні стрижні (рис. 1.2).

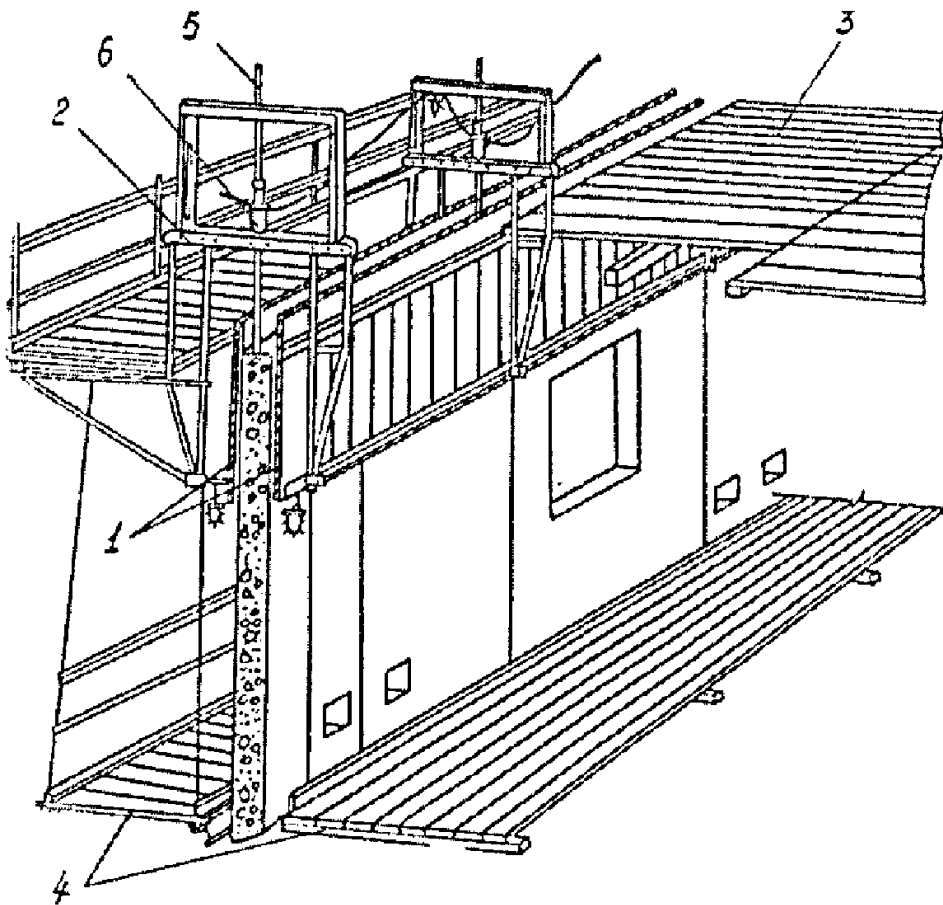


Рисунок 1.2 – Конструкція ковзної опалубки: 1 – щит; 2 – домкратні рами; 3 – консольні підмостки; 4 – підвісні риштування; 5 – домкратний стрижень; 6 – домкрат

Основним несучим елементом є домкратна рама, яка сприймає навантаження при підйомі опалубки, від тиску бетонної суміші, від робочої підлоги і від підвісного риштування. Важливою особливістю є те, що за

методом пристрою робочих майданчиків розрізняються гнучкі і жорсткі опалубки. Жорстка система застосовується при будівництві силосних відсіків малих розмірів і цивільних будівель, гнучка – при зведенні споруд баштового типу великого діаметру. Крім того, за способом розташування щитів під час ковзання опалубки бувають з постійним і мінливим перетином. Щити прикріплюються до стійок домкратних рам і встановлюються з нахилом (конусністю) до вертикальної осі стін, що зводяться. Конусність зазвичай застосовується в межах $1/500$ на $1/200$ висоти щита або $5\text{...}7$ мм на кожную сторону при стандартній висоті щита $1\text{...}1,2$ м. Це пов'язано з тим, що щити повинні забезпечувати якісне формування стіни і разом з тим, легко переміщатися вгору.

На рис. 1.3 та 1.4 представлений креслення однієї з домкратних рам, що входять в комплект ковзної опалубки.

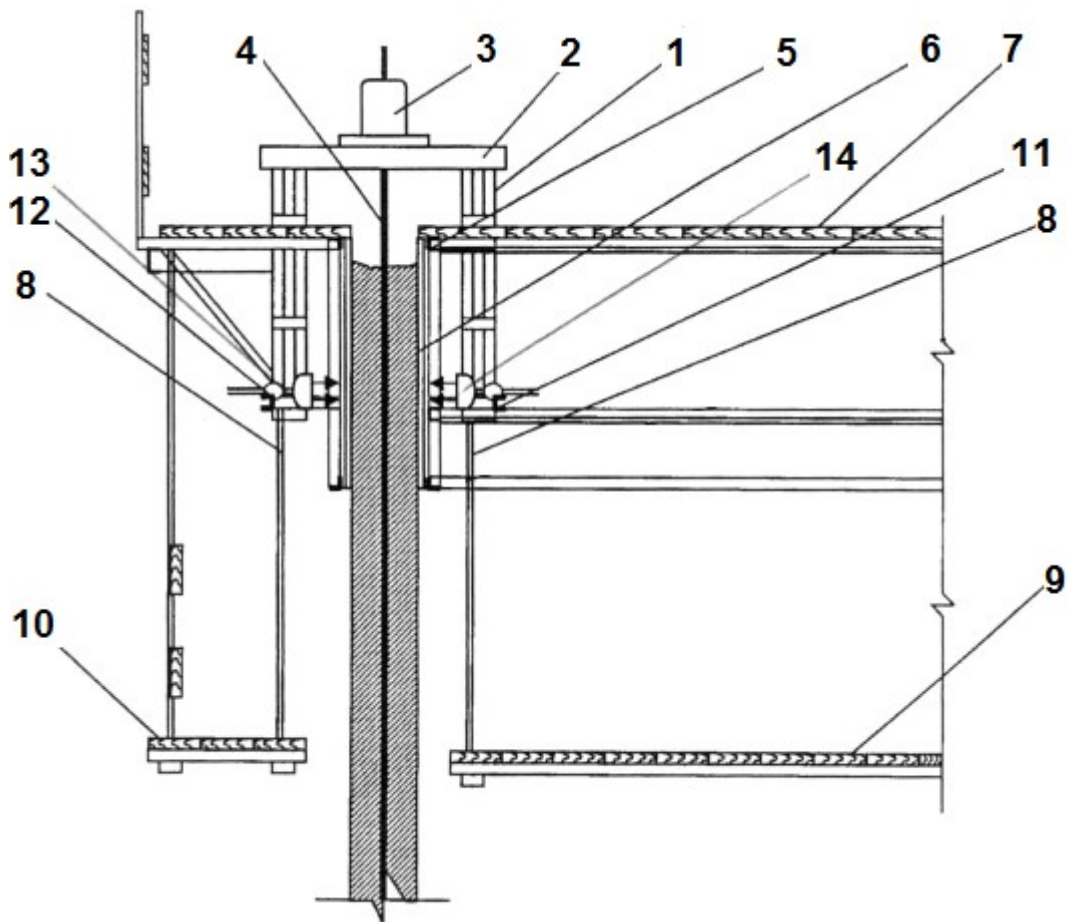


Рисунок 1.3 – Розріз комплекту ковзної опалубки

Змінна опалубка складається з домкратної рами, що містить стійки 1, з'єднані між собою у верхній частині ригелем 2. На ригелі 2 встановлений домкрат 3, крізь який пропущений домкратний стрижень 4. На стійках 1 домкратної рами встановлені опалубні балки 5, на яких закріплені щити 6 опалубки. Опалубні балки 5 встановлені на стійках 1 в два яруси по висоті щитів 6. На опалубних балках 5 встановлений робочий настил 7. До стійок 1 на підвісах 8 закріплені внутрішні підмостки 9 і зовнішні підмостки 10. На стійках 1 паралельно щитам 6 встановлені опорні балки 11, на яких за допомогою затискачів 12 закріплені кронштейни 13. На кронштейнах 13 встановлені інфрачервоні випромінювачі 14.

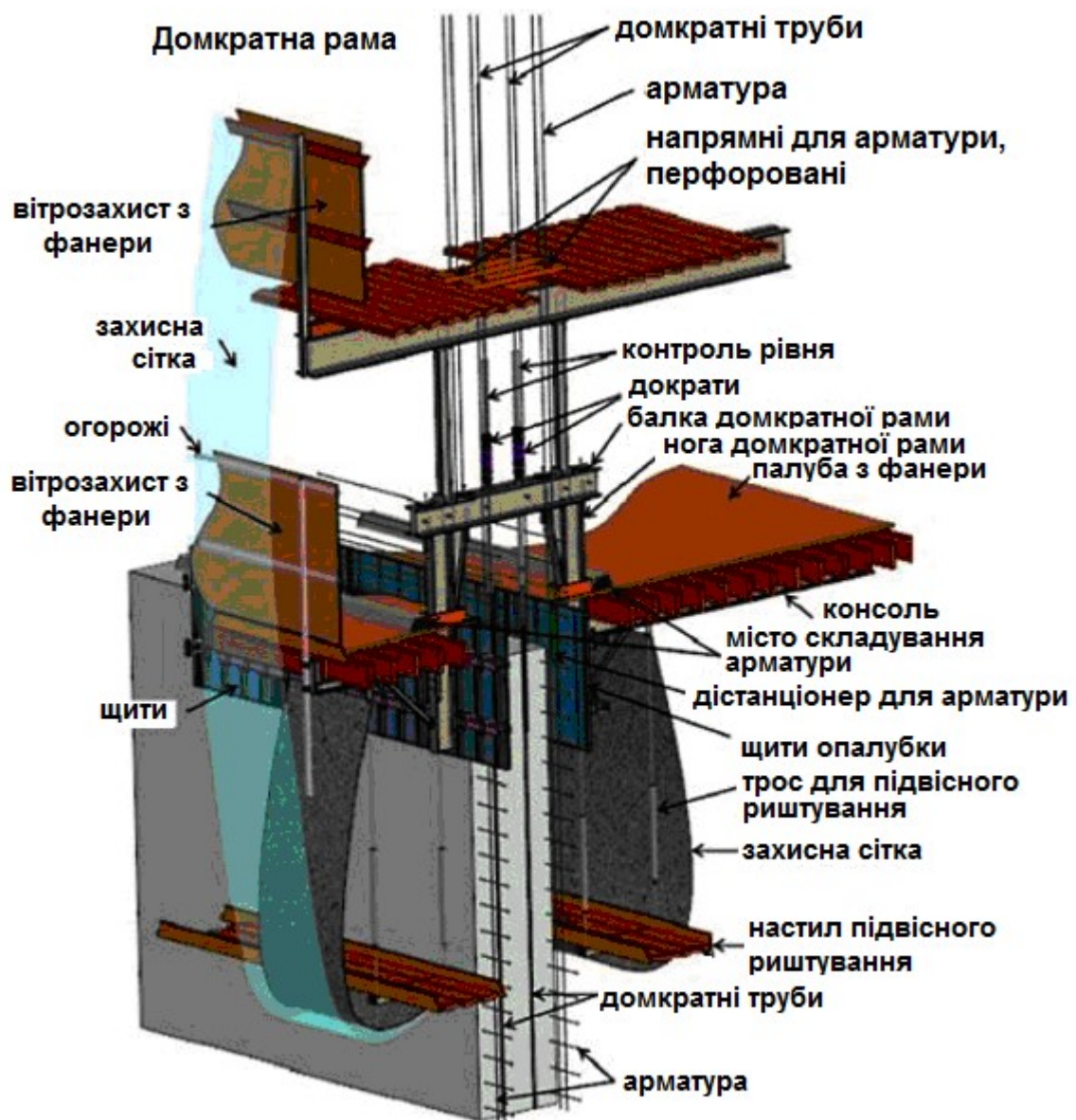


Рисунок 1.4 – Схема комплекту ковзної опалубки

Підйом опалубки здійснюється домкратами, які переміщуються по домкратних стрижнях, нарощувати в міру підйому. Оптимальна швидкість підйому, близька до максимальної допустимої за умовами тверднення бетону при даній температурі зовнішнього повітря і даному цементу служить організуючим початком всього технологічного процесу. При підйомі опалубки зі швидкістю менше ніж оптимальна, зменшується монолітність споруди, зростають сили зчеплення бетону з опалубкою, тому вона піднімається з утрудненням, з'являються зриви бетону та інші дефекти, що погіршують якість споруди. Досвід експлуатації ковзних опалубок показує, що оптимальна швидкість підйому повинна лежати в межах 15...30 см / год., з кроком 2,5...3 см при кожному підйомі, що відповідає фактичній продуктивності праці бетонників і засобів вертикального транспорту, яким доставляються бетон і арматура. При виконанні перерахованих вимог змінна опалубка піднімається в середньому на 3 м на добу (розміри споруди та товщина стін значення не мають), одержувані поверхні потребують мінімального доопрацювання: зачистки та затірки.

Необхідно відзначити, що технологія зведення будівлі в ковзній опалубці володіє наступними недоліками:

До недоліків слід віднести:

- недостатньо висока якість стінових поверхонь, що пов'язано з технологічно необхідною конусністю ковзних щитів і нерідкими зривами бетону, що виникають у випадках, коли сила бокового тертя свіжоукладеного бетону по поверхні ковзних щитів перевершують його масу;
- обов'язкова безперервність технологічного процесу;
- складність ефективної реалізації на базі даної опалубки інших технологічних процесів, таких як, наприклад, пристрій міжповерхових перекриттів.

Домкратні стрижні нерідко залишаються в бетоні через труднощі їх видалення, що призводить до додаткової витрати сталі.

Істотним недоліком методу стосовно багатопверхових будівель є складність пристрою перекриттів. Численні технологічні варіанти пристрою, як збірних, так і монолітних перекриттів трудомісткі і містять велику кількість різнопланових операцій.

Найбільш доцільно ковзну опалубку можна застосовувати для влаштування ядер жорсткості (шахт ліфтів, сходових клітин, комунікаційних колодязів та ін.), де зазначені вище недоліки не відіграють істотної ролі.

Для будівництва монолітних труб, водонапірних башт, силосів та інших використовується підйомно-переставна опалубка з шахтним підйомником, що складається з зовнішніх і внутрішніх щитів, несучих і підтримуючих механізмів радіального і вертикального переміщень і кріпильних елементів, робочої підлоги і пристосувань для підйому. При переміщенні опалубки на черговий ярус щити відокремлюються від конструкції, що бетонується (рис. 1.5).

Переміщення опалубки здійснюється за допомогою підйомної головки, яка встановлюється на шахтному підйомнику. Останній являє собою багатошахтну вежу, яка складається з окремих секцій заввишки 2,5 м, що збираються в процесі будівництва споруди з трубчастих стійок. Шахтний підйомник призначений для опори і пересування підйомної головки разом з опалубкою, а так само для розміщення сходових клітин, вантажних і пасажирських підйомників, тросів і кабелів.

Підйомно-переставна опалубка з опертям на споруду (ППО) призначена для зведення будівель. Підйом опалубки здійснюється за рахунок того, що вона спирається на зведену конструкцію. Даний тип опалубок позбавлений недоліків ковзних опалубок, таких як обов'язкова безперервність технологічного процесу і неможливість реалізації додаткових технологічних процесів.

Із зарубіжних виробників лідерами у виробництві ППО є фірми DOKA і PERI. Модельний ряд фірми DOKA представлений такими опалубними комплексами як SKE 50, SKE 100, і SCP (рис. 1.6).

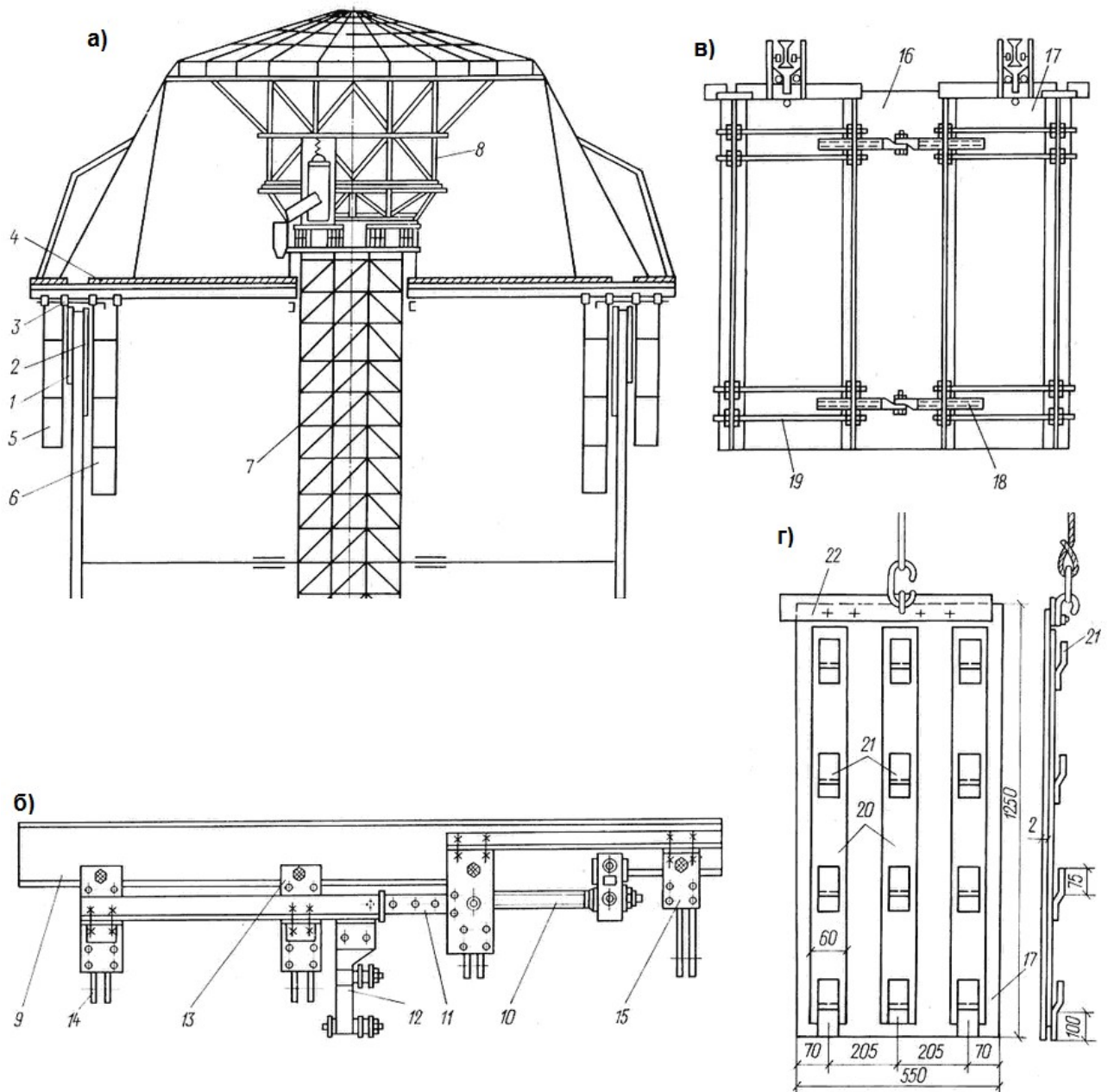


Рисунок 1.5 – Устрій підйомно-переставної опалубки: а – загальний вид опалубки; б – механізм радіального переміщення щитів опалубки; в – стяжка щитом зовнішньої опалубки; г – щит внутрішньої опалубки; 1 – щити зовнішньої опалубки; 2 – внутрішня опалубка; 3 – механізм радіального переміщення; 4 – робочий майданчик; 5 – підвісні риштування зовнішні; 6 – підвісні риштування внутрішні; 7 – шахтний підйомник; 8 – підйомна головка; 9 – головна радіальна балка; 10 – гвинт радіального переміщення; 11 – трубка-фіксатор; 12 – роликів підвіска панелі радіального переміщення; 13 – ролик підвіски; 14 – підвіска зовнішніх лісів; 15 – підвіска внутрішніх лісів; 16 – кінцева панель; 17 – прямокутний щит; 18 – стяжні болти; 19 – стяжки; 20 – сталеві смуги; 21 – скоби зі смугової сталі; 22 – смугова накладка

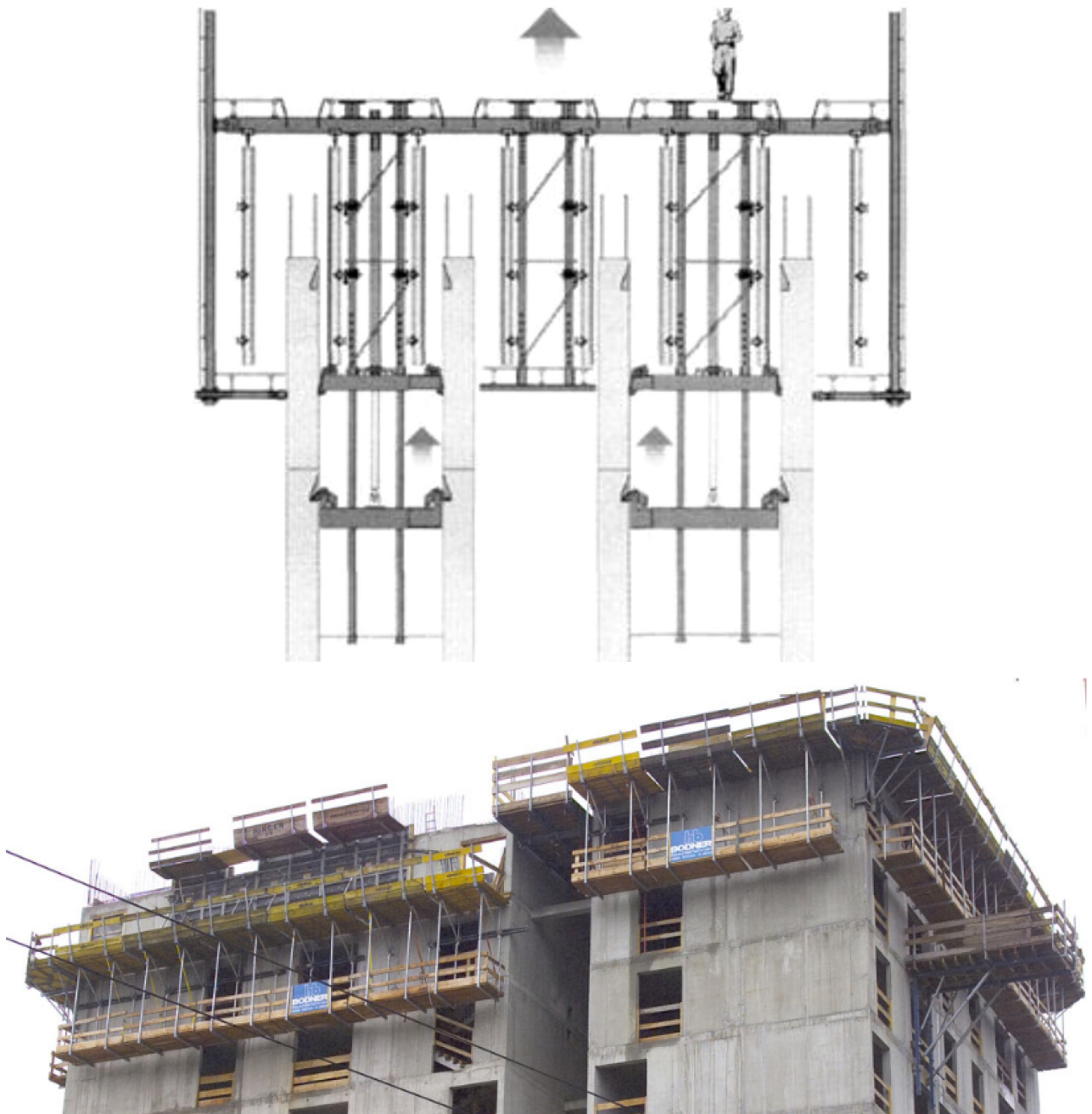
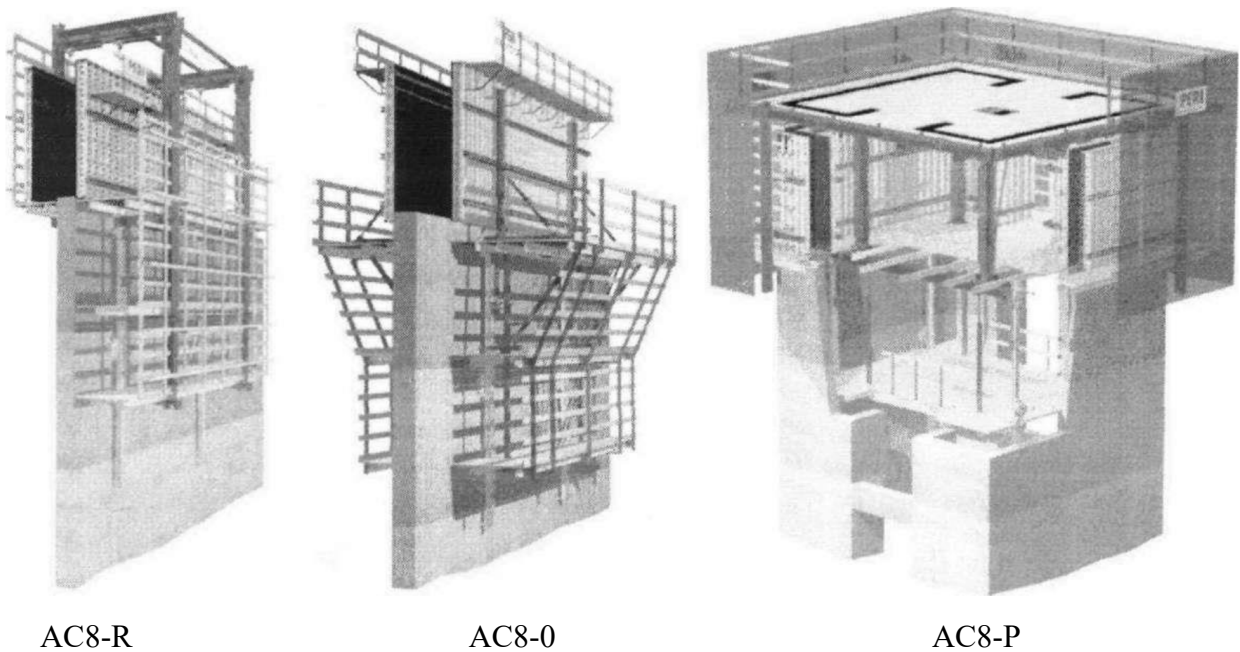


Рисунок 1.6 – Підйомно-переставні опалубки з опертям на споруду фірми DOKA

Переміщення комплексу SKE на новий рівень бетонування здійснюється за допомогою гідравлічних домкратів шляхом спирання на анкери, які попередньо встановлюються в стіні попереднього рівня бетонування. Комплекс SCP переміщається на новий рівень бетонування шляхом спирання на штраби, спеціально створювані в стіні попереднього рівня бетонування.

