МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО- НАУКОВИЙ ІСТИТУТ ім. Ю.М. Потебні
Кафедра Промислове та цивільне будівництво
(повна назва)

Кваліфікаційна робота

рівень вищої освіти Магістр
(рівень вищої освіти)

На тему: Удосконалення сучасних організаційно-технологічних рішень монолітного будівництва

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1923 –пцб- дн
Андрієнко Андрій Анатолійович .
(прізвище та ініціали)

спеціальність
192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

освітньо-професійна програма
промислове і цивільне будівництво
(шифр і назва)

Керівник проф., д.т.н. Арутюнян І.А.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент_____
(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 магістерський
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(код таі назва)
Освітня програма «Промислове і цивільне будівництво»
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
«04» 09 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ

Андрієнко Андрій Анатолійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Удосконалення сучасних організаційно-технологічних рішень монолітного будівництва
керівник роботи Арутюнян Ірина Андріївна, д.т.н.,доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від «30» 09 2024 року
№ 1486-с
2 Строк подання студентом роботи грудень 2024
3 Вихідні дані до роботи нормативно-технічні та наукові джерела, які висвітлюють проблему вибраної тематики
4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Дослідження технологічних процесів монолітного будівництва залізобетонних споруд. 2. Сучасні методи досліджень технологічних процесів монолітного будівництва залізобетонних споруд. 3. Розробка алгоритму і програми автоматизованого розрахунку змінного завдання для бригади бетонувальників при бетонуванні монолітних споруд.
5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 8 листів

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Арутюнян І.А.		
Розділ 2	Арутюнян І.А.		
Розділ 3	Арутюнян І.А.		

7 Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Дослідження технологічних процесів монолітного будівництва залізобетонних споруд	з 01.09.2024 по 30.10.2024	
2	Сучасні методи досліджень технологічних процесів монолітного будівництва залізобетонних споруд	з 01.11.2024 по 30.11.2024	
3	Розробка алгоритму і програми автоматизованого розрахунку змінного завдання для бригади бетонувальників при бетонуванні монолітних споруд	з 01.12.2024 по 01.02.2025	

Студент _____ А.А. Андрієнко
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту) _____ І.А. Арутюнян
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

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

АНОТАЦІЯ

Андрієнко А.А. Удосконалення сучасних організаційно-технологічних рішень монолітного будівництва.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник І.А. Арутюнян, Інженерний навчально-науковий інститут Запорізького національного університету, 2024.

У магістерській роботі проведено дослідження, яке присвячене оптимізації технології бетонування залізобетонних споруд в залежності від виду бетонованих конструкцій.

Досліджено технологічні процеси монолітного будівництва залізобетонних споруд, проалізовано сучасні дослідження технологій монолітного будівництва залізобетонних споруд, поставлена мета та завдання досліджень. Досліджено сучасні методи технлогіческіх процесів монолітного будівництва залізобетонних споруд, технологічні рішеня будівництва вертикальних монолітніх залізобетонних споруд, технологічні процеси методами технічного нормування (хронометражу). Застосовані методи: операційних досліджень, когнітивної структуризації знань, системного аналізу, теорії прийняття рішень і методів лінійного та нелінійного програмування, математичні методи планування експерименту, що використовуються в дослідженнях

Розроблено програму автоматизованого розрахунку організаційно-технологічних параметрів бетонування залізобетонних споруд в залежності від виду бетонованих конструкцій

Ключові слова: організаційно-технологічні рішення, монолітне будівництво, монолітні конструкції, технологічні процеси.

ABSTRACT

Andrienko A.A. Improvement of Modern Organizational and Technological Solutions of Monolithic Construction.

Qualifying final work for the receipt of degree of higher education of master's degree after speciality 192 is Building and civil engineering, scientific leader I.A. Arutiunian, Engineering educational-scientific institute of the Zaporizhzhya national university, 2024.

In the master's thesis, a study was carried out on the optimization of the technology of concreting reinforced concrete structures depending on the type of concrete structures.

The technological processes of monolithic construction of reinforced concrete structures have been investigated, modern studies of technologies of monolithic construction of reinforced concrete structures have been implemented, the goals and objectives of research have been set. Modern methods of technical processes of monolithic construction of reinforced concrete structures, technological solutions for the construction of vertical monolithic reinforced concrete structures, technological processes by methods of technical standardization (timing) have been investigated. Applied methods: operational research, cognitive structuring of knowledge, system analysis, theory of decision-making and methods of linear and nonlinear programming, mathematical methods of experiment planning used in research

A program of automated calculation of organizational and technological parameters of concreting reinforced concrete structures depending on the type of concreted structures has been developed.

Keywords: organizational and technological solutions, monolithic construction, monolithic structures, technological processes.

ЗМІСТ

ВСТУП…… 8
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ МОНОЛІТНОГО БУДІВНИЦТВА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ СПОРУД……... 9
1.1 Аналіз сучасних досліджень технологій монолітного будівництва залізобетонних споруд……..…. 9
1.2 Аналіз систем незнімної опалубки……43
1.3 Аналіз технологій зведення будівель і споруд в ковзаючій опалубці……50

2 СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ МОНОЛІТНОГО БУДІВНИЦТВА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ СПОРУД…….…….67
2.1 Дослідження технологічних процесів методами технічного нормування (хронометражу)……67
2.2 Застосування методів: операційних досліджень, когнітивної структуризації знань, системного аналізу, теорії ухвалення рішень і методів лінійного і нелінійного програмування…….……72
2.3 Математичні методи планування експерименту, використовувані в дослідженнях……77

3 РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ І ПРОГРАМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗРАХУНКУ ЗМІННОГО ЗАВДАННЯ ДЛЯ БРИГАДИ БЕТОНУВАЛЬНИКІВ ПРИ БЕТОНУВАННІ МОНОЛІТНИХ СПОРУД……81
3.1 Різновиди конструкцій, що бетонуються……..….81
3.2 Розробка методу автоматизованого розрахунку організаційно-технологічних параметрів бетонування залізобетонних споруд……83

3.3 Програма автоматизованого розрахунку організаційно-технологічних параметрів бетонування залізобетонних споруд залежно від виду бетонованих конструкцій……..87

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ……97

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……...98

ВСТУП

В Україні існує проблема суттєвого підвищення ефективності бетонування залізобетонних споруд. В існуючих нормативних документах ДБН та інших нормативні показники трудомісткості виробництва робіт по: встановленню опалубки, арматурних каркасів і укладання бетонних сумішей не враховують: об’єми робіт, види бетонувальних конструкцій, в залежності від їх товщини, площі, масивності тощо. А при вкладанні бетонних сумішей не враховується характеристика рухомості бетоної суміші (литі, малорухливі, жорсткі, особоливожорсткі).

З огляду на глобальні тенденції до зниження використання ресурсів, оптимізація організаційно-технологічних процесів в монолітному будівництві сприяє економії матеріалів та енергії. Це, у свою чергу, веде до зниження вартості будівництва та покращення екологічної стійкості проектів.

Впровадження новітніх технологій, таких як BIM (Building Information Modeling), автоматизація процесів та використання дронів для моніторингу будівельних майданчиків, дає можливість підвищити точність, контроль якості та безпеку на всіх етапах будівництва. Ці технології також полегшують управління проектами, забезпечуючи кращу координацію між учасниками процесу.

Монолітне будівництво вимагає досконалої організації робіт для досягнення високих стандартів якості. Удосконалення організаційних рішень дозволяє мінімізувати ризики помилок, забезпечити точність виконання і підвищити надійність конструкцій.

Оптимізація організаційно-технологічних процесів в монолітному будівництві може значно знизити витрати на будівництво, що є критично важливим для інвесторів і девелоперів. Це дозволяє більш ефективно розподіляти ресурси і підвищити прибутковість проектів.

Таким чином, удосконалення сучасних організаційно-технологічних

рішень в монолітному будівництві є актуальним напрямком, що спрямований на підвищення ефективності, якості та стійкості будівельних проектів у сучасних умовах.

В магістерській роботі необхідно провести дослідження технологій бетонування залізобетонних конструкцій в залежності від їх різновиду та призначення з використанням методів технічного нормування (хронометражу).

Збільшення обсягів будівництва, особливо в міських районах, вимагає ефективних і надійних методів. Монолітне будівництво дозволяє забезпечити високу швидкість виконання робіт при одночасному дотриманні вимог до якості і довговічності будівель.

Метою дослідження є розробка та обґрунтування ефективних організаційно-технологічних рішень для монолітного будівництва, спрямованих на підвищення якості, швидкості та економічності будівельних процесів, а також на забезпечення їх відповідності сучасним вимогам екологічної безпеки та стійкості. Дослідження передбачає впровадження інноваційних підходів і технологій, що дозволяють оптимізувати управління ресурсами, знизити витрати і покращити координацію між усіма учасниками будівельних проектів.

