МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра промислового та цивільного будівництва

Кваліфікаційна робота/проект

другий магістерський рівень
(рівень вищої освіти)

на тему: **«Особливості проектування будівель із монолітного залізобетону»**

Виконав: студент 2 курсу, групи: 8.1923– пцб-1
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код і назва спеціальності)
освітньої програми промислове і цивільне будівництво
Горохов Олександр Юрійович
(прізвище та ініціал)
Керівник доцент, к.т.н. Міщук К.М.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)
Рецензент доцент, к.т.н. Данкевич Н.О.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2024 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні

Кафедра Промислового та цивільного будівництва
Рівень вищої освіти другий магістрський рівень
(другий (магістерський) рівень)
Спеціальність 192 "Будівництво та цивільна інженерія"
(шифр і назва)
Освітньо-професійна програма "Промислове і цивільне будівництво"
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ПЦБ
проф. Арутюнян І.А.
«____» _____ 20___ року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Горохов Олександр Юрійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проєкту): Особливості проєктування будівель із монолітного залізобетону
керівник роботи Мішук К.М доцент, к.т.н. .
(прізвище, ім`я по батькові, науковий ступень, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від "30" 09 2024 року № 1486 – с
2. Строк подання студентом роботи 01 грудня 2024 р.
3. Вихідні дані до роботи Особливості проєктування будівель із монолітного залізобетону
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Обгрунтувати практичну значимість та доцільність скорочення термінів будівництва будівель із монолітного залізобетону. 2. Проаналізувати технологічні особливості та досвід вітчизняного та зарубіжного проєктування та будівництва будівель із монолітного залізобетону. 3. Основні напрями підвищення технологічності монолітних конструкцій та зниження трудовитрат на виконання комплексу бетонних робіт. 4. Запропонувати

технологію скорочення термінів будівництва, трудовитрат за рахунок сучасних опал
систем, інтенсифікації твердіння бетону та ув'язування технологічних процесів.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов`язкових креслень)
8 листів формату А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийня
Розділ 1	Мішук К.М. доцент, к.т.н		
Розділ 2	Мішук К.М. доцент, к.т.н		
Розділ 3	Мішук К.М. доцент, к.т.н		
Розділ 4	Мішук К.М. доцент, к.т.н		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфкаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примі
1.	Обгрунтувати практичну значимість та доцільність скорочення термінів будівництва будівель із монолітного залізобетону.		
2.	Проаналізувати технологічні особливості та досвід вітчизняного та зарубіжного проєктування та будівництва будівель із монолітного залізобетону.		
3.	Основні напрями підвищення технологічності монолітних конструкцій та зниження трудовитрат на виконання комплексу бетонних робіт.		
4	Запропонувати технологію скорочення термінів будівництва, трудовитрат за рахунок сучасних опалубних систем, інтенсифікації твердіння бетону та ув'язування технологічних процесів.		

Студент _____ Горохов О. Ю.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи/проєкту _____ Мішук К.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено
Нормоконтролер _____ Данкевич Н.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Горохов Олександр Юрійович. Особливості проектування будівель із монолітного залізобетону.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник Міщук К.М. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні Запорізького національного університету, кафедра промислового та цивільного будівництва, 2024.

В даний час багато хто займається дослідженням сфери покращення технології та організації монолітного домобудівництва з метою підвищення її якості та надійності. Аналіз наукових праць у цій галузі, а також статистичні дані, опубліковані нами раніше, свідчать про велику кількість порушень та невідповідностей, виявлених при будівництві будівель та споруд із монолітного залізобетону [1-3]. Було встановлено, що понад 50% випадків обвалення монолітних конструкцій відбувається через недотримання технології проведення будівельно-монтажних робіт. Якість технологічного процесу [4, 11] зобов'язана гарантувати надійність та безпеку виробленої будівельної продукції у вигляді конструкцій та будівлі в цілому. Тому величезне значення в усуненні причин порушення технології будівництва має своєчасна та налагоджена система виробничого контролю якості виконуваних робіт.

Питанням сучасного монолітного будівництва присвячено роботи багатьох вчених. Результати їхньої наукової та практичної діяльності дозволили узагальнити та розвинути основні ідеї сучасної технології монолітного залізобетону. Як жоден інший матеріал, монолітний залізобетон є важливим формотворчим елементом сучасного будівництва, при цьому реальні можливості досягнення будівництва виразності споруд з бетону ще дуже слабо використані вітчизняними будівельниками та проектувальниками

– повсюдно зустрічається монолітний залізобетон в уніфікованих модульних будинках, що підходять більше для збірного будівництва.

Таким чином, монолітне та збірно-монолітне домобудування отримує подальший розвиток і стає домінуючим методом у загальній структурі малоповерхового будівельного комплексу. Цьому сприяють освоєння нових технологій, використання сучасних опалубних систем та комплексної механізації та індустріалізації технологічних процесів приготування, доставки, подачі та укладання бетонної суміші та ін.

Ключові слова: монолітне будівництво, монолітне та збірно-монолітне домобудування, щитова опалубка, залізобетонні конструкції, бетон, малоповерхове чи висотне будівництво, цивільне будівництво, технологія.

ABSTRACT

Gorokhov Oleksandr Yuriyovych. Peculiarities of Designing Buildings by Monolithic Reinforced Concrete

Qualification final work for obtaining a master's degree in specialty 192 - Construction and civil engineering, scientific supervisor Mishchuk K.M. Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu.M. Potebnia Zaporizhia National University, Department of Industrial and Civil Engineering, 2024.

Currently, many are engaged in research into the field of improving the technology and organization of monolithic housing construction in order to increase its quality and reliability. Analysis of scientific works in this field, as well as statistical data published by us earlier, indicate a large number of violations and inconsistencies identified during the construction of buildings and structures from monolithic reinforced concrete [1-3]. It was found that more than 50% of cases of collapse of monolithic structures occur due to non-compliance with the technology of construction and installation works. The quality of the technological process [4, 11] is obliged to guarantee the reliability and safety of manufactured construction products in the form of structures and buildings as a whole. Therefore, a timely and well-established system of production quality control of the work performed is of great importance in eliminating the causes of violations of construction technology.

The work of many scientists is devoted to the issues of modern monolithic construction. The results of their scientific and practical activities have allowed us to generalize and develop the main ideas of modern technology of monolithic reinforced concrete. Like no other material, monolithic reinforced concrete is an important form-forming element of modern construction, while the real possibilities of achieving expressiveness of concrete structures are still very poorly used by domestic builders and designers - monolithic reinforced concrete is found

everywhere in unified modular houses, which are more suitable for prefabricated construction.

Thus, monolithic and prefabricated-monolithic housing construction is receiving further development and becoming the dominant method in the overall structure of the low-rise construction complex. This is facilitated by the development of new technologies, the use of modern formwork systems and comprehensive mechanization and industrialization of technological processes for preparing, delivering, feeding and laying concrete mix, etc.

Key words: monolithic construction, monolithic and prefabricated-monolithic housing construction, panel formwork, reinforced concrete structures, concrete, low-rise or high-rise construction, civil engineering, technology.

ЗМІСТ

стр.

ВСТУП..... 10

1. БУДІВНИЦТВА БУДІВЕЛЬ ІЗ МОНОЛІТНОГО ЗАЛІЗОБЕТОНУ. ПРОБЛЕМИ СКОРОЧЕННЯ ТРИВАЛОСТІ БУДІВНИЦТВА СКОРОЧЕННЯ ТЕРМІНІВ ……13

1.1 Поняття будівництво із монолітного залізобетону. Історія монолітного домобудівництва в Україні ……..…..…13

1.2 Основні процеси монолітного залізобетону ……..……18

2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ДОСВІД ВІТЧИЗНЯНОГО ТА ЗАРУБІЖНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ТА БУДІВНИЦТВА БУДІВЕЛЬ ІЗ МОНОЛІТНОГО ЗАЛІЗОБЕТОНУ ……26

2.1 Аналіз і перспективи розвитку монолітного малоповерхового вітчизняного будівництва ……...26

2.2 Аналіз і перспективи розвитку монолітного зарубіжного проектування будівництва ……...38

3. ОСНОВНІ НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ МОНОЛІТНИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА ЗНИЖЕННЯ ТРУДОВИТРАТ НА ВИКОНАННЯ КОМПЛЕКСУ БЕТОННИХ РОБІТ ……41

3.1 Оптимізація проектування монолітного будівництва ……...41

3. 2 Приклад впливу оптимізації проектування на трудовитрати та собівартість ……...44

3.3 Вдосконалення матеріалів ……..45

4. ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА НА ЗВЕДЕННЯ ТИПОВОГО ПОВЕРХУ З МОНОЛІТНИХ І ЗБІРНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ……..50

4.1 Технологічна карта на зведення типового поверху з монолітних і збірних залізобетонних елементів ……..50

4.2 Підрахунок обсягів робіт ……...51

4.3 Технологія будівельних робіт ……....53

4.3.1 Опалубні роботи ……..54

4.3.2 Арматурні роботи ……56

4.3.3 Бетонування колон і перекриттів ……57

4.3.4 Розпалубка конструкцій ……..59

4.4 Складання калькуляції трудових витрат і заробітної плати ……..60

4.5 Вибір вантажозахватних пристроїв ……63

4.6 Визначення основних необхідних параметрів баштового крана ..64

4.7 Техніко-економічні показники ……67

4.8 Техніка безпеки ……67

4.8.1 Техніка безпеки при проведенні опалубних робіт ……...67

4.8.2 Техніка безпеки при виробництві арматурних робіт ……..69

4.8.3 Техніка безпеки при проведенні бетонних робіт ……70

4.8.4 Розрахунки кількості прожекторів при монтажі каркаса будинку……...72

4.9 Вимоги пожежної безпеки ……..……..73

4.10 Вимоги електробезпечності ……74

4.11 Розрахунки вогнестійкості залізобетоної колони ……76

4.11.1 Теплофізичне завдання вогнестійкості ……...77

4.11.2 Міцностне завдання вогнестійкості ……..80

ВИСНОВКИ……....81

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……..……..83

ВСТУП

Актуальність роботи. В даний час будівництво будівель з монолітного залізобетону набуло широкого розповсюдження. Раніше при зведенні багатоповерхових об'єктів популярністю користувалося будівництво із збірного залізобетону, проте при порівнянні вартості готового квадратного метра будівлі, монолітному домобудівництву немає рівних.

У нашій країні дана технологія застосовується нещодавно, в той час як західні країни, прорахувавши економічні переваги такого будівництва, мають глобальний досвід у цьому напрямку.

Економічна вигода – це не єдина перевага монолітного домобудівництва перед збірним. Ця технологія дозволяє архітекторам надавати кожній будові індивідуальний фасад, а також дозволяє реалізувати індивідуальні об'ємно-планувальні рішення. Це перевага є актуальною умовах зростання попиту на квартири з індивідуальним плануванням.

Будинки з монолітного залізобетону мають більш високу конструктивну жорсткість та міцність, а термін служби таких будівель складає близько 100 – 150 років. Конструктивні особливості матеріалу дозволяють витримувати землетрус силою до 9 балів. При цьому швидкість будівництва будинків із монолітного залізобетону вже не поступається збірному домобудуванню.

Мета дослідження – аналіз та удосконалення методики проєктування будівель із монолітного залізобетону для зменшення трудомісткості, термінів зведення монолітного каркасу та отримання економічного ефекту.

Об'єкт дослідження – технологія будівництва будівель з монолітного залізобетону.

Предметом дослідження є способи, методи, прийоми проєктування будівель з застосуванням монолітного залізобетону.

Для досягнення поставленої мети були поставлені та вирішені наступні завдання:

1. Обґрунтувати практичну значимість та доцільність скорочення термінів будівництва будівель із монолітного залізобетону.

2. Проаналізувати технологічні особливості та досвід вітчизняного та зарубіжного проєктування та будівництва будівель із монолітного залізобетону.

3. Запропонувати рішення щодо проєктування опалубних, арматурних та бетонних робіт для скорочення трудовитрат у БМД.

4. Запропонувати технологію скорочення термінів будівництва, трудовитрат за рахунок сучасних опалубних систем, інтенсифікації твердіння бетону та ув'язування технологічних процесів.

Методи дослідження – аналіз, синтез, індукція, дедукція, факторний аналіз, експеримент, хронометраж.

Структура і об'єм магістерської роботи. Магістерська робота складається з вступу, трьох розділів, виводів, списку використаних джерел. Повний об'єм магістерської роботи складає ____ сторінок тексту, у тому числі ____ рисунків, ____ таблиць. Список використаних джерел містить ___ найменувань.

1. БУДІВНИЦТВА БУДІВЕЛЬ ІЗ МОНОЛІТНОГО ЗАЛІЗОБЕТОНУ. ПРОБЛЕМИ СКОРОЧЕННЯ ТРИВАЛОСТІ БУДІВНИЦТВА СКОРОЧЕННЯ ТЕРМІНІВ

1.1 Поняття будівництво із монолітного залізобетону. Історія монолітного домобудівництва в Україні

Монолітне будівництво - метод зведення будівель, при якому основним матеріалом конструкцій є монолітний залізобетон. Основна особливість монолітного будівництва полягає в тому, що місцем для виробництва матеріалу монолітних будівель є будівельний майданчик. Застосування монолітного залізобетону дозволяє реалізовувати різноманітність архітектурних форм, а також скоротити витрату сталі на 7-20% та бетону до 12% (Рис. 1.1 (а, б)). Але при цьому зростають енерговитрати, особливо в зимовий час, і зростають трудовитрати на будівельному майданчику.



Рисунок 1.1 – а) Монолітний 9 ти поверховий будинок

б) Процес монолітного будівництва

Спочатку в Україні був застосований легкий бетон та проста дерев'яна опалубка. Як великий заповнювач використовувався цегляний щебінь і кам'яновугільний шлак (гар). З такого бетону у 1920-х роках у Києві зведено стіни, склепіння та перекриття багатьох житлових, громадських та промислових будівель. Бетонування велося в дерев'яних інвентарних щитах, що вже застосовувалися під час будівництва залізничних споруд. Практика зведення зовнішніх стін з важкого бетону з повітряним прошарком тривала й у наступні роки. Так, опис методу зведення стін житлового будинку з монолітного трамбованого бетону містився в так званому привілеї, отриманому в 1894 році винахідником А. Л. Шиллером, його пропозиція передбачала два види дерев'яних опалубних форм - розбірні зовнішні, високі вертикальні ребра яких нарощуються в процесі бетонування. і постійні внутрішні, що залишаються в повітряному прошарку.

На початку XX століття накопичився значний світовий досвід будівництва житлових будівель із монолітного бетону. Знаменитий американський винахідник Т. А. Едісон розробив метод зведення будинків з монолітного бетону в опалубках, що багаторазово обертаються (патент 1908 року). Він застосував литий бетон, приготований на тонкомолотому цементі власного виробництва із запровадженням добавок, що пластифікують. Подальшого поширення метод Едісона не отримав, проте литий бетон знайшов застосування в різних країнах, у тому числі і у нас при зведенні монолітних житлових будинків.

У СРСР із другої половини 1920-х років розпочався новий етап впровадження монолітного бетону у цивільне будівництво. Так, у 1926 –1929 роках у Харкові було збудовано знаменитий 14-поверховий Будинок Державної промисловості з монолітним залізобетонним каркасом, а потім інші багатоповерхові будівлі. Реалізовані у роки технічні рішення відповідали міжнародному рівню розвитку технології, чому сприяли, зокрема, нормативні документи, наприклад «Урочні норми на залізобетонні роботи».