Компанія PERI розробила ППО ACS, принцип переміщення якого на новий рівень бетонування аналогічний принципам опалубних комплексів фірми ДОКА. Комплекс ACS має три модуля (рис. 1.7) ACS-R, ACS-P і ACS-G, які можуть працювати незалежно один від одного. Модулі ACS-R і ACS-G використовується для бетонування стін, а модуль ACS-P застосовується для бетонування осередків. Як правило, при будівництві будівлі застосуються комбінації цих трьох модулів.



AC8-R

AC8-0

AC8-P

Рисунок 1.7 – Підйомно-переставна опалубка з опертям на споруду фірми ДОКА

З огляду на перспективність рухомих опалубок, в Україні теж розроблена ППО, призначена для зведення багатоповерхових житлових і громадських будівель з монолітного залізобетону висотою 16 і більше поверхів і переміщувана з поверху на поверх без поелементного розбирання і використання кранів (рис. 1.8).

Опалубочна система складається з ряду модулів, кількість і розташування яких приймаються відповідно до проекту, міжмодульних гідравлічних і електротехнічних комунікацій і централізованої системи управління. Кожен модуль в свою чергу містить формотворчі органи, відокремлювані від поверхні,

що бетонується, і підтримуючих елементи і механізми для відводу, притиску опалубних щитів і вертикального переміщення.

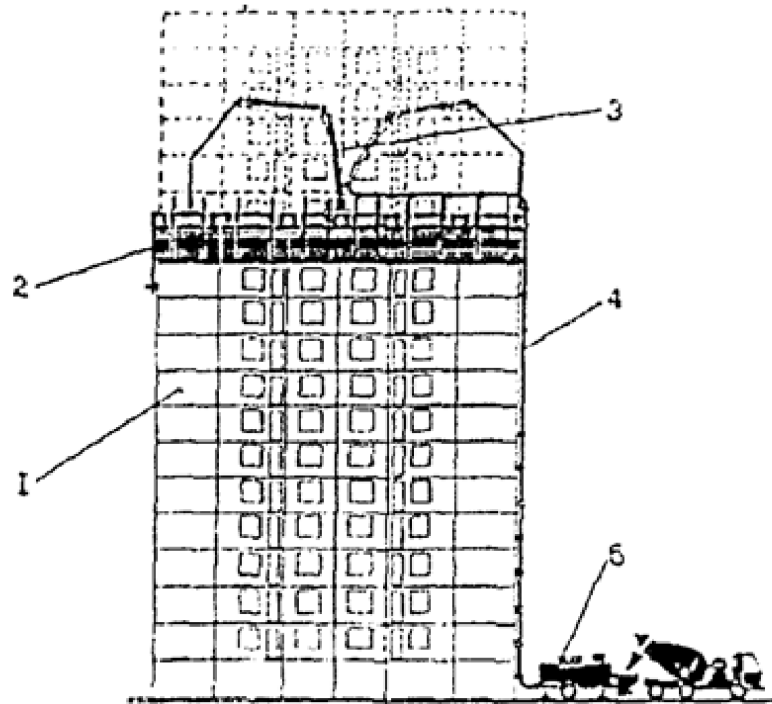


Рисунок 1.8 – Технологічна схема зведення монолітного будівлі за допомогою МПО: 1 – монолітний будинок, що зводять; 2 – бетонувальний комплекс в робочому положенні; 3 – бетонорозподільча стріла-маніпулятор; 4 – бетоновод; 5 – стаціонарний бетононасос

Формотворчі елементи являють собою панелі-щити і кутові елементи, забезпечені гідромеханічними приводами-маніпуляторами. Домкратні рами модуля включають ригель, зовнішню і внутрішню стійки. Зверху домкратні рами об'єднуються кружальною фермою. У ригель і внутрішню стійку вмонтовані гідростійки підйому і переобпирання відповідно, які обладнані опорними п'ятами. Опалубні щити, призначені для формування вертикальних конструкцій, колон, стін і ядер жорсткості, як несучих, так і самонесучих, підвішені до стійок за допомогою гідроциліндрів.

Переміщення на наступний рівень бетонування по закінченню набору бетоном міцності відбувається наступним чином (рис. 1.9). У кожному модулі відбувається відведення опалубних щитів від поверхні конструкції за

допомогою гідроциліндрів відведення, при цьому спочатку відводяться внутрішні щити, потім кутові, потім зовнішні поздовжні і зовнішні поперечні.

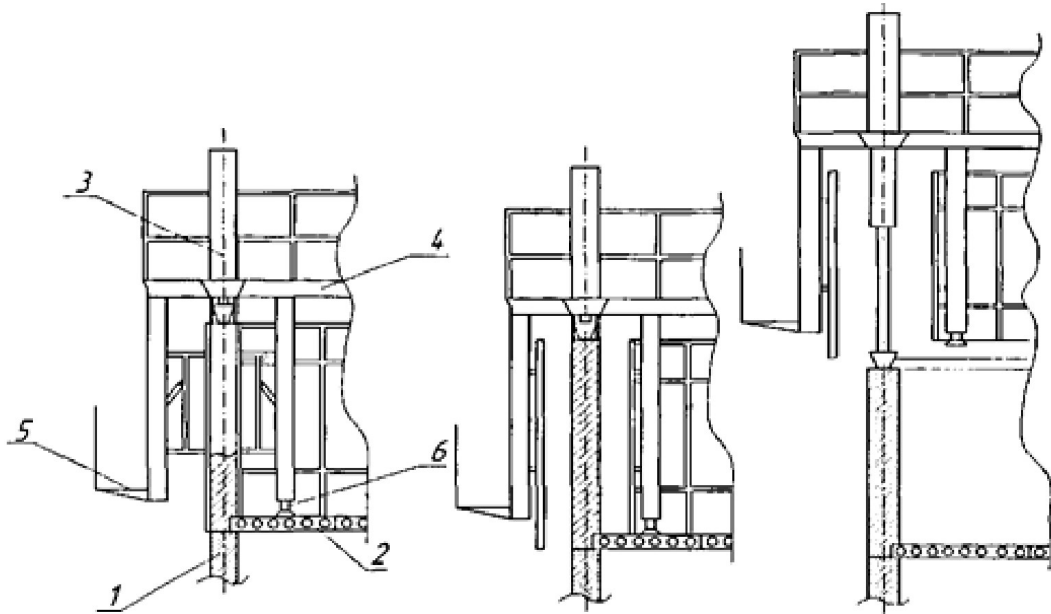


Рисунок 1.9 – Переміщення опалубочного комплексу «Вертикаль-3М» на новий рівень бетонування

Далі відбувається синхронний підйом опалубної системи на наступний ярус бетонування за рахунок того, що гідростійки підйому спираються на верхній уріз вертикальної конструкції. Після підйому відбувається пристрій міжповерхових перекриттів.

Для міжповерхових перекриттів передбачається використовувати незнімні самонесучі армоопалубні панелі, можливі також варіанти влаштування перекриттів зі збірних плит.

Після закінчення операції пристрою перекриттів, відбувається опускання гідростійок переобпирання, поки не відбудеться спирання модуля на дані гідростійки, після чого вологостійкість підйому перекладається в крайнє верхнє становище, і необхідна операція очищення й змащування опалубних щитів. Потім відбувається притиск опалубних щитів за рахунок гідроциліндрів притиску, після чого комплекс готовий до технологічних операцій з армування та бетонування.

Армування стін передбачається здійснювати двома способами:

- укрупненими сітками (армокаркаси), монтуються за допомогою кранів (традиційна технологія);
- за допомогою роботів-маніпуляторів, що переміщуються по спеціальних напрямних і виконують операції зі встановлення вертикальних і горизонтальних арматурних стрижнів.

Подача бетонної суміші до опалубного комплексу здійснюється по бетоноводу від стаціонарного бетононасоса. Укладання бетонної суміші виробляється стрілою-маніпулятором.

Для прискорення тверднення бетону і скорочення поверхового виробничого циклу до 1,5...2 діб, передбачається застосовувати термообробку бетону в поєднанні з використанням хімічних добавок-прискорювачів тверднення. З цією метою передбачається оснастити опалубку стін і перекриттів системою вбудованих теплоелектронагрівачів з ефективною теплоізоляцією і можливістю управління режимами термообробки.

ППО укладений в тепляк з легких ефективних конструкцій (можливо пневмоконструкцій) зі спеціальними монтажними люками. При необхідності всередині тепляка можливе розміщення систем кліматичного контролю забезпечують оптимальну робочу температуру для обслуговуючого персоналу при будь-яких погодних умовах.

Для полегшення передислокації з об'єкта на об'єкт опалубну систему ППО передбачається збирати з уніфікованих об'ємних формотворчих блоків масою 15...20 т з габаритами, що допускають перевезення автомобільним і залізничним транспортом.

Незаперечною перевагою даної опалубної системи в порівнянні з зарубіжними аналогами є те, що в разі спирання комплексу на урізи стін виключаються додаткові технологічні операції з влаштування штраб і монтажу анкерів, в свою чергу це веде до зниження трудомісткості, і як наслідок, до зменшення термінів будівництва.

1.2. Сучасне уявлення та основні напрями вдосконалення технології та організації будівництва цивільних будівель з монолітного залізобетону

Рішення перерахованих вище проблем, є, по суті, одними з головних напрямків розвитку технології монолітного будівництва, що дозволяє кардинально скоротити трудомісткість при виробництві монолітних робіт, підвищити їх темпи і якість. Впровадження комплексно-механізованої технології, оснащення високопродуктивною і, в тому числі, спеціалізованою технікою, підвищення коефіцієнта використання машин і устаткування, а також підвищення кваліфікації кадрів – все це є необхідними умовами для переходу до швидкісного монолітного житлового будівництва.

Однак сьогодні сталого поняття про те, яке монолітне будівництво називається швидкісним, не склалося. Проте, поняття «швидкісний монолітне будівництво» і «швидкісне монолітне житлове будівництво» слід розрізняти. У першому випадку зазвичай мається на увазі будівництво складних споруд та інженерних об'єктів, при зведенні яких використовуються окремі «швидкісні» технології, що дозволяють вводити ці об'єкти в більш стислі терміни. У другому випадку швидкість будівництва часто визначається часом, що витрачається на зведення одного поверху, наприклад, ще 5..10 років тому швидкісним вважалось житлове будівництво, при якому поверх зводився за 6...5 днів. Сьогодні швидкісним називають таке монолітне житлове будівництво, при якому поверх зводиться за 4...2 дня [7, 8, 26]. Цьому також сприяє та обставина, що зараз «швидкісне домобудівництво» впроваджується переважно на багатоповерхових об'єктах точкової забудови з площею поверху 600...1100 м².

Швидкісне монолітне житлове будівництво дозволяє збільшити не тільки швидкість зведення будівлі, а й обсяг будівництва, який в свою чергу впливає на зростання фонду оплати праці, утворення нових робочих кадрів і підвищення рівня життя людей в цілому, так само дає можливість якомога швидше забезпечувати населення комфортним житлом і розвивати інфраструктуру в рамках міських програм.

1.3. Технологія опалубних робіт

Вже давно відомо [1, 3, 32], що для зниження трудомісткості і підвищення швидкості робіт необхідно використовувати сучасну системну високотехнологічну опалубку. Застосування таких ефективних опалубних систем, що багато обертаються, для влаштування стін і перекриттів сьогодні дозволяє успішно будувати будівлі різного призначення з найрізноманітнішим набором монолітних конструкцій.

Як і сама технологія монолітного будівництва, опалубні системи в повному сенсі цього слова прийшли до нас з-за кордону [1, 14]. Опалубка, що дозволяє в будівельних умовах укласти бетон в конструкцію будь-якої конфігурації і масивності, вважається системною. Під опалубною системою слід розуміти взаємопов'язану сукупність формотворчих елементів, що підтримують конструкцій, кріпильно-зварне оснащення і засоби підмащування.

В опалубку будь-якої системи входить [1, 9, 14]:

- опалубка важка, що витримує навантаження 90...95 кН / м²;
- опалубка середня, що витримує навантаження 60...65 кН / м²;
- дрібнощитова опалубка для роботи без крана;
- опалубка перекриттів.

На жаль, більшість вітчизняних опалубних систем поступається за якістю, технологічністю та продуманістю рішень закордонним зразкам.

Опалубка іноземних виробників виграє завдяки більш тривалому часу свого розвитку (30...40 років), за який змогла досягти найбільшої досконалості. Широке поширення і популярність здобула щитова розбірно-переставна опалубка «PERI» (рис. 1.10), «MEVA», «HUNNEBECK» – Німеччина, «DOKA» – Австрія [33, 34, 35].



Рисунок 1.10 – Розбірно-переставна опалубка «PERI» (TRIO 330)

Крім щитової опалубки в монолітному житловому будівництві знайшли своє місце змінна і тунельна опалубка. Однак з високими темпами зведення стін у ковзній опалубці пов'язані певні складності при подальшому зведенні перекриттів, а також часто незадовільна якість поверхні бетону, що призводить до великих витрат на штукатурні роботи. Тунельна опалубка при використанні в цивільному будівництві дозволяє зводити будівлі тільки громадського призначення з регулярним (типовим) планом поверху [32, 33, 34, 35]. На відміну від тунельної, використання розбірно-переставної опалубки дає можливість зводити будівлі складної конфігурації, що мають нетипові архітектурні рішення. Поява індивідуальних нетипових будівель дозволяє значно поліпшити архітектурне вид міста. За останні роки широке застосування отримали самопідйомна опалубка, що застосовується при зведенні висотних будівель, а також незнімна опалубка (наприклад, система перекриттів FILIGRAN) дозволяє значно скоротити час виробництва опалубних робіт.

Одночасно з розробкою і вдосконаленням опалубних систем, змінювалася послідовність виконання операцій при бетонуванні монолітних конструкцій із застосуванням цих типів опалубок, визначалися показники трудомісткості робіт на опалубку і розпалубку конструкцій, відбувалася розробка системи нормативних документів, що регламентують проектування і будівництво будівель з монолітного залізобетону. Найчастіше, для зведення індивідуальних монолітних будівель застосовується розбірно-переставна опалубка. Така система повинна відповідати таким основним вимогам:

- мати мінімальну кількість різнотипних складових елементів (принцип модульності – кожна фірма, яка виробляє опалубку, має свою модульну систему щитів);
- бути простою в монтажі, експлуатації та демонтажі;
- володіти великою міцністю і жорсткістю при малих масі і матеріаломісткості;
- мати високу оборотність і бути економічною;
- формотворчі поверхні повинні при розпалублюванні забезпечити збереження бездефектної поверхні бетону.

У практиці сучасні опалубні системи для стін, наприклад, фірми «PERI» і «ДОКА», виграють за рахунок меншої кількості деталей, яку необхідно для більш швидкого встановлення опалубки. У цих системах можна за допомогою двох або трьох замків надійно з'єднати два щита. Цими замками можна поєднати елементи, як в горизонтальному напрямку, так і в вертикальному, завдяки високій жорсткості з'єднань можуть переміщатися зібрані з окремих щитів карти площею до 40 м² [35]. На будівельному майданчику для з'єднання елементів потрібна всього одна деталь – замок, тому ретельне сортування матеріалу більше не потрібно – все під рукою. Замки відразу забезпечують: щільність, рівність і зв'язаність з'єднання щитів. Крім замків використовуються вирівнюючі ригелі, які служать для нарощування елементів, з'єднання непрямих кутів, закриття торців, пристрою зсуву стін, фіксації доборів по довжині та ін. Вирівнюючий ригель просто навішується на раму опалубного

щита і вирівнює елементи. Крім того, такі системи опалубки включають в себе елементи, що забезпечують безпеку при бетонуванні конструкції.

Таким чином, ефективність опалубної системи багато в чому визначає трудомісткість і темпи виконання робіт. Подальше вдосконалення технології опалубних робіт полягає не тільки в модернізації конструкції опалубної системи, але і в удосконаленні прийомів ведення опалубних робіт, що може бути виражено через:

- раціональний підбір опалубки, що включає укрупнення опалубних щитів в багаторазовому використуванні без розбирання карти і застосування шахтної опалубки, що скорочує тривалість опалубних робіт;
- застосування покриттів виключають адгезію і необхідність змащування опалубки;
- скорочення відстані переміщення опалубки краном.

1.4. Нормування робочого часу і організація комплексного будівельного процесу

Найважливішим показником ефективності трудової діяльності робітника є продуктивність праці, яка визначає технічний прогрес загального виробництва.

Проведені дослідження показують, що трудомісткість виконання робіт багато в чому залежить від використовуваного обладнання, засобів малої механізації та інструменту, організації будівельного майданчика і робочого місця. Стає очевидним, що для підвищення продуктивності праці і вироблення необхідного застосування сучасних прогресивних методів будівництва, а використання морально застарілого обладнання неможливо. При цьому кожен з основних видів робіт має свою специфіку і потребує ретельного опрацювання. Наприклад, для опалубних робіт необхідно використовувати якісну опалубку, просту і зручну в обігу, відповідну новітнім технологічним розробкам (модульні рамні метало-дерев'яні елементи – замість саморобних дерев'яних щитів, металеві стійки – замість опор з бруса та ін.).

Поодинокі норми для опалубки стін, наведені в §Е4-1-33 - Е4-1-43 [44], розраховані на використання наступних типів опалубки: «Оргтехстрой»; розбірний-переставні опалубки ЦНИИОМТП «Моноліт-72», «Моноліт-77»; «Тяжстрой-78» інституту Оргтяжстрой.

Слід зазначити, що в більшості своїй норми, наведені в ЕНиР, були розроблені в кінці 50-х і на початку 60-х років і, згодом, доповнювалися і коректувалися, аж до 1987 року. У зв'язку з цим сьогодні доводиться стикатися з тим, що наведені в ЕНиР норми і склади ланок застаріли, а також відсутні норми на деякі роботи і процеси.

Практика показує, що в технології і організації будівництва, дуже багато залежить від складу ланки і кваліфікації робітників. Наприклад, в §Е4-1-37 (таблиця 3) ЕНиР для установки краном крупнощитової опалубки обрано такі склади ланок з слюсарів-будівельників 4-го розряду – 1 люд., 3-го розряду – 2 люд., а для розбирання цієї ж опалубки 3-го розряду – 1 люд. і 2-го розряду – 2 людини. При правильній організації робіт установку опалубки і розпалубку виробляє одна й та ж ланка, так як опалубка, знята з попередньої захватки, як правило, в той же день переставляється на наступну захватку [6, 25, 43, 44].

Крім того, для складу ланки необхідно правильно вибрати не тільки мінімальну кількість людей в складі ланки, але і робітників з різним рівнем підготовки, тобто різної кваліфікації. Для цього рекомендується використовувати номенклатуру професій, спеціальностей і кваліфікацій будівельних робочих встановлену чинним єдиним тарифно-кваліфікаційним довідником робіт і професій робітників, зайнятих в будівництві і на ремонтно-будівельних роботах (класифікатор професій) [24].

Наведене вище свідчить про те, що розробка нових норм для основних видів робіт стає актуальною, не дивлячись на досягнуті раніше результати в розвитку технології опалубних робіт, опублікованих в роботах багатьох відомих учених та інженерів [6, 14, 46, 48].

Що стосується організації комплексного будівельного процесу, то сьогодні швидкісне монолітне житлове будівництво – одна з найбільш перспективних технологій зведення монолітних житлових будинків. Однак цей вид будівництва вимагає до себе особливого підходу. Крім добре розвиненої

індустріальної бази, високого рівня технологій, потрібна чітка організація та можливість оперативного управління будівельним процесом.

Зростаючі вимоги до темпів і якості будівництва вимагають оптимізації процесів зведення будівель. Шляхом більш чіткої організації ведення робіт можна домогтися одночасного ефекту в зниженні трудових, матеріальних і енергетичних ресурсів без додаткових капітальних вкладень.

Однак, незважаючи на те, що сьогодні технологія зведення будівель і споруд із застосуванням монолітного залізобетону бурхливо розвивається, організація виробництва істотно відстає. Особливо помітно відставання вітчизняного будівництва у порівнянні з організацією робіт за кордоном, а також у порівнянні з вітчизняними об'єктами, що споруджуються іноземними компаніями.

Проте, не дивлячись на широке застосування монолітного залізобетону, наявні технології і прагнення скоротити терміни зведення об'єктів, до сих пір не розроблені і норми часу для основних видів робіт при зведенні монолітних житлових будинків в швидкісному режимі.

Подальше вдосконалення технології монолітного будівництва в організаційному плані має бути направлено:

- на використання науково-технічних розробок в галузі планування та управління будівельним виробництвом;
- на розвиток логістики для своєчасного забезпечення ресурсами;
- на розробку і впровадження оптимальної технології комплексного ведення робіт;
- на розробку ефективної системи контролю робочого процесу і мотивації працівників.