Для досягнення поставленої мети було сформульовані наступні завдання:

- Дослідити технологічні процеси монолітного будівництва залізобетонних споруд.
- Вивчити сучасні методи досліджень технологічних процесів монолітного будівництва залізобетонних споруд.
- Розробити алгоритм автоматизованого розрахунку змінного завдання для бригади бетонувальників при бетонуванні монолітних споруд, в залежності від виду конструкції, що бетонується.
- Розробити програмно-автоматизований розрахунок організаційно-технологічних параметрів бетонування залізобетонних споруд залежно від виду бетонованих конструкцій

Об’єкт дослідження: Організаційно-технологічні процеси у монолітному будівництві, що включають планування, управління ресурсами, виконання будівельних робіт, та контроль якості на різних етапах реалізації будівельних проектів.

Предмет дослідження: Методи і засоби удосконалення організаційно-технологічних рішень у монолітному будівництві, зокрема впровадження інноваційних технологій, нових матеріалів, оптимізація процесів та управління проектами, а також їх вплив на ефективність, якість і економічність будівельних проектів.

Методи дослідження. Огляд та критичний аналіз наукової літератури, нормативних документів, а також передового досвіду в галузі монолітного будівництва. Це дозволяє ідентифікувати існуючі проблеми, тенденції та напрямки розвитку організаційно-технологічних рішень. Проведення лабораторних і польових експериментів для тестування новітніх матеріалів, конструктивних рішень та технологій. Це включає вивчення фізико-механічних властивостей матеріалів, перевірку надійності конструкцій, тестування нових методів організації будівельних робіт. Розробка та застосування математичних моделей для прогнозування часових і ресурсних витрат при реалізації будівельних проектів. Це включає моделі для оптимізації графіків робіт, розрахунку необхідних ресурсів, оцінки ризиків і можливих затримок. Застосування системного підходу для комплексного аналізу взаємозв’язків між різними елементами організаційно-технологічних рішень. Це дозволяє розробити цілісні стратегії оптимізації процесів на основі інтеграції різних технологій та інновацій. Вивчення конкретних прикладів реалізації будівельних проектів з використанням монолітних технологій. Аналіз успішних та невдалих проектів дозволяє виявити ключові фактори успіху та можливі помилки, що допомагає розробити рекомендації щодо вдосконалення організаційно-технологічних рішень.

Ці методи дослідження в комплексі дозволяють отримати всебічну картину поточного стану монолітного будівництва, визначити шляхи його

удосконалення і запропонувати нові, ефективніші організаційно-технологічні рішення.

Наукова новизна. Вперше запропоновано інтегровані організаційно-технологічні рішення, що поєднують сучасні цифрові технології (BIM, автоматизовані системи управління будівельними процесами, дрони для моніторингу) з традиційними методами монолітного будівництва, що дозволяє суттєво підвищити ефективність та знизити ризики у будівельних проектах.

Запропоновано нові методи організації логістики та управління матеріальними ресурсами на будівельних майданчиках, які дозволяють зменшити витрати матеріалів, енергії та робочої сили, забезпечуючи тим самим економічну вигоду і екологічну стійкість.

Розроблено нові математичні моделі для прогнозування часових і ресурсних параметрів монолітного будівництва, які враховують сучасні вимоги до безпеки, якості і екологічних стандартів. Це дозволяє підвищити точність планування та ефективність виконання будівельних робіт.

В рамках дослідження запропоновано інноваційні організаційно-технологічні рішення, що враховують останні тенденції в сфері екологічного будівництва, зокрема використання екологічно безпечних матеріалів та технологій, що сприяють зменшенню впливу будівельної діяльності на навколишнє середовище.

На основі проведених експериментальних досліджень запропоновано використання новітніх матеріалів та технологій, що дозволяють збільшити довговічність та міцність монолітних конструкцій, а також знизити їхню вартість і терміни зведення.

Наукова новизна також полягає у впровадженні нових підходів до інтеграції учасників будівельного процесу (інженерів, архітекторів, будівельників, менеджерів) через застосування цифрових платформ і технологій, що забезпечують більш ефективну комунікацію і співпрацю.

Таким чином, новизна дослідження визначається розробкою і впровадженням нових підходів та технологій, які дозволяють суттєво

підвищити ефективність, якість і екологічну безпеку монолітного будівництва, а також забезпечити відповідність сучасним вимогам ринку та міжнародним стандартам.

Практичні результати. Завдяки проведеним дослідженням були запропоновані нові методи підбору та використання будівельних матеріалів, які забезпечують економію ресурсів без втрати якості. Це включає використання високоефективних сумішей бетону, що скорочує витрати матеріалів та енергії на їх виробництво. Створено практичні рекомендації щодо оптимізації організації будівельного майданчика, включаючи логістику, розташування техніки та матеріалів, що забезпечує підвищення продуктивності праці і зменшення простоїв.

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ МОНОЛІТНОГО БУДІВНИЦТВА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ СПОРУД

1.1 Аналіз сучасних досліджень технологій монолітного будівництва залізобетонних споруд

Збірно-розбірні опалубки багатократного застосування залежно від призначення повинні відповідати вимогам з допустимих навантаженнях конструктивной міцності, надійності і довговічності, мати високі механічні властивості.

Матеріал, вживаний для виготовлення опалубки, істотно впливає як на технічні характеристики, так і на вартість, В основному це оцинкованная або сталь, що гальванізується, з порошковим покриттям, яке не лише захищає сталь від корозії, але і забезпечує швидке очищення опалубки в процесі експлуатації. Сталь, як відомо, володіє високою здатністю, що несе, добру опірністю деформаціям.

Окрім сталі, для виробництва опалубних систем застосовується сплав алюмінію і кремнію (для підвищення міцнісних характеристик). Алюміній - легкий, міцний і стійкий до дії агресивного середовища металу, але схильний до корозії. Тому алюмінієвим елементам опалубки потрібна спеціальна антикорозійна обробка. Використання принципу екструзії для їх виробництва дозволяє домогтися необхідної жорсткості конструкції. Алюмінієва опалубка легше сталевої в три рази, що істотно зменшує вартість і трудомісткість транспортування і монтажу.

Сучасні опалубні системи можна класифікувати за різними критеріями. По області застосування - опалубки для стін, перекритів, колон, ліфтових шахт та ін. Цього вистачає умовні ділення, оскільки за допомогою опалубних систем для стін можна виготовляти і колони. Розроблені також і багатофункціональні,

універсальні опалубки. По конструктивних особливостях опалубки можуть бути рамними або балочними.

Для виконання спеціальних завдань застосовують: опалубку для кільцевих стін зі змінюваним радіусом, переставну, тунельну, односторонню та ін.

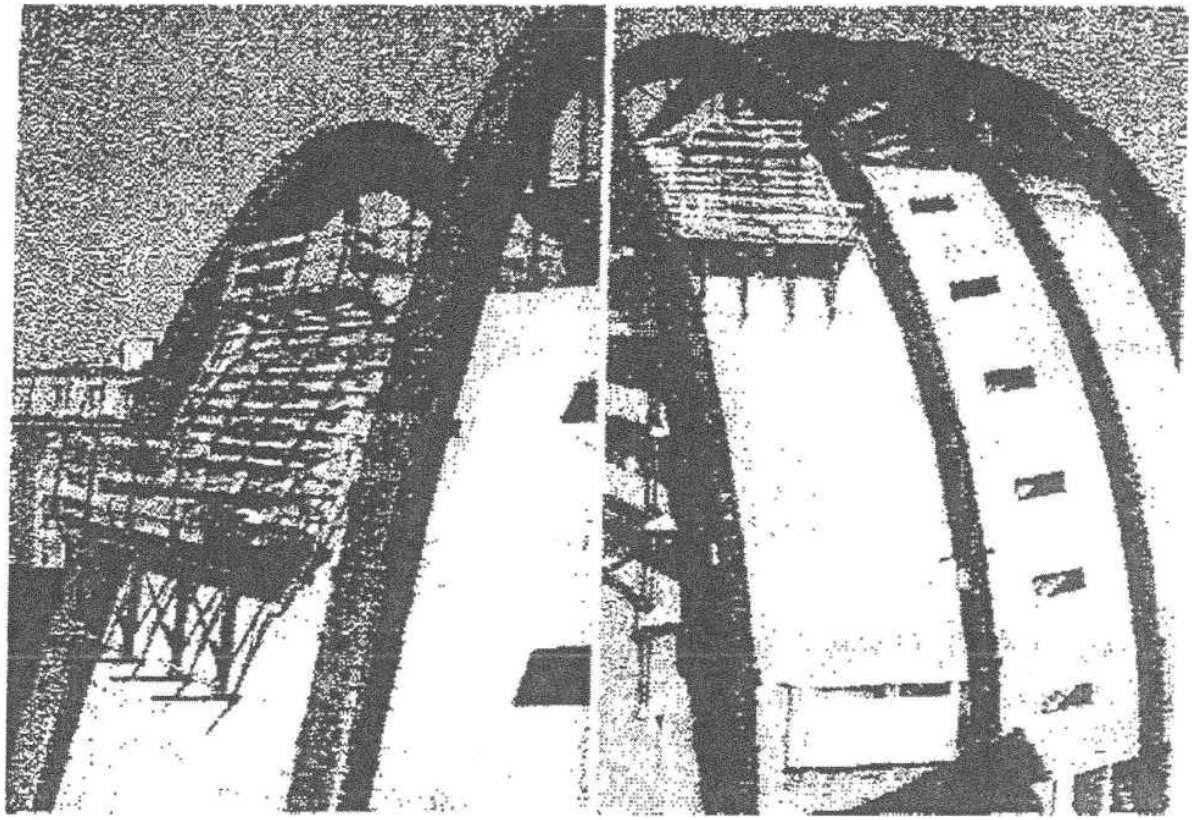


Рисунок 1.1 - Собор Святого Мартіна. Пиетросанта. Італія

Реконструкція собору і забезпечення безпеки експлуатації споруди, створення основи для майбутньої санації. Підтримка зведень шарнірними ригелями PERI GRV і балками-фермами GT 24. Навантаження від ригелів GRV передаються через опори HD200 на стійки MULTIPOR. Настил для реставрації стелі і монтажу ригелів GRV створювався з балок-ферм GT 24 і тришарової фанери.