Створене у 1925 році акціонерне будівельне товариство почало застосовувати для монолітних стін пемзошлаковий бетон (одна частина портландцементу та по три частини піску з гравієм, гранульованого шлаку, пемзи та котельного шлаку). Для приготування бетону використовувалися невеликі бетономішалки системи «Кайзер», які спочатку імпортувалися, потім випускалися заводом «Світло шахтаря». Одночасно для підйому бетону стали застосовувати шахтні підйомники і укрупнену опалубку, що кілька разів обертається; її збирали з вертикальних щитів, шириною 1 м і висотою на поверх з дощок товщиною 25 мм, скріплених зовнішніми горизонтальними рейками, внутрішніми часовими розпірками та дротяними зв'язками.

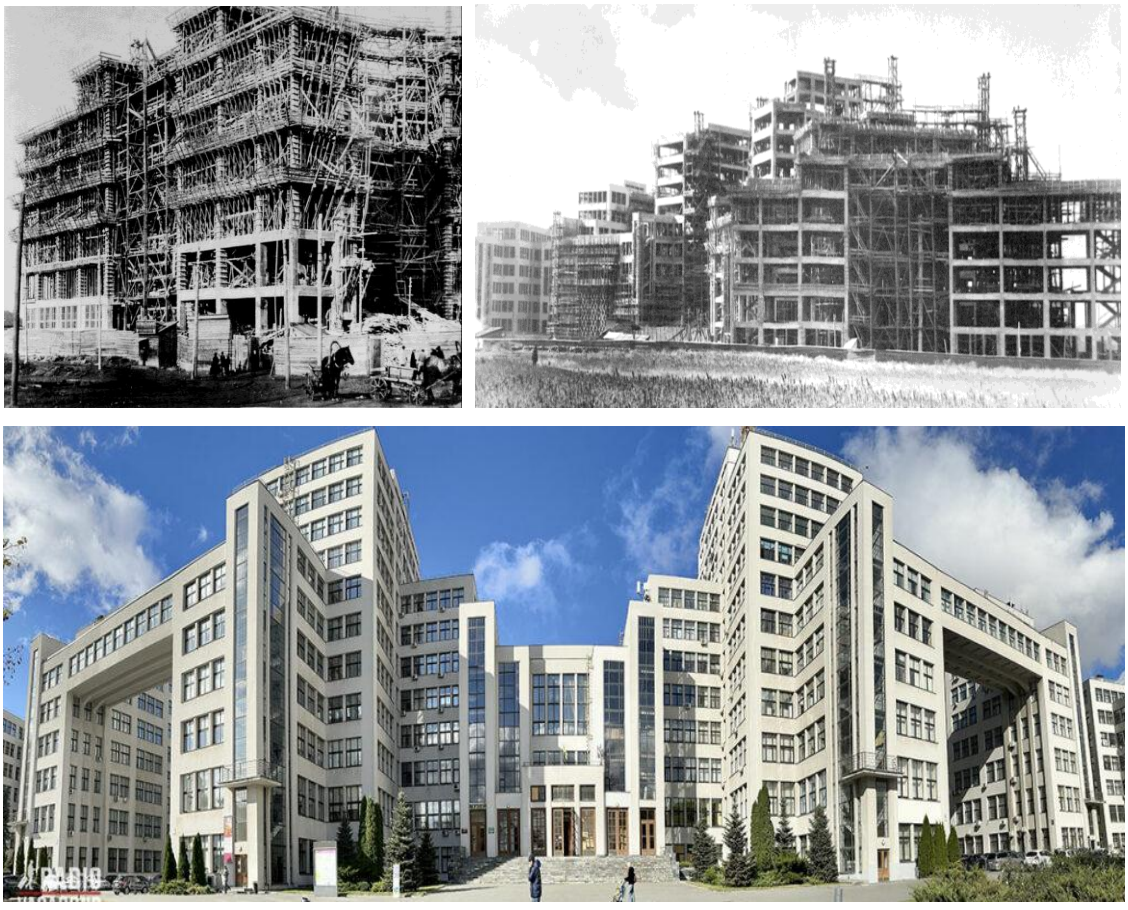


Рисунок 1.2 – ДЕРЖПРОМ рік побудови: 1926-1938, п оверховість: 13 висота в метрах: 108 (разом із телевежею, встановленою у 1955 році)





Рисунок 1.3 – Університет м. Харків рік побудови: рік побудови: 1932 поверховість: 14, висота в метрах: 66





Рисунок 1.4 – «Будинок зі шпилем» – 11-поверховий історичний хмарочос середини XX століття, розташований на майдані Конституції, рік побудови: 1950-1967, висота в метрах: 65одне з «семи чудес» міста Харкова

У Державному інституті споруд, створеному в 1927 році, були розроблені трикомпонентні (цементно-піщано-шлакові) бетони, які вперше були застосовані для набивання стін товщиною 50 см у 2-поверхових житлових будинках, а потім у 2-3-поверхових будинках. Металотросту». У цей час у Харкові з використанням щитової дерев'яної опалубки зводили 4–5-поверхові будинки з одношаровими стінами із шлакобетону марки 35 та марки 50. У Закавказзі (Баку, Тбілісі) для зведення монолітних стін, а іноді й перекриттів знайшов застосування пемзобетон. Наприклад, у Тбілісі (на Плеханівському проспекті) у 1935 році було збудовано 6-поверховий будинок із зовнішніми стінами товщиною 35 см з пемзобетону. Роботи велися тими самими методами, які застосовував трест «Теплобетон». Перекриття у цьому будинку виконувались з армованого залізобетону марки 50 та у двох напрямках через кожні 5-5,5 м мали ребра.

Іншим недоліком монолітного домобудування на той час була недосконалість дерев'яної щитової опалубки. Подоланню його сприяло використання ковзної опалубки. Така опалубка вперше була застосована у США, у Філадельфії, у 1903 році. Підприємства, що змагалися один з одним, розробили кілька різних систем опалубки, найбільш відомою з них стала система Макдональда. Цю систему використовували насамперед під час будівництва високих споруд із круглим планом, а після 1920-х — з різною конфігурацією плану.

Метод ковзної опалубки полягає в наступному: по всьому периметру стін (після укладання фундаментів) встановлюється опалубне кільце висотою 120 см. За допомогою гідравлічних, механічних або пневматичних домкратів кільце поступово, пересувається (ковзає) - вгору зі швидкістю 15-30. З тією ж швидкістю росте будівля. Безперервно в опалубку укладаються арматура і бетон, і в міру підйому опалубки з-під неї виходить затверділий бетон міцністю 3-5 кг/см^2. Цього цілком достатньо, щоб він витримав тяжкість конструкцій, риштування, обладнання і людей, що знаходяться на опалубці. Домкрати встановлені на рамах, з'єднаних зі щитами опалубки, так що

домкрат ніби повзе по сталевому стрижню, загорнутому в свіжоукладений бетон, і тягне за собою всю конструкцію опалубки. Бетон, що виходить з-під опалубки, затирають з риштування.

1.2 Основні процеси монолітного залізобетону

Процес монолітного будівництва складається із пов'язаних технологічно послідовних процесів:

Влаштування арматурного каркасу.

Як відомо, бетон сприймає розтягуючі навантаження в 15-20 разів гірше, ніж навантаження на стиск. З арматурних стрижнів, різних діаметрів, за допомогою зварювання або спеціального відпаленого сталевого дроту «в'яжуться» арматурні каркаси майбутньої конструкції.

Монтаж опалубки.

Для надання і підтримки форми конструкцій, до набору ними необхідної міцності, застосовується опалубка. балки, а на балки, у свою чергу, укладається ламінована фанера. Поверхня опалубки, що знаходиться в безпосередньому контакті з бетоном, перед бетонуванням обробляється технічним маслом (емульсолом), в основі якого містяться мінеральні олії та поверхнево-активні речовини. Це необхідно для того, щоб підвищити якість поверхні конструкцій та збільшити кількість циклів оборотності опалубки. Монтаж опалубки може проводитися як вручну, так і механізованим способом.

Догляд за бетоном. Догляд за бетоном включає комплекс заходів щодо запобігання передчасному висиханню бетонної суміші в літню пору і промерзання свіжоукладеної бетонної суміші в зимову пору року, а також захист свіжоукладеного бетону від надмірних опадів.

Переваги та недоліки. Головна перевага монолітних будівель над усіма іншими - це відсутність швів між різними конструкціями будівлі. як висока жорсткість каркаса зводить до мінімуму схильність до тріщиноутворення. У монолітних будинках існує можливість перепланування приміщень в період експлуатації без ризику пошкодження несучих конструкцій, а також висока якість поверхонь стін і стель, що знижує об'єм оздоблювальних робіт. .

З недоліків можна відзначити цей метод будівництва дуже затратний і трудомісткий, вимагає дороге обладнання, велика кількість робітників та інженерів високої кваліфікації. Монолітна стіна має високу теплопровідність і тому вимагає утеплення. необхідно компенсувати примусовою вентиляцією.

1.3 Значимість і цільність скорочення тривалості будівництва

Будівництво – основна та найбільш тривала ланка інвестиційного процесу, це обґрунтовує важливість точності визначення його тривалості. Інвестору необхідно знати поряд із тривалістю реалізації проекту, термін окупності вкладених коштів, а також методи та фактори, що дозволяють керувати цими процесами.

Інтерес до скорочення тривалості будівництва підтримується прикладами унікального світового досвіду швидкісних будівництв:

– бурж-дубай (при будівництві, якого розпалубка поверхів велася кроком 10 годин);



а) б)

Рисунок 1.5 – Хмарочос Бурдж-Халіфа: а) зведення з монолітного залізобетону; б) надзвичайно гармонійне поєднання скла й бетону

– 57 - поверховий хмарочос Mini Sky City, збудований компанією Broad Sustainable Building за 19 днів;



а) б)

Рисунок 1.6– Хмарочос Mini Sky City: а) зведення з монолітного залізобетону; б) надзвичайно гармонійне поєднання скла й бетону

– 6-ти поверховий виставковий комплекс у Шанхаї, який збудований за 24 години.



Рисунок 1.6– Виставковий комплекс у Шанхаї

Враховуючи сучасні тенденції та вимоги будівельного виробництва, об'єктивно назріла потреба у підготовці методичної та нормативної бази швидкісного будівництва. Питання прискорення будівництва розглядалися у роботах В. М. Кірноса [7], А. В. Галумяна [1], В. Т. Шаленого [11], Л. В. Зіневича [5, 6] та інших відомих учених, проте запропоновані методи не доведено до нормативних рішень та їх використання не врегульовано з чинними нормами. Незважаючи на те, що скорочення тривалості виробничого циклу інвестиційних будівельних проектів є загальновідомою та пріоритетною формою організації робіт економії за часом, скорочення тривалості будівництва перебуває сьогодні на низькому рівні. Слід зазначити, що:

– нині немає єдиної науково обґрунтованої сучасної методики визначення тривалості інвестиційно-будівельного циклу та його етапів;

– нормативна база будівництва застаріла та не відображає можливості сучасних технологій;

– аналіз фактичної тривалості будівельного виробництва практично погано організований чи повністю відсутня;

– зацікавленість учасників інвестиційних будівельних проектів у скороченні термінів будівництва не закріплено законодавчо;

– системи економічного та матеріального стимулювання недостатньо розроблені. Все це завдає економіці значних збитків і висуває проблему скорочення термінів будівництва до числа актуальних.

Новий ДСТУ А.3.1-22: 2013 «Визначення тривалості будівництва об'єктів» [3], як і попередні норми [8], пропонує два методи визначення тривалості будівництва об'єктів – табличний та за проектом організації будівництва (ПОС) [9] . Проаналізуємо перший метод, що рекомендується. Слід зазначити, що у ДСТУ сучаснішим став перелік об'єктів (Додатку А). Позитивним є також те, що таблиці з рекомендованими «усередненими» показниками тривалості будівництва дозволяється використовувати тільки для ПЕР (технікоекономічний розрахунок), ТЕО (технікоекономічне обґрунтування) та ЕП (ескізний проект). В інших випадках у проекті, а також у затверджуваній частині робочого проекту тривалість має визначатися проектом організації будівництва. При цьому не можна розраховувати на те, що визначивши тривалість за таблицями, надалі у розділі ППР (проект виконання робіт) тривалість можна уточнити, необхідно мати на увазі, що саме на стадії ПЕР, ТЕО визначаються основні економічні показники об'єктів [4] та приймається рішення про доцільність будівництва. Проектанту зручно, просто і не трудомістко визначити тривалість будівництва за рекомендованими усередненими нормами тривалості давно збудованих об'єктів, використовуючи таблиці, подані в ДСТУ А.3.122: 2013. Для інвестора цікаві не так усереднені показники тривалості, як можливі мінімальні терміни реалізації будівельного проекту. На наш погляд, дуже корисною інформацією та одночасно стимулюючим фактором для всіх

учасників будівельного виробництва було б надання даних у кожному пункті про досягнуті мінімальні терміни будівництва для даного типу об'єктів. Замовники, інвестори та проектувальники отримали б можливість використовувати під час проектування будівельних об'єктів нормативно обґрунтовану мінімальну тривалість, а також розробити план дій, що дозволяє скоротити терміни. В даний час інвестор змушений керуватися використовуваними в проекті «усередненими» термінами, які не враховують сучасний рівень будівництва. Є світовий досвід, наприклад: зведення 5-зіркового 30-поверхового готелю в Шанхаї за 15 діб з використанням унікальної технології будівництва. Таких термінів зведення об'єктів у нашому нормативному полі не передбачено. Для цього потрібно підготувати сучасну нормативну базу, що враховує нові тенденції будівельного та інвестиційного ринків. Скорочення термінів реалізації інвестиційних будівельних проектів є об'єктивним фактором, що дозволяє впроваджувати унікальні технології виконання будівельно-монтажних робіт, новітні методи організації будівництва, перевести будівельну галузь на сучасні світові стандарти, скоротити термін окупності інвестицій у будівельних проектах, що стане стимулюючим фактором залучення. Для підтвердження вищезазначеної проблеми розглянемо наступний приклад. Загальна тривалість будівництва (від рішення про необхідність будівництва до введення в експлуатацію) 5-ти поверхової будівлі гуртожитку на 400 місць, у м. Дніпродзержинську становила 5, 2 місяців з АПЗ, технічними умовами, відведенням та звільненням майданчика, проектуванням та будівництвом. Чисте будівництво – менше 5 місяців. Це досвід 1966 - 49 років тому. А зараз ДСТУ Б А.3.1-22:2013 для такої будівлі рекомендує 8/1 – 8 місяців лише на будівельні роботи. Можна зробити висновок, що сучасні норми тривалості будівництва не враховують нових тенденцій, вимог ринку і не стимулюють скорочення термінів виконання будівельних робіт. Швидкісне будівництво

вимагає залучення більшої кількості робітників, використання складної новітньої технології, ретельної організації, детальну підготовку виробництва. Використання у проектах скорочених сучасних термінів будівництва послужить об'єктивним чинником перемоги на тендерних торгах найбільш потужних, сучасних, висококваліфікованих та організованих будівельних фірм, що використовують сучасні технології, нові методи організації будівництва [10]. Завищені нормативні терміни будівництва (які пропонуються до використання ДСТУ Б А.3.1-22: 2013) дозволяють перемагати у тендерах малопотужним будівельним організаціям, які часто не здатні організувати швидкісне будівництво. Проектувальники та підрядники-будівельники рідко зацікавлені у скороченні тривалості будівництва, яка вже затверджена у проекті. Автору проекту скорочення термінів вже ні до чого, для підрядника досить часто за наявності кількох об'єктів будівництва та обмежених трудових ресурсів, засобів механізації велика тривалість будівництва в проекті та в підрядному договорі сприяє рівномірному завантаженню потужностей будівельної організації протягом тривалого періоду. Як зазначалося раніше, скорочення термінів будівництва нині вигідно лише інвестору і стимулюється додаткової оплатою іншим учасникам проекту [2, 4]. Раніше за дострокове введення в експлуатацію об'єкта передбачалися преміальні. На наш погляд, доцільно було б передбачити в інвесторській документації як премію для підрядників за дострокове введення в експлуатацію об'єкта додаткових преміальних засобів і вводити це в умови підрядного контракту. Другий рекомендований ДСТУ Б А.3.1-22: 2013 спосіб визначення тривалості будівництва – це розрахунок тривалості, виконуваний у розділі ПОС, який передбачає використання даних позитивного досвіду будівництва об'єктовалогів [9]. Складним проблемним питанням є вибір об'єктів-аналогів. Необхідно відзначити, що база таких даних та критерії їхньої оцінки відсутня, на практиці ці дані

вибираються та приймаються до використання автором розділу ПОС. Для раціонального використання способу аналогового порівняння слід створити банк даних об'єктів-аналогів. Для впровадження такого механізму необхідно розробити систему уніфікованих показників уже для реалізованих будівельних проектів. За основу можна ухвалити акт про державне приймання об'єкта в експлуатацію. Необхідно доопрацювати форму таких актів з обсягами, трудомісткістю, строками робіт та вести їх комп'ютерний реєстр [13] або ухвалити німецьку систему обліку даних об'єктів-аналогів [12].