Це, в свою чергу має забезпечувати:

- ефективне планування витрат матеріальних засобів та виробничих сил;
- скорочення невиробничих перерв, простоїв робочої сили і техніки;
- підвищення продуктивності праці для основних видів робіт;
- скорочення текучості робочих кадрів;
- підвищення якості виконуваних робіт;
- підвищення культури виробництва;

– інтенсифікацію термінів будівництва.

Незважаючи на всі позитивні чинники застосування монолітного залізобетону в житловому будівництві, все ж основними проблемними питаннями при монолітному будівництві є:

– складність вибору технології виробництва робіт, пов'язаної з різними типами опалубних систем, способами подачі, укладання та ущільнення бетонної суміші, термінами витримки бетону в опалубці;

– недостатня якість і кількість опалубки;

– розпалублення і догляд за бетоном в різних кліматичних умовах;

– відсутність на будівельних об'єктах надійної системи управління якістю виробничих процесів;

– високі трудовитрати на опалубні роботи, які безпосередньо виконуються на будмайданчику і пов'язані з великим обсягом ручної праці;

– недостатнє опрацювання технологічної документації на зведення монолітних будівель, а також на виконання складних і специфічних робіт.

При вирішенні цих питань, необхідно змінити підхід до монолітного залізобетону, при якому будуть:

– створені нові нормативні та методичні документи;

– розроблені нові технологічні рішення для опалубних робіт;

– вирішені питання, пов'язані з організаційними і технологічними проблемами на будівельному майданчику, які визначають шляхи підвищення ефективності будівництва з монолітного залізобетону.

Все це, безумовно, необхідно розраховувати при оцінці існуючих і розробці нових технологій для монолітного будівництва.

1.5. Бетон і залізобетон в сучасному будівництві

Бетон і залізобетон в будівництві України займають провідне місце. Масштабність застосування бетону та залізобетону обумовлена їх високими фізико-механічними показниками, довговічністю, хорошою опірністю температурним і вологим впливам, можливістю отримання конструкцій порівняно простими технологічними методами, використанням в основному місцевих матеріалів (крім сталі), порівняно невисокою вартістю.

За способом виконання бетонних та залізобетонних конструкцій поділяють на збірні, монолітні та збірно-монолітні. Збірні конструкції виготовляють на заводах, потім доставляють на об'єкт, що будується і встановлюють в проектне положення. Монолітні конструкції зводять безпосередньо на об'єкті, що будується. Збірно-монолітні конструкції виконують із збірних елементів заводського виготовлення і монолітної частини, яка об'єднує ці елементи в єдине ціле.

Поряд зі збільшенням обсягу застосування збірного бетону та залізобетону зростає число споруд, які виконуються із застосуванням монолітних конструкцій. Так, в промисловому і цивільному будівництві застосування монолітного залізобетону ефективно при зведенні масивних фундаментів, підземних частин будівель і споруд, масивних стін, різних просторових конструкцій, стін і ядер жорсткості, димових труб, резервуарів, будівель підвищеної поверховості (особливо в сейсмічних районах) і багатьох інших конструкцій та інженерних споруд.

В даний час щорічне виробництво бетону для монолітного будівництва в світі перевищує півтора мільярда кубометрів. За обсягом виробництва і застосування монолітний бетон набагато випереджає інші види будівельних матеріалів. У найбільш розвинених країнах душовою показник застосування монолітного бетону складає: в США – $0,75 \text{ м}^3$; в Японії – $1,20 \text{ м}^3$; в Німеччині – $0,80 \text{ м}^3$; у Франції – $0,50 \text{ м}^3$; в Італії – $1,10 \text{ м}^3$; в Ізраїлі – $2,00 \text{ м}^3$, в Україні – $0,15 \dots 0,20 \text{ м}^3$.

На виготовлення бетону для монолітного будівництва витрачається більше половини світового виробництва цементу. У монолітному виконанні зводяться промислові і житлові будівлі, греблі, енергетичні комплекси, телевежі і т.д. (Рис. 1.11, 1.12). Найвища в світі телевежа побудована з монолітного бетону. Найвищі будівлі на всіх континентах побудовані з монолітним залізобетонним каркасом, в тому числі світові рекордсмени — два хмарочоси нафтового концерну «Петронас» в Куала-Лумпурі, (Малайзія) (432 м). У США побудовано вже більше 100 хмарочосів з монолітним каркасом, бетон впевнено витісняє сталь з цієї області будівництва. Великою областю застосування монолітного бетону є інженерні споруди (градирні, труби,

резервуари, захисні оболонки АЕС та ін.). Сучасні градирні досягають висоти 150 м при діаметрі основи 120 м. При цьому товщина стіни споруди може становити всього 19 см.

Резервуари для зберігання води, зрідженого газу та ін. можуть досягати об'єму в кількисот тисяч кубометрів. Яскравим прикладом будівельних можливостей монолітного бетону є морські платформи для видобутку нафти висотою в кілька сотень метрів.

В Україні в останні роки також намітилася тенденція до збільшення застосування монолітного бетону та залізобетону в житлово-цивільному будівництві з використанням інвентарної опалубки, високопродуктивної технології та комплексної механізації приготування, транспортування і укладання бетонної суміші.

Будівництво житлових і громадських будівель з використанням монолітного бетону підтвердило можливість підвищення якості архітектурних рішень масової забудови, при щодо менших наведених витратах і зниженні витрати металу і енергоресурсів, в порівнянні з іншими видами індустріального будівництва.



Рисунок 1.11 – Монолітна будівля



Рисунок 1.12 – Будівлі з монолітним залізобетонним каркасом

Застосування монолітного залізобетону може бути раціонально і економічно вигідніше використання збірного залізобетону в першу чергу в районах зі складними геологічними умовами, при підвищеній сейсмічності, в місцях, де відсутні або недостатні потужності повнозбірного житлового будівництва без розвиненої мережі автошляхів, в сільських районах при наявності місцевих заповнювачів та ін.

Будівництво з монолітного бетону доцільно за індивідуальними проектами для будівель і комплексів, що виконують роль містобудівних акцентів, історичних центрів міст, для будівель при комплексній забудові монолітними будинками мікрорайонів в містах та селищах на основі типізованих умов архітектурно-планувальних елементів; для будівель комбінованих систем, які передбачають поєднання монолітних конструкцій зі збірними, цегляними та ін.

Річний об'єм виробництва монолітного бетону та залізобетону в Україні становить 25...30 млн. м³ і по окремим видам будівництва розподіляється наступним чином (рис. 1.13):

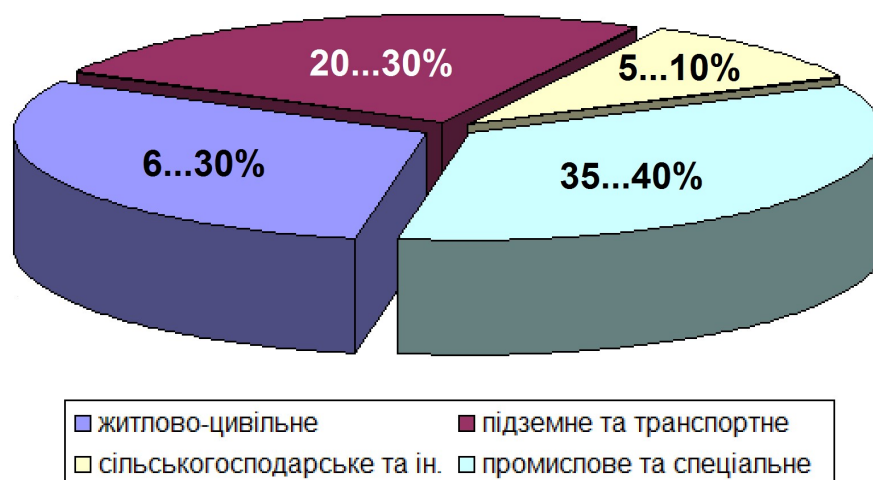


Рисунок 1.13 – Об'єм виробництва монолітного бетону та залізобетону в Україні становить: 35...40% – промислове та спеціальне; 26...30% – житлово-цивільне; 20...30% – підземне та транспортне; 5...10% – сільськогосподарське та ін.

Економічні переваги монолітних залізобетонних конструкцій в порівнянні з цегляним і повнозбірним будівництвом характеризуються

зниженням одноразових витрат на створення виробничої бази на 20...30%, зменшенням витрат сталі на 10...15%, а енергоємності – до 30% і на 25% меншими в порівнянні з цегляними будівлями тієї ж поверховості, сумарними трудовими затратами. Сумарні трудовитрати на зведення монолітних конструкцій в порівнянні з великопанельними приблизно такі ж.

Монолітний бетон і залізобетон характеризуються дещо меншими середніми витратами цементу на 1 м³ бетонної суміші в порівнянні зі збірним залізобетоном. Однак в цілому середня міцність бетону для монолітних залізобетонних конструкцій нижче середньої міцності бетону на важких щільних заповнювачах для збірних конструкцій. Витрата арматури для окремих конструкцій в монолітному варіанті може бути нижче, ніж в збірному, за рахунок використання конструктивних нерозрізних елементів, виключення заставних деталей і монтажних петель, відсутність розрахункової арматури на транспортні та монтажні навантаження та ін. Витрата металу в монолітних конструкціях у порівнянні зі збірними рішеннями, як правило, нижче для стрічкових фундаментів житлових будинків на 20%, фундаментів промислових будівель – на 10%, безбалкових перекриттів багатоповерхових промислових будівель – на 25%. При будівництві 9-16-поверхових будинків з монолітного залізобетону в сейсмічних умовах економія арматурної сталі може досягати 18...20%. У масовому житловому будівництві при зведенні 5-9-поверхових будинків з монолітного залізобетону економія арматури становить менше 5%. Якщо ж при цьому врахувати, що фактична оборотність опалубки в монолітному житловому будівництві нижче, ніж в збірному, то сумарний витрата сталі вирівнюється.

Трудомісткість арматурних робіт в монолітному будівництві в 1,5...2 рази вище, ніж при виробництві збірного залізобетону.

Найбільш раціональні області застосування монолітних залізобетонних конструкцій у виробничих будівлях – це фундаменти під колони і під обладнання; підземні конструкції (підвали, тунелі та ін.); несучі конструкції будівель з сіткою колон 6×6 м і 6×12 м при нормативних тимчасових навантаженнях більше 30 кН/м²; каркаси і перекриття (в тому числі безбалкові) багатоповерхових будівель при нормативних тимчасових навантаженнях понад 25 кН/м², а також конструкції будівель для гірничорудної, гірничо-хімічної, цементної, вугільної промисловості; стовбури жорсткості збірно-монолітних багатоповерхових будівель та ін.

У житлово-цивільному будівництві монолітними доцільно виконувати: багатоповерхові будівлі різноманітного призначення; різні фундаменти, ростверки паливних фундаментів; стіни підвалів; безбалкові перекриття, в тому числі ребристі, по сталевому профільованому настилу; перекриття, виконуються методом підйому; стовбури жорсткості для каркасних будинків великої поверховості; просторові покриття типу оболонки, для великопрольотних споруд спортивного, видовищного призначення, ринків.

Витрата основних будівельних матеріалів в будівлях підвищеної поверховості в монолітному залізобетоні різниться досить широко, в залежності від конструктивної схеми, міцності матеріалів, величини діючих навантажень та інших факторів. В середньому витрата бетону на 1 м^2 загальної площі поверхів становить від 0,4 до 0,7 м^3 , а сталі – від 25 до 70 кг. Монолітні рішення доцільні в інженерних спорудах, це – ємнісні споруди, силоси, димарі, градирні та ін. В транспортному і підземному будівництві – автодороги (за винятком тимчасових), мости (середніх прольотів), тунелі при спорудженні відкритим способом.

В енергетичному будівництві тільки монолітними можуть зводитися греблі ГЕС, фундаменти, реакторні відділення АЕС, корпуси реакторів і захисних оболонки.

В Україні обсяг арматури, що переробляється для монолітного залізобетону, становить приблизно 50% від загального обсягу застосовуваної арматури. Основна область застосування монолітного бетону та залізобетону в Україні – фундаменти, підземні та інші масивні будівельні споруди. Тільки 25...30% від загального об'єму монолітного залізобетону витрачається на надземні частини будівель і споруд. В майбутньому ця частка буде збільшуватися, тому що монолітний залізобетон особливо ефективний при реконструкції будівель і споруд.

При використанні монолітного бетону може відбуватися деяке підвищення трудовитрат на будівельному майданчику. Однак ці недоліки можна звести до мінімуму шляхом індустріалізації виробництва виконання бетонних робіт.

Витрати робочого часу в монолітному будівництві представлені на діаграмі (рис. 1.14).



Рисунок 1.14 – Витрати робочого часу в монолітному будівництві складають на роботи: опалубні – 20%; арматурні – 20%; приготування, транспортування і укладання бетону – 60%

При будівництві житлових і громадських багатоповерхових будинків розроблений метод підйому поверхів, монолітна конструкція при цьому виконується у вигляді плоских залізобетонних безбалкових плит.

Особливо ефектно виглядають в монолітному бетоні телевізійні вежі, що є пам'ятками багатьох міст. На сьогодні найвищим в світі окремо стоячою спорудою є телевежа в Торонто (555 м). Є вищі сталеві щогли, але вони розкріплені розтяжками. У Німеччині та Японії широко будуються в переставній опалубці резервуари яйцевидної форми для очисних споруд. До теперішнього часу їх побудовано загальною ємністю понад 1 млн. м³. Поодинокі ємності таких резервуарів – від 1000 до 12 тис. м³.

Найбільш видатним прикладом застосування ковзної опалубки слід вважати бетонування кесона нафтовидобувної платформи в Норвегії, де периметр одночасно бетонованих стін і діафрагм сумарно досягав 2 км. Змінна опалубка одномоментно переміщалася за допомогою 1000 гідравлічних домкратів.

Сучасні самопіднімальні опалубки дозволяють міняти кут нахилу стін. Так, при бетонуванні стін будівлі сонячного годинника в Діснейленді у Флориді кут нахилу стін змінювався від 11 до 5 градусів. Нахил стіни виставкового павільйону на виставці ЕКСПО-92 в Севільї склав 15 градусів

(для порівняння: нахил Пізанської вежі становить 6 градусів).

Опалубка також може перенастроюватися і в плані. Розроблено системи, де радіус опалубного поверхні може змінюватися від 1 м до нескінченності, т. Е. В плані обрис стіни змінюється від дуги до горизонтальної прямої.

При бетонуванні стін тунелю в Саксонії радіус повороту осі тунелю склав 160 м, що було забезпечено конструкцією ковзної опалубки. Сучасна опалубка розраховується на тиск свіжоукладеного бетону до $12 \text{ т} / \text{м}^2$ ($120 \text{ кН} / \text{м}^2$).

Такі опалубки проектуються із застосуванням новітніх комп'ютерних програм.

Можливості реалізації складних планів залежать від конструктивних систем опалубки. Розроблені системи опалубки дозволяють вирішувати найрізноманітніші завдання. Так, при будівництві готелю в Гамбурзі на плані першого поверху були запроектовані колони самих різних перетинів (кругла, хрестоподібна, «трилисник» та ін.). Висота колон становила 11 м.

Підвищена швидкість монтажу різних систем опалубки через високу вартість робочої сили може дати істотний економічний ефект. Так, за підрахунками німецької фірми PERI, прискорення монтажу на 6 хвилин на 1 м^2 опалубки при 200 обертах дає економію коштів в 1000 EURO на 1 м^2 , що в кілька разів перевищує вартість самої опалубки.

Прикладом високоточних бетонних робіт за допомогою самопідйомної опалубки може слугувати будівництво хмарочоса висотою близько 200 м у Франкфурті, де отвори в монолітних стінах фасаду виконувались з допуском ± 5 мм. Периметр зовнішніх стін будівлі в плані становив 210 м. Темп бетонування становив 8 днів на один поверх. Якість поверхонь стін після демонтажу опалубки робило можливим виконання оздоблювальних робіт без додаткового доведення (затирання).

Монолітний бетон знаходить також досить широке застосування в малоповерховому будівництві. Так, опалубні системи компанії «Утінор» (Франція) дозволяють бригаді з 7 чоловік бетонувати щодня одну блок-секцію на дві квартири трьох-, чотириповерхового типового будинку. Перспективно

застосування в малоповерховому будівництві незнімної опалубки, наприклад, з пінополістиролу. Така опалубка збирається насухо із застосуванням зв'язків між зовнішнім і внутрішнім шарами з окремих блоків завтовшки 7...10 см і декількох типорозмірів. Після набору міцності бетоном, залитим всередину, зовні така стіна штукатуриться полімерним розчином по сітках зі скловолокна або цементним розчином по сталевій сітці.

Розроблено ефективні методи витримування бетону в зимових умовах, що дозволяють зводити бетонні та залізобетонні конструкції при досить низьких температурах зовнішнього повітря без зниження їх якості.

Монолітний залізобетон володіє рядом переваг в порівнянні з металом при використанні в каркасах висотних будівель. По-перше, одна з основних переваг – більш ефективна дисипація (розсіювання) енергії коливання будівель при вітрових навантаженнях. По-друге, поперечні перерізи ядер можуть мати великі площі, що забезпечує істотне підвищення моментів опору і відповідно незначну деформативність таких будівель. Наприклад, горизонтальні відхилення верху будівлі зазвичай не перевищують 1/1000 його висоти, і, нарешті, з розробкою високорухливих, високоміцних бетонів подача матеріалу на висоту може здійснюватися бетононасосами, що набагато ефективніше кранових операцій, неминучих при монтажі сталевих конструкцій.

При зведенні висотних монолітних будівель застосовуються різні конструктивні системи. Найбільш поширеними є системи з ядрами (стволами) жорсткості. Зазвичай в ядрі жорсткості знаходяться ліфтові шахти. Ядро, або стовбур, має по периферії плану каркас або систему діафрагм для забезпечення просторової роботи будівлі. Вертикальні та горизонтальні навантаження сприймаються стволом і діафрагмами.

Нерідко замість ядра жорсткості по периметру плану будівлі бетонується просторовий контур-оболонка, що працює спільно з дисками перекриттів і розташованими всередині колонами, що сприймають в основному вертикальне навантаження.

Для таких будівель застосовують бетон високої міцності. В м. Далласі

(США) при будівництві 58-поверхового адміністративного будинку «Ту Юніон Сквер» в колонах використаний бетон міцністю 160 МПа. Застосування надміцного бетону дозволило зменшити витрату сталі більш ніж в 2 рази і на 30% знизити вартість будівництва. Звичайною ж практикою є використання для цих цілей бетону міцністю 60 МПа і вище.

Для закордонного будівництва характерна висока культура роботи з бетоном. Так, при зведенні хмарочоса «Вотер Тауер» в Чикаго (74 поверхи) були застосовані 24 склади бетонної суміші, різних за висотою будівлі. Для стовбура жорсткості і колон каркаса зовнішніх стін з 1-го по 25-й поверх – бетон міцністю 62 МПа, з 25-го по 74-й поверх міцність знижувалася послідовно до 52, 41, 34 і 28 МПа. У міжповерхових перекриттях застосовували легкий бетон міцністю 45, 38 і 34 МПа. Це дозволило на 26% знизити навантаження від власної ваги, зменшити глибину закладення фундаменту, отримати суттєвий економічний ефект.

Будівля нафтової компанії «Петронас» в Куала-Лумпурі на сьогодні один зі світових рекордсменів серед хмарочосів. Хмарочос «Петронас» виконаний у вигляді двох поруч стоячих веж, з'єднаних приблизно посередині сталевим містком.

Кожна вежа – круглого обрису в плані, має по периметру 16 залізобетонних колон діаметром 2,4 м кожна, пов'язаних в рівні кожного поверху кільцевими балками, утворюючи зовнішній несучий каркас. Перекриття виконані монолітними по сталевому профільованому настилу і спираються на кільцеві балки і ствол жорсткості по центру перетину. Повна висота споруди від основи пальового фундаменту до верхньої точки телеантени на даху – 582 м. Бетонування велося в переставній опалубці за допомогою бетононасосів.

У США найвищий хмарочос з залізобетонним каркасом – «Саут Вакер» в Чикаго (296 м, або всього на 4 м нижче Ейфелевої вежі в Парижі). Загальний об'єм укладеного бетону при його зведенні склав 84 тис. м³ при середній міцності 84 МПа. Щоденний об'єм укладання становив 535 м³. Будівництво

обслуговувалося всього одним насосом (фірми «Швінг»), з вильотом стріли з бетоноводом на місці укладання в 32 м.

Укладання значних об'ємів бетону виробляють, як правило, за допомогою потужних бетононасосів. Так, в Німеччині 35% всього монолітного бетону укладають за допомогою бетононасосів, в Швеції – 55%, висота стріли великих автобетононасосов досягає 60 м, а продуктивність – 150 м³ / год. і більше.

Світовий рекорд подачі бетонної суміші на висоту 500 м був досягнутий насосом фірми «Пуцмайстер» в Альпах (Італія). При зведенні хмарочосів «Петронас» в Малайзії висота подачі суміші склала 432 м. Світовий рекорд перекачування бетону по горизонталі перевищує 2 км.

За останні роки в США було побудовано більше 100 млн. м² монолітних перекриттів з натягом арматури на бетон. Значний об'єм таких перекриттів зведений в Канаді.

Попередньо напружена арматура в монолітних залізобетонних конструкціях (перекриття, мости, висотні споруди та ін.) останнім часом застосовується без зчеплення з оточуючим її бетоном. Для захисту від корозії арматурні елементи (канати) поміщаються в спеціальні оболонки, заповнені антикорозійним складом.

У монолітних перекриттях, мостах, ємнісних спорудах, напірних судинах траєкторії напруженої арматури можуть мати вельми складні обриси, виходячи з епюр діючих зусиль.

Монолітне бетонування є основним методом при будівництві доріг. Сучасні машини дозволяють бетонувати основу проїзної частини шириною до 16 м за один прохід.

Монолітний попередньо напружений залізобетон, крім традиційних будівельних цілей, знайшов широке застосування для зведення корпусів реакторів і захисних оболонок АЕС. В даний час потужність атомних електростанцій у світі перевищує 150 млн. кВт, в тому числі частка АЕС із застосуванням переднапруженого залізобетону для корпусів реакторів і захисних оболонок становить понад 40 млн. кВт. Захисних оболонок з

переднапруженого залізобетону побудовано більше 100.

У корпусах реакторів бетон перебуває в дуже суворих умовах експлуатації. На атомній електростанції «Вілфа» в Великобританії зведено два реактора з корпусами з переднапруженого залізобетону. Маса кожного корпусу – 50 тис. т. Бетон працює при постійній температурі 400°C і тиску всередині корпусу 28 атмосфер.

Морські споруди із залізобетону, побудовані в останні десятиліття за кордоном, зажадали мобілізації всієї суми інженерних знань, досягнутих в області будівництва. Ідея попереднього виготовлення споруди в котловані або доці, у вигляді блоку з подальшим її буксируванням до місця експлуатації, набула поширення в самих різних областях будівельної практики. Сюди можна віднести нафтовидобувні платформи, швартові портали, масивні якоря, тунелі та інші стаціонарні споруди, силові установки, плавучі доки, а також інші плавучі засоби, що використовуються для робіт в океані.

У Норвегії зведена нафтовидобувна платформа «Галфакс С». Платформа розрахована на експлуатацію в морі на глибині 216 м, загальна ж висота споруди перевищує 300 м. Водотоннажність платформи в момент буксирування склала 1,5 млн. т, тобто набагато перевищувала водотоннажність найбільших супертанкерів. На виготовлення платформи було витрачено 246 тис. м³ бетону класу В65-В70, 75 тис. т напруженої арматури. На окремих ділянках днища густота армування досягала 1000 кг арматури на 1 м³ бетону, що приблизно в десять разів вище насичення арматурою звичайних конструкцій.