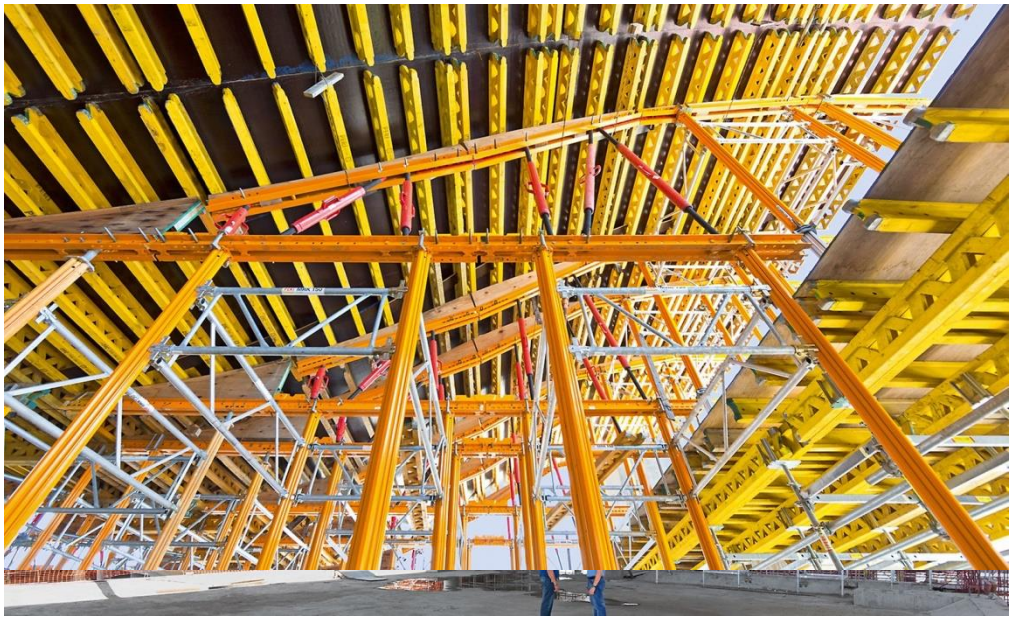


Рисунок 1.2 - Нова штаб-квартира Банку Буенос-Айресу. Буенос-Айрес, Аргентина

Стандартизована система будівельних систем, а також планування і постачання опалубки та будівельних рішень робить рішення завдяки системам PERI RUNDFLEX, рентабельними порівняно зі стандартними системами та гнучкими в використанні будівництва найрізноманітніших об`єктів. VARIOKIT та MULTIPROP компоненти утворюють сумісну систему для рухливих столів перекриття. Зокрема відповідно до геометричних форм система PERI UP Rossett Flex може бути оптимально адаптована для задоволення різних конструктивних потреб.



Рисунок 1.3 - Комплекс будівель Сквайр. Франкфурт на Майні. Німеччина

Використання набору лісів PERI UP, що забезпечують підвищену безпеку ведення робіт. Т-подібна рама системи PERI UP Flex Stair 100/125 включає підіймаючу на наступний ярус стійку, яка при монтажі на ярусі, що пролягає нижче, відразу піднімає перила верхнього поверх.



Рисунок 1.4 - Житловий будинок. Відень. Австрія

Завдяки системі SKYDECK, в цьому проекті було здобуто ідеальне перекриття для раннього демонтажу, а також за допомогою стінової опалубки MAXIMO було прискорено на 25 відсотків процес будівництва цього проекту.

За допомогою систем опалубки PERI MAXIMO та SKYDECK стіни та плити були зведені значно швидше. Таким чином, з одного боку було досягнуто економії часу, з іншого – була використана технологія анкеровки MX, що дозволяє встановлювати тяжі з одного боку. Сама анкеровка складається з MX тяжів та шарнірних гайок.

Кожний отвір з’єднання в панельній системі MAXIMO задіяний, таким чином непотрібно впевнюватися, що незадіяні отвори закриті пробками. Це виключає наявність джерела допущення помилок та послідуючих перероблень.

Добре продумане розташування самих елементів у панельній опалубці MAXIMO зробило систему цілісною як в горизонтальному, так і у вертикальному вигляді. Таким чином можна було досягти рівності та привабливого вигляду стін при житловому будівництві.

Міжповерхневі плити зазвичай зводилися за допомогою легкої опалубки SKYDECK. Зручні розміри та незначна вага окремих алюмінієвих елементів у

системі забезпечували легкість робіт. Завдяки використанню системи падаючої голівки, панелі та головні балки могли бути демонтовані раніше ніж перекриття набере 70 % міцності.

Для нижніх балконних плит балконів було обрана система опалубки MULTIFLEX, яка спирається на башти MULTIPROP, що задовольнило вимоги до якості бетонної поверхні і безпеки виконання робіт. Система одночасно виконувала роль консольної опалубки та несучих риштувань.

Основні опалубні системи та матеріали проектів

MAXIMO – опалубка для стін



Рисунок 1.5 - Опалубка MAXIMO з анкерною системою MX



Рисунок 1.6 - Анкерне кріплення з пружинним шплінтом, та значенням товщіни стіни відзначеному на тяжі



Рисунок 1.7 - Анкери MX 15 або MX 18

PERI технологія одностороннього встановлення тяжів MX значно спрощує роботу з системою MAXIMO. Монтаж та демонтаж цієї опалубки здійснюється значно швидше, незважаючи на те, що в процесі задіюється менше число робочих процесів, ніж при роботі з традиційними системами. З огляду на інноваційну технологію встановлення тяжів та оптимальне число отворів під них витрачений час на складання скорочується до 50%.

Інноваційні анкери системи MX мають конічну форму і не потребують використання дистанційних трубок або конусних елементів. Точки встановлення анкерів на всіх деталях опалубки розташовуються по центру, завдяки чому кількість необхідних анкерів зменшується приблизно на 40%. Використовується кожен отвір для анкерного болта, немає необхідності в периферійно розташованих анкерах

Вся робота з системою здійснюється з одного боку, що максимально зменшує трудомісткість та значно економить робочий час і ресурси. Крім того, розташовані по центру отвори під тяжі забезпечують симетричний візерунок як по горизонталі, так і по вертикалі.

Замок BFD, встановлюється однією рукою що дозволяє виконати всі з'єднання елементів рівними та щільними.

Порошкове покриття щитів запобігає налипанню бетону і, тим самим, спрощує очищення опалубки.

Підвищений ступінь захисту від корозії завдяки спеціальному покриттю прихованих порожнин і внутрішніх поверхонь профілів.

Технічні характеристики:

- Система кріплення: Одностороння конічна система анкерування MX 15 і MX 18
- Товщина стіни: 15-60 см
- Максимальний тиск свіжозалитого бетону: 80 кН / м²
- Висота елементів: 2,70 м | 3,00 м | 3,30 м | 3,60 м
- Висота добірних елементів: 0,30 м | 0,60 м | 0,90 м | 1,20 м
- Ширина елементів: 0,30 м | 0,45 м | 0,60 м | 0,90 м | 1,20 м | 2,40 м
- Сумісність: TRIO, RUNDFLEX, RUNDFLEX Plus, SRS
- Техніка безпеки: Платформи MXP, системи консолей MXK, платформи для бетонування TRIO, консолі TRG 80.

SKYDECK – Опалубка для перекриттів



Рисунок 1.8 - SKYDECK опалубка для перекриттів



Рисунок 1.9 - Звільнення верхньої відкидної частини одним ударом молотка.

Завдяки системі спадаючої голівки SKYDECK вже через день можна виконувати ранню розпалубку (залежно від товщини перекриття і міцності бетону). З кожним ударом молотка опалубка (панель і поздовжня балка) опускається на 60 мм. Панелі легко відділяються від бетону і можуть знову використовуватись на інших ділянках опалубки. У такий спосіб зменшується загальна кількість елементів опалубки. Завдяки поздовжній балці, яка суттєво зменшує потрібну кількість стійок, на площу 3,45 м² з товщиною перекриття до 40 см потрібна лише одна стійка для перекритів. Це заощаджує час і спрощує поперечне транспортування матеріалу опалубки.