Проведений аналіз показав, що для вирішення проблем скорочення тривалості будівництва необхідно використовувати системний підхід, що передбачає вдосконалення застарілої нормативної бази будівництва, розробку єдиної інноваційної методики визначення тривалості будівельних робіт, що враховує сучасні світові стандарти будівельного виробництва та дозволяє розглянути варіанти реалізації будівельних проектів з мінімальною продовженням.

Розробка шляхів вирішення задачі мінімізації тривалості реалізації будівельних проектів, удосконалення нормативної бази будівельного виробництва є актуальними проблемами, їх успішне рішення дозволить врахувати інтереси всіх учасників інвестиційних будівельних проектів, а також створити сприятливе середовище для залучення інвестицій та суттєвого збільшення обсягів будівництва, у тому числі будівництва нового житла та реконструкції існуючої міської забудови.

2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ДОСВІД ВІТЧИЗНЯНОГО ТА ЗАРУБІЖНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ТА БУДІВНИЦТВА БУДІВЕЛЬ ІЗ МОНОЛІТНОГО ЗАЛІЗОБЕТОНУ

2.1 Аналіз і перспективи розвитку монолітного малоповерхового вітчизняного будівництва

Аналіз розвитку монолітного малоповерхового будівництва та його перспектив показує, що монолітне та збірно-монолітне домобудування отримує подальший розвиток та стає домінуючим методом у загальній структурі малоповерхового будівельного комплексу та створює можливість простіше та дешевше, ніж при збірному домобудуванні, створювати різноманітні, виразні за плануванням та архітектурою. будівлі та споруди міст і сіл, гнучку систему внутрішнього планування, відсутність обмежень при виборі поверховості майбутнього будинку, що важливо у котеджному будівництві. Цьому сприяють освоєння нових технологій, використання сучасних опалубних систем та комплексної механізації та індустріалізації технологічних процесів приготування, доставки, подачі та укладання бетонної суміші та ін.

В даний час, завдяки здобуткам будівельного матеріалознавства, розширенню сировинної бази композиційних в'язких, за рахунок застосування сировинних ресурсів з високою вільною внутрішньою енергією, ринок малоповерхового будівництва є найперспективнішим напрямком розвитку будівельної галузі [1-4].

Не дивлячись на складну політичну та економічну ситуацію в країні (спостерігається криза), частка цього сегменту ринку, порівняно з даними 20-

річної давності, показало приріст 37%, а до 2020 року обсяги малоповерхового будівництва мають становити не менше 70% від загальної частки [5]. Для того, щоб ці плани втілилися в життя, потрібно будувати близько одного мільйона будинків в індивідуальному секторі щороку. Щоб це здійснити, російським виробничникам необхідно збільшити частку випуску будівельних матеріалів як мінімум в 1,5 раза, при цьому необхідно обґрунтовувати виробництво будівельних матеріалів, враховуючи потреби регіональних ринків, максимально використовуючи місцеві ресурси. І, насамперед, це спрямоване на забезпечення зниження маси будівель, що будуються, високого енергозбереження в процесі їх експлуатації, екологічну безпеку, зниження собівартості, забезпечення комфортних умов для проживання.

Під час будівництва малоповерхових житлових будинків застосовуються різні технології: панельна; монолітна та збірно-монолітна; для цегляних та блокових будівель (на основі пористих бетонів: газобетон, пінобетон) - технологія ручної кладки несучих стін; для дерев'яних - технологія рубаних зроблених з колод стін і т.д. буд.

Накопичений останнім часом досвід монолітного домобудування виявив техніко-економічні переваги цього методу будівництва в порівнянні з цегляним, крупноблочним і навіть великопанельним (таблиця 2.1).

У монолітному домобудуванні простежується два ключові напрями розвитку. Одна з них націлена на будівництво унікальних будівель, а інша - на зведення безлічі типових житлових споруд, у тому числі котеджних, з бетонної суміші з використанням спеціальних форм (опалубки) безпосередньо на будівельному майданчику.

Впровадження монолітного залізобетону дає можливість простіше і дешевше, ніж при збірному домобудуванні, створювати різноманітні, виразні за плануванням та архітектурою будівлі та споруди міст і сіл, гнучку систему

внутрішнього планування, відсутність обмежень при виборі поверховості майбутнього будинку, що важливо у котеджному будівництві [615] .

При монолітному будівництві будівля повністю зводиться із суцільного бетону, а при збірно-монолітному - створюється жорсткий монолітний каркас з різними видами конструкцій, що захищають, і елементів перекриття (див.рис. 2.1).

Однією з основних переваг, при чітко відпрацьованій схемі монолітної технології, є можливість істотного скорочення термінів зведення конструкції будівель (стіни, перекриття, колони, сходові марші та ін.) безпосередньо на будівельному майданчику практично будь-якої поверховості та форми, що залежать від складності та площі котеджу, що зводиться. .

Сучасні технології дозволяють етап будівництва каркаса заміського будинку або котеджу скоротити від місяця до 5 - 6 днів.

Таблиця 2.1. Способи зведення будівель та споруд з бетону

МАТЕРІАЛ КОНСТРУКЦІЇ	Зведення будівель та споруд з бетону	
ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ	Повно-збірна	Монолітна та збірномонолітна
БУДІВЕЛЬНА СИСТЕМА	великоблочная	підйом перекриттів
	панельна	підйом поверхів
	каркасно-панельна	ковзяча опалубка
	об'ємно-блочна	крупнощитова блочна опалубка
		об'ємно перостівна опалубка





Рисунок 2.1 – Єтапи монолітного будівництва



Рисунок 2.1.1 – Зведення будівлі з монолітного залізобетону

Трудовитрати при зведенні таких об'єктів набагато менші (для монтажу опалубки та заливки бетону потрібно набагато менше часу). Монолітні будівлі на 15-20 %, легші за цегляні що дає можливість будувати їх на "проблемних" грунтах. За рахунок полегшення ваги конструкцій зменшується матеріаломісткість і, здешевлюється пристрій фундаментів. У монолітних будинках навантаження передається на каркас, що несе, при цьому відпадає необхідність пристрою товстих внутрішніх перегородок, а зовнішні стіни виконують роль огороджувальної, звуко-і теплоізолюючої конструкції. Вони мають більший термін експлуатації та кращу сейсмічну стійкість. За рахунок меншої товщини стін та перекриттів суттєво збільшується внутрішня (корисна) площа монолітного будинку.

Монолітна конструкція забезпечує рівномірне і дуже незначне усадження будівлі, що запобігає утворенню тріщин у його елементах, а також дозволяє майже відразу після зведення будинку приступити до зовнішніх та внутрішніх оздоблювальних робіт. Крім того, при якісно виконаній роботі виключається необхідність проводити обробку поверхонь (стяжку і штукатурку стін і стель), що дозволяє значно знизити витрати на матеріали, що використовуються. Такі будинки є практично безшовними, що суттєво підвищує їхню міцність та збільшує термін служби. Все це істотно покращує комфортність системи «людина-матеріал-довкілля», створюючи передумови для творчої активності, працездатності та ін.

Таким чином, котеджі, зведені за монолітною технологією, не тільки міцні та надійні, але й мають тривалий термін служби, стійкі до будь-яких несприятливих впливів з боку довкілля.

Активно впроваджуються вітчизняні (і з використанням зарубіжного досвіду) комплектні будівельні системи (СС) малоповерхового будівництва, які значною мірою відповідають зазначеним вище вимогам [13].

До деяких СС індустріального будівництва відносяться: Канадський будинок, Ітонг, Ізод, Конкор-дом, та ін, а також різні змішані СС індивідуального домобудування на основі штучних блоків з газо-або пінобетону, керам -зитобетону та ін. матеріалів: Термоблок, DURISOL та ін) [17]. В останні роки щорічне виробництво товарного бетону для монолітного будівництва у світі набагато випереджає інші види будівельних матеріалів та престійкості 2 млрд. $м^3$ (рис.2.2).

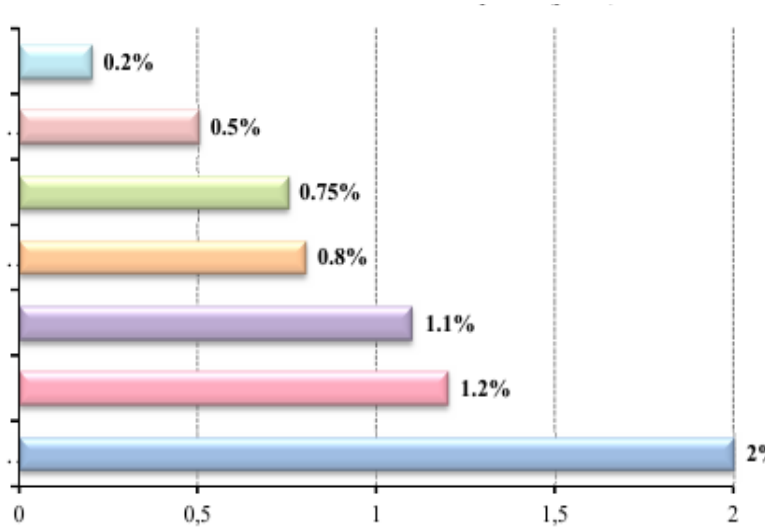


Рисунок 2.2 – Частка випуску монолітного бетону, душу населення, м^2

Метод монолітного зведення будівель, незважаючи на явні переваги, має і низку недоліків, до яких можна віднести [17]:

– небезпека утворення технологічних тріщин у монолітних конструкціях від температурно-усадкових деформацій бетону в процесі його твердіння, що залежать від складу бетону, умов твердіння та розмірів ділянок бетонування конструкцій;

– надійна оцінка міцності бетону, що твердіє, в момент розпалубки і передачі навантаження від вищележачих елементів на конструкції, в яких бетон не досяг проектної міцності;

– необхідність розробки розрахункових правил щодо встановлення допустимої проміжної міцності бетону при знятті та перестановці опалубки по поверхах для різних видів монолітних конструкцій (перекриттів, стін, колон) з точки зору забезпечення тріщиноміцності конструкцій під час зведення монолітної будівлі, а також включення до плану виконання робіт заходів щодо прискорення набору міцності бетоном;

– ефективний контроль якості монолітних конструкцій.

Монолітне будівництво має більш високу трудомісткість та вартість порівняно з каркасно-панельним, але нижчим, ніж з цегляним будівництвом (знижується за рахунок деякої економії в матеріалах, зменшення кількості робітників та будівельної техніки).

У монолітному будинку мають бути заздалегідь передбачені канали для інженерних мереж та димарів, оскільки можливість здійснення перепланування у ньому практично відсутня.

Для забезпечення високої міцності та монолітності конструкції процес заливання бетону повинен вестися безперервно, причому одночасного у багатьох напрямках, а ущільнення залитої суміші має здійснюватися максимально якісно, т.к. навіть незначні відступи від цього правила зводять нанівець усі плюси монолітних будинків.

Залізобетонні стіни мають високу теплопровідність (отже, погану теплоізоляцію), тому вимагають додаткового утеплення.

Досить складно проводити випробування монолітних конструкцій пробним навантаженням, а контроль міцності бетону за зразками недостатній, особливо при бетонуванні в зимовий час у зв'язку з чим контроль міцності бетону повинен здійснюватися методами, що не руйнують.

В умовах багатоповерхового будівництва виникають проблеми, пов'язані з розосередженістю будівельних майданчиків, в основному з невеликим обсягом робіт і незадовільними транспортними зв'язками.

Але в останні роки все більша кількість процвітаючих будівельних компаній переходить на технологію монолітного зведення будинків, яка постійно оптимізується, застосовуються нові оснастки, засоби механізації.

Розвитку малоповерхового будівництва на території Київської області сприяє реалізація обласних цільових програм [3]:

– інженерного облаштування мікрорайонів масової забудови індивідуального житлового будівництва;

– забезпечення житлом окремих категорій громадян (молодих сімей, дітей-сиріт та ін.)

– фінансова підтримка індивідуальних забудовників,

– висока міграційна привабливість області та ін.

Збільшення частки введення малоповерхового житла (забудови міського типу «таунхаус» та котеджні забудови) у 2015 році у Київської області становило від 80,5 % до 98,2 %. При цьому частка індивідуального домобудівництва у загальній площі житла загалом по Україні становила 40,9 %.

Технологія монолітного будівництва складається з декількох етапів [9]: приготування бетонної суміші, встановлення опалубки, заливка готової суміші в опалубку, витримка форм, що утворилися до придбання необхідної міцності, і, нарешті, демонтаж опалубки та експлуатація отриманої конструкції (рис. 2.3).

Приготування бетонної суміші найчастіше відбувається у заводських умовах за допомогою використання спеціальних автоматизованих бетонозмішувачів та виробничих ємностей. За невеликих масштабів будівництва бетонну суміш виготовляють механічними способами безпосередньо на території будівельного майданчика. Транспортування бетонної суміші до місця монтажу споруд здійснюється за допомогою спеціально обладнаної будівельної дорожньої техніки - автобетонозмішувачі, що забезпечують необхідну якість бетонної суміші, що перевозиться, на великі відстані. Вони можуть завантажуватись на заводі як готовою бетонною сумішшю, так і сухими компонентами.

ЕТАПИ МОНОЛІТНОГО БУДІВНИЦТВА

ПРИГОТУВАННЯ БЕТОННОЇ СУМІШІ





1.на заводі 2.на будівельному майданчику

ТРАНСПОРТУВАННЯ БЕТОННОЇ СУМІШІ



ВСТАНОВЛЕННЯ ОПАЛУБКИ



1. знімна 2. незнімна

ЗАЛИВКА ГОТОВОЇ СУМІШІ В ОПАЛУБКУ І ВИТРАТ ЇЇ ДО НАБУТТЯ НЕОБХІДНОЇ МІЦНОСТІ



1. заводська бетонна суміш

2. приготування на будівельному майданчику

ДЕМОНТАЖ ОПАЛУБКИ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОТРИМАНОЇ КОНСТРУКЦІЇ



Рисунок 2.3 – Етапи монолітного будівництва.