Видатним прикладом будівельно-технічних можливостей монолітного залізобетону є побудована в 1995 році в Норвегії інша платформа – «Тролл» – для видобутку нафти (а всього їх побудовано більше 20). Її повна висота – 472 м, що в півтора рази вище за Ейфелеву вежу. Платформа встановлена на ділянці моря глибиною понад 300 м і розрахована на вплив ураганного шторму з максимальною висотою хвилі 31,5 м. На її виготовлення було витрачено 250 тис. м³ високоміцного бетону класу В80, 100 тис. т звичайної сталі та 11 тис. т, напруженої арматурної сталі. Розрахунковий термін експлуатації платформи –

70 років. Швидкість переміщення ковзної опалубки при бетонуванні колон становила 4...5 м в день.

За кордоном зведено ряд цікавих об'єктів із застосуванням просторових конструкцій з монолітного залізобетону, що відносяться до найбільш примітних досягнень будівельної практики. Так, в Сіетлі (США) побудований ребристий залізобетонний купол з прольотом 220 м.

Великою областю застосування залізобетону, і перш за все попередньо напруженого залізобетону, є мостобудування. Тільки в США побудовано більше 500 тис. залізобетонних автодорожніх мостів з різними прольотами. За останній час побудовано близько 20 вантових мостів довжиною 600...700 м з центральними прольотами від 192 до 400 м. Із загальної кількості вантових мостів тільки чотири – сталеві, інші – із залізобетону.

В м. Брісбен (Австралія) побудований балковий міст з центральним прольотом 260 м, найбільшим серед мостів цього типу. Міст «Барнос де Місяць» в Іспанії має проліт 440 м, міст «Анасіс» в Канаді – 465 м, міст в Гонконзі – 475 м. Арочний міст в Південній Африці – найбільший проліт 272 м та ін. Світовий рекорд для вантових мостів належить мосту «Нормандія», де досягнутий проліт 864 м. Ненабагато йому поступається міст «Васко да Гама» в Лісабоні, побудований до Всесвітньої виставки ЕКСПО-98. Загальна протяжність мостового переходу перевищує 18 км.

Розроблено методи зведення мостів шляхом повороту прогонової будови в проектне положення в горизонтальній і вертикальній площинах. Причому в останньому випадку прогонну будову спочатку бетонують вертикально в ковзній опалубці.

З конструктивно-технологічних прийомів слід відзначити диференціювання витрати цементу в різних частинах перетину прогону, бетонованих різночасно (нижній плиті, стінах, верхній плиті) для досягнення однакової міцності бетону до моменту попереднього напруження арматури.

При спорудженні висячого мосту «Акаши Кайко» в Японії поблизу м. Кобе зі сталевими пілонами були забетоновані опори під пілонами діаметром майже 80 м і висотою 70 м. Центральний прогон цього мосту довжиною 1990 м

відразу більш ніж на 500 м перекиває по довжині світовий рекорд для цього типу мостів. Об'єм бетону із спеціальними добавками, покладеного в кожен опору, склав майже 0,5 млн. м³.

З великих інженерних споруд, виконаних в моноліті, слід зазначити побудований в Японії підводний тунель з дев'яти збірних секцій довжиною 115 м, шириною 37 м, висотою 8,8 м і масою 38 тис. т кожна. Технологія будівництва таких тунелів передбачає виготовлення збірних секцій в котловані, потім транспортування їх в плавучому стані до місця установки, затоплювання в траншею, викопану на дні водойми, що перетинається. Всього за цією технологією в світі побудовано близько 70 тунелів, в тому числі 24 – в Європі.

Таким чином, монолітне будівництво буде розвиватися за наступними напрямками:

- подальше витіснення сталі як матеріалу для каркасів висотних будівель;
- розширення застосування монолітного бетону при зведенні престижних житлових і адміністративних будівель, реконструкції існуючої міської забудови, а також для створення архітектурних акцентів.

1.6. Склад залізобетонних робіт і особливості їх виконання

Залізобетонні роботи мають ряд особливостей, які необхідно враховувати в ході проектування виробництва і виконання цих робіт.

Перш за все залізобетонні роботи є комплексними і включають в свій склад велику кількість простих процесів на всіх стадіях їх здійснення. Зведення монолітних залізобетонних конструкцій зводиться до послідовного і взаємопов'язаного виконання трьох видів робіт: опалубних, арматурних і бетонних, кожна з яких, в свою чергу, є комплексним процесом.

Технологічний процес по зведенню монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій складається з заготівельних і монтажних укладальних (основних) процесів, пов'язаних між собою транспортними операціями (рис. 1.15).



Рисунок 1.15 – Структурна схема комплексного процесу зведення монолітних залізобетонних конструкцій з ненапруженою арматурою

У загальному вигляді до складу залізобетонних робіт входять:

- заготівельні процеси, що виконуються на підприємствах або в спеціалізованих цехах і майстернях: виготовлення опалубок і заставних деталей; виготовлення арматурних конструкцій і арматурно-опалубних блоків (при необхідності); приготування бетонної суміші або цементно-піщаного розчину (при роздільних способах укладання бетону); крім того, до заготівельних процесів можуть бути віднесені заготовка і обробка наповнювачів;
- транспортні процеси, куди входять перевезення від підприємств виробників до об'єктів опалубних і арматурних конструкцій із заставними частинами і бетонної суміші;

– основні процеси, що виконуються на будівельному майданчику:

- опалубні роботи: установка опалубки і заставних частин з усіма підтримуючими конструкціями, а після бетонування – розпалублення;
- арматурні роботи: установка арматурних конструкцій, з'єднання стиків арматури, натяг напруженої арматури;
- бетонні роботи: подача, розподіл, укладання і ущільнення бетонної суміші, обробка лицьових поверхонь, догляд за бетоном, виправлення дефектів.

У зимовий час до складу бетонних, а іноді і опалубних робіт включаються процеси, що забезпечують заходи по зимовому бетонування (установка обладнання для прогріву бетону, утеплення опалубки і відкритих поверхонь бетону та ін.).

Особливістю залізобетонних робіт є їх значна трудомісткість, яка становить у середньому 1,7...3,4 люд.-дн. на 1 м³ монолітних конструкцій. При цьому відносна трудомісткість опалубних робіт становить 35...50%, арматурних – 20...25%, бетонних – 25...50% (рис. 1.16).

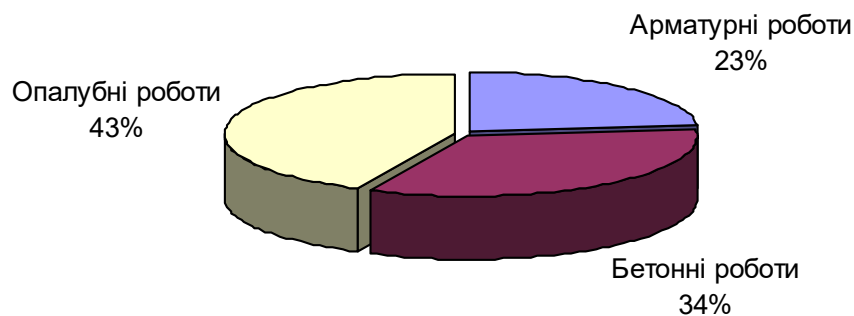


Рисунок 1.16 – Трудовитрати на 1 м³ монолітного бетону.

Висока трудомісткість залізобетонних робіт пояснюється їх багатоопераційністю, причому близько 20% операцій є допоміжними, а значна їх частина виконується вручну. Тому подальше впровадження комплексної механізації, скорочення обсягу ручної праці при виробництві залізобетонних робіт є одним із актуальних завдань, що стоять перед вченими, працівниками будівельного машинобудування і будівельними організаціями.

Для залізобетонних і в першу чергу для бетонних робіт характерна залежність від природно-кліматичних умов: температури і вологості повітря, температури ґрунту основ, вітру, опадів та ін. Найбільшу складність представляє укладання бетонної суміші в зимових умовах, що пов'язано з необхідністю розробки та здійснення спеціальних заходів. Значні труднощі, які також повинні враховуватися при розробці технології бетонних робіт, викликає бетонування конструкцій в умовах сухого жаркого клімату, під водою, із застосуванням спеціальних бетонів (на легких і особливо важких заповнювачах та ін.).

Особливістю залізобетонних робіт є також утрудненість або практична неможливість виправлення дефектів, допущених на різних етапах виконання цих робіт, після укладання бетонної суміші і набору міцності бетоном. Тому проектування технології і організації залізобетонних робіт, виконання їх в суворій відповідності з проектом виконання робіт, технологічними картами, картами трудових процесів повинна приділятися велика увага.

Забезпечення необхідного за проектом класу бетону пов'язано з необхідністю проведення контролю його якості на всіх етапах. Він включає вхідний контроль якості складових, контроль режиму приготування бетонної суміші, операційний контроль якості всіх технологічних процесів і приймальний контроль забетонованих конструкцій. У максимальному обсязі ці заходи проводяться при зведенні конструкцій спеціальних споруд з бетонів високих класів.

Висновки по розділу 1

1. Аналіз стану і напрямку розвитку будівництва з монолітного залізобетону показав, що розглянута технологія вже досить широко використовується на вітчизняних будівництвах і має найкращі перспективи для свого подальшого розвитку. Однак при цьому є цілий ряд невирішених питань, пов'язаних з високою трудомісткістю і часткою ручної праці у виробничих процесах, низьким рівнем кваліфікації працівників, недостатністю нормативної

літератури з монолітного будівництва, а також нерозвиненістю систем управління виробництвом і забезпечення контролю якості робіт і об'єктів в цілому.

2. В результаті розгляду основних тенденцій розвитку монолітного домобудівництва показана доцільність переходу до будівництва в швидкісному режимі.

3. Для реалізації технології монолітного будівництва виявлена необхідність розробки оригінальної організаційної та технологічної моделі зведення будівель з удосконаленням опалубних робіт.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ І ТЕХНОЛОГІЧНОЇ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ НЕСУЧИХ МОНОЛІТНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ

2.1. Виконання робіт потоковим методом

Ступінь ефективності залізобетонних робіт нерозривно пов'язаний з календарними термінами і графіком виконання робіт, що відображає послідовність і взаємоув'язки різних будівельних процесів [1, 36, 37, 9, 21]. Так, ланка бетонників, приступаючи до бетонування, має знайти підготовлений фронт роботи: почати укладання бетонної суміші можна лише тільки після установки арматури і опалубки на проектну позначку. Тільки за такої умови можна працювати без простоїв. Для досягнення цієї мети, монолітні роботи повинні виконуватися потоковим методом. При цьому в монолітному будівництві найбільш ефективними представляються одно-ритмічні будівельні потоки.

2.2. Організація і принципи ритмічного потоку

При організації та розрахунку будівельного потоку визначенню підлягають такі параметри потоку, які з урахуванням раціональної технології і організації робіт на об'єкті забезпечують його будівництво в межах нормативної тривалості, безперервного завантаження ресурсів (бригад, машин, механізмів) і безперервності ведення будівельно-монтажних робіт [12, 13, 14, 5].

Основним завданням оптимізації потоку в даній моделі монолітного будівництва є скорочення тривалості будівництва, яке забезпечило б найбільш продуктивне використання робочих і механізмів за рахунок насичення фронту робіт максимальною кількістю ресурсів. При цьому всі розрахунки повинні базуватися на реальну кількість ресурсів, які можуть бути виділені відповідними будівельними організаціями для виконання обсягу робіт по потоку.

Проектування потокового виробництва робіт для конкретного об'єкта включає наступні основні дії:

- виділення монтажних зон – частин будівлі, близьких між собою за конструкціями, кількістю поверхів, обсягами робіт і технологією зведення (при будівництві будівлі великої протяжності);

- розчленування складних робіт, які виконуються в кожній монтажній зоні, на прості процеси, по можливості рівної трудомісткості;

- становлення доцільної послідовності процесів зведення об'єкта і з'єднання взаємопов'язаних процесів в загальний сукупний потік. Таке розчленування робіт і синхронізація процесів служить передумовою безперервності – одного з важливих факторів передової організації виробництва;

- встановлення необхідного обладнання бригад робітників будівельними інструментами, пристосуваннями, що має забезпечувати високопродуктивне виконання закріплених за бригадами процесів.

При організації та розрахунку будівельних потоків необхідно приділяти увагу їх технологічній ув'язці. Технологічну ув'язку потоків виконують виходячи з таких умов:

- роботу на кожній наступній захватці починають з інтервалом, рівним кроку потоку;

- на одній захватці може працювати одна бригада (ланка) або кілька бригад з однаковим ритмом;

- розмір кожної захватки (фронт роботи) залишається незмінним для всіх видів робіт, виконуваних на захватці;

- після виконання всього комплексу робіт на одній захватці роботи на кожній з наступних захваток закінчують не пізніше ніж через інтервал, рівний кроку потоку.

Проектування потокового виробництва робіт нерозривно пов'язане з типами конструкцій і якістю їх виготовлення.

При влаштуванні монолітних залізобетонних конструкцій необхідно керуватися державними будівельними нормами і державними стандартами (ДБН та ДСТУ) [38, 39, 40] і вимогами проекту виконання робіт (ПВР). Якість виконання опалубних робіт визначає загальний технологічний рівень зведення конструкцій, його надійність і довговічність. Використання сучасних технологій і організації праці, засобів комплексної механізації сприяють підвищенню якості робіт і скороченню термінів зведення конструкцій.

Як правило, при виконанні монолітних залізобетонних робіт, зводяться такі конструкції:

- фундаментну плиту або ростверк;
- колони або пілони;
- стіни, парапети;
- балки або ригелі;
- перекриття.

Спостереження дослідників показують, що об'єм фундаменту (монолітна залізобетонна плита товщиною 0,6...0,8 м) житлових точкових 22...25 поверхових будівель становить 8...12% від загального об'єму бетону, а трудомісткість робіт 8...10%.

Зведення підземної частини будівлі (фундаментної плити або ростверку) зазвичай є окремий потік. Кількість захваток і обсяги робіт на захватці при цьому найчастіше відрізняються від прийнятих для надземної частини (в тому числі для підземних поверхів). Як правило, число робочих при зведенні фундаментної плити становить 24...27 людей.

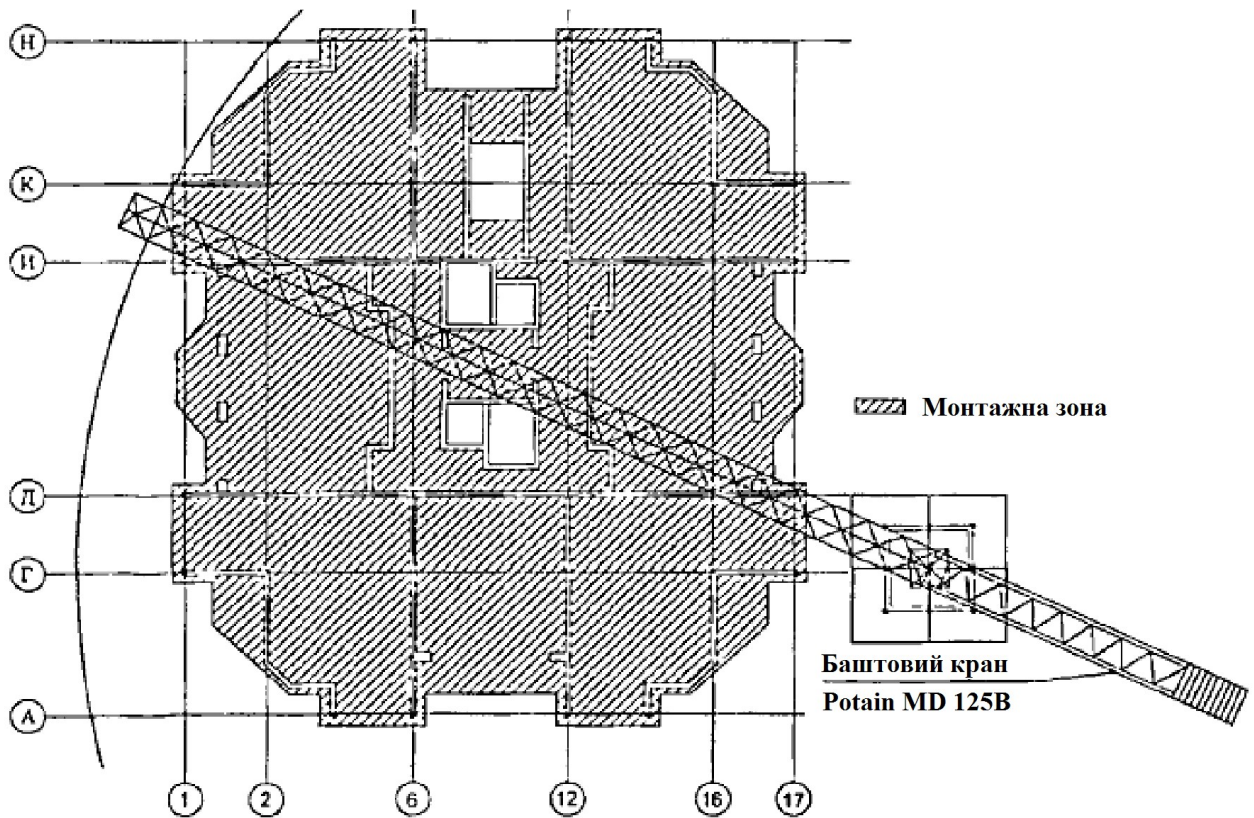
Для організації поточного ведення робіт при виготовленні основних монолітних залізобетонних конструкцій підземних поверхів і надземної частини будівлі слід ці конструкції об'єднати в дві групи: пристрій вертикальних і горизонтальних конструкцій. У самостійний потік також виділяються роботи по виготовленню сходових маршів і майданчиків.

2.3. Організація будівництва житлового будинку з кроком ритмічного потоку

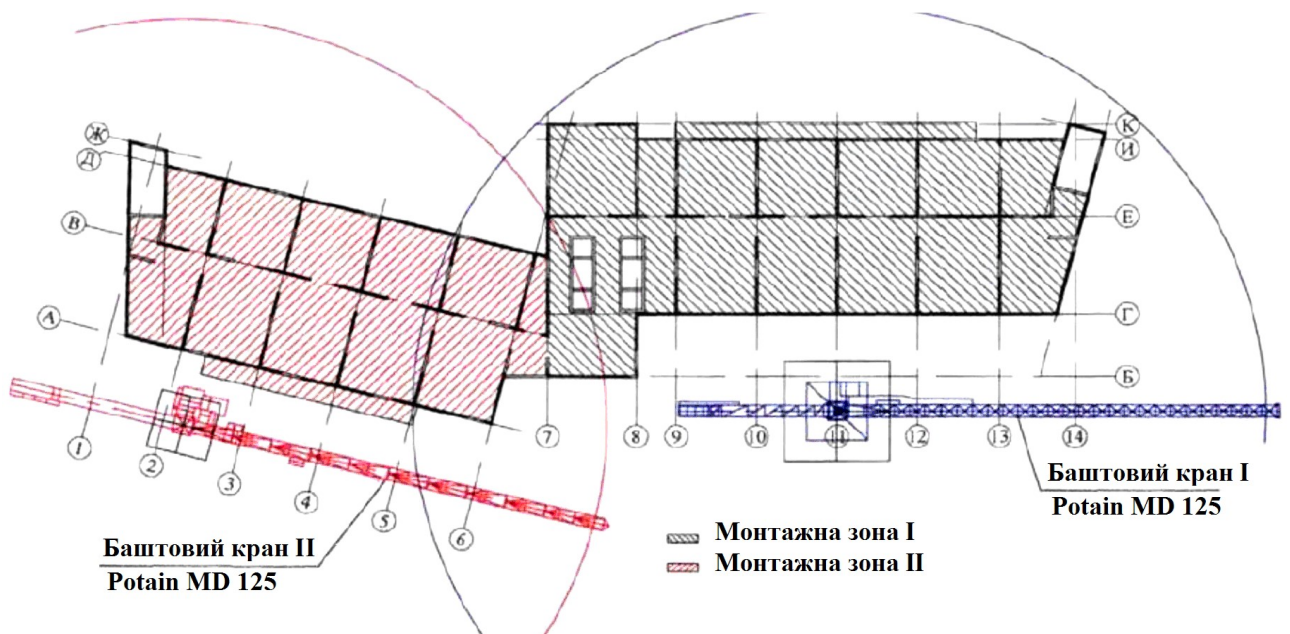
Як зазначено вище, для поточного зведення будівель прийнятні існуючі методи організації будівельних потоків. Однак будівництво будинків в умовах швидкісного будівництва має свої суттєві особливості. Нижче розглянуті основні з них.

Виділення монтажних зон.

На терміни будівництва і безпеку робіт істотно впливає правильна організація і визначення монтажних зон. Монтажною зоною зазвичай вважається площа будівлі, що будується, яка перебуває під обслуговуванням одного монтажного крана. Як правило, площа будівлі точкового типу являє собою одну монтажну зону, а для будівель, що мають значну протяжність в горизонтальному напрямку, монтажних зон може бути кілька (див. рис. 2.1).



а)



б)

Рисунок 2.1 – Приклади розподілу будівлі на монтажні зони: а – одна монтажна зона, для будівлі точкового типу (25-ти поверховий будинок); б – дві монтажні зони для будівлі, лінійно розгорнутої в плані

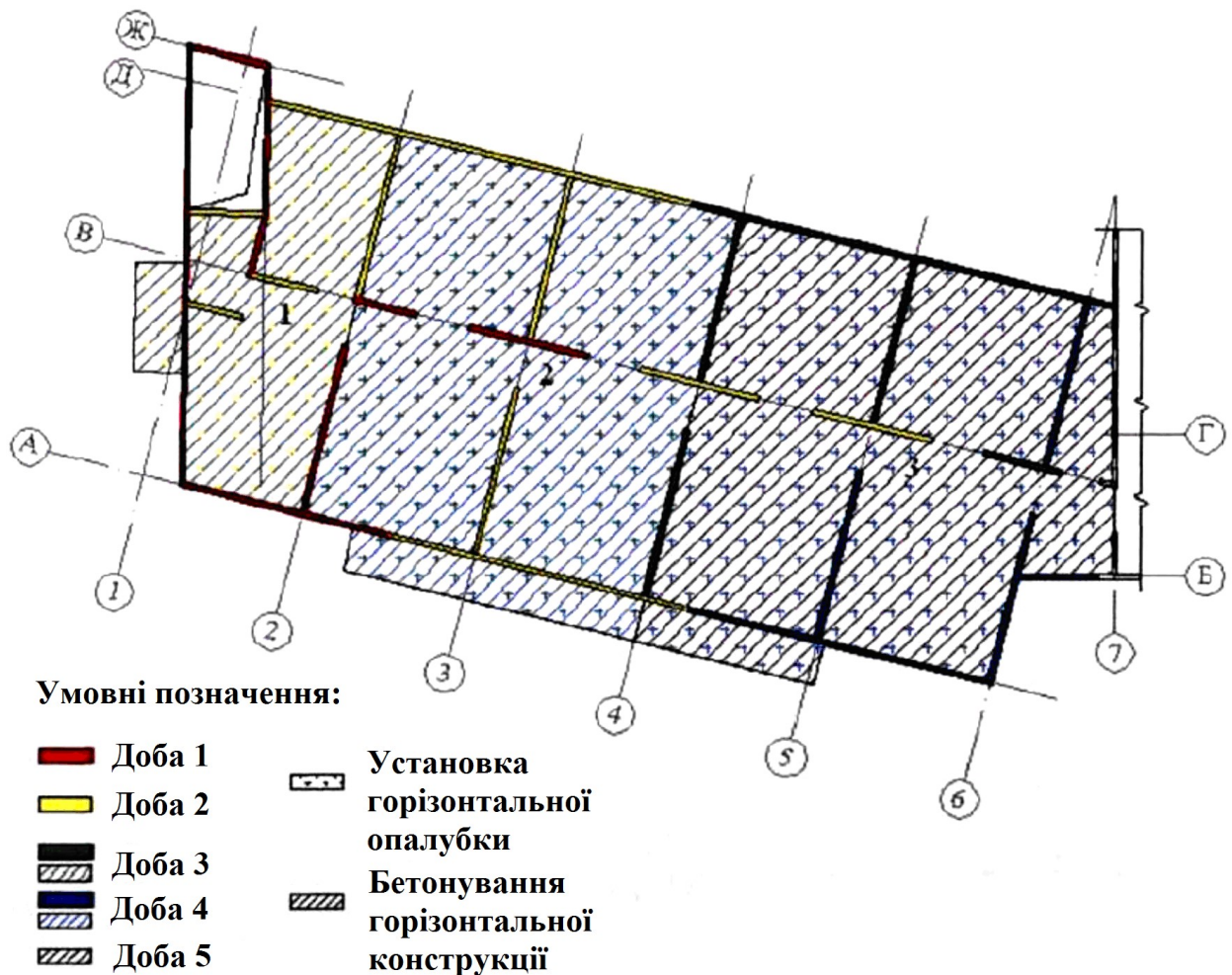


Рисунок 2.2 – Схеми поділу монтажних зон на захватки: а – 2 захватки: швидкість зведення: 2 дні / пов. (24-х поверховий житловий будинок); б – 5 захваток: швидкість зведення: 5 днів / пов. (1-а монтажна зона будівлі); в – 4 захватки: швидкість зведення: 4 дні / пов (2-а монтажна зона будівлі)

Величина монтажної зони при швидкісному зведенні житлових будівель в середньому відповідає 600... 100 м².