Елементи SKYDECK виготовлені з алюмінію. Жоден з елементів не важить більше 15 кг. Завдяки невеликій індивідуальній масі панелей SKYDECK опалубка виконується легко і без зайвих зусиль.

SKYDECK мінімізує витрати на чищення: поздовжня балка з пластмасовою зубчастою рейкою надійно розміщена під панелями – тому немає потреби у чищенні бокових сторін балок. Елементи системи по краям оснащені слізницями і мають порошкове покриття.

SKYDECK має поздовжню балку, яка суттєво зменшує потрібну кількість стійок. На 1 м2 перекриття потрібно лише 0,29 стійок. Менша кількість стійок для перекритів означає значну економію часу і більше вільного простору для опалублення, а також для поперечного транспортування матеріалу опалубки.

Технічні характеристики:

- Площа на 1 стійці: 3,45 м²
- Розмір панелей: 150x75 | 150x50 | 150x37,5 | 75x75 | 75x50 | 75x37,5
- Довжина ригеля: 375 | 225 | 150
- Допустиме навантаження на консолі: 150 кг / м²
- Товщина перекриттів: до 109 см

PER Ergo – несучі ліса



Рисунок 1.10 - Оцинковані стійки PEP Ergo з несучою здатністю до 50 кН



Рисунок 1.11 - Регулююча гайка забезпечує безпеку при опусканні стійки

Стійки PEP Ergo в основному використовуються в якості опор для столів перекриття. Забезпечують швидке та безпечне користування. До переваг відноситься, регулююча гайка та ергономічний G-подібний гак із захистом від заклинювання. Гарячі оцинковані деталі гарантують довгий термін служби. Якщо в процесі експлуатауції стійка пошкоджується, внутрішня або зовнішня її частини можуть бути замінені окремо.

Несуча спроможність PEP Ergo при порівняно малій вазі самої стійки (19,4 кг) досягає 50 кН

Діапазон регулювання в 12 см усуває необхідність частого перевстановлення G-образного гака. При цьому вимірювальна шкала на внутрішній стійці ще більше прискорює процедуру встановлення необхідної висоти

Простий монтаж за рахунок кріплення головки стійки як до внутрішньої, так та зовнішньої трубі.

Технічні характеристики:

- PEP Ergo B-300 1,97 - 3,00 м | 14,0 кг | 30 кН
- PEP Ergo B-350 2,25 - 3,50 м | 15,6 кг | 30 кН
- PEP Ergo D-150 0,96 - 1,50м | 9,1 кг | 30 кН
- PEP Ergo D-250 1,47 - 2,50 м | 13,1 кг | 35 кН
- PEP Ergo D-350 2,26 - 3,50 м | 19,7 кг | 40 кН
- PEP Ergo D-400 2,51 - 4,00 м | 23,2 кг | 40 кН
- PEP Ergo D-500 3,26 - 5,00 м | 30,7 кг | 40 кН
- PEP Ergo E-300 1,96 - 3,00 м | 19,4 кг | 50 кН
- PEP Ergo E-400 2,51 - 4,00 м | 26,6 кг | 50 кН

MULTIFLEX – опалубка для перекриттів



Рисунок 1.12 - Опалубка для перекриттів MULTIFLEX



Рисунок 1.13 - Фіксуючі кліпси що з’єднують балки без використання цвяхів



Рисунок 1.14 - Балочна ферма GT24 та балка з суцільною стінкою VT20K

Основними компонентами опалубки MULTIFLEX є балки VT 20K або GT 24. Можливість їх розташування з заданим кроком, а також використання фанери необхідного розміру роблять їх використання максимально гнучким для бетонування перекриттів. У поєднанні з GT 24 (балкою високої несучої здатності), ця опалубка чудово підходить для заливки великих прольотів, перекриттів складного планового контуру, а також в умовах монтажу системи в обмеженому просторі.

Застосування універсальної, стабільної за формою решітчастої балки GT 24 дає можливість зробити великий прогін і зменшує кількість елементів, які потрібно опалубити чи розпалубити. Через балку GT 24 на стійку переносяться великі навантаження. Подібна конструкція горизонтальних з’єднувальних і

поперечних балок спрощує підготовчі роботи і переміщення цих елементів на будівельному майданчику

Залежно від товщини перекриття оптимізується використовуваний матеріал, тобто для тонших перекриттів потрібно менше балок і стійок. Балка VT 20 з високоякісною дошкою стінки є найбільш економічним варіантом для тонких перекриттів.

Завдяки телескопічній балці система MULTIFLEX підганяється під поверхню, на якій проводиться опалубка. При цьому вид прикінцевої підгонки спрощує всю систему. В опалубці MULTIFLEX останнє комплексне системне поле підганяється під решту поверхні і відповідно змінюється довжина балки.

Технічні характеристики:

- Несуча спроможність: 22 кН / 28 кН в залежності від балки що використовується
- Згинальний момент: 5 кН / м до 7 кН / м в залежності від балки що використовується
- Форма опалубки: Вільний вибір

MULTIPROP – алюмінієві стійки



Рисуноу1.15 - Алюмінієві стійки MULTIPROP

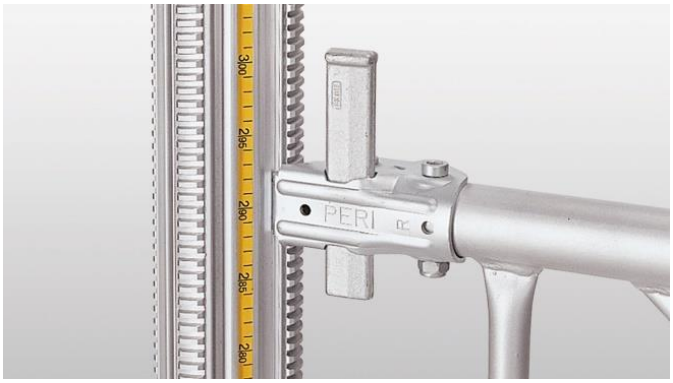


Рис. 1.16 Вимірювальна вбудована стрічка для швидкого та точного налаштування стійок по висті.

Стійки MULTIPROP виготовлені з алюмінію і дуже легкі. Монтажна висота MP 350 становить 1,95 – 3,50 м, а вага не перевищує 18,8 кг. Запатентований профіль і конструкція стійок MULTIPROP в значній мірі подовжують термін служби порівняно із стійками зі стальних рам. Стійки MULTIPROP мають вбудовану розмітку для точного виконання попередньої установки стійоки без додаткових замірів. Завдяки наскрізній різьбі на внутрішній трубі всі стійки MULTIPROP можуть застосовуватися на великих висотах.

Висока несуча здатність - 90 кН при невеликій власній вазі.

Вбудована вимірювальна стрічка для зручного регулювання висоти.

Самоочисне різьблення та вихрова регулювальна гайка для швидкого встановлення.

Защіпки на зовнішній трубі запобігають випадання внутрішньої труби в процесі роботи, складуванні та транспортуванні.

Зв’язані між собою рамами MULTIPROP, окремі стійки MULTIPROP можуть використовуватись в якості опалубних столів і опорних веж. Рами MULTIPROP мають різну довжину від 62,5 см до 296 см, що дозволяє оптимально підібрати їхню конструкцію під індивідуальні умови конкретного проекту і тип опалубки перекриттів. За допомогою замка з невипадаючим клином рама MULTIPROP може кріпитись до зовнішньої і внутрішньої труби.

Рами також можуть використовуватись в якості опор для брусів або елементів настилу для робочих

Допустима несуча здатність становить до 360 кН

Окремі стійки MULTIPROP оснащені неперервною різьбою по всій довжині внутрішньої труби

Рами більшості типорозмірів служать для оптимальної передачі навантаження залежно від системної опалубки перекриттів

Швидкий і безпечний монтаж завдяки замку з невипадаючим клином – з'єднання з внутрішньою і зовнішньою трубою стійки виконується за допомогою удару молотком, спеціальні інструменти непотрібні.

Технічні характеристики:

- Розмір сталевих рам MRK: 62.5 см | 75 см | 90 см | 120 см | 137.5 см | 150 см
- Розмір алюмінієвих рам MRK: 201.5 см | 225 см | 230 см | 237 см | 266 см | 296 см
- Діапазон регулювання висоти: до 2,20 м (MP 480)
- Крок повороту гайки становить: 36 мм

	Довжина	Вага	Несуча здатність
MP 120	0,80-1,20 м	10,10 кг	78,5 кН
MP 250	1,45-2,50 м	15,40 кг	78,5 кН
MP 350	1,95-3,50 м	19,40 кг	91,0 кН
MP 480	2,60-4,80 м	24,80 кг	88,5 кН
MP 625	4,30-6,25 м	34,60 кг	57,9 Кн

VARIO GT 24 – опалубки для стін



Рисунок 1.17 - Гнучка балочно-ригельна опалубка стін



Рисунок 1.18 - Стандартні панелі з елементів системи VARIO GT 24

Опалубка VARIO GT 24 дозволяє опалублювати поверхні будь-якої форми та призначення шляхом безступінчастого з’єднання її елементів. Дана

опалубка застосовується в промисловому та житловому будівництві, для опалублення берегових опор мостів, для опорних стін будь-якої геометрії та при любій висоті.