При будівництві малоповерхових будівель у віддалених від центральних бетонозмішувальних заводів районах доставка бетонної суміші в автобетонозмішувачах не ефективна, оскільки потребує додаткових транспортних витрат та чіткого графіка доставки суміші на об'єкт.

Дуже важливо враховувати час доставки бетону, його температуру, жорсткість суміші під час вивантаження, швидкість бетонування, час і крок вібрування, дотримання часу розривів, якість швів.

На сьогоднішній день прогресивним способом подачі та укладання бетонної суміші є бетононасосна подача трубопроводами. Для подачі бетонної суміші на висоту застосовують пересувні або стаціонарні бетононасоси з великим запасом потужності, а на укладанні литої бетонної суміші використовується роздавач стріли.

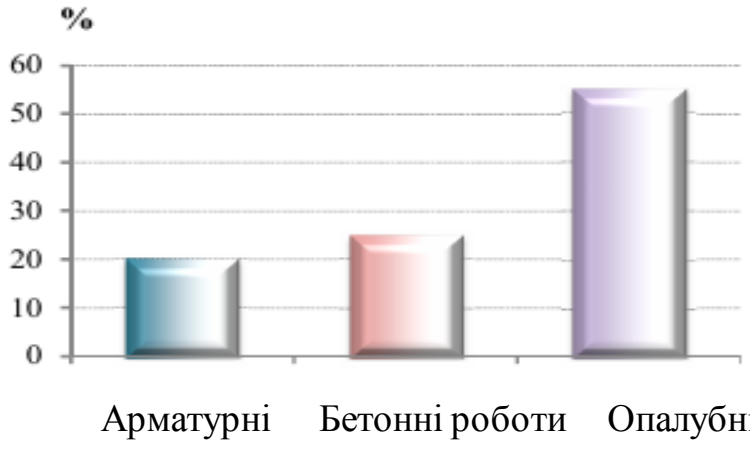


Рисунок 2.4 – Види технологічних процесів у монолітному будівництві.

Досвід показує (рис. 2.4), що велику частку трудовитрат при зведенні монолітних конструкцій мають опалубні та бетонні роботи [8, 10]. Вибір опалубки багато в чому визначає необхідність застосування вантажопідйомних механізмів, трудомісткість, вартість, якість та швидкість будівництва.

Застосовують монолітні технології зі знімною опалубкою (щитові, об'ємно-переставні або тунельні, ковзні) та з незнімною опалубкою (з пінополістиролу, арболіту, фіброліту, скломагнезиту та ін.). Проведений аналіз показує, що для малоповерхового домобудівництва доцільно застосування легких розбірно-переставних опалубок, що дозволяють виконувати опалубні роботи за безкрановою технологією і забезпечують високу якість бетонування конструкцій.

Укладання бетону є одним із найвідповідальніших моментів при монолітному будівництві котеджу.

Монолітні котеджі зводяться шляхом застосування трьох основних типів опалубки: переставної, ковзної та їх поєднань [10]. Кожен вид опалубки дозволяє проектувати визначену архітектурну форму монолітного будинку.

Наприклад, з урахуванням застосування переставної опалубки, що складається з опалубних модулею, проектують монолітні котеджі об'ємно-модульної структури.

Із застосуванням ковзної опалубки стін у поєднанні зі щитовою опалубкою перекриттів будують монолітні котеджі з вертикальною структурою стін будь-якого контуру в плані.

Для монолітного будівництва котеджів криволінійної просторової форми застосовується пневматична опалубка.

Можливі варіанти поєднання ковзної опалубки для стін перших поверхів монолітних котеджів, щитової опалубки для перекриттів та

пневматичної опалубки для монолітного будівництва котеджів з другого поверху.

Пневматичну опалубку використовують тільки для монолітного будівництва котеджів з тонкостінними конструкціями з важкого бетону, захищеними від промерзання та перегріву шаром ефективного утеплювача. Всі три групи опалубки відрізняються за технологією укладання бетонної суміші. заливають із застосуванням бетононасосу.

Відомо застосування при будівництві монолітних котеджів переставної і ковзної німецької опалубки фірми Пері [10], що дозволяє зводити практично будь-яку архітектурну форму малоповерхового будинку з тонкостінних конструкцій із застосуванням важкого бетону або бетонної суміші. з монолітного Котедж приймається: 18-40 см для легкого бетону і 10-20 см для важкого бетону армується зварними сітками або арматурними каркасами відповідно до вимог міцності і стійкості оболонок. котедж з монолітного бетону використовується для будинків з плоскою суміщеною покрівлею Завдяки монолітному з'єднанню всіх елементів, несучий кістяк монолітного котеджу відрізняється високим ступенем жорсткості та стійкості.

Важливим етапом монолітного будівництва котеджів є якість догляду за бетоном, контроль і регулювання температури і вологості схоплювання бетонної суміші. монолітного будівництва котеджу можливо вважати закінченим, тобто зведення будинку має супроводжуватися серйозним моніторингом задля забезпечення його надійності та подальшої безпеки.

Питанням сучасного монолітного будівництва присвячені роботи багатьох вчених [18-32]. Результати їх наукової та практичної діяльності дозволили узагальнити та розвинути основні ідеї сучасної технології монолітного залізобетону. досягнення архітектурної виразності споруд із бетону ще дуже слабо використані вітчизняними архітекторами та

проектувальниками – повсюдно зустрічається монолітний залізобетон в уніфікованих модульних будинках, що підходять більше для збірного будівництва.Таким чином, монолітне та збірно-монолітне домобудівництво отримує подальший розвиток і стає домінуючим методом у загальній структурі малоповерхового будівельного комплексу, суміші та ін.

2.2 Аналіз і перспективи розвитку монолітного зарубіжного проектування будівництва

За кордоном зведено низку найцікавіших об'єктів із застосуванням просторових конструкцій із монолітного залізобетону, що відносяться до найбільш примітних досягнень будівельної практики. Так, у Сіетлі (США) побудовано ребристу залізобетонну купол з прольотом 220м. Монолітні оболонки мають ефектну архітектурну виразність, наприклад будівля Національного центру техніки та промисловості в Парижі в районі площі Дефанс з прольотом 216м має спирання на три точки.

Величезною сферою застосування залізобетону, і передусім попередньо напруженого залізобетону, є мостобудування. Тільки США побудовано понад 500тыс. залізобетонних автодорожніх мостів із різними прольотами. Останнім часом побудовано близько 20 вантових мостів завдовжки 600-700м з центральними прольотами від 192 до 400м. Із загальної кількості вантових мостів лише чотири – сталеві, решта – із залізобетону.

У м. Брісбен (Австралія) побудований балковий міст із центральним прольотом 260м, найбільшим серед мостів цього типу Міст «Баррнос де Луна» в Іспанії має проліт 440м, міст «Анасіс» у Канаді – 465м, міст у

Гонконгу – 475м. у Південній Африці - найбільший проліт 272м і т.д. д. Світовий рекорд для вантових мостів належить мосту «Нормандія», де досягнуто прольоту 864м. Ненабагато йому поступається міст "Васко да Гама" в Лісабоні, побудований до Всесвітньої виставки ЕКСПО-98. Загальна довжина мостового переходу перевищує 18 км.

Розроблено методи зведення мостів шляхом повороту прогонової будови у проектне положення у горизонтальній та вертикальній площинах. Причому в останньому випадку прогонову будову спочатку бетонують вертикально в опалубці, що ковзає.

З конструктивно-технологічних прийомів слід відзначити диференціювання витрати цементу в різних частинах перерізу прогонової будови, бетонованих різночасно (нижній плиті, стінах, верхній плиті) для досягнення однакової міцності бетону до моменту попередньої напруги арматури.

При спорудженні висячого мосту «Акаші Кайко» в Японії поблизу м. Кобе зі сталевими пілонами було забетоновано опори під пілонами діаметром майже 80м та висотою 70м. Центральний проліт цього мосту завдовжки 1990 м одразу більш ніж на 500м перекриває по довжині світовий рекорд цього типу мостів. Об'єм бетону зі спеціальними добавками, укладеного у кожну опору, становив майже 0,5млн. м³.

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

Американські фахівці вивчали можливість будівництва станції з бетону на Місяці. Зроблені розрахунки показали, що бетон на заповнювачі з місячного ґрунту є повноцінним будівельним матеріалом і має міцність на стиск 78МПа (звичайний бетон того ж складу – 56МПа), динамічно модуль відповідно 21200 та 28100МПа, міцність на розтяг - 9,4 та 9,6МПа. Було зроблено висновок, що бетон для будівництва станцій на Місяці є кращим, ніж інші матеріали, через високу радіаційну непроникність, і головне - майже всі компоненти для його приготування можуть бути вишукані на місці, у тому числі вироблений і цемент.

Так, для зведення круглого триповерхового будинку діаметром 62м потрібно 1,5 тис. т цементу. Воду можна отримати з'єднанням водню, що видобувається з деяких місячних мінералів, і кисню, що доставляється із Землі. Для отримання необхідних матеріалів для будівництва цієї будівлі потрібно доставити із Землі всього 55т кисню.

Таким чином, монолітне будівництво розвиватиметься за такими напрямами:

– -подальше витіснення стали як матеріал для каркасів висотних будинків. До 2020 року очікується появи хмарочосів з залізобетонним каркасом заввишки 500-600м;

– -оскільки значна частка потреби в мостах відноситься до прольотів до 1км, то тут вантові системи із залізобетонною балкою жорсткості мають істотні переваги перед висячими системами. Тому монолітний залізобетон для таких мостів буде основним матеріалом – як для пілонів, так і для прогонових будов;

– -розширення застосування монолітного бетону при зведенні престижних житлових та адміністративних будівель, реконструкції міської забудови, що склалася, а також для створення архітектурних акцентів.

3. ОСНОВНІ НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ МОНОЛІТНИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА ЗНИЖЕННЯ ТРУДОВИТРАТ НА ВИКОНАННЯ КОМПЛЕКСУ БЕТОННИХ РОБІТ

3.1 Оптимізація проектування монолітного будівництва

Монолітне будівництво відіграє ключову роль у сучасній будівельній індустрії. Воно використовується при зведенні житлових, комерційних, промислових та транспортних об'єктів завдяки своїм перевагам: міцності, довговічності, можливості створення складних форм та гнучкості в архітектурних рішеннях. Однак однією з основних проблем залишається висока трудомісткість та витратність процесів, пов'язаних із бетонуванням.

Сучасні технології та методи дозволяють ефективно вирішувати ці проблеми. Нижче представлені детальні підходи до зниження трудовитрат та підвищення технологічності при роботі з монолітними конструкціями.

Оптимізація проектування є одним із найважливіших елементів сучасного будівельного процесу, оскільки саме на етапі проектування закладаються рішення, які впливають на трудовитрати, собівартість, якість та строки будівництва. У контексті монолітного будівництва вона відіграє важливу роль, оскільки такі конструкції вимагають високої точності розрахунків, ретельної організації процесів та застосування передових технологій.

Поняття оптимізації проектування. Оптимізація проектування - це процес удосконалення проектних рішень з метою досягнення найкращих технічних, економічних та експлуатаційних показників. Це включає пошук раціональних інженерних рішень, мінімізацію витрат часу і ресурсів, а також

максимальну відповідність проектних рішень вимогам нормативних документів і завданням замовника.

Основна мета оптимізації – знайти баланс між економічною доцільністю та технічною реалізацією, уникаючи перевитрати матеріалів, надмірного посилення конструкцій чи необґрунтованого ускладнення проектних рішень.

Основні аспекти оптимізації проектування. Застосування сучасних розрахункових програм. Сучасні технології проектування суттєво підвищують точність та якість розробок, виключають помилки на стадії розрахунків та дозволяють швидше приймати рішення.

Системи автоматизованого проектування (САПР): наприклад, програми SCAD, LIRA-SAPR або Tekla Structural Designer дозволяють швидко та точно розрахувати навантаження, підібрати оптимальні перерізи конструкцій та врахувати нормативні вимоги; інтеграція розрахункових програм з BIM (інформаційне моделювання будівель) забезпечує безшовну передачу даних між проектувальниками, конструкторами та будівельниками.

Переваги програмного розрахунку: виняток помилок, пов'язаних із людським фактором; можливість аналізу складних схем навантажень, таких як вітрові, сейсмічні чи температурні дії; оптимізація витрат матеріалів за рахунок точного підбору перерізів арматури, товщини бетону та інших параметрів.

Використання BIM-технологій. Інформаційне моделювання будівель (BIM) є основним інструментом оптимізації проектування на всіх етапах життєвого циклу об'єкта.

Можливості BIM: створення тривимірних цифрових моделей, що містять всю інформацію про будівельні елементи, їх взаємозв'язки та характеристики; врахування всіх інженерних систем (електрика, вентиляція,

водопостачання), що дозволяє уникнути конфліктів на етапі будівництва; автоматичне оновлення даних під час внесення змін до проекту.

Переваги BIM для монолітних конструкцій: точне моделювання армування та опалубки; попереднє визначення трудомісткості та вартості будівництва; скорочення часу узгодження проектних рішень між учасниками.

Спрощення конструктивних рішень. Оптимізація проектування включає пошук найбільш простих і технологічних рішень, які знижують трудовитрати і прискорюють будівельні процеси.

Спрощення геометрії конструкцій: уникнення складних форм, які потребують нестандартної опалубки чи складного армування; застосування типових рішень, що легко адаптуються до конкретних умов об'єкта.

Оптимізація армування: використання стандартних арматурних каркасів та з'єднань; попереднє виготовлення арматурних блоків у заводських умовах.

Скорочення обсягів бетону: застосування пустотних конструкцій, які знижують вагу та витрату матеріалів; використання легких бетонних сумішей.

Облік нормативних вимог та інноваційних технологій. Проектування має враховувати діючі будівельні норми та правила (ДСТУ, СП, Єврокоди тощо), а також запровадження сучасних технологій, які можуть покращити технологічність конструкцій.

Відповідність нормативам: розрахунки повинні враховувати всі навантаження, у тому числі довготривалі, вітрові та сейсмічні; забезпечення мінімально необхідних запасів міцності.

Інноваційні матеріали та технології: використання бетону, що самоущільнюється (суб), який не вимагає віброущільнення; застосування модульних опалубних систем, які легко монтуються та демонтуються.

Економічна оптимізація. Оптимізація проектування спрямована на зниження витрат на будівельні роботи та експлуатацію об'єкту.

Зниження витрат на матеріали: точний розрахунок обсягів бетону та арматури дозволяє уникнути перевитрати; використання місцевих будівельних матеріалів знижує витрати на транспортування.

Облік експлуатаційних витрат: проектування енергозберігаючих конструкцій знижує витрати на опалення та охолодження; застосування довговічних матеріалів скорочує витрати на обслуговування та ремонт.

Інтеграція оптимізації проектування з етапами будівництва. Проектування має враховувати реалізацію будівельних процесів, щоб уникнути затримок та перевитрат ресурсів.

Розробка покрокового плану робіт: проектування має враховувати етапність зведення об'єкта, щоб унеможливити перетину або затримки в роботі; створення чітких схем розташування будівельної техніки та транспортних потоків.

Облік специфіки будмайданчика: наприклад, в умовах щільної міської забудови необхідно передбачити мінімальні розміри опалубки та компактне розміщення обладнання.