Для організації ритмічного потоку, як вказувалося, захватки по мірі можливості повинні бути рівновеликими за обсягами і, відповідно, трудомісткості. Відхилення трудомісткості процесів між захватками не повинні перевищувати 10...15%.

При розбивці об'єкта на захватки і організації робіт на монтажних горизонтах, необхідно приділяти увагу тому, щоб було забезпечено зручність доступу робочих до своїх робочих місць.

Для успішного безперебійного ведення робіт в потоковому режимі, необхідно комплектувати бригади бетонників, опалубників (монтажників) та інших, підбираючи їх так, щоб обсяг виконуваних ними робіт на кожній ділянці-захватці був пропорційним. Це дає можливість забезпечити планомірний і ритмічний випуск готової будівельної продукції. В іншому випадку одна бригада, наганяючи або випереджаючи іншу, не отримає достатньої фронту робіт, що неминуче призводить до простоїв. Для виконання кожною з бригад заданого обсягу робіт необхідний оптимальний підбір чисельно-кваліфікаційного складу працівників, який докладно наводиться в розділі 3.

Ув'язка будівельних процесів.

Виконання кожного простого процесу доручається окремій спеціалізованій ланці, яка зберігаючи свій постійний склад, рівномірно пересувається по загальному фронту робіт, переходячи з однієї захватки на іншу, змінюючи один одного, через рівні проміжки часу, створюючи ритмічний потік. Перша ланка завжди виконує перший по технологічній послідовності процес, остання – після закінчення роботи залишає завершений конструктивний елемент. На кожній захватці одночасно можуть виконуватися декілька видів робіт, наприклад, опалубні і арматурні для вертикальних конструкцій.

Таким чином, робота ведеться одночасно на декількох захватках і знаходиться на різній стадії готовності. Наприклад, в умовах сталого потоку, під час армування вертикальних конструкцій першої захватки на другій захватці починається установка опалубки горизонтальних конструкцій, а коли на другий захватці проводиться армування горизонтальних конструкцій, на першій захватці починається бетонування вертикальних конструкцій та ін. (рис. 2.3).

Практика показує, що терміни і якість виконуваних робіт багато в чому залежать від правильного підбору складу і кваліфікації спеціалізованих ланок для організації безперервного потокового режиму робіт, при якому досягається ритмічність виробництва і висока продуктивність праці. Безперервний

потоковий метод дозволяє скоротити терміни будівництва, підвищити продуктивність праці за рахунок раціонального використання робочих, машин і механізмів і значно знизити вартість будівництва.

Для виконання монолітних залізобетонних робіт пропонується на об'єктах мати такі спеціалізовані ланки (бригади):

- опалубники вертикальних конструкцій;
- опалубники горизонтальних конструкцій;
- теслі;
- арматурники вертикальних конструкцій;
- арматурники горизонтальних конструкцій;
- ланка з улаштування сходових маршів і майданчиків;
- заготівельники арматури;
- бетонники;
- обробники з остаточного післярозпалубного доведення бетону.

Ефективність швидкісного будівельного виробництва, його технічний рівень залежить від рівня організації і технології будівельного виробництва. Для досягнення максимальної продуктивності робіт, кожна з вище запропонованих спеціалізованих бригад повинна виконувати певні операції.

Опалубники вертикальних конструкцій:

- складання опалубних карт на окремі конструкції та їх частини;
- змащування опалубки;
- установка опалубки;
- скріплення опалубки стяжками і гайками;
- фіксація підкосів;
- вивірка опалубки до бетонування;
- остаточна вивірка відразу після бетонування;
- зняття опалубки з раніше забетонованої захватки;
- очищення, ремонт (у разі потреби), змащування знятої опалубки;
- установка опалубки на новій захватці (повтор циклу).

Теслі:

- пристрій і установка прорізоутворювачів стін, а також їх фіксація;
- закриття торців стінової опалубки (в разі необхідності);
- обшивка фанерою (настил фанери) горизонтальної опалубки;
- обшивка некратних місць (за потребою);
- пристрій і установка прорізоутворювачів перекриття, їх фіксація;
- установка / зняття відсічок з дощок і фанери;
- пристрій індивідуальної опалубки і доборів.

У той час, коли ланка арматурників вертикальних конструкцій виробляє монтаж готових каркасів, опалубники вертикальних конструкцій виробляють демонтаж одного боку опалубки забетонованих конструкцій, очищення, змащування знятої опалубки, і встановлюють її в проектне положення на новій захватці. Теслі в цей час ставлять прорізоутворювачі, тобто готують фронт робіт для ланки арматурників і опалубників. Коли ланка теслярів встановлює прорізоутворювачі, арматурники вертикальних конструкції армують стіну окремими стрижнями, тим самим готується фронт роботи для ланки опалубників (закриття другої сторони опалубки) і бетонників.

Опалубники горизонтальних конструкцій:

- монтаж опалубки;
- вивірка змонтованої опалубки з геодезистами;
- демонтаж горизонтальної опалубки на раніше забетонованій захватці з пристроєм проміжного обпирання перекриття стійками;
- очищення ламінованої фанери;
- подача опалубки на нову захватку;
- монтаж опалубки на новій захватці (повтор циклу).

У період, коли ланка теслярів настилає фанеру, ланка опалубників горизонтальних конструкцій виробляє демонтаж опалубки на забетонованій захватці, виконує переобпирання перекриття стійками і подає опалубку на нову захватку.

Облицювальники по остаточному після розпалубки доведенні бетону:

– усунення дефектів поверхні і граней виробів, очищення закладних виробів і кромок від напливів бетону, ремонт сколів, раковин та усунення інших дефектів;

– додаткова шпаклівка, шліфування поверхні, в тому числі обробка або усунення дефектів поверхні (наприклад, отвори від тяжів після зняття стінової опалубки) передбаченої як фасадна.

Чисельно-кваліфікаційний склад спеціалізованих ланок на основні види робіт наводиться в табл. 3.1 розділу 3. Необхідно враховувати, що кількість робочих в спеціалізованих ланках безпосередньо залежить від обсягу виконуваних робіт.

Виходячи з вищесказаного, наводиться приклад послідовності виконання основних будівельних процесів для 24-поверхового житлового будинку (поверх за 48 годин, рис. 2.2, а), де обсяг бетону першої захватки становив $120...125 \text{ м}^3$, а другої захватки – $140...145 \text{ м}^3$. Товщина стін $0,22 \text{ м}$, а перекриттів – $0,25 \text{ м}$. Обсяги робіт для спеціалізованих бригад складали (на першу і другу захватки відповідно):

- площа вертикальної опалубки: 685 м^2 та 755 м^2 ;
- площа горизонтальної опалубки: 380 м^2 та 430 м^2 ;
- арматура вертикальних конструкцій: $8,26...8,70 \text{ т}$ і $9,34...9,60 \text{ т}$;
- арматура горизонтальних конструкцій: $8,64...8,94 \text{ т}$ і $9,68...10,10 \text{ т}$;
- об'єм бетону, що укладається: $120...125 \text{ м}^3$ і $140...145 \text{ м}^3$.

Характер поєднання основних видів робіт показаний на рис. 2.3.

З лінійного календарного графіку на рис. 2.3 випливає, що для виконання основних видів робіт на об'єкті необхідно мати бригади з двох спеціалізованих ланок (за табл. 3.1 розділу 3). Це є оптимальним не тільки для зведення даного об'єкта, але і для більшості об'єктів зі схожими обсягами робіт.

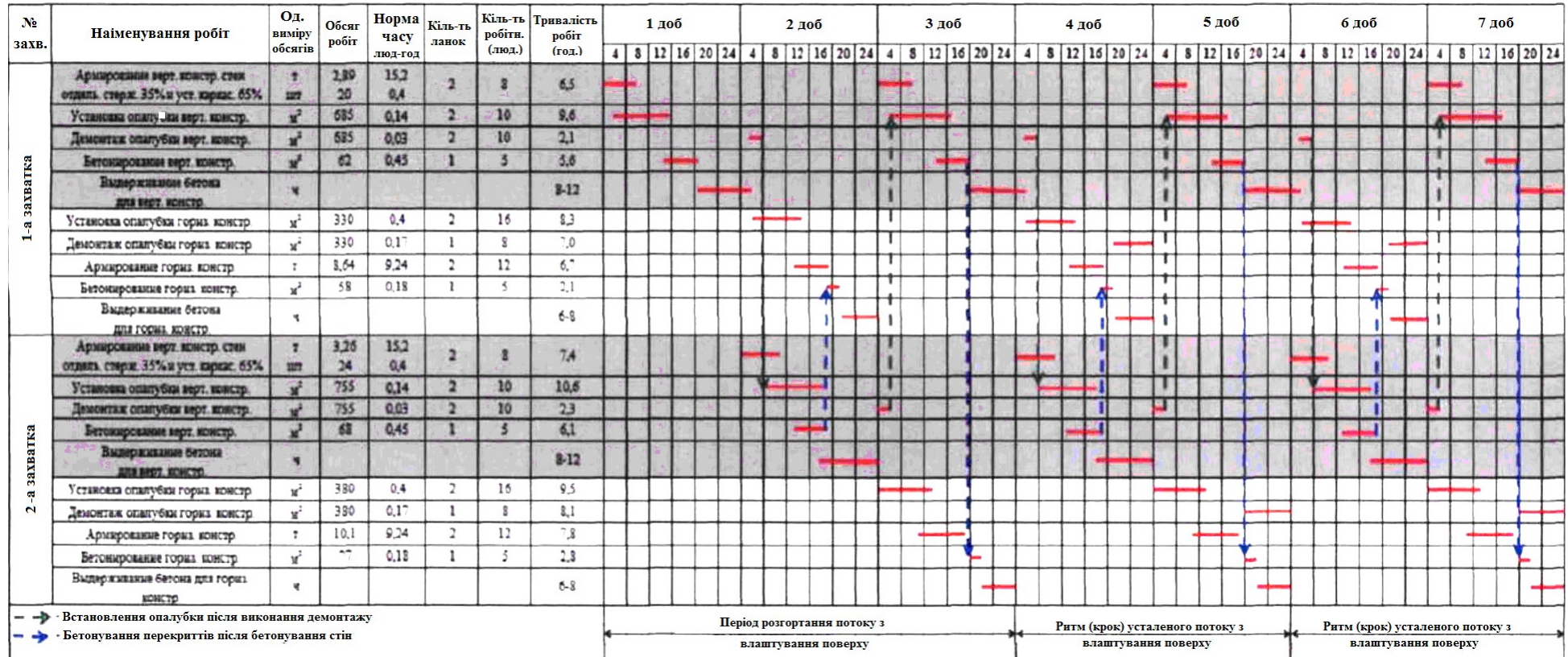


Рисунок 2.3 – Лінійний календарний графік послідовності виконання основних будівельних процесів

Практика показує, що крім основних спеціалізованих ланок на об'єкті також необхідно мати:

а) в першу (денну) зміну:

– окрему ланку обробників по остаточному післярозпалубному доведенні бетону – 4 люд.;

– ланка заготівельників арматури – 3 люд.;

– ланка для в'язки арматурних каркасів на шаблоні – 4 люд.;

– опалубників для змащування опалубки – 1 люд.;

– електриків – 2 люд.;

– зварювальників – 2 люд.;

– кранівників – 1 люд.;

– різноробочих з прибирання сміття – 2 люд.;

б) у другу зміну:

– ланка заготівельників арматури – 3 люд.;

– електриків – 2 люд.;

– зварювальників – 1 люд.;

– операторів бетононасоса – 2 люд.;

– кранівників – 1 люд.

Разом на об'єкті в першу зміну кількість робітників становить 56 люд., а в другу зміну – 34 люд.

Середня продуктивність (вироблення) при цьому на одного робітника в зміну (12 годин) становить 1,3...1,6 м³. Забезпечення такої продуктивності дозволяє об'єкт з об'ємом монолітних бетонних робіт в 6,5...7,0 тис. м³ залізобетону виконати за 50...55 робочих днів.

2.4. Рекомендації по вибору і виконанню опалубних робіт

Сьогодні однією з найважливіших конкурентних переваг на будівельному ринку стає швидкість і якість зведення будівель і споруд. Основним критерієм при цьому є використання сучасних систем опалубки. Застосування сучасних

опалубних систем в монолітному житловому будівництві дозволяє значно підвищити технологічність, швидкість і якість будівництва.

Правильний вибір опалубної системи та індивідуальний підхід при підборі (розкладці) опалубки для кожного виду конструкцій, є важливим фактором при досягненні економії часу при будівництві будівель і споруд в цілому. Вибір опалубної системи залежить від таких характеристик, як призначення і форма конструкції, комплектність і варіантність монтажу опалубки та ін. Практика показує, що не тільки за кордоном, але і в Україні масове застосування у всіх видах будівництва знайшла розбірно-переставна щитова опалубка. Універсальність цієї системи дозволяє використовувати її для зведення самих різних монолітних конструкцій.

Кількість опалубки і послідовність її монтажу залежить не тільки від обраної опалубної системи, але і від особливостей проектування опалубних робіт, які полягають в правильному підборі елементів і оптимізації їх використання.

Підбір опалубки для будівництва будівлі проводиться згідно розкладці по робочому проекту відповідно до кількості монтажних зон і розбивки їх на захватки. Розкладку опалубки, як для вертикальних, так і для горизонтальних конструкцій можна зробити в спеціалізованих програмах, наприклад, PERI ELPOS і TIPOS та PERI CAD для опалубки «PERI» і «DOKA» відповідно. Необхідно відзначити, що дані програми розраховані в основному на типові проекти, а автоматична розкладка не дозволяє отримати оптимального рішення. Для більш складних проектних рішень, а також для оптимізації і максимізації кількості опалубки велика частина розкладки проводиться вручну. Оптимізація дозволяє скоротити кількість повторюваних типорозмірів щитів, що, в свою чергу, призводить до скорочення загальної площі використовуваної опалубки. Вибір оптимальної кількості опалубки для об'єкта багато в чому залежить від конфігурації конструкцій (прямі, Т-подібні, П-подібні, Г-подібні ділянки стін, замкнутий контур стін – ліфтові шахти). Так як опалубні системи мають універсальні елементи, вони можуть взаємозамінюватися при влаштуванні різних конструкцій. Наприклад, для влаштування колон замість колони опалубки досить мати 4 стінових універсальних елемента (щита). При

влаштуванні ліфтових шахт звичайні кутові елементи можна замінити на розпалубні кути, а дистанційні вставки – на розпалубні стінові елементи.

Максимізація представляє собою підрахунок максимально необхідної кількості опалубки при зведенні монолітних конструкцій об'єкта з урахуванням технології виробництва монолітних робіт. В умовах монолітного будівництва необхідну кількість стінової опалубки вибирається з розрахунку опалублення 2-х найбільших захваток. Кількість горизонтальної опалубки розраховується на 3 найбільші суміжні захватки виходячи з того, що один комплект знаходиться під армуванням, другий – під бетонуванням, а третій – під монтажем / демонтажем. На досліджуваних об'єктах максимальну кількість опалубки було розраховано за допомогою ручної розкладки.

Виробнича практика показує, що при зведенні поверху за 2 дні (48 годин), необхідно на об'єкті крім 3 комплектів горизонтальної опалубки мати ще один комплект фанери на одну захватку. Крім основних комплектів потрібні стійки для проміжного обпирання розпалублених перекриттів (мають міцність 40...80% R_{28} для B25...40).

Кількість стійок переобпирання залежить від наступних основних факторів:

- а) середня температура зовнішнього повітря найбільш несприятливого періоду в плановані терміни будівництва;
- б) швидкість навантаження конструкцій (в залежності від темпів будівництва);
- в) необхідні проміжні міцності при розпалубці, на етапах влаштування проміжного обпирання, до моменту зняття всіх стійок;
- г) кінетика тверднення використовуваного бетону.

При цьому кількість стійок для переобпирання розраховується або на поверх, або на захватку, або на використовуваний комплект горизонтальної опалубки шляхом обчислення коефіцієнта (К), на який потім множиться число стійок, використаних при бетонуванні поверху, захватки або наявних в комплекті опалубки (див. приклад). Для багатоповерхових будівель зі сталим ритмом зведення поверхів коефіцієнт «К» зручно вважати на поверх за такою формулою:

$$K^n = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (m_i \times n_i)}{k} \quad (2.1)$$

тоді на захватку і комплект опалубки коефіцієнт «К» відповідно дорівнює:

$$K^3 = K^n \times K_{зах} \quad (2.2)$$

$$K^k = \frac{K^n}{K_{он}} \quad (2.3)$$

де: m_i – відсоток стійок переобпирання для даного рівня проміжної міцності перекриття від використовуваних при бетонуванні, поділений на 100%;

n_i – час актуальності даного відсотка стійок, що визначається за графіком набору міцності бетону в днях;

k – середня швидкість зведення поверху, днів/поверх;

$K_{зах}$ – число захваток бетонування на поверсі;

$K_{он}$ – число захваток, на яке розрахований комплект опалубки.

Якщо прийняти, що основна маса перекриттів товщиною 160...400 мм з бетону класу В25...В40 може розпалублюватися при 40% R_{28} з опертям на 100% стійок (з кроком близько $0,9 \times 2,5$ м, тобто $2,25 \text{ м}^2$ перекриття на 2-х тонну стійку), а після досягнення 50% R_{28} стійки можна розділити вдвічі (50%, з кроком близько $1,8 \times 2,5$ м, тобто $4,5 \text{ м}^2$ на стійку), при 60% R_{28} – ще вдвічі (25%, з кроком не більше 3×3 м, тобто 9 м^2 на стійку) з витримкою на 25 процентному обпиранні («стійки безпеки») до набору бетоном міцності не менше 70% від проектної, то формулу (2.1) можна привести до виду:

$$K^n = (1n_1 + 0,5n_2 + 0,25n_3) / k \quad (2.4.4)$$

Як приклад наводиться розрахунок необхідної кількості опалубки стін і перекриттів для будівництва 24-х поверхової монолітної залізобетонної будівлі з одним підземним і одним технічним поверхом загальною площею 26400 м^2 . На виконання робіт по влаштуванню несучих монолітних конструкцій каркасу

будівлі планувалося 140 календарних днів. Загальний об'єм бетону всієї будівлі становить 9350 м^3 , в тому числі об'єм бетону фундаментної плити – 800 м^3 (товщина 700 мм). Співвідношення об'ємів вертикальних і горизонтальних конструкцій становлять приблизно 40% на 60% (вертикальні – 3680 м^3 , горизонтальні – 4870 м^3). Для виконання заданого обсягу робіт бетонування передбачалося вести не тільки за допомогою бадді, а й із застосуванням бетононасоса. При цьому в фундаментну плиту і перекриття бетон укладався за допомогою бетононасоса, а в стіни і пілони з допомогою бадді.

Прийнято, що, в середньому, час розгортання потоку, включаючи завезення матеріалу і пристрій фундаментної плити, становить 30 календарних днів. Тоді для улаштування основних монолітних залізобетонних конструкцій в об'ємі 8550 м^3 залишається 110 календарних днів (95...96 робочих днів). Беручи до уваги, що в процесі виробництва робіт можуть виникнути непередбачені затримки (не частіше одного простою в один-два тижні), планування робочого часу проводиться з розрахунку 90 робочих днів. У цьому випадку на добу в середньому слід укладати 95 м^3 бетону: вертикальні конструкції товщиною 0,22 м – 38 м^3 , перекриття товщиною 0,18 м – 57 м^3 .

За попереднім розрахунком кількості опалубки для вертикальних конструкцій отримано, що для бетонування однієї захватки необхідно мати в середньому 420 м^2 опалубки. Тоді, виходячи з добового обсягу бетону, отримуємо, що на кожен кубічний метр бетону використовується 11 м^2 стінової опалубки. Для забезпечення безперебійної організації робіт необхідно 840 м^2 стінової опалубки (2 захватки).

При визначенні кількості опалубки для горизонтальних конструкцій також було проведено попередній розрахунок, з якого отримано, що для влаштування перекриття необхідно мати 1400 м^2 горизонтальної опалубки (3 захватки), без урахування стійок переобпирання.

В результаті більш точного поділу на захватки і детального підбору кількості опалубки для вертикальних і горизонтальних конструкцій (з використанням комп'ютерної програми ELPOS) проведена оптимізація і максимізація отриманої поелементної специфікації опалубки (рис. 2.4).