Застосування балки-ферми GT 24, що має велику жорсткість на вигин забезпечує високий тиск свіжого бетону при мінімальних прогибах

Високі вимоги до лицьової поверхні бетону або високий тиск свіжого бетону забезпечуються вільним вибором типу та розміру фанери, способу її кріплення, ширини і висоти окремого елемента, кроку балок та ригелів, їх профілю та довжини. Сам елемент може бути прямим або зігнутим.

Попередньо зібрані підмости забезпечують високу безпеку та економію трудовитрат.

Нарощування елементів виконується за допомогою накладки для нарощування VARIO GT 24 з кроком 30 см по висоті. Швидко та просто - без свердління та бруса - через вузли балки PERI GT 24 за допомогою всього двох накладок та швидкого з'єднання за допомогою трьохкрильчатої гайки. З'єднання є жорстким та має вирівнювальну функцію.

Технічні характиристики:

- Система кріплення: DW 15 або DW 20
- Максимальний тиск свіжозалитого бетону: 150 кН / м²
- Висота щитів: на вибір
- Ширина щитів: на вибір

PERI UP Flex – несучі будівельні ліса



Рисунок 1.19 - Гнучкі будівельні ліса PERI UP Flex

PERI UP Flex - це універсальна модульна система риштувань для широкого кола завдань. Системний крок довжини ригелів 25 см і висоти стійок 50 см дозволяють оптимально пристосувати PERI UP Flex до самих різних геометричних форм та навантажень. Опорні окремо стоять вежі, вежі з підвищеною несучою здатністю, а також просторові опорні конструкції можуть бути зібрані з одних і тих же системних елементів. Ригель з гравітаційним замком та настилом який не перевертається, повністю покриває робочу зону, та забезпечує найвищий рівень безпеки при використанні PERI UP Flex.

Для значного збільшення несучої здатності до вежі необхідно тільки додати (ригель, діагональ) або замінити (шпиндель) кілька елементів. При цьому немає необхідності збирати нову вежу.

Вежі PERI UP Flex можна переміщати великими модулями: спеціальна кріпильна скоба надійно утримує стійки та запобігає їх випаданню

ROUNDFLEX – опалубка для стін

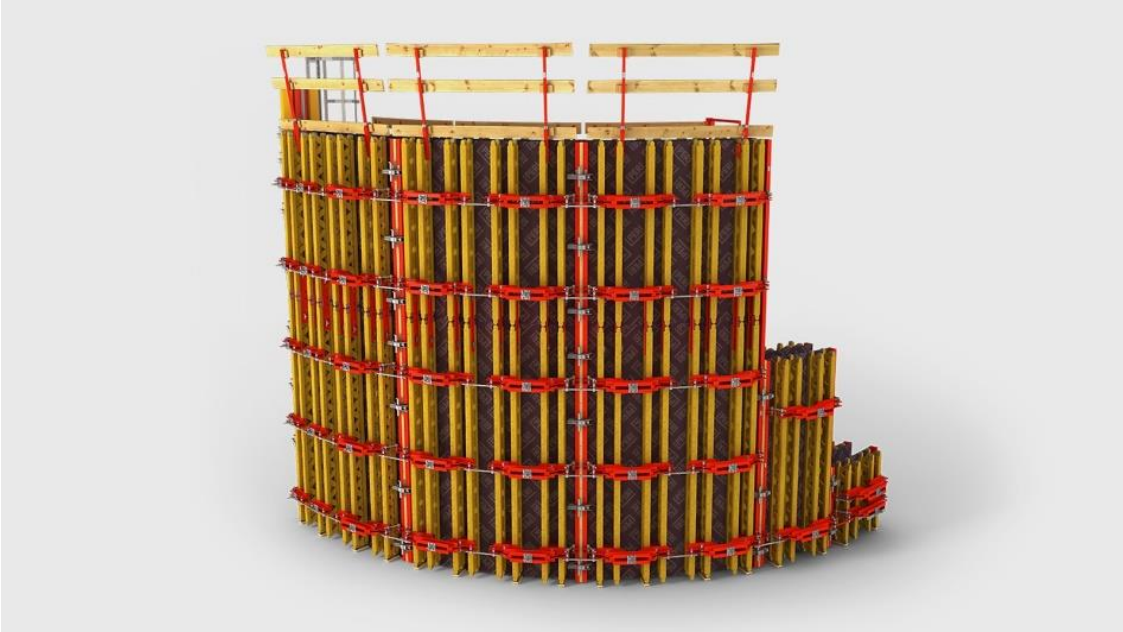


Рисунок 1.20 - Опалубка для стін радіусом від 1 м, ROUNDFLEX

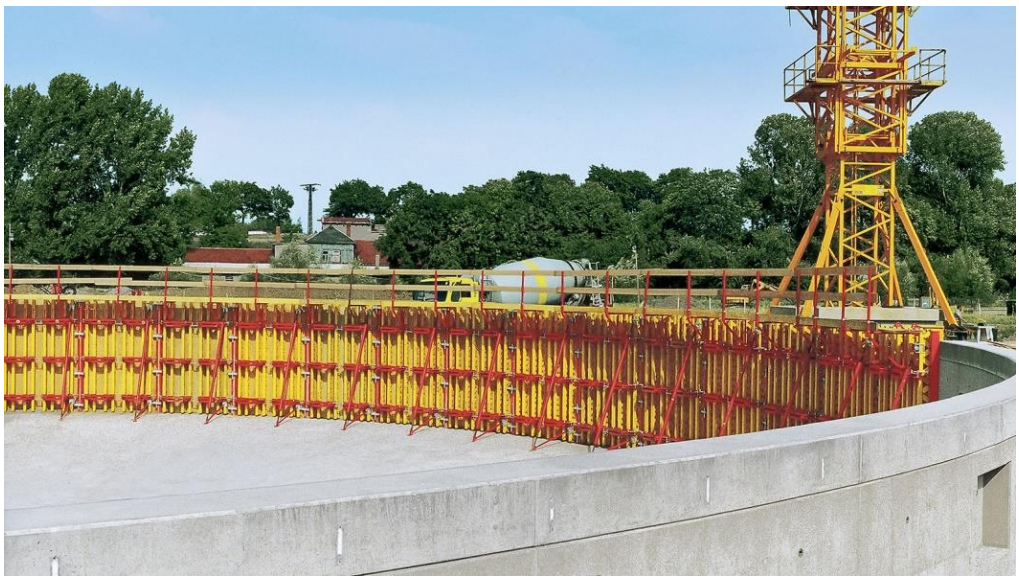


Рисунок 1.21 - Панелі системи ROUNDFLEX висотою 3,6 м для булівництва очисної станції радіусом 13,76 м

Балочная система RUNDFLEX складається зі стандартних панелей для круглих стін, які не потребують попереднього складання. Ці панелі швидко підлаштовуються під новий радіус і не вимагають зміни конфігурації. Робота з системою RUNDFLEX особливо ефективна при будівництві очисних споруд, стін з'їздів з парковок та силосних башт.

Попередньо зібрані елементи швидко та просто виставляються під будь-який радіус від 1,00 м

Шпинделі з самоочисним різьбленням забезпечують швидке та безступінчасте регулювання елементів.

Висока жорсткість елементів на вигин мінімізує необхідність повторного регулювання після переміщення краном

За допомогою трьох типів елементів по ширині та шести типів по висоті можна реалізувати будь-які спіральні й криволінійні конструкції

За допомогою випрямляючих замків BFD можна не тільки швидко з'єднувати елементи RUNDFLEX між собою, але також стикувати їх із системами рамної опалубки, такими як MAXIMO або TRIO.

Панелі нестандартних розмірів розраховуються індивідуально та доставляються на майданчик "лежачи" в попередньо зібраному вигляді. Рівне, щільне з'єднання забезпечується за рахунок вирівнюючого замку BFD.

Можливий добір до 38 см за допомогою вирівнюючого замку BFD 38.

ІНШІ ОПАЛУБНІ МАТЕРІАЛИ

Фанера Fin, що ламінує, - ply представляє собой хрестоподібно проклеєні березові шари, усиленное фенольно-смільне покриття щільністю по 240 г/м2 на кожній стороні. Проклеювання BFU 100 согласно DIN 68705 частина 3 або DIN EN 314-2.

Товщина - 21/18/15/12/9 мм. Щільність - 6,65/ 8,80/10,75/12,70/14,25 кг/м2. Розмір™ 1,50х3,00; 1,25х2,50; 1,50х4,00 м.

Сфера застосування : стіни, перекриття, особливо гладкі поверхні бетону, від 30 до 70 оборотів опалубки, рівна і гладка бетонна поверхня.

Фанера Fin, що ламінує, - ply Maxi є фанерою для облицювального бетону з вьісококачественной безшовною поверхнею. 15 крестообразно проклеєних березових шарів, двостороннє усиленное фенольносмільне покриття по 400/400 г/м2 (7,50х2,70 м) або 400/240 г/м2. Краї покриті лаком. Проклеювання BFU 100 згідно DIN 68705 частина 3 або DIN EN 314-2.