3. 2 Приклад впливу оптимізації проектування на трудовитрати та собівартість

Вихідні дані: Будівництво 12-поверхового житлового будинку із монолітним каркасом.

До оптимізації:

– витрата бетону на перекриття: 250 $м^3$ на поверх.

– арматура: 30 тонн на поверх.

– середня кількість робітників: 20 осіб.

– трудовитрати: 500 людино-годин на один поверх.

Після оптимізації:

– оптимізація армування: зниження витрат арматури на 10% (до 27 тонн).

– застосування бетону, що самоущільнюється: скорочення часу укладання бетону на 20%.

– спрощення схеми армування: трудовитрати знижено до 400 людино-годин.

Результати:

– економія арматури: 3 тонни ×12 поверхів × 28 000 грн./тонна = 1 008 000 грн.[3] \, \ text {тонни} \ times 12 \, \ text {поверхів} \ times 28\,000 \, \ text { грн./тонна} = 1\,008\,000\, \ text {грн.}3тонни × 12поверхів × 28000грн./тонна = 1008000 грн.

– скорочення трудовитрат: 100 люд./год. × 12 поверхів = 1200 люд./год.} 100 люд./год. ×12поверхів =1200 люд./год.

– зменшення часу будівництва на 10%.

3.3 Вдосконалення матеріалів

Самоущільнюючий бетон (СУБ). Вибір правильних матеріалів впливає на трудовитрати.

Цей матеріал має високу плинність і здатний заповнювати форму без застосування вібраторів. Це виключає необхідність ущільнення, скорочує кількість робочих та час на укладання.

Переваги: скорочення часу укладання на 40-50%; підвищення якості конструкції за рахунок зменшення дефектів (наприклад, пір); зниження шуму на будмайданчику.

Добавки для бетону. Суперпластифікатори : підвищують плинність бетону, полегшуючи його транспортування та укладання.

Прискорювачі твердіння: дозволяють швидше досягати розрахункової міцності, скорочуючи терміни демонтажу опалубки.

Використання легких бетонів. Легкі бетони на основі пористих наповнювачів (наприклад, керамзиту) зменшують навантаження на конструкції, що може скоротити обсяги армування.

Сучасні опалубні системи

– щитова інвентарна опалубка: ці системи дозволяють використовувати елементи багаторазово. Вони швидко збираються та розбираються, знижуючи трудовитрати.

– незнімна опалубка: у разі незнімних опалубних систем конструкція стає частиною готового об'єкта. Це особливо зручно при зведенні енергоефективних будівель, оскільки така опалубка може бути теплоізоляційним шаром.

Матеріали опалубки

– пластикова опалубка: легка, зручна в транспортуванні та монтажі; не потребує спеціальних інструментів для збирання.

– алюмінієва опалубка: міцна, але легка. застосовується при багаторазовому використанні.

Визначення та види трудовитрат у будівництві

Трудовитрати – один із ключових параметрів, що визначає ефективність будівельного процесу. У будівництві монолітних конструкцій вони являють собою сукупність часу та зусиль, що витрачаються на виконання різних етапів роботи, починаючи з проектування та закінчуючи

обробними роботами. Зниження трудовитрат є пріоритетним завданням для оптимізації будівельних процесів, що дозволяє зменшити загальні витрати, прискорити термін зведення об'єктів та підвищити конкурентоспроможність будівельної компанії. Розглянемо детально, що включають трудовитрати, як можна виміряти, і які чинники впливають їх зниження.

У будівництві трудовитрати є обсяги робочого дня, який буде необхідний виконання різних технологічних операцій. Вони можуть бути виміряні в людино-годинах, людино-днях та інших аналогічних одиницях. Трудовитрати включають як фізичну роботу, так і управлінську діяльність, пов'язану з контролем та організацією процесів.

Основні види трудовитрат:

Трудовитрати на підготовчі роботи:

– включають витрати на планування майданчика, підготовку обладнання, тимчасові комунікації та розмітку території.

– на цій стадії закладаються основи для оптимізації майбутніх робіт, наприклад, правильне розташування обладнання може скоротити витрати часу на транспортування матеріалів.

Трудовитрати на пристрій опалубки:

– встановлення та демонтаж опалубних систем потребує значних трудових ресурсів, особливо якщо використовується незнімна або інвентарна опалубка.

– оптимізація цих робіт (наприклад, використання модульних опалубок) може значно скоротити загальні трудовитрати.

Трудовитрати на армування:

– одним із найбільш трудомістких етапів є монтаж арматурних каркасів. при цьому трудомісткості збільшуються при використанні складних схем армування.

– автоматизація та попереднє виготовлення арматурних блоків на заводі дозволяє знизити трудовитрати на будмайданчику.

Трудовитрати на укладання бетону:

– включають підготовку суміші, транспортування, укладання та ущільнення бетону.

– тут також можна знизити трудовитрати за рахунок використання бетононасосів, бетону (суб), що самоущільнюється, і автоматизованих вібраційних інструментів.

Трудовитрати на демонтаж опалубки та чистове оздоблення :

– після затвердіння бетону необхідно акуратно демонтувати опалубку та за необхідності провести оздоблювальні роботи.

– використання швидкознімної опалубки скорочує час на демонтаж, а застосування бетону, що самоущільнюється, скорочує необхідність в чистовій обробці.

Методи зниження трудовитрат у монолітному будівництві

1. Автоматизація та механізація

Використання механізмів та автоматизованого обладнання дозволяє скоротити трудовитрати на всіх стадіях будівництва:

– бетононасоси подають бетон на висоту або на великі відстані, крім ручної праці.

– вібраційні інструменти для ущільнення бетону знижують трудомісткість та забезпечують рівномірний розподіл суміші.

– опалубні підйомні системи скорочують час монтажу та демонтажу, зменшуючи кількість робочих, необхідних для виконання цих операцій.

Оптимізація проектування - це стратегічно важливий процес, який дозволяє скоротити трудовитрати, покращити якість конструкцій та знизити витрати на матеріали. Використання сучасних технологій, таких як

розрахункові програми, BIM-системи, інноваційні матеріали та обладнання у поєднанні зі спрощенням конструктивних рішень забезпечує ефективне та економічно обґрунтоване будівництво. Інтеграція оптимізованих проектів із реальними умовами будмайданчика створює основу для успішної реалізації навіть найскладніших об'єктів.

Підвищення технологічності монолітного будівництва – це завдання оптимізації процесів, а й ключ до успішному майбутньому будівельної галузі. Завдяки комплексному підходу – від проектування до впровадження нових матеріалів та технологій – можна значно знизити трудовитрати, прискорити терміни зведення об'єктів та підвищити їхню якість.

Сучасні підходи, такі як BIM-моделювання, використання СУБ, інвентарні опалубні системи та автоматизація процесів, вже довели свою ефективність. Розвиток технологій продовжує відкривати нові горизонти, і компанії, які впроваджують ці рішення, стають лідерами галузі.

Системи розрахункового проектування стали невід'ємною частиною будівництва. Вони не лише прискорюють процес проектування, а й допомагають оптимізувати витрату матеріалів, запобігаючи надлишкам та забезпечуючи високу надійність конструкцій. Їх використання у практику особливо актуально під час роботи з монолітними конструкціями, де точність розрахунків і облік реальних навантажень відіграють ключову роль.

Використання таких програм у поєднанні з іншими інноваціями, такими як BIM-технології та сучасні будівельні матеріали, дозволяє досягти значного зниження трудовитрат та покращення якості готових об'єктів.

4. ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА НА ЗВЕДЕННЯ ТИПОВОГО ПОВЕРХУ З МОНОЛІТНИХ І ЗБІРНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

4.1 Технологічна карта на зведення типового поверху з монолітних і збірних залізобетонних елементів

Розробка технологічних карт на будівельні процеси загального циклу (у розглянутому випадку на виконання опалубних, арматурних, бетонних робіт, на витримування покладеного бетону й розпалубку конструкцій) полягає в розробці їх докладних технологічних описів із взаімоув’язанням у часі та просторі.

У складі дипломного проекту рекомендується виконання єдиної технологічної карти для комплексного процесу бетонних робіт при зведенні типового поверху будинку.

Технологічна карта виконується, базуючись на результатах вибору опалубної системи, машин і механізмів для укладання й ущільнення бетонної суміші, будівельних кранів і вантажозахватних пристроїв і своїми розв'язками повинна забезпечувати:

– безперервність і потоковість опалубних, арматурних і бетонних робіт;

– рівномірність використанням ресурсів і виробничих потужностей;

– максимальну механізацію робіт з використанням машин у дві й більш зміни.

4.2 Підрахунок обсягів робіт

Обсяги робіт по об'єкту визначаємо на підставі завдання на проектування, плану типового поверху, специфікацій монолітних і збірних залізобетонних елементів.

Відомість обсягів робіт заповнюється в послідовності, відповідної до проектованої технології зведення об'єкта.

У даному дипломному проекті розглядається надземна частина будинку типового поверху.

На підставі аналізу архітектурно-планувальних розв'язків будинку становимо специфікацію основних конструктивних елементів як для монолітних, так і для збірних конструкцій розраховуючи на один типовий поверх. Для цього визначимо обсяг і масу кожного елемента і їх необхідна кількість, а потім сумарний обсяг елементів на захватку, обсяги типового поверху й усього будинку.

Для полегшення підрахунків обсягів елементів будинку необхідно розбити також на захватки.

Таблиця 4.1 - Відомість обсягів робіт

п/п	Найменування процесів	Од. вим. обсягів	Кількість робіт на типовий поверх	Примітка (формули підрахунку, посилання на креслення)
1	2	3	4	5
Захватка 1				
1	В'язання арматур колон	т	3.8	(довжина ар-ри. на 1м^2 колони) × (погонна вага арматур) × (площа колони) × 110%=(16×2.4×9)×1.1

2	В'язання арматур ДЖ	т	4.32	(довжина ар-ри на 1м^2 стіни) × (погонна вага арматур) × (площа колони) × 110%=(16×2.4×102.2) ×1.1
3	Опалубка колон	м^2	89.76	площа сторін колон
4	Опалубка ДЖ	м^2	102.96	площа сторін стін
5	Бетонування колон	м^3	9	обсяг колон
6	Бетонування ДЖ	м^3	10.164	обсяг діафрагм твердості
7	Розпалубка колон	м^2	89.76	площа колон
8	Розпалубка ДЖ	м^2	102.96	площа стін
9	Монтаж опалубних щитів зі стійками, геодезична вивірка й закріплення опалубки	м^2	305	площа перекриття
10	Опалубка плити перекриття	м^2	305	площа перекриття
11	В'язання арматур плити	т	10.6	–
12	Бетонування плити	м^3	61	(обсяг монолітного перекриття)
13	Розпалубка плити	м^2	305	(площа перекриття)
Захватка 2				
1	В'язання арматур колон	т	1.2	–
2	В'язання арматур ДЖ	т	10	–
3	Опалубка колон	м^2	31.68	площа сторін колон
4	Опалубка ДЖ	м^2	238	площа сторін стін
5	Бетонування колон	м^3	3.168	обсяг колон
6	Бетонування ДЖ	м^3	23.618	обсяг діафрагм твердості
7	Розпалубка колон	м^2	31.68	площа сторін колон
8	Розпалубка ДЖ	м^2	238	площа сторін стін
9	Монтаж опалубних щитів зі стійками, геодезична вивірка й закріплення опалубки	м^2	170	площа плити перекриття
10	Опалубка плити	м^2	170	площа плити

	перекриття			перекриття
11	В'язання арматур плити	т	7	–
12	Бетонування плити	$м^3$	34	обсяг плити
13	Розпалубка плити	$м^2$	170	площа плити перекриття

4.3 Технологія будівельних робіт

До початку робіт зі зведення надземної частини з монолітного залізобетону повинні бути виконані організаційно-підготовчі заходи у відповідності зі ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва».

До початку монтажу опалубки повинні бути виконані наступні роботи: розбивка осей стіни; нівелювання поверхні стіни, перекриттів; зроблена розмітка приміщення стін відповідно до проекту; на поверхню перекриттів фарбою повинні бути нанесені ризики, що фіксують робоче положення опалубки; підготовлене монтажне оснащення й інструмент; підстава очищена від бруду й сміття.

Зведення будинку здійснюється послідовним способом, тобто на початку бетонуються колони й діафрагми твердості, плити перекриття, викладаються зовнішні стіни, перегородки, монтуються сходи першого поверху. Потім бетонуються колони й діафрагми твердості плити перекриття, викладаються зовнішні стіни, перегородки, монтуються сходи другого поверху. Після бетонування плит витримують технологічну перерва, протягом 3 доби, потім знімають опалубку.

4.3.1 Опалубні роботи

Опалубка - тимчасова допоміжна конструкція, що забезпечує задані геометричні розміри й обрису бетонного елемента конструкції. Опалубка повинна відповідати наступним вимогам:

1) бути досить міцної.

2) не змінювати форму в робочім положенні.

3) сприймати технологічні навантаження й тиск бетонної суміші без зміни основних геометричних розмірів.

4) бути технологічною, тобто легко встановлюватися й розбиратися.

Для пристрою монолітного каркаса будинку застосовуємо комбіновану уніфіковану розбірно-переставну опалубку.

Проектування опалубки перекриттів починають із розкладки панелей на плані перекриття типового поверху з нанесеними контурами стін, колон і балок у складі перекриття. Пробуючи різні напрямки розкладки панелей усередині контурів стін, колон і балок, намагаються використовувати максимальну кількість цілих панелей. Зовнішній контур перекриття, вільний від стін, повинен перекриватися опалубними панелями з випуском за край на відстань до 0,5-1 м. При цьому слід ураховувати, що в крайових зонах перекриттів без зовнішніх стін переважно укладати панелі короткою стороною паралельно краю перекриттів з метою більшої надійності їх закріплення при складанні опалубки й арматури. Некратні місця плану опалубних панелей перекриття заповнюються фрагментами, що випилюються з тих же панелей. Для пристрою консольних виступів перекриттів за контур зовнішніх монолітних стін використовують ті ж ліси, які потім будуть застосовані для установки зовнішніх щитів стінової опалубки наступного поверху.

Після розкладки панелей приступають до розкладки балок верхнього ряду:

– при цьому встановлюють максимальний крок розкладки, який повинен забезпечувати відсутність прогинів фанери під вагою бетонної суміші (звичайно, у межах 0,5-0,75м, залежно від товщини перекриття й фанери). Балки верхнього пояса повинні обов'язково розміщатися під короткими крайками панелей,

– із цією метою зменшують крок розкладки, здвоюють балки в зоні крайок. Далі розкладають балки нижнього опорного пояса й розставляють стійки опалубки. Традиційний крок основних балок 1,2…1,5м, крок стійок – 1,5…2м.

Ці показники слід уточнити по документації до використовуваної опалубної системи, де звичайно вказуються припустимі навантаження на елементи.

Для зведення монолітних стін і колон застосовується опалубні щити.

Перелік опалубних щитів представлено у графічній частині роботи.

При компонуванні опалубки утворюються зазори в 50 і 75мм між щитами, які закриваються доборними елементами розміром 0,1×3,3 м і 0,050×3,3 м відповідно.

На будівельних майданчиках щити збирають за допомогою замків, що центрують, у панелі, які кріпляться між собою за допомогою тяжів, шайб і гайок, що сприймають на себе тиск бетонної суміші. Для скорочення часу монтажу опалубки окремі щити збираються на землі в укрупнювачі щити за допомогою швидкодіючих затискних пристосувань і затискних шин, що забезпечують просторову твердість укрупнювального щита в процесі транспортування краном.