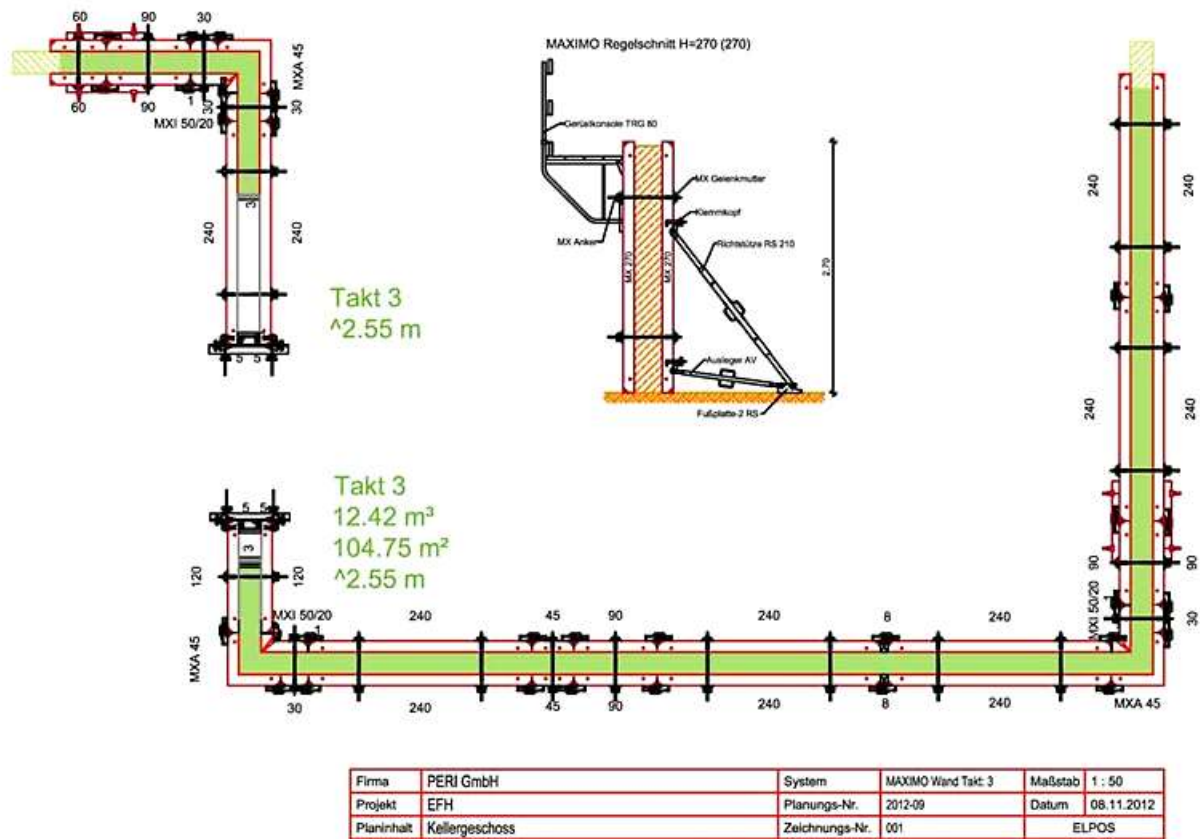
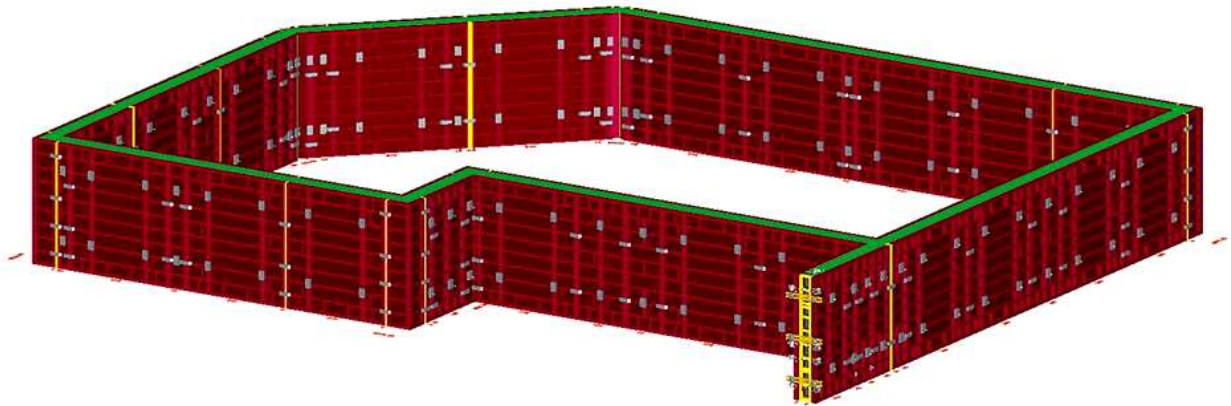


Рисунок 2.4 – Зразки вихідних документів комп'ютерної програми ELPOS

Висновки по розділу 2

1. Сформульовано основні принципи організації ритмічного будівельного потоку для розроблюваної моделі монолітного домобудівництва, що дозволяють домогтися скорочення термінів будівництва за рахунок безперервності виконання основних процесів. При цьому розглянуті питання виділення монтажних зон, ділення монтажної зони на захватки, визначення доцільної послідовності виконання робіт, технічного оснащення спеціалізованих ланок.

2. Вивчено технологію зведення основних несучих конструкцій будівель за рахунок оптимізації опалубних робіт. Показані способи детального підбору елементів опалубки, оптимізації їх використання та підвищення оборотності.

РОЗДІЛ 3

СКЛАДАННЯ ЧАСУ ВИКОНАННЯ ОПАЛУБНИХ РОБІТ ПРИ ЗВЕДЕННІ МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Для розрахунку моделі монолітного домобудівництва треба дещо уточнити – витрати праці для пропонованих складів ланок (підбір кваліфікаційного складу ланки при різній чисельності працівників проводився виходячи з досвіду робіт). Уточнення проводилося експериментальним шляхом на основі проведення виробничого хронометражу. Оптимальність прийнятого чисельно-кваліфікаційного складу ланок визначалася за допомогою проведення декількох серій вимірів часу виконання однотипних робіт різною кількістю робочих різних кваліфікаційних розрядів.

3.1. Регламент проведення хронометражу опалубних робіт і обробка даних

Як правило, хронометраж доцільно проводити для таких робіт, які включають часто повторювані операції, що впливають на загальну тривалість роботи. Основним завданням проведеного хронометражу було нормування основних видів робіт в умовах швидкісного монолітного домобудівництва, а також виявлення чинників, що впливають на тривалість кожної операції з метою правильної і раціональної організації робіт на об'єкті в цілому.

Основними факторами, що впливають на тривалість окремих операцій, є:

- кваліфікація робітників;
- технічні споруди;
- зручність робочого місця;
- зовнішні умови (освітленість, метеоумови).

Хронометраж може бути індивідуальний і груповий (бригадний) залежно від чисельності спостережуваних робітників. При цьому число спостережень (вимірів) може визначатися одним з таких методів [43]:

- розрахунковим шляхом з використанням математичних методів;

- у відсотках від нормативного коефіцієнта стійкості проведеного ряду вимірів;
- від типу виробництва і тривалості операцій;
- від тривалості досліджуваної операції, характеру роботи та участі в ній виконавця;
- від типу виробництва, тривалості робіт, що виконуються вручну і загальної тривалості.

У даній кваліфікаційній роботі розглядається індивідуальний вид хронометражу з визначенням числа спостережень в залежності від тривалості досліджуваної операції, характеру роботи та участі в ній виконавця (передостанній метод). Дослідження виконувалися при влаштуванні вертикальних і горизонтальних монолітних конструкцій для опалубних робіт і носили всесезонний характер. Для отримання експериментальних розрахункових залежностей виконувалися вимірювання тривалості основних операцій. При цьому біля конструкції фіксувався час, кількість робочих та їх кваліфікація, а також наявність сторонніх перешкод, в тому числі опади, вітер та ін. При проведенні хронометражу розглядалися для опалубних робіт: установка / демонтаж опалубки стін, колон, перекриттів.

Всі спостереження складаються з чотирьох етапів:

- підготовка: вибір і ознайомлення з об'єктом; вибір суб'єкта виходячи з мети спостереження;
- проведення: заповнення спостережної документації, в тому числі: фіксація послідовності виконуваних процесів і операцій, а також відповідність їх рекомендованим технологіям; тривалість робіт; причини і тривалість перерв;
- обробка результатів і перевірка правильності виміру шляхом повторного вимірювання;
- заключний етап: аналіз спостереження; підрахунок норм виконання робіт; розробка пропозицій по раціоналізації технологічних процесів.

При проведенні хронометражу був обраний цифровий метод запису результатів спостереження, заснований на безпосередніх багаторазових вимірах часу за допомогою секундоміра при проведенні певних технологічних операцій.

Як об'єкт для проведення хронометражу були обрані житлові будівлі з монолітного залізобетону, з площею типового поверху 600...1100 м. Хронометраж пристрою кожної конструкцій проводився окремо.

Прийнятий метод проведення хронометражу не вимагає залучення зайвих фахівців, дорогого устаткування і при цьому є досить простим і ефективним. Крім того, обробка даних не трудомістка, а отримані результати відображають реальну картину виробничого процесу на споруджуваних об'єктах і дозволяють раціоналізувати виробництво робіт.

Далі описуються умови проведення хронометражу та наводяться отримані дані (витрат праці 1 робітника на одиницю об'єму робіт в залежності від кількості осіб в ланці). Апроксимація даних виконана з використанням статичної функції.

Установка і демонтаж опалубки стін.

Установка опалубки стін.

Опис конструктивного елемента.

Прямі стіни, Г-подібні, Т-подібні, висота опалубки 3,3 м, складність опалублення – стіни з кутами і без кутів, товщина стіни 200...250 мм, довжина опалубленої ділянки стіни 6...9 м.

Опис робочого інструмента і пристосувань. Монтажний молоток, схи́л, рулетка.

Опис робочих операцій. Установка, закріплення і вивіряння опалубки. Опалубні щити до місця укрупненої збірки подаються краном за допомогою двох кільцевих і одного 4-х гілкового стропів. Надалі зібрані карти переміщують тільки за допомогою «кранового захвату» і 4-х гілкового стропа.

Опис кваліфікаційних складів ланок. Підбір кваліфікаційного складу ланки при різній чисельності працівників проводився виходячи з досвіду виконання робіт, і є наступним:

- 3 люд.: опалубник – 2 р. – 1, 4 р. – 1; тесля – 3 р. – 1
- 4 люд.: опалубник – 2 р. – 1, 3 р. – 1, 4 р. – 1; тесля – 3 р. – 1
- 4 люд.: опалубник – 2 р. – 1, 3 р. – 1, 4 р. – 1; тесля – 4 р. – 1
- 5 люд.: опалубник – 2 р. – 2, 3 р. – 1, 4 р. – 1; тесля – 4 р. – 1
- 5 люд.: опалубник – 2 р. – 1, 3 р. – 2, 4 р. – 1; тесля – 4 р. – 1
- 6 люд.: опалубник – 2 р. – 1, 3 р. – 2, 4 р. – 1; тесля – 4 р. – 2
- 6 люд.: опалубник – 2 р. – 1, 3 р. – 2, 4 р. – 1, 5 р. – 1; тесля – 4 р. – 1
- 7 люд.: опалубник – 2 р. – 2, 3 р. – 2, 4 р. – 1, 5 р. – 1; тесля – 4 р. – 1
- 8 люд.: опалубник – 2 р. – 2, 3 р. – 3, 4 р. – 1, 5 р. – 1; тесля – 4 р. – 1

Результати. Залежність трудовитрат (на 1 м² опалубки) від кількості осіб в ланці розраховувалася як (3.1) і приведена на рис. 3.1.

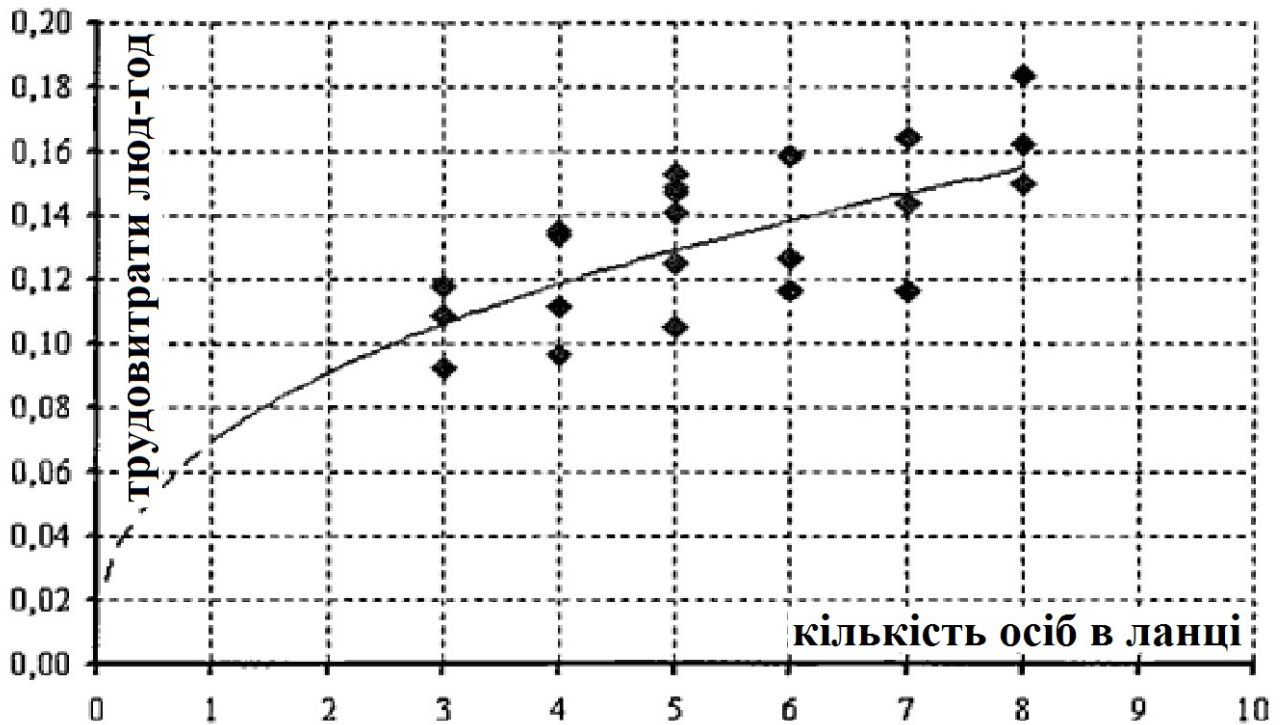


Рисунок 3.1 – Встановлення опалубки стін товщиною 220 мм – витрати праці (людино×годин) на 1 м² опалубки

Мінімальний чисельний склад ланки прийнятий з 5 людей наступних кваліфікацій: опалубники 2 р. – 2 люд., 3 р. – 1 люд., 4 р. – 1 люд. і тесля 4 р. – 1 люд. Трудовитрати робочого такого ланки становлять 0,14 люд.×годину / м².

Демонтаж опалубки стін.

Опис конструктивного елементу. Прямі стіни, Г-подібні, Т-подібні, висота опалубки 3,3 м, складність демонтажу – стіни з кутами і без кутів, товщина стіни 200...250 мм, довжина демонтується (розпалублювати) ділянки стіни 6...9 м.

Опис робочого інструмента і пристосувань. Монтажний молоток, лом для відривання щита від бетонної поверхні.

Опис робочих операцій. Зняття кріплень опалубки із замків, стяжок і гайок, вивільнення підкосів, відділення щитів від бетонної поверхні. Карти переміщують за допомогою «кранового захвату» і 4-х гілкового стропа.

Опис кваліфікаційних складів ланок. Склади ланки прийняті аналогічно ланкам по установці опалубки стін.

Результати. Залежність трудовитрат (на 1 м² опалубки) від кількості осіб в ланці розраховувалася як (3.1) і приведена на рис. 3.2.

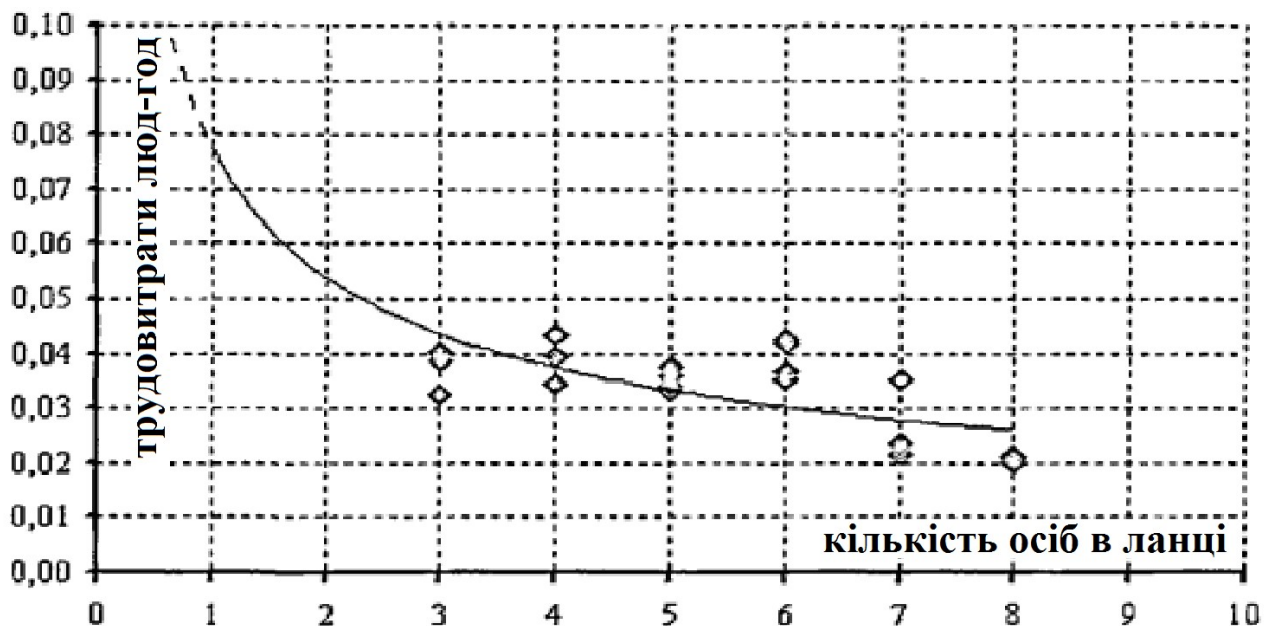


Рисунок 3.2 – Демонтаж опалубки стін товщиною 220 мм – витрати праці (людино×годин) на 1 м² опалубки (кількість осіб в ланці)

Склад ланки прийнятий з 5 людей аналогічно ланці по установці опалубки стін. Трудовитрати робочої такої ланки становлять 0,03 люд.×год/м².

Установка і демонтаж опалубки колон.

Установка опалубки колон.

Опис конструктивного елементу. Колони. Установка колон проводиться Г-подібними або Т-подібними елементами з універсальних щитів. Перетин колон $0,2 \times 0,2$ м... $0,9 \times 0,9$ м, висота опалубки 3,3 м, складність опалублювання – поодинокі стоячі колони, що не примикають до стін.

Опис робочого інструмента і пристосувань. Монтажний молоток, схи́л, рулетка.

Опис робочих операцій. Установка, закріплення і вивіряння опалубки. Опалубні щити до місця укрупненої збірки подаються краном за допомогою двох строп кільцевих і одного 4-х гілкового стропа. Надалі зібрані Г-подібні елементи переміщують за допомогою «кранового захвату» і 4-х гілкового стропа.

Результати. При складі ланки: опалубник 3 р. – 1 люд., 4 р. – 1 люд., Трудовитрати робочого складають 0,85 люд.×годин / шт. (1 шт. – $9,5 \text{ м}^2$ при перетині колон $0,2 \times 0,2$ м ... $0,6 \times 0,6$ м і 1 шт. – $11,9 \text{ м}^2$ при перетині колон $0,7 \times 0,7$ м ... $0,9 \times 0,9$ м).

Демонтаж опалубки колон.

Опис конструктивного елементу. Колони. Демонтаж колон проводиться Г-подібними або Т-подібними елементами (а не окремими щитами). Перетин колон $0,2 \times 0,2$ м ... $0,9 \times 0,9$ м, висота опалубки 3,3 м, складність демонтажу – окремо стоячі колони, що не примикають до стін.

Опис робочого інструмента і пристосувань. Монтажний молоток, лом для відривання щита від бетонної поверхні.

Опис робочих операцій. Зняття кріплень (замків, стяжок і гайок), вивільнення підкосів, відділення Г-подібних або Т-подібних елементів від бетонної поверхні. Г-подібні елементи переміщують за допомогою «кранового захвату» і 4-х гілкового стропа.

Результати. При складі ланки з 2 людей, аналогічної ланки по установці колон, трудовитрати робочого такої ланки становлять 0,25 люд.×годин / шт. (1

шт. – $9,5\text{ м}^2$ при перетині колон $0,2 \times 0,2\text{ м}$... $0,6 \times 0,6\text{ м}$ і 1 шт. – $11,9\text{ м}^2$ при перетині колон $0,7 \times 0,7\text{ м}$... $0,9 \times 0,9\text{ м}$).

Установка і демонтаж опалубки перекриття.

Установка опалубки перекриття.

Опис конструктивного елементу. Безбалкові перекриття товщиною 180 мм і 250 мм. Площа опалубленого перекриття $25...80\text{ м}^2$ (між стінами), складність опалублення – поздовжніми і поперечними балками на висоті 2,75 м і 2,82 м, а також некратні місця (коридори шириною до 1,5 м), крок поперечних балок 62,5 см; крок поздовжніх балок 250...265 см; крок стійок – 75...95 см.

Опис робочого інструмента і пристосувань. Монтажний молоток, монтажна вилка для укладки балок, рулетка, цвяхи, олівець, верстат для різання фанери.

Опис робочих операцій. Установка стійок з триноги, унівілок, поздовжніх і поперечних балок; вивірка опалубки; настил фанери; пристрій торців. Подача елементів опалубки перекриття до місця установки здійснюється баштовим краном в процесі монтажу опалубки за допомогою двох текстильних строп і 4-х гілкового стропа.

Опис кваліфікаційних складів ланок. Підбір кваліфікаційного складу ланки при різній чисельності працівників проводився виходячи з досвіду виконання робіт, і є наступним:

4 люд.: опалубник – 2р–1, 3р– 1, 4Р– 1; тесля – 3р– 1

4 люд.: опалубник – 2 р. – 1, 3 р. –1, 4 р. –1; тесля – 4 р. – 1

6 люд.: опалубник – 2 р. – 2, 3 р. –1, 4 р. –1; тесля – 4 р. – 1, 3 р. – 1

6 люд.: опалубник – 2 р. – 1, 3 р. – 2, 4 р. – 1; тесля – 4 р. – 1, 3 р. – 1

8 люд.: опалубник – 2 р. – 2, 3 р. –2, 4 р. –1; тесля – 4 р. –1, 3 р. – 2

8 люд.: опалубник – 2 р. – 2, 3 р. –2, 4 р. –2; тесля – 4 р. –1, 3 р. –1

10 люд.: опалубник – 2 р. – 2, 3 р. –3, 4 р. –2; тесля – 4 р. –1, 3 р. –2

10 люд.: опалубник – 2 р. – 2, 3 р. –2, 4 р. –2, 5р–1; тесля – 4 р. –1, 3 р.–2

Результати. Залежність трудовитрат (на 1 м^2 опалубки) від кількості осіб в ланці розраховувалася як (3.1) і приведена на рис. 3.3.

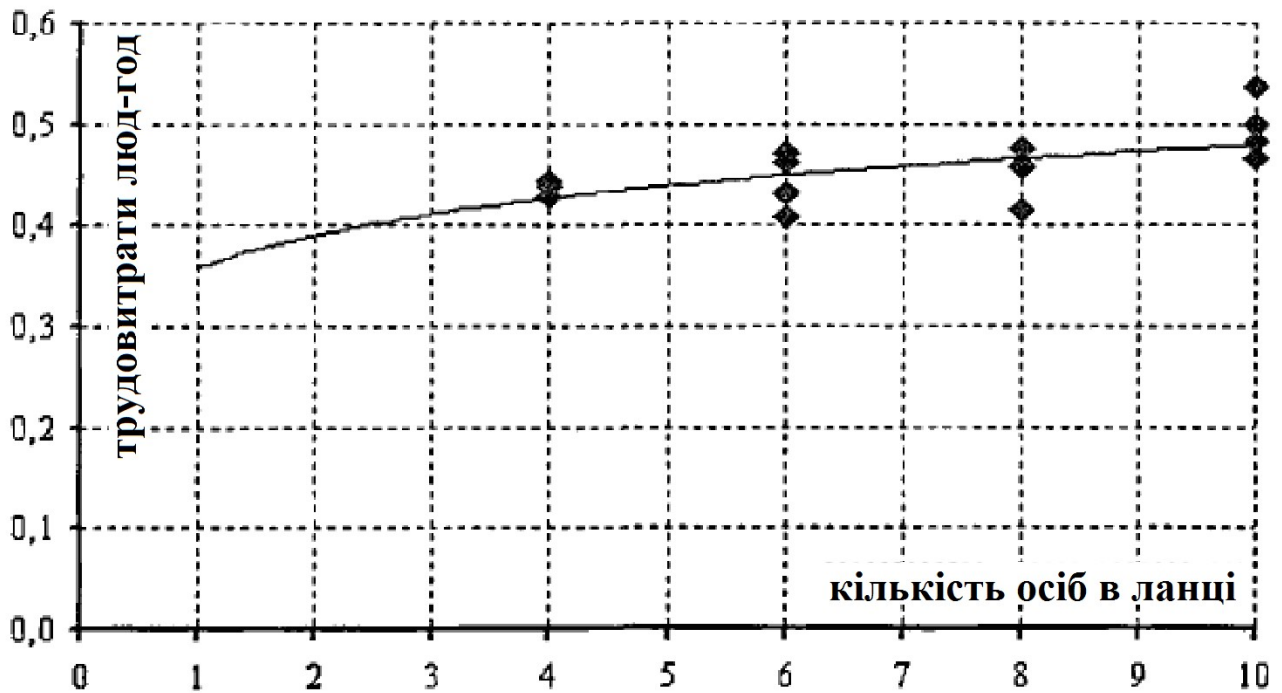


Рисунок 3.3– Встановлення опалубки перекриття товщиною 250 мм – витрати праці (людино × годин) на 1м² опалубки

Мінімальний чисельний склад ланки прийнятий з 8 людей наступних кваліфікацій: тесля 4 р. – 1 люд., 3 р. – 2 люд., опалубник 4 р. – 1 люд., 3 р. – 2 люд., 2 р. – 2 люд. Трудовитрати робочого такого ланки становлять 0,4 люд×год/ м².