Товщина - 20 мм. Щільність - 14,25 кг/м2. Розмір - 7,£х2, 7; 5,4х2,0 м.

Сфера застосування : стіни, перекриття, особливо гладкі поверхні бетону, від 30 до 70 оборотів опалубки, рівна і гладка бетонна поверхня.

Фанера PERI Birch, що ламінує, є високоякісною фанерою, що ламінує, з міцною структурою для практично усіх сфер застосування, має п`ятнадцятошарову проклеювання, усі шари з берези, двостороннє покриття з фенольної смоли щільністю 120 г/м2. Проклеювання BFU 100 согласно DIN 68705 частина 3 або DIN EN 314-2.

Товщина - 21 мм, Щільність - 14,25 кг/м2. Розмір - 1,25х2,5 м.

Сфера застосування : стіни, перекриття, підвищені вимоги до поверхні бетону, від 20 до 50 оборотів, рівна бетонна поверхня.

Фанера PERI B etc і Beto S, що ламінує. Финская фанера типу «Combi-Mirror» - одиннадцатислойная структура, облицювальні шари з берези, прошарки по черзі з ялини і берези. Проклеювання BFU 100 согласно DIN 68705 частина 3 або DIN EN 314-2.

PERI Belo - двостороннє покриття з фенольної смоли щільністю 120 г/м2

PERI Beto S - одностороннє водовбирне покриття; покриття з фенольної смоли- щільністю 120 г/м2 на зворотному боці.

Товщина - 21 мм. Щільність - 11,9 кг/м2. Розмір - 0,62х2,50; 1,25х2,5; 1,50х3,0 м. PERI Beto S - 1,50х3,0 м.

Сфера застосування і PERI Beto використовується переважно для перекриттів з підвищеними вимогами до поверхні бетону, дає від 15 до 30 оборотів, майже не дає структури на поверхности бетону.

PERI Beto S дозволяє отримати високоякісну, матову, облицювальну поверхню бетону з низькою пористістю, Дає від 10 до 15 оборотів.

Фанера PERI Spruce, що ламінує, - це зкономичная фанера для перекриттів» Має невелику вагу при високій міцності, 11-слойную структуру з северньїх хвойних порід, двостороннє покриття з фенольной смоли щільністю 120 г/м2.

Проклеювання BFU 100 згідно DIN 68705 частина 3 або DIN EN 314-2.

Товщина - 21 мм. Щільність - 10,9 кг/м2. Розмір - 0,5х2,50; 1,25х2,50 м.

Сфера застосування : переважно для перекритий з підвищеними вимогами до поверхні бетону, від 10 до 25 оборотів, досить гладка поверхность, можлива легка структура.

Тришарові плити (жовті). Великогабаритні плити з двостороннім покриттям із смоли меламіну, краї покриті лаком, три хрестоподібно проклеенньтх семиміліметрових шару з ялини. Внутренний шар за бажанням з тонких рейок.

Товщина - 21 мм. Щільність - 10,5 кг/м2. Розмір - 0,5х2,0; 0,5х2,50 м; 1,0х2,0; 1,0х3,0; 1,0х5,0; 2,0х5,0 м.

Сфера застосування : стіни і перекриття поверхности бетону високих

вимог, від 10 до 40 оборотов, рівна поверхня із слабо вираженою древесной структурою.

Фанера з тирси FinNa - plv. Фінська фанера з хвойних порід, семишарова структура, якість II/Ш, поверхня відшліфована, одна сторона гладка, високоякісна обробка. Проклеювання BFU 100 согласно DIN с 5715 частина 3 або DIN EN 314-2.

Товщина - 21 мм. Щільність - 10,0 кг/м2. Розмір - 1,0х2,0; 1,0х3,0; 1,22х2,44; 1,25х2,5 м

Сфера застосування : багатоцільова фанера, від 2 до 5 оборотів, формує поверхню бетону із структурою «під дерево».

Типи опалубних систем для зведення стін

Як показує світовий досвід застосування опалубного обладнання, та приклади, що наведені вище, рамна система включає: каркасні щити, підпірні елементи і деталі кріплення. При необхідності можна використовувати кутові елементи (зовнішні і внутрішні). Каркасні щити складаються з металевої рами (сталевою або алюмінієвою), що несе, ребера жорсткості і опалубні плити. Рама із замкненого порожнистого профілю з фасоним гофром оберігає торці плити від ушкоджень і дозволяє з'єднати елементи у будь-якому місці. Металічеий каркас не лише забезпечує необхідну жорсткість конструкції, але і значно полегшує і прискорює монтаж модульних елементів.

Для виготовлення дерев'яних елементів опалубки застосовують клеєну деревину, яка має властивості малоі деформативності і високої міцністю, але має і істотний недолік - гігроскопічність. Вбираючи воду з бетону, дерев'яні елементи змінюють свої розміри, прогинаються. При механічних ушкодженнях (сколах) вони не завжди піддаються відновленню, тобто потрібно їх часту заміну.

Опалубна плита виготовляється зазвичай з багатошарової фанери, яка, як будь-який дерев`яний матеріал, має усі вищеперелічені недоліки. В цілях збільшення кількості циклів експлуатації опалубки і поліпшення: якості поверхні бетону, розроблений новий «сендвич»-матеріал. Його відрізняють

низька гігроскопічність, менша маса в порівнянні з фанерою, стійкість до ультрафиолетовому випромінювання, механічних ушкоджень, мала додатковості до бетону і спрощення очищення. «Сендвіч»-матеріал складається з шару пінопропілена, облицьованого з двох сторін алюмінієвими листами і шарами РР-поліпропілену. Ціна одного квадратного метра такої плити приблизно в 2 рази вище, ніж фанерного щита, проте вона забезпечує більшу кількість циклів використання опалубки і удосконалена якість бетонування. Аналогічні опалубочні плити пропонує фірма «РЕЮ». Це тришарові плити з двостороннім покриттям на основі меламинової смоли.

Для отримання рівної поверхні стіни, перекриття і тому подібне, важливим моментом є збереження геометрії опалубки в процесі замоноличування. Кожна фірма-виготовник приділяє величезну увагу розробці оригінальних сполучних деталей (замків, анкерних елементів, накладок та ін.), що дозволяють легко здійснювати надійне, міцне, з рівними стиками кріплення елементів опалубки, З’єднання між елементами опалубки повинні виконуватися так, щоб каркас системи міг сприймати високі навантаження на стискування, розтягнення і вигин.

Гідністю кріпильних систем опалубки вважаються можливість зборки вручну з використання простих інструментів, а також використання мінімальної кількості сполучних елементів для забезпечення необхідної жорсткості конструкції.

У номенклатуру кріпильних виробів входять спеціальні кутові затиски, накладки і інші елементи, що дозволяють сполучати опалубні модулі перпендикулярно по відношенню один до одного і під різними кутами (різні стаціонарні і шарнірні угловьіе елементи).

Балочна система включає: балки, щити:, елементи кріплення, підпірні елементи, ригель, підмості для бетонування і лісу.

Балки, що є конструкціями з деревини двотаврового перерізу, є основою системи. Довжина балок нормована. Для забезпечення довговічності на них кріпляться сталеві або пластмасові наконечники, запобігаючі відколювання

пояси. Встановлюються балки з определенньїм кроком і кріпляться до щита опалубки і між собой за допомогою сталевих елементів. Деталі з древесини можуть бути цілісними або клеєними по длині і перерізу.

Тунельна опалубка. Основним елементом конструкции є півсекція, яка складається з одной горизонтальною і одній вертикальній панелі. Тонельна опалубка призначена для одночасного опалубнання стін і перекриттів типових секцій. Її монтаж здійснюється за допомогою крану. Подобного типу опалубка застосовується для серійного виробництва однакових секцій.



Рис. 1.22 Універсальні будівельні та захисні ліса FB 180

Застосування на поверх площею 1000 міліграм повного комплекта столів UNIPORTAL. Шви і стики між столами розміщувалися там, де передбачалася установка перегородок. Столи розміром 2,4х7,3 м(площею 17,52 м^2) висувалися через парапети. Опалубка зовнішніх стін встановлювалася на консольні ліси FB 180 і KG 180. На малюнку. Стіл перекриття встановлюється заново з поверху на поверх за допомогою «качиного носа»; при цьому огородження залишається на столі. Після висунення стійки автоматично повертаються у вертикальне положення.

Очищення і відновлення опалубки. Збільшити термін служби опалубок, а також поліпшити якість зовнішнього шару бетону можна, скористатись послугою, яку пропонують провідні фірми-виробники, - де очищення і відновлення опалубок. Очищення робиться в заводських умовах.

Оскільки елементи опалубки виготовляються з різних матеріалів, то і термін їх служби різний. Покриття опалубок зношується швидше, ніж рама, у багатьох випадках його вигідніше відновити, ніж купувати нове. Повний ремонт зазвичай обходиться в третину вартості нового елементу. При необхідності елементи можна технічно удосконалення.