З'єднання окремих щитів і укрупнювачих щитів і вирівнювання їх між собою здійснюється швидкодіючими затискними пристосуваннями.

Торцева опалубка перекриттів виконується з ламінованої фанери, нарізаної на смуги шириною 250 мм; Торцева опалубка кріпиться підкосами, що виготовляються на будівельному майданчику.

Головні балки підтримуються телескопічними стійками для перекриттів. Крайні будівництва, а також стійки, на які опираються дві головні балки, фіксуються у вертикальнім положенні триногами.

4.3.2 Арматурні роботи

До монтажу арматур необхідно:

– ретельно перевірити відповідність опалубки проектним розмірам і якість її виконання;

– скласти акт приймання опалубки;

– підготувати до роботи такелажне оснащення, інструменти й електрозварювальну апаратуру;

– очистити арматури від іржі й бруду арматурні стрижні, що зробили на будівельний майданчик, укладають на стелажах у закритих складах, розсортованими по марках, діаметрах, довжинах, а сітки зберігають згорнутими в рулони у вертикальнім положенні. Плоскі сітки й каркаси повинні лежати на підбивках штабелями в зоні дії баштового крана. Висота штабеля не повинна перевищувати 1,5м. Плоскі й просторові каркаси масою до 50кг подають до місця монтажу баштовим краном у пачках і встановлюють вручну. Окремі стрижні подаються до місця монтажу пучками, сітки за допомогою траверси по три штуки.

На опалубці до установки арматурних каркасів крейдою розмічають місця їх розташування. Для арматурного кріплення арматурних каркасів до опалубки використовуються струбцини. Тимчасові кріплення каркасів по вертикалі, вирівнювання скривлених випусків арматури й установленням осьового зсуву стрижнів, що зварюються, здійснюється струбцинами. Після установки й вивірки каркасів до них по одному прив'язують за допомогою дротових скруток горизонтальні стрижні.

Для утвору захисного шару між арматурами й бетоном установлюють фіксатори із кроком для стін 1-1,2м, перекриттів 0,8-1,0м.

Стикування каркасів по вертикалі, а також просторових каркасів по горизонталі передбачається металевим дротом або зварюванням.

Приймання змонтованої арматур здійснюється до укладання бетонної суміші й оформленням акту на сховані роботи. Із цією метою проводять зовнішній огляд і інструментальну перевірку розмірів конструкцій по кресленнях. Розташування каркасів, стрижнів, їх діаметр, кількість і відстань між ними повинні точно відповідати проекту. Зварені стики, вузли й шви, виконані при монтажі арматур, контролюють зовнішнім оглядом і вибірковими випробуваннями.

4.3.3 Бетонування колон і перекриттів

До початку укладання бетонної суміші повинні бути виконані наступні роботи:

– перевірена правильність установки арматури й опалубки;

– усунуті всі дефекти опалубки;

– перевірена наявність фіксаторів, що забезпечують необхідну товщину захисного шару бетону;

– прийняті по акту всі конструкції і їх елементи, доступ до яких, з метою перевірки правильності установки, після бетонування неможливий;

– очищені від сміття, бруди, іржі опалубка й арматури;

– перевірена робота всіх механізмів, справність пристосувань, оснащення й інструментів.

Доставка на об'єкт бетонної суміші передбачається автобетонозмішувачами СБ-095.

Подача бетонної суміші до місця укладання здійснюється баддею.

До складу робіт з бетонування входять:

– приймання й подача бетонної суміші;

– укладання й ущільнення бетонної суміші при бетонуванні колон і балок перекриттів;

– догляд за бетоном.

Бетонну суміш укладають шарами 30-40див. Кожний шар бетону ретельно ущільнюють глибинними вібраторами. Глибина занурення робочої частини вібратора при ущільненні знову покладеної бетонної суміші раніше покладений шар 5-10див. Крок перестановки вібратора не менш 1,5R дії. У кутах у стінок опалубки бетонну суміш додатково ущільнюють штикуванням ручними муравками. Торкання вібратора під час ущільнення бетонної суміші до арматур і опалубці не допускається. Вібрування на одній позиції закінчується при припиненні осідання й появи цементного молока на поверхні бетону. Витягати вібратор при перестановці випливає повільно, не включаючи двигуна, щоб порожнеча під наконечником рівномірно заповнювалася бетонною сумішшю. Перерва між етапами бетонування (або укладанням шарів бетонної суміші) повинен бути не менш 40хвилин, але не більш двох годин.

Бетонна суміш у перекритті ущільнюється глибинними й поверхневими вібраторами.

При витримуванні бетону в початковий період твердіння необхідно підтримувати сприятливий температурно-вологостної режим і охороняти його від механічних ушкоджень. Ходіння людей по забетонованих конструкціях, а також установка на них опалубки дозволяється не раніше того часу, коли бетон набере міцність. Контроль над якістю бетонної суміші робить будівельна лабораторія. Усі дані по контролю якості бетонної суміші затягають у журнал провадження робіт. Контроль над процесом вібрування ведеться візуально, по ступеню опади суміші, припиненню виходу з неї пухирців повітря й появі цементного молока на поверхні покладеного шару бетону.

4.3.4 Розпалубка конструкцій

У комплексному технологічному процесі по зведенню монолітних конструкцій розпалублювання (знімання опалубки) є однієї з важливих і трудомістких операцій.

Розпалублювання конструкцій слід робити акуратно, для того щоб забезпечити схоронність опалубки для повторного застосування, а також уникнути ушкоджень бетону. Розпалубка починають після того, як бетон набере необхідну міцність.

Знімати бічні елементи опалубки, що не несуть навантажень, можна по досягненню бетоном міцності, що забезпечує схоронність кутів, крайок і поверхонь. Ці строки встановлюють на місці залежно від виду цементу й температурно-вологістного режиму твердіння бетону,

Несучі елементи опалубки знімають по досягненню бетоном міцності, що забезпечує схоронність конструкції. Ця міцність при фактичнім навантаженні менш 70% від нормативної становить: для плит прольотом до 3 м і несучих конструкцій прольотом до 6 м- 50% (при знятті опалубки перекриття залишають проміжні підтримуючі стійки).

Опорні стійки інших нижчележачих перекриттів дозволяється видаляти повністю лише тоді, коли міцність бетону в них досяглася проектної.

Несучу опалубку видаляють в 2...3 приймання й більш залежно від прольоту й маси конструкції.

При зніманні опалубки стін спочатку знімають розпірки, що рихтують, замки, сполучні болти, після чого відривають від бетону окремі щити.

Розпалубка плити перекриття починають із опускання опалубних панелей і підтримуючих балок за допомогою опор, що опускаються, далі вбираються підтримуючі стійки, частина підтримуючих стійок залишають.

Перед повторним використанням елементи опалубки очищають від бетону й ремонтують.

4.4 Складання калькуляції трудових витрат і заробітної плати

Машинний нормативний час на одиничний вимірник приводиться тільки для робіт з монтажу будівельних конструкцій. У тих випадках, коли ручні роботи виконуються із застосуванням крана, час роботи крана в машина-змінах визначається при складанні графіків провадження робіт за часом роботи виконавців. Враховані особливості розцінок на монтаж елементів залежно від ваги й площі конструкцій.

До основних матеріальним ресурсам ставляться:

– бетонна суміш, арматури, щити опалубки – для монолітних конструкцій;

– бетонна суміш, розчин і електроди – для зборених конструкцій.

Таблиця 4.2 Складання калькуляції трудових витрат і заробітної плати

Таблиця 4.2 Складання калькуляції трудових витрат і заробітної плати

№ п/п	Найменування процесу	Од. вим.	Кіл-У робіт на типовий поверх	Шифр	Норма часу по Нормам маш.-год	Витрати часу машин		Склад ланки по (професія, розряд, число робітників)	Норма часу по чол.-год	Витрати праці	
						маш.-год	маш.-дн.			чол.-год	чол.-дн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	В'язання арматур колон	т	5	4-1-46	-	-	-	Арматурник 3 розр. - 1 5 розр. - 1	12	60	7.5
2	В'язання арматур ДЖ	т	14.32	4-1-46	-	-	-	Арматурник 3 розр. - 1 5 розр. - 1	15	214.8	26.85
3	Опалубка колон	$м^2$	121.5	4-1-37	0.46	55.89	6.98625	Слюсар будівельний 4 розр. - 1 3 розр. - 2	0.12	14.58	1.8225
4	Опалубка ДЖ	$м^2$	341	4-1-37	0.28	95.48	11.935	Слюсар будівельний 4 розр. - 1 3 розр. - 2	0.24	81.84	10.23
5	Подача бетону до місця укладання	100 $м^3$	0.46	4-1-48	13.5	6.21	0.77	Машиніст 4р. Бетоувальник 2р.	27	12.42	1.55
6	Бетонування колон	$м^3$	12.168	4-1-49	-	-	-	Бетонник 4 розр. -1 4 розр. -1	1.5	18.252	2.2815
7	Бетонування ДЖ	$м^3$	33.8	4-1-49	-	-	-	Бетонник 4 розр. -1 4 розр. -1	1.6	54.08	6.76

Продовження таблиці 4.2 Складання калькуляції трудових витрат і заробітної плати

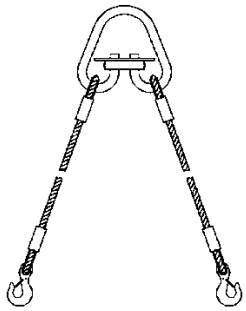
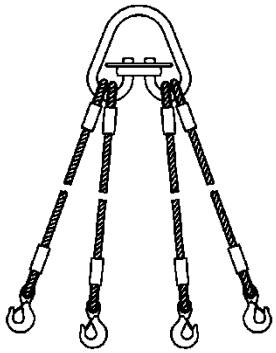
№ п/п	Найменування процесу	Од. вим.	Кіл-У робіт на типовий поверх	Шифр	Норма часу по Норма, маш.-год	Витрати часу машин		Склад ланки	Норма часу по Нормам чол.-год	Витрати праці	
						маш.-год	маш.-дн.			чол.-год	чол.-дн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	Розпалубка колон	$м^2$	121.5	4-1-37	0.25	30.375	3.796875	Слюсар будівельний 4 розр. - 1 3 розр. - 2	0.09	10.935	1.3668 8
9	Розпалубка ДЖ	$м^2$	341	4-1-37	0.28	95.48	11.935	Слюсар будівельний 4 розр. - 1 3 розр. - 2	0.14	47.74	5.9675
10	Монтаж опалубних щитів зі стійками, геодезична вивірка й закріплення опалубки	100 шт	4.2	4-1-33	-	-	-	Тесля 6 розр. - 1 4 розр. - 1 4 розр. - 1	10.6	44.52	5.565
11	Опалубка плити перекриття	$м^2$	475	4-1-34	-	-	-	Тесля 6 розр. - 1 4 розр. - 1 4 розр. - 1	0.57	270.75	33.843 8
12	В'язання арматур плити	т	16.5	4-1-46	-	-	-	Арматурник 4 розр. - 1 2 розр. - 1	21	346.5	43.312
13	Подача бетону до місця укладання	100 $м^3$	0.95	4-1-48	13.5	12.825	1.60	Машиніст 4р. Бетонник 2р.	27	25.65	3.2
14	Бетонування плити	$м^3$	95	4-1-49	-	-	-	Бетонник 4 розр. -1 4 розр. -1	0.57	54.15	6.77
15	Розпалубка плити	$м^2$	475	4-1-34	-	-	-	Тесля 6 розр. - 1 4 розр. - 1 4 розр. - 1	0.09	42.75	5.35
	Підсумок:		2058								162.4

4.5 Вибір вантажозахватних пристроїв

Для підйому поворотної бадді з бетонною сумішшю вибираємо строп чотирьохвітвевої, вантажопідйомністю 5,0 тонни; розрахунковою довжиною-4,2 м. Для підйому на робочі місця ящика з розчином і газобетоних блоків у піддонах, ухвалюємо строп, вантажопідйомністю 5,0 тонни й довгої 2 м.

Для підйому арматурних стрижнів і каркасів ухвалюємо стропу двухвітвеву.

Таблиця 4.3 - Відомість вантажозахватних пристроїв, інструмента й пристосувань.

№ п/п	Найменування встановлюваного елемента	Найменування пристосування, пристрою	Ескіз	Характеристика		Кіл-ть.
				Вантажопідйомність, т	Маса, кг	
1	2	3	4	5	6	8
1	Арматури, щити опалубки, піддони із цеглою, устаткування	Строп двухвітвева		5	47	1
2	Газобетонні блоки на піддоні, сантехкабини	Строп чотирьохвітвева		5	65	1

4.6 Визначення основних необхідних параметрів баштового крана

Таблиця 4.3 - Параметри пристосувань для розрахунків вантажопідйомності

№ п/п	Найменування й марка елемента	Габарити, мм			Маса, елемента, т.	Кіл-ть, шт.	Загальна маса, т.
		шир., мм	дов., мм	вис., мм			
1	Баддя з бетонною сумішшю V=1м^3	1200	1500	1500	2,7	1	2,7

Для проектованого провідного складного будівельного процесу підбирається необхідний комплект машин і механізмів, починаючи від доставки елементів і конструкцій із заводів-постачальників, закінчуючи укладанням конструкцій або матеріалів у проектне положення. Готування бетонної суміші здійснюється на стаціонарному бетонному заводі. Бетонна суміш доставляється в зону бетонних робіт автобетоновозами.

Подача бетонної суміші проводиться баддею.

Для подачі бетонної суміші в усі крапки монолітних елементів необхідно прийняти трисекційну z-образну розподільну стрілу.

Висота вільного скидання бетонної суміші в опалубку обмежується: для перекриттів – до 1м, для стін – до 4,5м, для колон – до 5м, для неармованих конструкцій – до 6м. При більшій висоті вільного скидання бетонну суміш укладають із використанням лотків або хоботів.

Для одержання якісного бетону із заданими фізико-механічними властивостями покладену бетонну суміш ущільнюють. При бетонуванні внутрішніх стін, колон і перекриттів бетонну суміш ущільнюють спочатку глибинними вібраторами, а потім обробляють поверхневими вібраторами.

Максимальна висота підйому гака баштового крана визначається по формулі 4.1:

$$H_{кр} = h_0 + h_{зап} + h_{эл} + h_{стр}\ , \qquad (4.1)$$

де $H_{кр}$ – відстань від рівня стоянки крана (верх головки рейки кранового шляху) до геометричного центру ланки гака, м;

h_o – рівень верхнього монтажного обрію. При визначенні максимальної висоти підйому гака крана для будинків, зводяться у розбірно-переставний або блокової опалубках, що видобутих нагору, необхідно за рівень верхнього монтажного обрію ухвалювати оцінку верху монолітної конструкції стіни останнього поверху будинку; h_o = 31 м;

$h_{зап}$ – запас висоти при підйомі вантажу над найвищою перешкодою; ухвалюється рівним hзап = 0,5м;

$h_{эл}$ – найбільша з висот, що піднімаються вантажів (опалубної панелі або блоку, збірного монтажного елемента); hэл = 1,5м;

hстр – розрахункова висота стропа; ухвалюємо hстр = 3,0м.