Демонтаж опалубки перекриття.

Опис конструктивного елементу. Безбалкові перекриття товщиною 180 мм і 250 мм. Площа розпалублення перекриття 25...80 м² (між стінами), складність розпалублення – поздовжні і поперечні балки на висоті 2,75 м і 2,82 м, а також некратні місця (коридори шириною до 1,5 м), крок поперечних балок 62,5 см; крок поздовжніх балок 250...265 см; крок стійок – 75...95 см.

Опис робочого інструмента і пристосувань. Монтажний молоток, монтажна вилка для зняття балок, лом для відривання щита від бетонної поверхні і бортів, пересувний стіл для спуску фанери з висоти 2,75 м і 2,82 м.

Опис робочих операцій. Послідовне спускання стійок, зняття балок і фанери.

Опис кваліфікаційних складів ланок. Підбір кваліфікаційного складу ланки при різній чисельності працівників проводився виходячи з досвіду виконання робіт, і є наступним:

4 люд.: опалубник – 2 р. – 1, 3 р. – 1, 4 р. – 1; тесля – 3 р. – 1

4 люд.: опалубник – 2 р. – 1, 3 р. – 1, 4 р. – 1; тесля – 4 р. – 1

6 люд.: опалубник – 2 р. – 2, 3 р. – 2, 4 р. – 1; тесля – 3 р. – 1

6 люд.: опалубник – 2 р. – 2, 3 р. – 2, 4 р. – 1; тесля – 4 р. – 1

8 люд.: опалубник – 2 р. – 3, 3 р. – 3, 4 р. – 1; тесля – 3 р. – 1

8 люд.: опалубник – 2 р. – 3, 3 р. – 3, 4 р. – 1; тесляр – 4 р. – 1

10 люд.: опалубник – 2 р. – 4, 3 р. – 4, 4 р. – 1; тесля – 3 р. – 1

10 люд.: опалубник – 2 р. – 3, 3 р. – 4, 4 р. – 1, 5 р. – 1; тесля – 4 р. – 1

Результати. Залежність трудовитрат (на 1 м^2 опалубки) від кількості осіб в ланці розраховувалася як (3.1) і приведена на рис. 3.4.

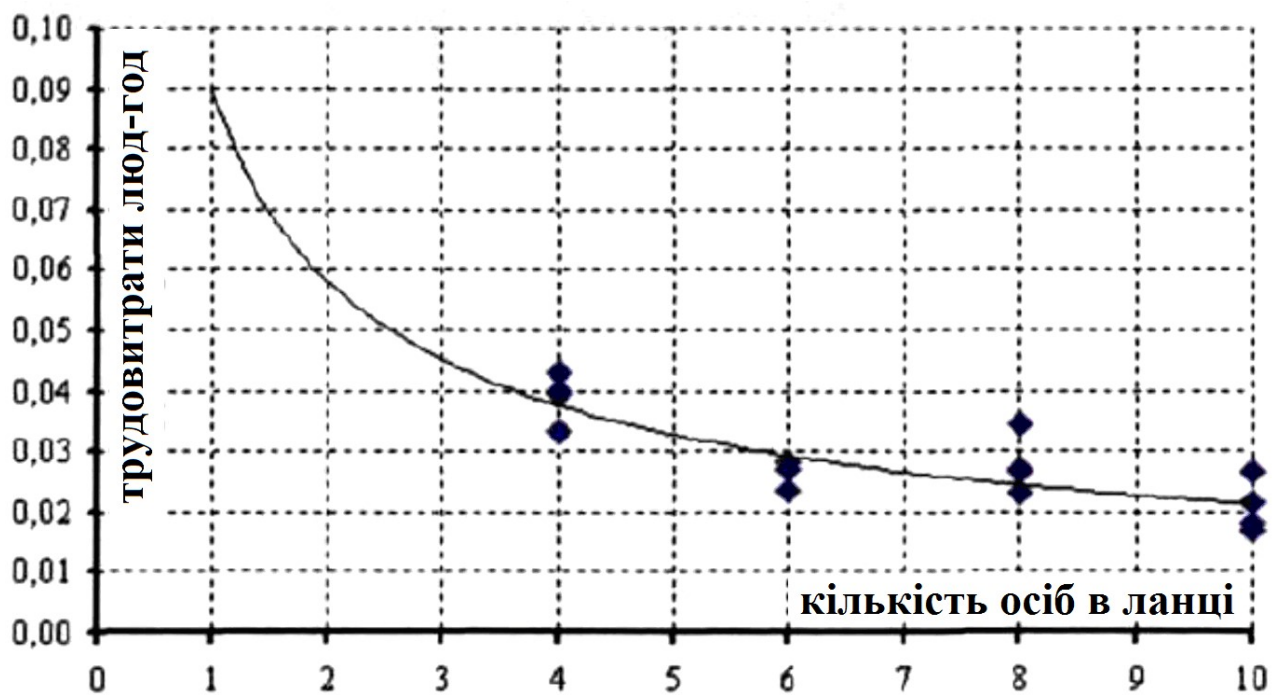


Рис. 3.4. Демонтаж опалубки перекриття товщиною 250 мм – витрати праці (люд×год) на 1 м^2 опалубки

Мінімальний чисельний склад ланки прийнятий з 8 чоловік наступних кваліфікацій: тесля 3 р. – 1 люд., опалубник 4 р. – 1 люд., 3 р. – 3 люд., 2 р. – 3 люд. Трудовитрати робочого такої ланки становлять $0,17 \text{ люд} \times \text{год} / \text{м}^2$.

3.2. Нормування опалубних робіт

Як зазначено в першому розділі, трудомісткість і регламент проведення опалубних робіт залежать від технологічного рівня використовуваної опалубної системи. Проводилися виміри часу монтажу і демонтажу опалубних систем типу «PERI» і «DOKA». Для зведення вертикальних конструкцій використовувалася система стіновий опалубки «TRIO» і «Framax», а для горизонтальних конструкцій – опалубка з поздовжніми і поперечними балками системи «Multiflex» і «Dokaflex».

Пристрій опалубки вертикальних конструкцій

При порівнянні отриманих норм часу на установку і розпалубку стін і колон з нормами ЕНиР 1987 р. і з європейськими нормами [22], були виявлені істотні відмінності. При детальному розгляді складу операцій і чисельно-кваліфікаційного складу робочих, зайнятих на виконанні розглянутих процесів, стає очевидним, що різниця в трудомісткості виконуваних робіт пояснюється, переважно, тим, що технологічний рівень застосовуваних сьогодні опалубних систем значно вище рівня тих систем, на які в існуючих регламентуючих документах передбачені норми часу. Це, в першу чергу, виражається у відмінностях за складом операцій і деталюванні виконуваних робіт, за кількістю і кваліфікацією робітників у ланці.

Таким чином, наприклад, в ЕНиР 1987 року, §4-1-37Б збірника Е4, випуск 1, прийнятий наступний склад операцій при установці щитової опалубки для стін:

- розмітка місць установки опалубки по базису осей;
- установка щитів;
- кріплення щитів болтами;
- вивірка опалубки;
- кріплення опалубки підкосами, стиками, розпірками і стяжками.

При виконанні робіт в умовах швидкісного домобудівництва для установки опалубки стін пропонується наступний склад операцій:

- сортування опалубки;
- збірка в карти згідно з робочим проектом (проводиться один раз з метою виключення зайвих перегородок. Практика показує, що велика кількість опалубки пошкоджується при кожній перестановці, в силу того, що елементи конструкції постійно збираються і розбираються, а при перестановці одного разу надійно зібраної і незмінної конструкції цей недолік виключений);
- навішування помостів на опалубку (яка проводиться один раз для укрупнених елементів, що не потребують перегородок, і не демонтується протягом всього виробництва монолітних робіт);
- навішування помостів для зовнішніх стін;
- маркування місць установки на бетоні;
- строповка і установка одного боку опалубки (починаючи з кутових елементів в разі бетонування конструкцій з кутами), розстроповка опалубки;
- установка пластмасових конусів і трубок, установка прорізоутворювачів;
- строповка і установка другої сторони опалубки (в послідовності складання першої сторони), розстроповка опалубки;
- установка вирівнюючих ригелів;
- кріплення опалубок стяжками і гайками, фіксація підкосів, закриття торців, зашивання щілин між опалубкою і забетонованими конструкціями;
- вивірка опалубки до бетонування, остаточна вивірка опалубки після укладання бетонної суміші.

Згідно ЕНиР 1987 року склад операцій при установці опалубки колон наступний:

- перевірка розбивочних осей;
- складання блоку опалубки з щитів з кріпленням;

- установка блоку опалубки;
- вивірка правильності встановленого блоку;
- тимчасове кріплення.

При будівництві в умовах монолітного домобудівництва для установки опалубки колон по товщині стін склад операцій наступний:

- сортування опалубки;
- збірка щитів в Г-подібні елементи (з універсальних щитів згідно з робочим проектом, аналогічно стінам на весь період монолітних робіт);
- маркування місць установки на бетоні;
- строповка одночасно двох Г-подібних елементів опалубки (з метою економії кранового часу);
- установка і подальша розстроповка одного з двох Г-подібних елементів;
- приклейка кутових пластмасових елементів;
- установка і подальша розстроповка другого з двох Г-подібних елементів (закріпленого на стропі);
- фіксація підкосів і навішування помостів (рекомендується проводити один раз при складанні Г-подібних елементів);
- вивірка опалубки до бетонування і після укладання бетонної суміші.

Для розпалубки стін ЕНиР прийнятий наступний склад операцій:

- зняття підкосів;
- ослаблення болтових з'єднань щитів зняття кріплення опалубки;
- відділення опалубки від поверхні бетону;
- зняття щитів і кріплень і укладання їх на місце складування;
- очищення опалубки;
- змащування опалубки.

Для розпалубки стін відповідно до технології монолітного домобудівництва прийнятий наступний склад операцій:

- зняття кріплення опалубки зі стяжок і гайок;

- вивільнення підкосів;
- зняття кріплення торців;
- складування кріпильних елементів;
- відділення щитів від бетонної поверхні;
- перестановка щитів на проміжний майданчик (на монтажному горизонті для скорочення кранового часу), очищення щитів від бетону та їх змащування;
- зняття торцевих відсічок і прорізоутворювачів;
- зняття пластмасових конусів.

Для розпалубки колон ЕНиР прийнятий наступний склад операцій:

- зняття кріплень блоку опалубки;
- відділення блоку опалубки від поверхні колони;
- очищення блоку опалубки від бетону;
- змащування блоку опалубки емульсією.

Для розпалубки колон відповідно до технології монолітного домобудівництва прийнятий наступний склад операцій:

- зняття кріплення опалубки;
- складування кріпильних елементів;
- вивільнення підкосів;
- відділення Г-подібних елементів від бетонної поверхні;
- перестановка Г-подібних елементів на проміжний майданчик (на монтажному горизонті), очищення та змащування щитів;
- очищення і відновлення кутових пластмасових елементів.

Чисельно-кваліфікаційний склад робочої ланки згідно ЕНиР 1987 року, §Е4-1-37 (Б), при монтажі щитової опалубки для стін: слюсар будівельний 4 р. – 1 люд., 3 р. – 2 люд. При демонтажі: слюсар-будівельний 3 р. – 1 люд., 2 р. – 2 люд.

Рекомендується наступний склад робочої ланки:

а) монтаж / демонтаж опалубки стін – опалубник 4 р. – 1 люд., 3 р. – 1 люд., 2 р. – 2 люд., тесля 4 р. – 1 люд.;

Крім того в складі ланки необхідно мати опалубника 1 р. – 1 люд. для очищення-змащування опалубки.

Роботи з монтажу / демонтажу стін і колон виконуються однією й тією же ланкою (на відміну від ЕНиР 1987 року), що дозволяє не залучати окрему ланку для демонтажу і тим самим знизити трудовитрати при виконанні опалубних робіт. Наведений чисельно-кваліфікаційний склад ланки дозволяє встановити (демонтувати) опалубку для виконання щоденного об'єму бетону для вертикальних конструкцій 20...35 м³. Для об'єктів, на яких проводився хронометраж, щоденний об'єм бетону для вертикальних конструкцій становив 40...70 м³, тому бригади формувалися з двох ланок. Залежно від зміни щоденного обсягу монолітних робіт, виконавець робіт може збільшити або зменшити склад ланки або бригади для забезпечення виконання заданого обсягу.

Для наочності дані ЕНиР [25], європейські норми [22] і отримані норми, зведені в табл. 3.1. При цьому необхідно врахувати, що європейські норми отримані з урахуванням того, що всі опалубні роботи (монтаж / демонтаж стін, колон, перекриттів, сходових маршів) виконуються ланкою з 4-6 осіб.

Слід також зазначити, що європейські норми і дані ЕНиР для розпалубки стін до 2000 року були практично дуже близькі до норм, розроблених в роботі [1], а для установки опалубки стін істотно відрізнялися: дані ЕНиР – більш ніж в 3 рази, європейські норми – до 10%. На сьогоднішній день в монолітному домобудівництві норми часу для розпалубки стін, отримані в роботі (табл. 3.1) відрізняються в 4...6 разів, а для установки – в 2...3 рази. Це пояснюється значним підвищенням кваліфікації і досвіду робітників, а також широким впровадженням сучасної високотехнологічної опалубки на будівельні об'єкти.

Коефіцієнти для розрахунку норм часу були отримані в результаті проведення хронометражу і залежать: для стін висотою більше 3,3 м від нарощування елементів опалубки по висоті.

Таблиця 3.1

Норми часу на 1 м² встановленої опалубки стін (h ≤ 3,3м)

Вид опалубки	Товщина стіни, м	Площа опалубки на 1 м ³ бетону	Норми часу люд-год/м ²						Норми часу люд-год /м ³			Перехідний коефіцієнт для опалубки та норм часу		
			Установка			Розпалубка			Установка	Розпалубка	Сумарна трудомісткість			
			ЕНиР 1987 р.	Європейські норми	Отримані дані	ЕНиР 1987 р.	Європейські норми	Отримані дані						
Щитова опалубка	0,15	16,0	0,24	0,30	0,14	0,17	0,03	2,24	0,48	2,72	1,67			
	0,20	12,0						1,68	0,36	2,04	1,25			
	0,25	9,6	0,28					0,14	0,11	0,03	1,34	0,29	1,63	1,00
	0,30	8,0									1,12	0,24	1,36	0,83
	0,35	6,9									0,97	0,21	1,18	0,72
	0,40	6,0									0,84	0,18	1,02	0,63
	0,45	5,3									0,74	0,16	0,90	0,55
	0,50	4,8									0,67	0,14	0,81	0,50
	0,55	4,4									0,62	0,13	0,75	0,46
	0,60 і більше	4,0									0,56	0,12	0,68	0,42

Трудомісткість опалубних робіт на 1 м³ залізобетону для тонких стін вище, ніж у масивних стін. При проведенні аналізу табл. 3.1, очевидно, що зі зміною товщини стіни від 0,15 м до 0,6 м, площа опалубленої поверхні на 1 м³ бетону зменшується в 4 рази, а трудомісткість на 1 м³ – в 5,67 разів.

Устрій опалубки горизонтальних конструкцій

Для монтажу і демонтажу опалубки перекриття також було проведено порівняння між даними ЕНиР 1987 [25], європейськими нормами [22] і даними, отриманими автором на об'єктах шляхом проведення хронометражу.

Згідно ЕНиР 1987 року, збірник Е4, випуск 1, §Е4-1-34 (Г), склад операцій при монтажі опалубки перекриттів наступний:

- установка підкружальних дощок з закріпленням;
- установка кружала;
- укладання щитів;
- вивірка опалубки;
- укладання фризних дощок з закріпленням.

Пропонується використовувати склад операцій при установці опалубки перекриттів, який приводиться в роботі [1, 29]:

- сортування опалубки;
- подача елементів опалубки на захватку;
- установка стійок з триноги;
- установка унівлоку;
- установка поздовжніх балок;
- установка проміжних стійок без треног;
- установка поперечних балок;
- первинна вивірка опалубки;
- настил фанери;
- зашивання швів між листами фанери;
- установка прорізоутворювачів (коробів);
- остаточна вивірка опалубки.

Для демонтажу перекриттів в ЕНиР послідовність робіт не наводиться, і не враховуються всі роботи і операції, що виконуються при виробництві опалубних робіт з використанням сучасної опалубки.

Для демонтажу в кваліфікаційній роботі також пропонується використовувати склад операцій, який приводиться в роботі [46]:

- послідовне спускання одного ряду стійок на 10...15 см;

- зняття фанери по ширині зазначеного ряду та її очищення;
- зняття поперечних балок і їх укладання в касету;
- зняття поздовжніх балок і їх укладання в касету;
- зняття зі стійок унівiлок;
- переобпирання залізобетонного перекриття стійками;
- повторення попередніх позицій до повної розпалубки;
- подача знятих елементів на нову захватку;
- подача стійок з нижніх ярусів або стійок зі складу на нову захватку.

Чисельно-кваліфікаційний склад робочої ланки згідно ЕНiР 1987 року, збірник Е4, випуск 1, §Е4-1-34 (Г) при установці опалубки перекриття: тесля 4 р. – 1 люд., 2 р. – 1 люд., при розпалубці: тесля 3 р. – 1 люд., 2 р. – 1 люд.

Рекомендується наступний склад робочої ланки:

а) монтаж опалубки перекриттів: тесля 4 р. – 1 люд., 3 р. – 2 люд., опалубник 4 р. – 1 люд., 3 р. – 2 люд., 2 р. – 2 люд.;

б) демонтаж опалубки перекриттів: тесля 3 р. – 1 люд., опалубник 4 р. – 1 люд., 3 р. – 3 люд., 2 р. – 3 люд.

Наведений вище чисельно-кваліфікаційний склад ланки дозволяє встановити (демонтувати) опалубку з виконанням щоденного об'єму бетонних робіт для перекриттів в 25...40 м³. Для об'єктів, на яких проводився хронометраж, щоденний об'єм бетонних робіт для перекриттів становив 55...75 м³, тому бригади формувалися з двох ланок (аналогічно вертикальним конструкціям). Залежно від зміни щоденного об'єму монолітних робіт, виконавець робіт може збільшити або зменшити склад ланки або бригади для забезпечення виконання заданого об'єму.

Норми часу на установку і демонтаж опалубки перекриття та коефіцієнти для розрахунку норм часу (в примітках) були отримані в результаті проведення хронометражу. Порівняння цих норм наводиться в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Норми часу на 1 м² установки/демонтажу опалубки при товщині
перекриттів до 300 мм

Система опалубки	Площа, м ²	Висота, м	Норми часу люд.-год/м ²					
			Установка			Розпалубка		
			ЕНиР 1987 р.	Європейські норми	Отримані дані	ЕНиР 1987 р.	Європейські норми	Отримані дані
Опалубка с поздовжніми та поперечними балками	< 25,0	< 3,5 3,5 - 5,0	0,22	0,24 0,24	0,43 0,48	0,09	0,30	0,19 0,23
	25,0 - 80,0	< 3,5 3,5 - 5,0		0,23 0,23	0,40 0,45			0,17 0,22
	80,0 - 200,0	< 3,5 3,5 - 5,0		0,21 0,21	0,37 0,42		0,16 0,20	
	Понад 200,0	< 3,5 3,5 - 5,0		0,20 0,20	0,34 0,39		0,25	0,14 0,19

Аналізуючи дані табл. 3.2 можна зробити висновок, що при збільшенні опалубленої площі перекриття норма часу як при монтажі, так і при демонтажі опалубки незначно зменшується, внаслідок зменшення вертикальних конструкцій, що перешкоджають.

3.3. Підбір і оптимізація складу бригад для виконання опалубних робіт

При підборі кількості кадрів для опалубних робіт, враховувалося кваліфікаційне поділ робочих по розрядам, яке наводиться в [24]. Однак, на сьогоднішній день у переліку кваліфікацій опалубники, що використовують сучасні опалубні системи, не наводиться не тільки в українських довідниках, але і в зарубіжних нормативах. Тому, кваліфікація опалубник призначалася виходячи з наявного досвіду, при цьому малося на увазі, що кожному

кваліфікаційному розряду відповідають наступні характеристики і види виконуваних робіт:

а) опалубник 1 розряду – характеристика робіт: виконання найпростіших операцій при роботі з опалубкою.

Приклади робіт: очищення фанери і поверхні щитів від бетону і розчину; очищення комплектуючих елементів (замки, тяжі, гайки, ригелі); змащування робочої поверхні щитів; складування елементів (щити, стійки, балки, підкоси, підмостки та ін.); подача опалубки на іншу захватку, зачіпка щитів крановими захватками.

Повинен знати: правила експлуатації опалубки і комплектуючих; способи чищення і витрати мастила; предмети, необхідні при чищенні і змащуванні; правила складування основних елементів опалубки; види стропів і захватних пристроїв; правила стропування та переміщення вантажу.

б) опалубник 2 розряду – характеристика робіт: виконання простих операцій при використанні сучасних опалубних систем. Приклади робіт: складання та укрупнення щитів по довжині без нарощування; збірка і навішування помостів бетонування; збірка підпірних розкосів; демонтаж вертикальної і горизонтальної опалубки; приклейка кутових пластмасових елементів.

Повинен знати: типорозміри елементів; витрату комплектуючих при укрупненні щитів; правила з'єднання елементів; послідовність операцій при демонтажі вертикальних конструкцій та перекриття; технологію збирання підпірних розкосів.

в) опалубник 3 розряду – характеристика робіт: виконання опалубних робіт середньої складності.

Приклади робіт: складання та укрупнення щитів по довжині і нарощування по висоті; монтаж опалубки для прямолінійних ділянок стін; з'єднання двох сторін опалубки за допомогою стяжок і гайок; кріплення і фіксація підкосів; навішування платформ бетонування; розстановка опорних

стійок; установка треног і унівiлок; розкладка балок; демонтаж вертикальної і горизонтальної опалубки.

Повинен знати: основні елементи опалубних систем і вимоги, що пред'являються до їх якості; послiдовнiсть операцій при монтажі і демонтажі вертикальних конструкцій та перекриття; правила з'єднання двох сторiн опалубки стяжками і гайками; способи навішування платформ бетонування.

г) опалубник 4 розряду – характеристика робіт: виконання складних операцій при роботі з опалубними системами.

Приклади робіт: монтаж і демонтаж опалубки для конструкцій складної конфiгурації, колон, пiлонiв, лiфтових шахт; вивiрка опалубки; пристрій риштування для монтажу опалубки при бетонуванні конструкцій в кілька ярусiв; розмітка мiсць установки опорних стійок; установка опорних веж при бетонуванні перекриття на великій висоті; монтаж / демонтаж навісних консольних лiсiв.

Повинен знати: послiдовнiсть операцій при монтажі і демонтажі вертикальних і горизонтальних конструкцій; допустимі відхилення при установці опалубки; види і способи влаштування риштування для поярусного бетонування; способи і послiдовнiсть монтажу / демонтажу навісних консольних лiсiв; технологію збирання та розстановки опорних веж; повинен вміти визначати крок розстановки стійок і балок; користуватися робочою документацією та ПВР.

д) опалубник 5 розряду – характеристика роботи: виконання операцій особливої складності.