На нашому ринку опалубні системи представлені багатьма фірмами: «Aluma Sistems» (Канада), «DA.LLI» (Франція), «ВОКА» (Австрія), «МЕУА» (Німеччина), «NOE» (Німеччина), «Outinord» (Франція), «PERI» (Німеччина), «THYSSEN HUNNENB ЕСК» (Німеччина) та ін.

1.2 Аналіз систем незнімної опалубки

Спосіб зведення стін з використанням незнімної опалубки об'єднує монолітне житлове будівництво і зведення стін з пустотних блоків або панелей. Суть цього способу полягає в тому, що елементи будівельної конструкції формуються з опалубки, яка заповнюється бетоном. Після схоплювання бетонна вона не віддаляється, а стає частиною стіни, виконуючи декоративні або теплоізолюючі функції. На заході, системи незнімної опалубки получили досить широке поширення, у тому числі і в країнах із складними кліматичними умовами. Основна сфера їх застосування - житлові будинки, невеликі промислові і господарські будівлі. У більшості систем існують обмеження по висоті застосування - 5 поверхів.

Ще один перспективний напрям застосування незнімних опалубок - використання їх при зведенні мансард. Невелика маса конструкцій в цьому

випадку не робить істотного впливу на несучу здатність стін і фундаментів.

Панелі для незнімної опалубки, як правило, виготовляються в заводських умовах: між плитами відповідно до вимог розрахунків по несучій здатності, встановлюється арматура, за проектом монтуються інженерні комунікації і електропроводка. Таким чином, на будмайдакчику залишається тільки змонтувати панель і залити у внутрішні порожнечі бетон. Усі елементи опалубки мають поверхні, повністю готові для фарбування, білення або іншої обробки.

Основна перевага незнімних опалубок то є невелика маса виробів, нескладна технологія і можливість вести будівництво без застосування важкої техніки.

Недоліками є слабка здатність, що несе, необхідність мати багато різного вигляду блоків для виконання архітектурних елементів будівлі, непроста додаткова обробка поверхні готовій стіні. Відомі фірми-виробники незнімної опалубки «Ytong», «Plastbau», «Eltomation», «ЕкоВото» стійок утримують свій сектор ринку у Європі. Також помітна, швейцарська фірма «Plastbau», що пропонує блоки з пінополістиролу.

На ринку нині є два види незнімних опалубок. Перший є великі порожнисті блоки, з яких монтуються стіни і перекриття. Після монтажу вони заповнюються бетонним розчином. Блоки виготовляють з пінопласту, на основі деревоцементних сумішей, застосовуються також порожнисті керамзите- і шлакобетоні блоки. Таким чином, бетонне ядро забезпечує міцність конструкції, а легка оболонка блоків - необхідну теплоізоляцію.

Інший вид незнімних опалубок - спеціальні щити, з яких збирається опалубка стін і перекриття. Простір між щитами заповнюється бетоном, керамзитобетоном або пінобетоном. У подальшому щити опалубки не знімаються, а лише піддається декоративній обробці.

Матеріалами для щитів незнімної опалубки служать стеклофібробетону, пресована стружечноцементна плита, щільний пінополістирол. Для раціонального поєднання теплоізолюючих і міцностних властивостей часто

прибігають до двошарових комбінацій цих матеріалів.

Як правило, кожен виробник пропонує свій спосіб монтажу щитів опалубки, що перешкоджає розпиранню при бетонуванні та забезпечує довговічне зчеплення опалубки з бетоном. Така технологія має ряд переваг перед блоковою. Це підвищена здатність, що несе, відсутність різноманітних елементів (блоків) заводського виготовлення, широкі архітектурні можливості, легкість досягнення необхідної теплоізоляції і вогнезахисту. Найбільш відомими виробниками елементів незнімної щитової опалубки є фірми «VE.LOX» (Австрія) і «Eltomation» (Голландія).

Широко відомі нині незнімні опалубки, виконані з пінополістиролу, а також з ДСП. Необхідно відмітити, що в технології кладок з пустотних бетонних блоків застосовують спосіб замонолічування з армуванням окремих ділянок стіни для підвищення її здатності (наприклад, облаштування стовпчиків, що несуть), що несе. Роль опалубок в даному випадку виконують бетонні пустотні блоки.

Незнімна опалубка з пінополістиролу. Основною перевагою застосування незнімної опалубки з пінополістиролу є можливість зведення багатошарової конструкції, що захищає, з необхідним опором теплопередачі за один технологічний цикл, тобто стіна виходить утепленою. Отримувана конструкція представляє, захист, в виді «сендвіч»: залізобетон, з двох сторін покриттів шарами теплоізоляції. Подібна стіна володіє ще і хорошою звукоізоляцією.

Пінополістирол, використовуваний в цій конструкції, є горючим матеріалом, тому особлива увага повинна приділятися захисно-декоративним покриттям з внутрішнього і зовнішнього боку стіни. За рекомендацією фахівців із зовнішнього боку теплоізоляційний шар (пінополістирол) має бути фанерований цеглиною або обштукатурений цементний- піщаною штукатуркою (завтовшки 25-30 мм) по закріпленій до стіни металевій сітці, а з боку приміщення - двома шарами гіпсокартонних листів товщино по 12,5 мм кожен або цементно-піщаною штукатуркою не менше 20 мм. При цьому стики між окремими гіпсокартоними листами повинні розташовуватися по шарах

вразбіжку.

Елементи опалубок можуть бути або у вигляді блоків (найбільш поширений варіант), або у вигляді панелей. Блоки з пінополістиролу є двома пластинами, сполучені спеціальними стягувальними елементами.

Внутрішній простір між ними заповнюється бетоном, який після твердіння утворює монолітну стіну. В якості армуючих елементів у бетоні застосовуються вертикальні і горизонтальні стержні, які забезпечують геометричну незмінність стін під час бетонування. Для стягувань в пенополістирольних блоках використовуються пінополістирол і спеціальний пластик (наприклад, поліпропілен).

Основним елементом блокової системи є стінний модуль (базовий), виконаний в декількох типорозмірах. Крім того, система зазвичай включає кутові блоки (під 90°, зі змінним кутом), торцеві заглушки, а також додаткові елементи, наприклад, блок з виступом для цегляної кладки, конічний блок та ін.

Чим більше номенклатура системи, тим багатіше вибір архітектурного рішення пластику фасаду. Блоки є дрібноштучними елементами, та, отже, за їх допомогою можна досить легко будувати дома із складними криволінійними планами - закругленими кутами і тому подібне

Щоб виконати криволінійну стіну із стандартних блоків, з їх внутрішнього боку робляться вирізи, кількість яких залежить від необхідного радіусу. Отриманий таким чином елемент перед заливкою бетону потрібно додатково зміцнити. Завдяки малій масі блоків, нескладності їх монтажу, не потрібно ніякої спеціальної будівельної техніки і високої кваліфікації робітників.

Монтаж блоків ведеться за принципом цегляної кладки зі зміщенням, що дозволяє забезпечити необхідну жорсткість стіни. Завдяки системі замків, розташованих на кромках блоків, здійснюється їх надійне з'єднання. Для зміцнення вертикальної арматури і збереження цілісності залізобетонну використовується метод з’єднання арматури «внахлест» (за допомогою механічного зміцнення дротом).

Прокладення електропроводки, вентиляційних блоков і каналізаційних труб робиться до заповнення блоків бетоном в заздалегідь вирізаних отворах. Необхідна здатність стін, що несе, забезпечується правильно підібраною маркою бетона і відповідним класом арматури. Технологія будівництва дозволяє застосовувати різні варіанти перекриттів : дерев'яні, з монолітного або збірного залізобетону.

Надзвичайно важливим при зведенні будівель з використанням незнімної опалубки являється дотримання технології виробництва робіт : забезпечення контролю за якістю бетонування (грамотний підбір бетонної суміші, особливо при негативних температурах) і правильна установка арматури. Панелі з пінополістиролу, на відміну від мілко штучних блоків, є великорозмірними елементами з висотою зазвичай рівній висоті поверху, а завдовжки - 2-3 м. Частина внутрішніх порожнеч панелей (за розрахунком) армується і замонолічується, а інші використовуються для укладки комунікацій.

Незнімна опалубка з ДСП. Застосування незнімних опалубок ефективне при зведенні мансард, оскільки невелика маса конструкцій не впливає на несучу здатність стін і фундаментів.

У цій системі опалубки великорозмірні стінові елементи з ДСП зв'язуються один з одним через певні відстані за допомогою Х- і У-обрізних металевих або полімерних профілів, З ДСП виготовляються усі настінні, стельові і спеціальні елементи. У зонах, що піддаються будівельно-фізичним навантаженням, використовуються каркасні плити ЦСП (виготовляються методом полусухого пресування деревної дранки, попередньо що обволокла цементом). Поверхня такої плити забезпечує хороше зчеплення з будь-якими обробними складами.

Незнімна опалубка з ДСП має високе звукопоглинання, має протипожежні властивості, добре обробляється (гатиться, пиляється, оштукатуриться і так далі), не розбухає, не гниє.