Виліт стріли крана визначається по формулі 4.2:

$$L_{кр} = \frac{a}{2} + b + c\ , \qquad (4.2)$$

де а – ширина підкранової колії. Тому що на даній стадії розрахунків невідома марка крана, який буде прийнятий для провадження робіт, ухвалюємо а = 6,0м;

b – відстань від близького до будинку підкранової рейки до найближчої виступаючої частини будинку; b = 5,6м;

с – відстань від центру ваги вантажу до найбільш виступаючої частини будинку. При зведенні будинку в щитовий і блокової опалубках і при розташуванні кранів з однієї сторони будинку значення з ухвалюється рівним ширині будинку; с = 16,9 м

L = 6/2 + 5,6 + 16,9 = 28,5 м

Необхідна вантажопідйомність крана розраховується по формулі4.3:

$$Q_{кр} = q_{гр} + q, \qquad (4.3)$$

де $q_{гр}$ – маса найважчого з вантажів, що піднімаються. Т.к. при бетонуванні використовуються переставні розподільні стріли для подачі бетонної суміші, слід ураховувати необхідність їх підйому й перестановки краном, тобто вантажопідйомність крана повинна бути не менш маси бадді, отже, ухвалюємо $q_{гр}$ = 2,7 т.

q – маса такелажного пристосування. Для підйому необхідно індивідуальне такелажне пристосування вантажопідйомністю не менш 5 т;

q = 0,1т;

Таблиця 4.3 - Характеристики баштового крана КБ-403Б4

Найменування характеристики	Одиниця виміру	Значення
Вантажопідйомність максимальна	т	8
Вантажопідйомність при максимальному вильоті	т	3
Виліт максимальний	м	30
Виліт при максимальній вантажопідйомності	м	16,5
Виліт мінімальний	м	5,6
Висота підйому при максимальному вильоті	м	80,5
Глибина опускання максимальної	м	5
Маса конструктивна	т	80,5
Маса противаги на платформі	т	30
База х колія	м	6 х 6

4.7 Техніко-економічні показники

За даними калькуляції (таблиця 4.3) визначимо наступні техніко-економічні показники для зведення монолітних конструкцій типового поверху:

1) Виробіток на один робітника в зміну по формулі 4.4:

$$B_p = \frac{V}{\sum T}, \tag{4.4}$$

де V – загальний обсяг монолітних конструкцій на типовому поверсі; V = 141 м^3;

ΣТ – сумарна трудомісткість зведення монолітних конструкцій по технологічній карті; ΣТ = 157,78 чол.-дн.

$$B_p = \frac{141}{162,4} = 0,86$$

2) Витрати праці на 1м^3 монолітного залізобетону по формулі 4.5:

$$T_0 = \frac{\sum T}{V}, \tag{4.5}$$

$$T_0 = \frac{162.4}{141} = 1,151$$

4.8 Техніка безпеки

4.8.1 Техніка безпеки при проведенні опалубних робіт

Роботи з установки й розбиранню опалубки на будівельному

майданчику виконують у строгій відповідності із правилами виробництва й приймання робіт і технікою безпеки в будівництві згідно ДБН А.3.2-2-2009.

Одночасне провадження робіт у дві й більш ярусах по одній вертикалі допускається при наявності між ними міждповерхових перекриттів.

До початку монтажу опалубку необхідно обстежити внизу на спец. майданчику.

Скупчення людей на риштованні й опалубці перекриттів не допускається.

Установку розбірно-переставної опалубки на висоті більш 1,5 м від землі або нижчележачого перекриття ведуть із риштування збірно-розбірних, що мають нагорі майданчик з огородженням висотою не менш 1,1м.

При роботі без риштування робітників постачають запобіжними поясами з карабінами й указують місця надійного закріплення запобіжного пояса.

За станом усіх конструкцій риштування, у тому числі з'єднань, кріплень і огороджень, необхідно систематичне спостереження, яке повинен здійснювати, перед початком зміни, майстер, що керує відповідною ділянкою робіт на даному об'єкті.

Установлювати кранами Г-Г- образні секції опалубок і щити велико-щитовий, можна в тому випадку, якщо елементи становлять тверду систему.

Розбирання опалубки повинна проводиться після досягнення бетоном заданої міцності. Перед початком розбирання опалубки несучих конструкцій потрібно перевірити міцність бетону. Проводиться перевірка на відсутність тріщин і інших дефектів, що можуть спричинити неприпустимі прогини або обвалення конструкції при знятті опалубки.

При розбиранні опалубки необхідно вживати заходів проти падіння елементів опалубки. Обов'язкове стропування елементів опалубки зовнішніх стін до початку демонтажу. При демонтажі об'ємно - переставної опалубки обов'язково дотримувати черговості демонтажу П образних секцій. Після демонтажу однієї П образної секції встановлювати підпірні стійки перекриттів,

після чого допускається робити демонтаж другий П образної секції.

Готування й нанесення будь-яких змащень на поверхні опалубки необхідно виконувати в спецодязі із застосуванням засобів індивідуального захисту.

Під час грози й при вітрі силою більш 6 балів роботу на висоті необхідно припинити.

4.8.2 Техніка безпеки при виробництві арматурних робіт

Елементи каркасів арматури необхідно пакетувати із урахуванням умов їх підйому, складування й транспортування до місця монтажу.

Після установці арматур в опалубку її необхідно закріпити, при цьому, перебуває на вже встановленій арматурах заборонене.

В'язати або зварювати арматури, коштуючи на прив'язаних або приварених хомутах або стрижнях, заборонене.

Арматури перед установкою в опалубку необхідно очищати від бруду сміття й окалини.

При установці арматур стін і інших вертикальних конструкцій на висоті більш 1,5м слід улаштовувати підмості з настилом шириною не менш 1 м і огородженням висотою не менш 1,1м.

Ходити по за армованому перекриттю дозволяється тільки по ходах шириною 0,3 і 0,4 м, установленим на козелках.

Заборонено зберігати запаси арматур на риштованні.

При установці арматур поблизу електричних проводів, що перебувають під напругою, слід прийняти заходи, що виключають дотик арматури до проводів.

Допуск до виробництва зварювальних робіт повинен здійснюватися після ознайомлення з технічною документацією й проведенням інструктажу з

експлуатації встаткування й охороні праці.

Перед початком електрозварювальних робіт необхідно перевірити:

- справність електрозварювального апарата й ізоляцію корпуса апарата, наявність і правильність заземлення зварювального апарата, відсутність поблизу місця зварювання легко займистих речовин.

Виконувати електрозварювальні роботи під відкритим небом під час дощу або снігопаду при відсутності навісів над електрозварювальним устаткуванням і робочим місцем електрозварювача заборонене. Довжина проведення між живильною мережею й пересувним зварювальним агрегатом для ручного дугового зварювання повинна бути більш 15 м. Не можна використовувати проведення з ушкодженої опльотки і ізоляцією.

Зварники, що працюють на висоті, повинні користуватися запобіжними поясами й вогнестійкими страхівними фалами з карабінами, мати спеціальні сумки для інструмента й збору недогарків електродів. Розкидати недогарки заборонене.

Робітників, що допомагають електрозварювачу, залежно від умов також забезпечують щитками й окулярами.

Слід регулярно перевіряти справність електрозварювальних апаратів і агрегатів, обертаючи особливу увагу на відсутність напруги на їхніх корпусах при включеному стані. При електрозварюванні плавленням електродо тримачі повинні мати простої й надійне з'єднання зі зварювальним проведенням, надійну ізоляцію й міцно затискати електрод.

При заміні електрода заборонено доторкатися до струмоведучих частин.

4.8.3 Техніка безпеки при проведенні бетонних робіт

Такелажне встаткування кранів, підйомників і тару необхідно до початку робіт випробувати відповідно до правил експлуатації.

Щодня перед початком укладання бетону в опалубку необхідно перевіряти стан тари, опалубки й засобу підмащування. Виявлені несправності слід негайно виправляти.

При укладанні бетону в опалубку за допомогою бункера потрібно звертати увагу на затвор, який повинен забезпечувати:

– щільне перекриття вигрузного отвору;
– можливість порціонного вивантаження бетонної суміші;
– вільний поворот на опорах;
– зусилля на рукоятці не більш 60Н;
– затвор повинен виключати можливість саморозвантаження бункера.

При укладанні бетонної суміші відстань від низу бункера до поверхні, на яку укладається бетон, не повинне перевищувати 1м.

Працювати з електровібраторами бетонник повинен тільки в справних гумових чоботах і рукавичках.

Проведення від розподільного щитка до вібраторів містять у захисний шланг; корпус вібратора на місці роботи обов'язково заземлюють. Щоб зробити роботу безпечної, вібратори харчують струмом низької напруги — 36...42 В.

Щодня по закінченню роботи вібратори очищають від бетонної суміші та бруду, обтирають та здають на склад; обмивати вібратор водою заборонене.

Для включення електровібраторів застосовують пристрою закритого типу; використання штепсельних розеток неприпустимо. Електричні рубильники постачають захисними кожухами й містять у ящики, що защіпаються на замок. Металеві ящики заземлюють і охороняють від влучення в них води.

Працювати з вібраторами із приставних сходів заборонене. При переході з електровібратором з одного місця на інше, а також при кожній короткочасній перерві в роботі вібратор потрібно обов'язково виключати. Не можна переміщати вібратор підтягуванням за живильне проведення.

4.8.4 Розрахунки кількості прожекторів при монтажі каркаса будинку

При відомих розмірах будівельного майданчика й нормованої освітленості на ній орієнтовне число прожекторів N може бути визначене по формулі по формулі 4.6:

$$N = m \cdot E_{\text{Н}} \cdot k \cdot \frac{A}{P_{\text{Л}}}, \tag{4.6}$$

де m – коефіцієнт, що враховує світлову віддачу джерела світла, 0,25;

$E_{\text{н}}$ – нормована освітленість горизонтальної поверхні майданчика, 30 лк;

k – коефіцієнт запасу, прийнятий для ламп розжарювання (ЛН) рівним 1,5, і для газорозрядних ламп – 1,7;

A – освітлювана площа, 3945,25 м^2;

$P_{\text{Л}}$ – потужність лампи, 1500 Вт.(ПЗС-35)

Мінімальна висота установки прожекторів над освітленою поверхнею може бути розрахована по формулі 4.7:

$$h_{\text{П}} = \sqrt{\frac{I_{\text{МАХ}}}{300}} \tag{4.7}$$

де $I_{\text{МАХ}}$ – максимальна сила світла, кд.

Для висвітлення майданчика відповідно до рекомендацій ДСТУ Б А.3.2-15:2011 виберемо до установки чотири прожекторні вишки, розташованих по кутах майданчика. З урахуванням рекомендацій таблиць 6.3…6.5, вищенаведених рекомендацій із джерел світла ухвалюємо до установки прожектора типу ПЗС-35 з дуговими ртутними лампами типу ДРЛ-700.

Нормативна освітленість ділянки для монтажу будівельних конструкцій становить $E_{н}$ = 30 лк. Тоді для її забезпечення орієнтовне число прожекторів N може бути визначене по формулі (4.8):

$$N = 0,3 \cdot 30 \cdot 1,5 \cdot \frac{3945,25}{1500} = 35,5 \quad (4.8)$$

де m = 0,3; до= 1,5 ; $A = 3945,25 м^2$; $Р_{л}$= 1500 Вт (випливає з маркування лампи).

Ухвалюємо до установки 36 прожекторів, по 6 прожектори на кожній щоглі.

Мінімальну висоту установки прожекторів на щоглах визначимо по формулі (5.2), $I_{МАХ}$ = 30000 кд

$$h_{П} = \sqrt{\frac{30000}{300}} = 10 м.$$

Далі ухвалюємо розміщення прожекторів на майданчику, по кутам периметра будівельного майданчика, на одній щоглі два прожектор, по більшій стороні два прожектори на одній щоглі, а по меншій стороні один прожектор на одній щоглі.

4.9 Вимоги пожежної безпеки

У будинках повинні бути передбачені конструктивні, об'ємно-планувальні й інженерно-технічні розв'язки, що забезпечують у випадку пожежі:

– загальну стійкість і геометричну незмінюваність будинку протягом певного часу, обумовлений його необхідним ступенем вогнестійкості;

– можливості евакуації людей, незалежно від їхнього віку й фізичного стану, назовні на прилягаючу до будинку територію (далі - назовні) до настання погрози їх життя й здоров'ю внаслідок впливу небезпечних факторів пожежі;

– тимчасове розміщення людей у колективних рятувальних пристроях, протипожежних зонах і місцях протягом часу, необхідного для їхнього порятунку;

– можливість порятунку людей безпосередньо із займаних ними приміщень будинку;

– можливість доступу особового складу протипожежних підрозділів і подачі засобів пожежогасіння до вогнища пожежі, а також проведення заходів щодо порятунку людей і матеріальних цінностей;

– нерозповсюдження пожежі на поруч розташовані будинки;

– обмеження прямого й непрямого матеріального збитку, включаючи сам будинок його вміст, при економічно обґрунтованім співвідношенні величини збитку й витрат на протипожежні заходи.

4.10 Вимоги електробезпечності

При пристрої електричних мереж на будівельному майданчику необхідно передбачати можливість відключення всіх електроустановок у межах окремих об'єктів і ділянок робіт.

Роботи, пов'язані із приєднанням (від'єднанням) проводів, ремонтом, налагодженням, профілактикою й випробуванням електроустановок, повинні виконуватися електротехнічним персоналом, що мають відповідну кваліфікаційну групу по техніці безпеки.

Приєднання до електричної мережі пересувних електроустановок, ручних електричних машин і переносних електричних світильників за

допомогою штепсельних з'єднань, що задовольняють вимогам електробезпечності, дозволяється виконувати персоналу, допущеному до роботи з ними.

Установка запобіжників, а також електричних ламп повинна виконуватися електромонтером, що застосовують засобу індивідуального захисту.

Монтажні й ремонтні роботи на електричних мережах і електроустановках повинні проводитися після повного зняття з них напруги й при здійсненні заходів щодо забезпечення безпечного виконання робіт.

При зберіганні, перевірці, видачі для роботи й експлуатації ручних електричних машин, що знижують трансформаторів, перетворювачів частоти й переносних електричних світильників повинні дотримуватися Правила техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів.

При веденні робіт поза приміщеннями у всіх випадках, а в приміщеннях - в умовах підвищеної небезпеки поразки працюючих електричним струмом необхідно застосовувати ручні електричні машини з дотриманням відповідних вимог. При роботі з електричними машинами необхідно застосовувати засобу індивідуального захисту.

При наявності особливо небезпечних умов поразки працюючих електричним струмом слід користуватися тільки електричними машинами із застосуванням діелектричних рукавичок, калош і килимків.

Переносний приймач електричної енергії (електротехнічний виріб для приєднання до джерела живлення повинен мати кабель із заземлюючої жилою й штепсельне рознімання із заземлюючим контактом, що забезпечує випереджальне замикання заземлюючого контакту при включенні й більш пізніше розмикання його при відключенні.

Металеві риштування, рейкові шляхи електричних вантажопідйомних кранів і інші металеві частини будівельних машин і встаткування з електроприводом повинні мати захисне заземлення.

Вимикачі, рубильники й інші комутаційні електричні апарати,

застосовувані на будівельному майданчику або встановлювані на виробничім будівельнім устаткуванні й машинах, повинні бути в захищенім виконанні.

Струмоведучі частини електроустановок повинні бути ізольовані, обгороджені або розміщені в місцях, не доступних для дотику до них.

Зовнішні електропроводки тимчасового електропостачання повинні бути виконані ізольованим проведенням, розміщені на опорах на висоті над рівнем землі, підлоги, настилу не менш, м:

– 2,5 - над робітниками місцями;
– 3,5 - над проходами;
– 6,0 - над проїздами.

Монтаж і експлуатація електропроводок і електротехнічних виробів повинні виключати можливість теплових проявів електричного струму, які можуть привести до загоряння ізоляції або, що поруч перебувають горючих матеріалів.