Приклади робіт: монтаж і демонтаж опалубки для стiн криволiнійної форми і виконання опалубних робіт при зведенні конструкцій підвищеної складності (наприклад, похилих, змінної товщини та iн.).

Повинен знати: конструкції і способи улаштування основних видiв опалубки; технологічну послiдовнiсть монтажу і демонтажу; технічні вимоги до використовуваних видiв опалубок і допустимі відхилення при роботі з ними.

У зведеній табл. 3.3 наводяться мінімальні склади ланок, підібрані для основних розглянутих видів робіт, а також норми виконання цих робіт.

Таблиця 3.3.

Склади ланок і середні норми для опалубки стін і перекриттів при монолітному житловому будівництві

Найменування робіт	Професія, розряд та кількість людей	Норма часу
Монтаж опалубки стін (опалубка типу «PERI» і «ДОКА») висотою до 3,3 м	опалубник 4 р. – 1 опалубник 3 р. – 1 опалубник 2 р. – 2 тесля 4 р. – 1	при товщині стіни: 150...600 мм: 0,14 год/м ² .
Демонтаж опалубки стін (опалубка типу «PERI» і «ДОКА») висотою до 3,3 м	опалубник 4 р. – 1 опалубник 3 р. – 1 опалубник 2 р. – 2	при товщині стіни: 150...600 мм: 0,03 год /м ² .
Монтаж опалубки перекриттів (опалубка типу «PERI» у «ДОКА») на висоті до 3,5 м (від 3,5 м до 5 м), товщиною до 300 мм	тесля 4 р. – 1 тесля 3 р. – 2 опалубник 4 р. – 1 опалубник 3 р. – 2 опалубник 2 р. – 2	при площі опалублення: до 25 м ² : 0,43(0,48) год /м ² ; 25...80 м ² : 0,4(0,45) год /м ² ; 80...200 м ² : 0,37(0,42) год /м ² ; понад 200 м ² : 0,34(0,39) год /м ² .
Демонтаж опалубки перекриттів (опалубка типу «PERI» і «ДОКА») на висоті до 3,5 м (от 3,5 м до 5 м), товщиною до 300 мм	тесля 3 р. – 1 опалубник 4 р. – 1 опалубник 3 р. – 3 опалубник 2 р. – 3	при площі опалублення: до 25 м ² : 0,19(0,23) год /м ² ; 25...80 м ² : 0,17(0,22) год /м ² ; 80...200 м ² : 0,16(0,2) год /м ² ; понад 200 м ² : 0,14(0,19) год /м ² .

Виходячи з досвіду будівництва, при невеликих об'ємах монолітних робіт на об'єкті досить мати по одній спеціалізованій ланці на опалубні роботи, чисельно-кваліфікаційний склад яких відповідає табл. 3.3.

При збільшенні щоденного об'єму монолітних робіт, необхідно залучати бригаду, що складається з двох спеціалізованих ланок, однакових за чисельно-кваліфікаційним складом.

Детальний підбір необхідної кількості кадрів в чіткій відповідності з технологією будівельного виробництва дає можливість забезпечити на об'єкті безперебійну роботу, не притягуючи надмірної кількості робочих, і дозволяє виконати весь обсяг будівельно-монтажних робіт у встановлені терміни, що і створює умови для швидкісного монолітного домобудівництва.

3.4. Нормування витрат ресурсів на виробництво опалубних робіт із використанням сучасних розбірно-переставних опалубних систем

Опалубні системи відрізняються не лише різновидами, але й їх складовими: матеріалами щитів та профілів, основними елементами, що з'єднують їх між собою, їх вагою та кількістю, та ін. Подальший розвиток отримують і дослідження, що спрямовані на нормалізацію витрат ресурсів для нових та найбільш поширених систем розбірно-переставних опалубок. На основі таких досліджень розроблені та затверджені державні стандарти України щодо витрат ресурсів на виробництво арматурних та опалубних робіт [53, 54].

На жаль, ці документи враховують далеко не всі відмінності сучасних опалубних систем різних фірм виробників та постачальників, а витрати часу будівельних робітників не виокремлюють такі технологічні процеси як монтаж та розбирання опалубки. І якщо для складання кошторисів це не важливо, то для технологічного проектування це має суттєве значення. Адже від цього залежать кількість виконавців, розміри фронту робіт та розміри комплекту опалубки, їх тривалість, а це безумовно впливає і на кінцеву собівартість виконання залізобетонних конструкцій.

Щоб довести суттєву різницю конструктивно-технологічних характеристик систем розбірно-переставних опалубок у різноманітних фірм-виробників було виконано наступне. На прикладі проекту будівництва адміністративно-виставкового комплексу у м. Дніпропетровськ (забудовник Проммонтажреконструкція) для фірм-виробників опалубок на тендері було запропоновано підібрати мінімально необхідний комплект опалубки для міжповерхового перекриття площею 550 м² та для колон на два поверхи загальною висотою 8,5 м. Це завдання було прийнято для реалізації чотирма фірмами-виробниками, три з яких вже давно на українському ринку, а четверта – щойно з'явилась. Після обробки отриманих проектних матеріалів стало очевидним, що різниця в основних комплектуючих та коштах на придбання (або оренду) опалубок дуже значна (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Результати підбору комплектів розбірно-переставної опалубки для одного і того ж об'єкту при використанні опалубних систем різних виробників

Потреба в ресурсах для опалубних систем виробників				
Фірма-виробник	DOKA	PERI	ГИПРО	ЦЕНТРОМАШ
Необхідна кількість елементів для влаштування колон на ділянці, шт.				
ЩИТИ	12	12	8	16
кути	-	12	-	16
замок	48	16	8	84
стяжка	9	14	20	32
розкіс	18	6	8	8
Разом	97	60	44	156
Вартість опалубки для колон, грн.	139889	147119	33118	62093
Необхідна кількість елементів для влаштування перекриття на цій же ділянці площею 550 м ² , шт.				
балки	582	395	464	272
стійка	217	225	305	304
тринога	135	100	135	102
Разом	934	720	904	678
Вартість опалубки для перекриття, грн.	824355	424414	347829	90265
Загальна вартість комплекту, грн.	964244	571533	380947	152358

Представлені в табл. 3.3 дані засвідчують необхідність вибору різновиду комплекту опалубок із врахуванням вартості їх придбання чи оренди, що дозволяє досягти економії не менш ніж півмільйона грн. на одному розглянутому об'єкті. Кількість елементів у комплекті напевно впливає на тривалість їх монтажу та демонтажу будівельними робітниками. Згадані ДСТУ - 1:2008 не конкретизують для яких саме опалубочних систем вони рекомендовані і як зміняться при застосуванні інших систем розбірно-переставних опалубок.

Отримавши офіційний дозвіл та ознайомившись із архівними матеріалами хронометражних спостережень Українського державного науково-дослідного центру ціноутворення в будівництві «Цінобуд» Держбуду України, який розробляв ДСТУ Б Д.2.2-1:2008, встановлено наступне. Всі спостереження, що велися та їх обробка відповідає нормативним документам, які поки що діють в нашій державі [58, 59, 60]. Хронометражні спостереження проведені на монтажі та демонтажі елементів опалубки для колон і перекриття фірми «Дока». Обробивши дані цих спостережень, ми встановили нові співвідношення між витратами часу на монтаж та демонтаж опалубки цієї фірми (рис. 3.5).

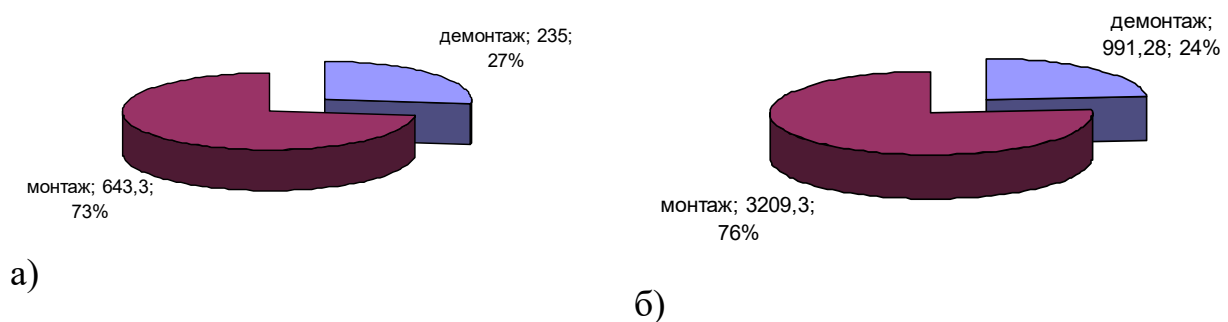


Рисунок. 3.5 – Абсолютні (люд.-хв.) та відносні (%) витрати праці на монтаж та демонтаж розбірно-переставної опалубки фірми «Дока»: а – колон, б – перекриття

Що дозволяє рекомендувати і нові норми часу на монтаж та демонтаж цієї опалубки (рис. 3.6).

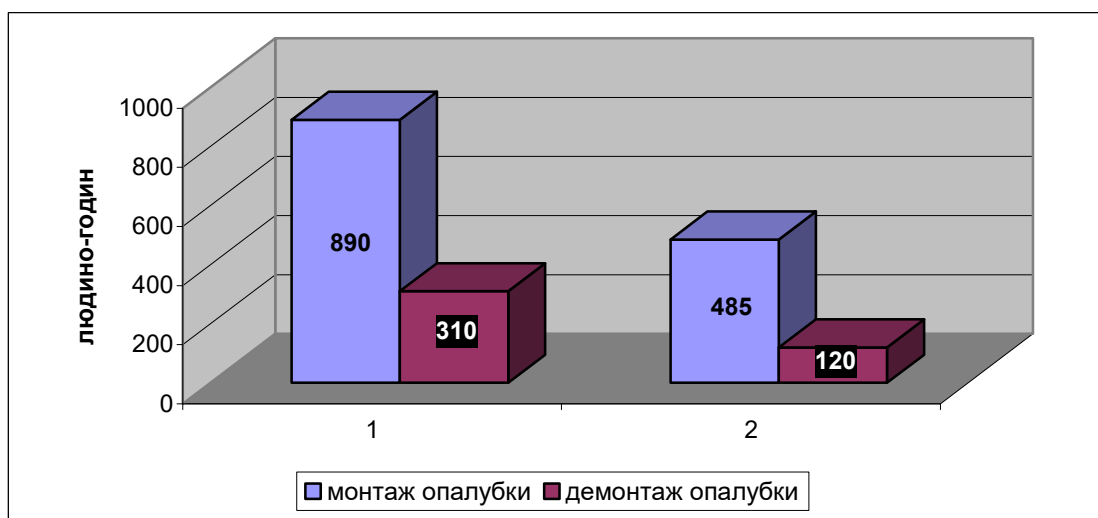


Рисунок 3.6 – Норми витрат ресурсів на 100 м³ залізобетону: 1– на опалубні роботи для колон; 2– на опалубні для перекриттів

Тобто, для розглянутої опалубки, загальну норму часу на встановлення та розбирання опалубки після тужавлення залізобетонних конструкцій слід розділити на складові: встановлення опалубки – 3/4; розбирання опалубки – 1/4 відповідних витрат трудових ресурсів. Для інших різновидів конструкцій та систем опалубок це співвідношення може змінюватись і його теж необхідно досліджувати у майбутньому.

Висновки по розділу 3

1. Запропоновано технологічні регламенти (склад і послідовність) виконання опалубних робіт.

2. Верифіковано норми часу виконання опалубних робіт.

3. Підібрано оптимальні чисельно-кваліфікаційні склади ланок для опалубних робіт та наведено рекомендації щодо оптимізації складу бригади з декількох ланок.

4. Виявлено якісні та кількісні невідповідності між даними, які приводилися в ЕНиР 1987 року, існуючими європейськими нормами і реальними отриманими показниками на об'єктах монолітного будівництва.

5. Встановлено співвідношення для поділу загальної норму часу на встановлення та розбирання опалубки після тужавлення залізобетонних конструкцій на складові: встановлення опалубки – 3/4; розбирання опалубки – 1/4 відповідних витрат трудових ресурсів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу вітчизняного і зарубіжного досвіду монолітного будівництва виявлені специфічні особливості будівельних процесів технології швидкісного монолітного домобудівництва і показані:

- напрямки розвитку технології і організації опалубних робіт для монолітного будівництва;
- необхідність коригування існуючих норм часу виконання робіт і перегляду чисельно-кваліфікаційних складів ланок для умов монолітного домобудівництва.

2. Розроблено організаційну складову моделі зведення багатоповерхових будівель в розбірно-переставний опалубці в швидкісному режимі, що включає принципи:

- призначення монтажних зон і ділення на захватки;
- підбору трудових і матеріально-технічних ресурсів;
- руху ресурсів по захваткам;
- призначення оптимальної тривалості та суміщення будівельних процесів.

Дані рішення по організації монолітного домобудівництва дозволяють вести будівництво в ритмічному потоці без вимушених простоїв.

3. Розроблено технологічні регламенти проведення опалубних робіт для різних видів конструкцій, що відповідають принципам моделі будівництва в умовах монолітного домобудівництва.

4. Розроблено рекомендовані нові норми часу виконання для опалубних робіт із застосуванням сучасних технічних засобів і пристосувань. Також запропоновано оптимальні чисельно-кваліфікаційні склади ланок і бригад.

5. Нормативна база монолітного домобудування потребує подальшого розвитку в частині врахування витрат ресурсів, особливо у зв'язку із появою на будівельному ринку України нових різновидів розбірно-переставних опалубних систем.

6. Отримані результати слід використовувати як для удосконалення проектування відповідних технологічних процесів, так і для їх моделювання з метою порівняння техніко-економічних показників із визначенням раціонального варіанту технології і організації залізобетонних робіт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Акимова Л.Д., Амосов Н.Г., Бадьин Г.М. Технология строительного производства. – Л.: Стройиздат, 1987. – 606 с.
2. Амбарцумян С.А. Основы проектирования и производства опалубочных работ: дисс. ... докт. техн. наук; Ереван, ЕрАСИ, 1999.
3. Амбарцумян С.А., Мартиросян А.С., Галумян А.В. Производство работ по устройству монолитных железобетонных конструкций / Учебное пособие. – М.: 2008. – 138 с.
4. Амбарцумян С.А., Мартиросян А.С., Галумян А.В. Нормы выполнения опалубочных работ при скоростном монолитном домостроении // Промышленное и гражданское строительство. – 2009. – №2. – С. 39-41.
5. Анпилов С.М. Опалубочные системы для монолитного строительства: учебное издание. – М.: Издательство АСВ, 2005. – 280 с.
6. Атаев С.С. Интенсификация работ при возведении зданий из монолитного железобетона. – М.: Стройиздат, 1990. – 275 с.
7. Атаев С.С. Технология строительного производства / С.С. Атаев, Н.Н. Данилов, Б.В. Прыкин и др. / Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1984. – 599 с.
8. Атаев, С.С. Технология, механизация и автоматизация строительства [Текст] / С.С. Атаев, В.А. Бондарик, Н.Н. Громов и др. ; Под ред. С.С. Атаева , С.Я. Луцкого // Учеб. для вузов по спец. " Экономика и управление в строительстве". – М.: Высш. шк., 1990. – 592 с.
9. Афанасьев А.А. Бетонные работы / Учебник, 2-е изд., переработанное и дополненное. – М.: Высшая школа, 1991. – 288 с.
10. Афанасьев В.А. Поточная организация строительства. – Л.: Стройиздат, 1990. – 302 с.
11. Беляев Н.М., Рядно А.А. Методы теории теплопроводности. -М.: Высшая школа, 1982. – 327 с.

12. Булгаков, А.Г. Анализ и синтез систем автоматизированного управления строительными опалубками [Текст] : дис. ... доктора техн. наук / А.Г.: Булгаков. – М., 1992. – 340 с.
13. Волков Ю.А, Звездов А.И. Бетон – основа для современных небоскребов // Строительство. – 2004. – №5. – с.56-59.
14. Галумян А.В. Методика выбора опалубки при скоростном строительстве жилых зданий из монолитного железобетона // Бетон и железобетон. – 2009. – №2. – С. 6-9.
15. Гриффит Алан, Стивенсон Пол, Уотсон Пол. Системы управления в строительстве / пер. с англ. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2006. – 464 с.
16. Гусаков А.А. Организационно-технологическая надежность строительства / А.А. Гусаков, С.А. Веремеенко, А.В. Гинзбург, Ю.Б. Монфред, Б.В. Прыкин, С.М. Яровенко. – М.: SvR-Аргус, 1994. – 472 с.
17. Данилкин М.С., Мартыненко И.А., Страданченко С.Г. Основы строительного производства / Учебник для ВУЗов. изд. Феникс, 2007. – 475 с.
18. Данилкин М.С., Шубин А.А. Технология строительного производства / Учебник для ВУЗов. – Феникс, 2009. – 317 с.
19. Данилов Н.Н. Технология строительного производства / Н.Н. Данилов, Т.П. Чернов, Н.А. Руффель и др. / Учебник для ВУЗов. – М.: Стройиздат, 1977. – 440 с.
20. Дикман Л.Г., Дикман Д.Л. Организация строительства в США / Учебное издание. – М.: Издательство Ассоциация строительных вузов, 2004. – 376 с.
21. Долгинин Е.А. Перспективы применения монолитного бетона и железобетона / Бетон и железобетон. –1985. – №12. – С. 4-5.
22. DIN 1045-3: 2012-03 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung – Anwendungsregeln zu DIN EN 13670.
23. Евдокимов Н.И., Мацкевич А.Ф., Сытник В.С. Технология монолитного бетона и железобетона / Учеб. пособие для строительных вузов. – М.: Высш. Школа, 1980. – 335 с.

24. Національний класифікатор України. Класифікатор професій ДК 003:2010. Наказ Держспоживстандарту України 28.07.2010 № 327. Чинний від 01.11.2010 р.
25. ЕНиР. Сборник Е4. Выпуск 1. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1987.
26. Заен Д. Европа: спрос на бетон. // Строительная газета. – 2001. – №6. – С.13.
27. Пальчинский В.Г. Строительные процессы при возведении зданий. Зарубежный опыт. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 1999. – 132с..
28. Зиневич Л.В. Некоторые организационно-технологические вопросы выдерживания монолитных конструкций различной массивности с применением ранней распалубки / Зиневич Л.В. // Технологии бетонов, 2009, №3. – С. 67-68.
29. Казанский Ю.Н., Немчин А.М., Никешин С.Н. Строительство в США и в России. – СПб.: Изд-во «Два Три», 1995.
30. Красновский Б.М., Сагадеев Р.А. Монолитный бетон на индустриальной основе. – М.: Знание, 1986.– 64с.
31. Лисогор С.М. Особенности возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона. Зарубежный опыт строительства. – М.:ЦИНИС Госстроя СССР,1976. –75с.
32. Зиневич Л.В., Галумян А.В. Скоростное монолитное домостроение: условия достижения высоких темпов строительства и качества бетона получаемых конструкций // Бетон и железобетон. -2009, №5, с. 23-26.
33. Назаров А.Ш. Нормирование труда. -Т.: Уйкитувчи, 1987, – с. 110.
34. Опалубка, строительные леса, инженерное сопровождение: справочник PERL. – Германия, 2008. – 303 с.
35. Мельничук І.В. Висотне будівництво: тривалий експеримент // Територія Комфорту. – №4 (17). – 2006. – <http://www.konnov.com/file/1170714482170/172.pdf>

36. По системе – к лучшим решениям: справочник опалубки «MEVA». – Германия, 2001. – 263 с.
37. Національний класифікатор України. Класифікатор професій ДК 003:2010. Випуск 64. Будівельні професії. Наказ Держспоживстандарту України 28.07.2010 № 327. Чинний від 01.11.2010 р.
38. Рейменко О.А., Комиссаров С.В, Журов Н.Н Скоростное всесезонное монолитное домостроение // СтройПРОФИЛЬ. – 2002. – №8.
39. Руководство по конструкциям опалубок и производству опалубочных работ [Текст]. - М.: Стройиздат, 1983. - 501 с.: ил.
40. Руководство по монтажу и применению опалубочных систем «Хюннебек». – Германия, 2003.
41. ДСТУ-Н Б В.2.7-175:2008. Будівельні матеріали. Настанова щодо застосування хімічних добавок у бетонах і будівельних розчинах. – К.: Мінрегіонбуд України. – 31 с.
42. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 132 с.
43. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. -К.: Мінрегіон України, 2014. – 205 с.
44. ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015. Керівництво по виконанню робіт при виготовленні і монтажі будівельних конструкцій. – К.: Мінрегіон України, 2015. – <http://normativ.com.ua/types/tdoc27869.php>
45. Теличенко В.И., Терентьев О.М., Лapidус А.А Технология строительных процессов. – М.: Высш. шк.; 2007. –512 с.
46. Топчий В.Д. Бетонные и железобетонные работы / Справочник строителя. –М.: Стройиздат, 1987. –319с.
47. Топчий В.Д. Основные направления технического прогресса в технологии железобетонных работ на строительной площадке // Бетон и железобетон, 1977. – №9. – С. 15-17.

48. Фирма SELTOMSK - Бетон и железобетон Выбор опалубки при скоростном строительстве жилых зданий из монолитного железобетона. <http://seltomsk.ru/concrete/481-choice-opalubki-building-activity.html>

49. Шмит О.М. Опалубки для монолитного бетона. / Пер. с нем. Айнгорн Л.М., под ред. Евдокимова Н.И. – М.: Стройиздат, 1987. – 160 с.

50. Щерба В.Г. Эффективные технологии возведения многоэтажных монолитных жилых зданий на слабых грунтах: дисс. ... докт. техн. наук: 05.23.08; Москва, МГСУ, 2007.

51. Галушко В.О. Удосконалення інноваційної технології влаштування опалубки / В. О. Галушко, І. В. Колодяжна // НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЗБІРНИК «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві». – <https://stmkvb.vntu.edu.ua/index.php/stmkvb/article/view/364/362>.

52. Керівництво з монтажу та користування Dokaflex 1-2-4. – 48 с. – https://direct.doka.com/_ext/downloads/downloadcenter/999776038_2013_07_online.pdf.

53. ДСТУ Б Д.2.2 - 2:2008. Сборник 6. Арматурные работы. - Киев: Минрегионстрой Украины. - 52с.

54. ДСТУ Б Д.2.2-1:2008. Сборник 6. Сборка и разборка опалубки. - Киев: Минрегионстрой Украины. - 35с.

55. Шаленний В. Т. Щодо необхідності удосконалення нормативної бази та організації сучасного монолітного домобудування / В.Т. Шаленний, Б. Г. Клочко, В. П. Холоднюк // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури : зб. наук, праць. - Д. : ПДАБА, 2005. - №4. - С. 54-58.

56. Основні принципи вибору комплекту опалубки для монолітного будівництва і технологічного проектування опалубних робіт / А.М. Березюк, В. Т. Шаленний, І. Ф. Огданський [та ін.] // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури : зб. наук, праць. - Д. : ПДАБА, 2011,- №3. - С. 32-38.

57. Розвиток методики оцінки енергозатрат для удосконалення деяких прогресивних технологій будівельно-монтажних робіт і Шаленний В. Т., Біцюєва О. А., Кислиця Л. В. //Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. - 2010 - Т. 2, № 5(85). - С. 298-302.

58. Руководство по проектированию высокопроизводительных трудовых процессов строительного производства, вып.1. «Основные положения» /Всесоюз. научн.-исслед. и проектный институт труда в стр-ве Госстроя СССР.- М.: Стройиздат, 1978.-32с.

59. Основы методики технического нормирования труда в строительстве, Вып.4. Проведение нормативных наблюдений. М., Стройиздат, 1966. - с. 54.

60. Методические рекомендации по разработке ресурсных элементных сметных норм (разработаны Украинским государственным научно-исследовательским центром ценообразования в строительстве «Цінобуд» и одобрены решением Научно-технического совета Госстроя Украины от 12.04.2002 №21) – с. 19.