Захист електричних мереж і електроустановок будівельних майданчиків від струмів міжфазного короткого замикання й замикання на корпус, повинна бути забезпечена за допомогою установки запобіжників з каліброваними плавкими вставками або автоматичних вимикачів.

Світильники загального висвітлення, приєднані до джерела живлення (електромережі) напругою 127 і 220 В, повинні встановлюватися на висоті не менш 2,5 м від рівня землі, підлоги, настилу. При висоті підвісу менш 2,5 м світильники повинні приєднувати до мережі напругою не вище 42 В.

При роботах в особливо небезпечних умовах повинні застосовуватися переносні світильники напругою не вище 12 В.

4.11 Розрахунки вогнестійкості залізобетоної колони

Розрахунки вогнестійкості залізобетоної колони проводиться по втраті

несучої здатності та по прогріву поверхонь, що не обігріваються колони до неприпустимої температури.

Момент часу впливу пожежі, після закінчення якого, температура на поверхні конструкції досягає не припустимого рівня або несуча здатність знизиться до величини коли діючі на конструкцію навантаженння конструкції досягає неприпустимого рівня, це характеризує розрахункову вогнестійкість конструкції.

При розрахунках конструкції на вогнестійкість вирішують два завдання: теплофізичну та міцністю.

Результати рішення теплофізичного розрахунку служать вихідними даними для наступного вирішення міцнистного завдання вогнестійкості: визначення зміни несучої здатності конструкцій у різні моменти часу та впливу пожежі.

4.11.1 Теплофізичне завдання вогнестійкості

Визначення товщини шару бетону нагрітої до температури 450°С.

Товщина шарів $б_{т.х}$ і $б_{т.}$у прямокутних перетинів, що обігріваються із усіх чотирьох сторін, обчислюють по формулі (4.9),(4.10):

$$\delta_{m.x} = \left(0{,}4_{bx} + R\sqrt{\alpha_{np}}\right)\left(1 - \xi_x\right) \tag{4.9}$$

$$\delta_{m.y} = \left(0{,}4_{by} + R\sqrt{\alpha_{np}}\right)\left(1 - \xi_y\right) \tag{4.10}$$

т.к. завдання вирішується для квадратної колони 400×400, те $\delta_{т.х.=}\ \delta$

Значення $\xi_x = \xi_в$ (на початку випадку) визначають по кривих залежно від значення критерію Фур'є $F_{ox} = F_{oy}$ і параметрів $O_x = O_y$ по формулі (4.11), (4.12):

$$F_{ox} = F_{oy} = \frac{\alpha_{np} * \tau}{\left((0{,}5bx(y)) + R\sqrt{\alpha_{np}}\right)^2} \qquad (4.11)$$

$$O_x = O_y = \frac{1250 - T_b}{1250 - T_H} + \frac{(T_b - T_{б.кр})(T_b - T_H)}{(T_b - T_y x(y))(1250 - T_H)} \qquad (4.12)$$

$Тц._{x(y)}$ – температура в центрі необмеженої пластини, відповідно товщиною b_x і b_y за умови її обігріву із двох сторін.

$Тц._{x(y)} = 1250 – (1250 – Т_н) O_{y.x(y)}$;

Вихідні дані:

$b_x = b_y = 0{,}5$м – розміри перетину колони;

$Т_н = 20°С$ – початкова температура колони;

(= 1година - час горіння;

$Т = 450°С$ - кінцева температура

$U_н = 3$ % - волога конструкції

d = 0 - для конструкції, що обігрівається з 4-х сторін

х = в = 0,1 м - відстань від близьких граней, що обігріваються, перетину до розрахункової крапки.

$O_{y.x(y)} = 1$; $Ту._{x(y)} = 1250 – (1250 – 20) \times 1 = 20°$

$$O_x = O_y = \frac{1250 - 400}{1250 - 20} + \frac{(700 - 600)(400 - 20)}{(400 - 20)(1250 - 20)} = 0{,}77$$

$Тб._{кр} = 600$ - критична температура нагрівання бетону в сталевих елементах;

$\alpha_{пр}$ - наведений коефіцієнт температуропровідності, $м^{2/}2$: по формулі (4.13):

$$\alpha_{пр} = \frac{\lambda_{т.ср} * m}{\left(C_{т.ср} + 0{,}05U_{Н}\right)\rho_0} = \frac{0{,}89 * 3{,}6}{\left(0{,}71 + 0{,}05 * 3\right)2250} = 0{,}0017 м^2 / 2 \qquad (4.13)$$

$\lambda_{т.порівн.}$, $C_{т.ср}$ - середні значення коефіцієнтів теплопровідності й теплоємності;

m - переказний коефіцієнт;

$$F_{ox} = F_{oy} = \frac{0{,}0017 * 1}{\left(0{,}4 * 0{,}4 + 0{,}65\sqrt{0{,}0017}\right)^2} = 0{,}049$$

R = 0,65 - коефіцієнт (по таблиці).

За знайденими значенням $F_{ox} = F_{oy}$ і $O_x = O_y$ по кривим $\xi_x = \xi_y$ знаходимо значення цих параметрів $\xi_x = \xi_в = 0{,}35$.

Т.О. товщина шуканих шарів рівна:

$$\delta_{т.x} = \delta_{т.y} = \left(0{,}5 * 0{,}5 + 0{,}65\sqrt{0{,}0017}\right)\left(1 - 0{,}35\right) = 0{,}12 м$$

Висновок: за 1 годину горіння до температури 450°С прогрівається шар товщиною 120мм.

І. 2. Розрахунки температури $Тх._в$ арматурного стрижня колони, що обігрівається із чотирьох сторін.

$$T_{x.y} = T_b = -\frac{\left(T_b - T_y\right)\left(T_b - T_x\right)}{T_b - T_H} \qquad (4.14)$$

$$T_{x(y)} = 1250 - \left(1250 - T_H\right)\left[erf\frac{R + \left(x + R, d\right)/\sqrt{\alpha_{пр}}}{2\sqrt{\tau}} + erf\frac{R + b_x - \left(x + R, d\right)/\sqrt{\alpha_{пр}}}{2\sqrt{\tau}} - 1\right] \qquad (4.15)$$

$$T_{x(y)} = 1250 - \left(1250 - 20\right)\left[erf\frac{0{,}65 + \left(0{,}1 + 0{,}35 * 0\right)/\sqrt{0{,}0017}}{2\sqrt{1}} + erf\frac{0{,}65 + 0{,}5 - \left(0{,}1 + 0{,}35 * 0\right)/\sqrt{0{,}0017}}{2\sqrt{1}} - 1\right]$$

$T_{x(y)} = 1250 - 1230\ [0{,}97059 + 0{,}66378 - 1] = 470°С$

Висновок: температура арматурного стрижня через 1 годину горіння - 470°С

4.11.2 Міцностне завдання вогнестійкості

Перетин колони 400×400, висота – 3.4 м, бетон С20/25, $R_{\delta}^{н}$ = 35 мПа, відсоток армування μ = 0,4, нормативне навантаження NH = 185 кН.

Знаходимо значення коефіцієнта поздовжнього вигину:

$L_0 = 1 = 3.4$ м; $I_0 / b_T = 3.4 : 0,4 = 15 \rightarrow \varphi = 0,81 \frac{N_H}{\varphi} = \frac{185}{0,81}$

NH : φ = 228 кН

Розрахункова межа вогнестійкості для колони перетином 400×400, армованою сталлю одного класу визначається по формулі 4.16:

$$П_{ср} = 5A\exp\left[-(0,00151 - 0,00005\mu)\frac{N_H}{\varphi}\right] \qquad (4.16)$$

$П_{ср}$ = 5 * 1,45 * exp [-(0,00151 - 0,00005*0,5) 228] = 4,65 години

Висновок: межа вогнестійкості ЗБ колони перетином 400*400, висотою 3.4 м з бетону класу С20/25 - 4,65години.

ВИСНОВКИ

1. Головна перевага монолітних будівель над рештою - це відсутність швів між різними конструкціями будівлі. Грубо кажучи, монолітна будівля є цільною залізобетонною «глибою», що забезпечує високу жорсткість каркаса і

можливість створювати висотні будівлі. Крім того, монолітна конструкція має високу сейсмостійкість, так як висока жорсткість каркаса зводить до мінімуму схильність до тріщиноутворення. У монолітних будинках існує можливість перепланування приміщень у період експлуатації без ризику пошкодження несучих конструкцій, а також висока якість поверхонь стін та стель, що знижує обсяги оздоблювальних робіт. Також значний плюс - менша по відношенню до цегляних будівель (на 15-20%) маса.

З недоліків можна відзначити цей метод будівництва дуже затратний і трудомісткий, потребує дорогого обладнання, великої кількості робітників та інженерів високої кваліфікації. Монолітна стіна має високу теплопровідність і тому потребує утеплення. Також стінам характерна відсутність паропроникності, тобто стіни не дихають і це обов'язково потрібно компенсувати примусовою вентиляцією.

2. Таким чином, монолітне та збірно-монолітне домобудівництво отримує подальший розвиток і стає домінуючим методом у загальній структурі малоповерхового будівельного комплексу. Цьому сприяють освоєння нових технологій, використання сучасних опалубних систем та комплексної механізації та індустріалізації технологічних процесів приготування, доставки, подачі та укладання бетонної суміші та ін.

3. Досліджені технологічні процеси монолітного будівництва залізобетонних споруд, проалізовано сучасні дослідження технологій монолітного будівництва залізобетонних споруд, поставлена мета і завдання досліджень.

4. Досліджені сучасні методи технлогічних процесів монолітного будівництва залізобетонних споруд, технологічні рішеня будівництва вертикальних монолітних залізобетонних споруд, технологічні процеси методами технічного нормування (хронометражу).

5. Застосовані методи: операційних досліджень, когнітивної структуризації знань, системного аналізу, теорії ухвалення рішень і методів

лінійного і нелінійного програмування, математичні методи планування експерименту, використовувані в дослідженнях

6. Розроблена програма автоматизованого розрахунку організаційно-технологічних параметрів бетонування залізобетонних споруд залежно від виду бетонованих конструкцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Міщук Д. Модульний принцип побудови будівельного робота / Д. Міщук, В. Волянюк, Є. Горбатюк // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. - 2017. - Вип. 89. - С. 90-97. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/gbdmm_2017_89_13.

2. Міщук Д.О. Одноківшевий екскаватор з просторово-орієнтованою стрілою /Д.О.Міщук, Є.В. Горбатюк, О.А. Тетерятник // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. – Випуск 148. – 2014. – С. 43-48.

3. Пелевін Л.Є. Гідравліка, гідромашини, гідропневмоавтоматика: Підручник / Л.Є. Пелевін, Д.О. Міщук, В.П. Рашківський, Є.В.Горбатюк, Г.О. Аржаєв, В.Ф. Красніков. –Київ : КНУБА. – 2015. – 340 с.

4. Міщук Д.О. Підвищення ефективності маніпулятора за рахунок оптимального керування / Д.О. Міщук // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. – №85. – 2015. – С. 43-50.

5. Міщук Д.О. Планування траєкторії руху маніпулятора будівельного робота // Матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції «Енергоощадні машини і технології». – 29 вересня – 1 жовтня. – 2015. – С. 46-47.

6. Офіційний сайт компанії “Kajima” https://www.kajima.co.jp/english/tech/smart_future_vision/index.html (Дата звернення:

7. Офіційний сайт компанії “Husqvarna” https://www.husqvarnacp.com/int/machines/demolition-robots/ (Дата звернення: 27.09.2019).

8. Офіційний сайт компанії “ Boston Dynamics” https://www.bostondynamics.com (Дата звернення: 27.02.2019).

9. Офіційний сайт компанії “Autodesk ” https://www.autodesk.com/ (Дата звернення: 27.09.2019).

10. Офіційний сайт організації “International Federation of Robotics” https://ifr.org/ (Дата звернення: 27.02.2019).

11. Притула С.Ф. Технологія будівельних процесів: навчальний посібник / С.Ф. Притула– Київ : ІЗМН, 2016. – 140 с.

12. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві: Основні положення : ДБН А.3.2-2-2009. – [Чинний від 2012-04-01]. – Київ : Держстандарт України, 2012. -94 с. – (Національні стандарти України).

13. Загальні технічні умови. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій: Основні положення : ДСТУ 3760:2006. – [Чинний від 2007-10-01]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2007. -28 с. – (ISO 6935-2:1991, NEO).

14. Склад та зміст проектної документації на будівництво: ДБН А.2.2-3-2012. – [Чинний від 2012-07-01]. – К.иїв : Держстандарт України, 2012. – 29 с. (Національні стандарти України).

15. Система проектної документації для будівництва. : Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень.: ДСТУ Б А.2.4-7:2009. – [Чинний від 2009-01-24]. – Київ : Держстандарт України, 2009. – 75 с. – (Національний стандарт України).

16. Система проектної документації для будівництва. Правила виконання ескізних креслень загальних видів нетипових креслень.: ДСТУ Б А.2.4-10:2009. – [Чинний від 2009-01-24]. – Київ : Держстандарт України, 2009. – 8 с. – (Національні стандарти України).

17. Бухгалтерський облік в Україні. Навч. посібник. За ред. Р.Л. Хом’яка. – 2-ге вид., доп. і перероб. – Львів: Національний університет “Львівська політехніка”, 2003. – 820 с.

18. Бухгалтерський фінансовий облік. Підручник / За ред. проф. Ф.Ф. Бутинця. – Житомир: ЖІТІ, 2000. – 608 с.

19. Гаєвський Б.А. Основи науки управління: Навч. посібник. – Київ : Мауп. – 1997. – 112 с.

20. Головацька С.І. Облік і контроль витрат на виконання робіт в підрядних будівельних організаціях (на матеріалах підрядних будівельних організацій споживчої кооперації): дис. кандидата екон. наук: 08.06.04 / Головацька Світлана Іванівна. – Львів, 2019. – 199 с.

21. Горностаєва В.М. Система внутрішньої звітності центрів відповідальності на торгівельних підприємствах // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Обліково-аналітичні системи: глобальний і національний аспекти", 16 – 17 травня 2006 року. – Полтава: РВЦ ПУСКУ, 2006. – Ч. 1. – 296с.

22. Грабова Н.М. Теорія бухгалтерського обліку: 2001: Навч. посібник / Під ред. М.В. Кужельного. - 6-те вид. – Київ : А.С.К., 2001. – 272 с.

23. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва– [Чинний від 2012-07-01]. – Київ : Держстандарт України, 2016. – 29 с. (Національні стандарти України).

24. Склад та зміст проектної документації на будівництво: ДБН А.2.2-3-2012. – [Чинний від 2012-07-01]. – Київ : Держстандарт України, 2012. – 29 с. (Національні стандарти України).

25. Система проектної документації для будівництва. : Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень.: ДСТУ Б А.2.4-7:2009. – [Чинний від 2009-01-24]. – Київ : Держстандарт України, 2009. – 75 с. – (Національний стандарт України).

26. Система проектної документації для будівництва. Правила виконання ескізних креслень загальних видів нетипових креслень.: ДСТУ Б А.2.4-10:2009. – [Чинний від 2009-01-24]. – Київ : Держстандарт України, 2009. – 8 с. – (Національні стандарти України).

27. Система проектної документації для будівництва. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів: ДСТУ Б В.1.2-3:2006. – [Чинний від 1 січня 2007]. – Київ : Держстандарт України, 2007. – 14 с. – (Національні стандарти України).