У технології зведення монолітних будівель використовуються методи, в основі яких лежить використання принципово різних видів опалубок;

тональної, горизонтальної і вертикальної що витягується, ковзаючою, крупнощітовою, невеликощитової. Основними характеристиками ефективності технології служать показники технологічності при монтажі і демонтажі, тоді як армування і бетонування конструкцій для усіх видів опалубок мають багато загальних ознак. Кожен з видів опалубних систем має часткову універсальність, має технологічні особливості.

При зведенні будівель з використанням тунельних, горизонтально витягуваних опалубок додаткові трудовитрати утворюються за рахунок створення спеціальних, майданчиків для витягання і розміщення опалубних блоків. Як відомо, такі системи вимагають облаштування зовнішнього стінного обгороджування, що також призводить до підвищення трудомісткості робіт і зниження технологічності процесу.

Прогресивнішою технологією монолітного житлового будівництва є використання вертикально витягуваних опалубок, які дозволяють поєднати виготовлення внутрішніх і зовнішніх стін. Ця обставина в деякій мірі підвищує технологічность і універсальність системи.

В той же час облаштування монолітного перекриття є менш індустріальним циклом. Підвищення технологічності цього процесу може бути досягло використанням стулкової опалубки перекриття або збірних конструкцій, що дозволяє істотно підвищити індустріальність робіт.

Використання тунельної опалубки позволяє зводити будівлю за технологією, при якій вона пересувається в подовжньому напрямі. При цьому зведення усіх елементів будівлі, включаючи зовнішні стіни, стає безперервним. Деяку складність викликає облаштування внутрішніх поперечних стін. За технологією, в монолітному перекритті залишають поперечні щілини, через які за допомогою інвентарної опалубки влаштовують внутрішні стіни. Для облаштування ліфтових шахт і монтажу сантехнічних кабін залишають спеціальні монтажні отвори.

Представляє інтерес ступінчаста технологія зведення будівель і споруд з використанням горизонтально переміщуваної тунельної опалубки. Особливість технології полягає в одночасному зведенні осередків будівлі на декількох поверхах, зі зміщенням фронту робіт на один осередок відносно кожного подальшого поверху. Внутрішні стіни зводяться після переміщення опалубки в черговий осередок з використанням елементів незнімної залізобетонної опалубки або інвентарних щитів. Така технологія може бути використана при зведенні будівель, протяжних в плані.



Рисунок 1.23 - Тунель Ертинген. Баден-Вюртенберг. Німеччина

Довжина водонепроникного тунеля 769 м. Тунель закладений на таку глибину, щоб місцева річка могла залишитися у своєму руслі вище за тунель. У областях в'їзду і виїзду стінна опалубка мала висоту від 0,8 до 6,67 м, що міняється. Щоб залити підошву і стіни тунеля за один раз вимагалося підвісити внутрішню і зовнышню опалубку на мостову конструкцію. Ця конструкція дозволила також безступінчато міняти висоту і дотримуватися ухилу дороги.

На малюнку: услід за стінною опалубкою рухається опалубка перекриття, що складається з опор HD 200, сталевих ригелів і балок-ферм GT24 як конструкція столу. Ця установка пересувається на роликах

До нетрадиційних технологій слід віднести метод підйому поверхів, що виконуються в моноліті на рівні першого поверху. Це дає можливість раціональніше використовувати засоби вертикального транспорту і укладання бетонної суміші, а також вибрати ефективнішу технологію прискореного твердения бетону.

1.3 Аналіз технологій зведення будівель і споруд в ковзаючій опалубці



Рисунок 1.24 - Висотна будівля. Нова зеландія. Такапуна. Робоча платформа ковзаючоі опалубки

Застосування ковзаючої опалубки (рис. 1.24) особливо ефективно при будівництві висотних будівель і споруд з мінімальною кількістю віконних та дверних отворів, конструктивних швів і закладних елементів. До них відносяться силоси для збереження матеріалів, димарі і градирні, ядра жорсткості висотних будівель, резервуари для води, радіотелевізійні вежі. Інша потенційна область використання ковзаючої опалубки - будівництво будівель атомних реакторів, секцій арочних гребель, мостових опор, водонапірних веж, стін і колон промислових будівель. Важливою перевагою ковзаючої опалубки слід вважати підвищення темпів будівництва, завдяки чому скорочується його вартості.

Будівля заввишки 134 м - сталевий каркас з двома залізобетонними ядрами, зведення яких випереджало монтаж сталевих конструкцій. Застосування системи PERI ACG. Для кожного ядра використовувались дві внутрішні і десять зовнішніх одиниць, які могли підніматися як разом, так і по окремості. Всього було задіяно 1450 м2 опалубки вагою 310 т, яка піднімалася за допомогою гідравліки. Опалубку піднімали на висоту 3,95 м за 20 хвилин без використання крану.

Монолітне житлове будівництво в ковзаючій опалубці має відому технологічну гнучкість (Рис. 1.24). За допомогою одного комплекту опалубки шляхом її переналадки можна зводити будинки з різними планувальними рішеннями із різною затяжністю, надаючи їм архітектурну виразність та оригінальність.

Зведення монолітних будівель і споруджень дозволяє знижувати загальні приведені витрати на 13- 25% в порівнянні з повнозбірним будівництвом. В той же час, зведення будівель і споруд в ковзаючій опалубці вимагає висококваліфікованої робочої сили і чіткої організації робіт.



Рисунок 1.25 - Віадук автостради №20 між Орлеаном та Тулузою. Франція

Опори заввишки до 35 м виконані в залізобетоні. До опалубки були пред'явлені наступні вимоги: забезпечення триразової зміни перерізу по висоті опори; забезпечення переходу від гладкої поверхні бетону до структурованої; мінімальна кількість консолей лісів і забезпечення точності їх підвіски. Використані стандартні елементи системи PERI. На кожній захватці елементи опалубки VARIO збирались на консолях SKSF в точній відповідності з геометрією опори. Спеціальні кільця підвіски несучою здатністю 250 кН, передавали навантаження від односторонній опалубки на бетон бичка, що пролягав нижче будівель заввишки не менше 25 м, оскільки витрати на монтаж і демонтаж з урахуванням вартості опалубки не перевищують ефекту від інтенсивного ведення робіт.

Стримуючими чинниками розвитку і широкого поширення ковзаючої опалубки є: різке удорожчання виробництва робіт в зимовий час; потреба у великій кількості робочих високої кваліфікації, у тому числі для

обслуговування систем ковзаючої опалубки; різке зниження ефективності технологічного процесу бетонування при різних організаційних несправностей та перерв; великі витрати на ліквідацію всякого роду дефектів бетонування та на доведення.



Рисунок 1.26 - Міст Као-Пинг-Хзи. Тайвань

Опори моста мають вигляд перегорнутої букви «У». На висоті 42 м ніжки опори з'єднуються ригелем, який тримає проїжджу частину. На висоті 110 м ніжки з'єднуються і триває прямий ствол заввишки 73,5 м. Використана система PERI ACS. Зовнішня опалубка сама піднімалася на лісах ACS з допомогою платформи, а внутрішню переставляли краном.

На малюнку: паралельно пов'язані одиниці ACS піднімаються під кутом 72,5°. Робоча платформа знаходиться в горизонтальному положенні. На трьох сторонах платформи є по дві консолі. На внутрішній стороні - дві платформи. Усі п'ять платформ піднімаються одночасно з постійною швидкістю

Частина причин, стримуючих широке використання ковзаючої опалубки, може бути усунена технологічними прийомами. Так, бетонування можна робити не цілодобово, а з перервами, використовуючи спеціальні добавки до бетонних сумішей. Наприклад, уповільнювачі твердіння дозволяють продовжити період схоплювання до 18 годин. При бетонуванні в районах з холодним кліматом широко використовуються прискорювачі тверднення, а також теплова обработка бетону (інфрачервона обробка, електропрогрів і т, п.), які не снижаюттемпа бетонування.

Вдосконалення технічних рішень, зокрема, автоматизація роботи

гідродомкратів в режимі «крок на місці», контроль горизонтальності системи, перенесення того, що спирається рам домкратів на виносні тимчасові опори і інші способи підвищують надійність опалубки і розширюють її технологічні можливості.

Існують системи ковзаючої опалубки, де стержні домкратів винесені за межі бетонувальної стіни. При цьому полегшується витягання домкратних стержнів, спрощується установка арматурних каркасів, але додатково виникає проблема забезпечення стійкості стержнів домкратів. Одним з конструктивних рішень, що підвищують технологічність зведення циліндричних місткостей, є використання збільшеного кроку рам домкратів і спеціалізованих засобів механізації розподілу бетонної суміші.

Розроблена технологія зведення заздалегідь напружених монолітних стін циліндричних силосів великого діаметру з високопластичних сумішей, що подаються бетононасосами; литу бетонну суміш транспортують в автобетонозмішувачах, а для збереження заданої рухливості тривалість її подачі в опалубку обмежується 20-30 хв.

Спочатку в нерухому опалубку вкладають два-три шари литої суміші на половину її висоти. Кожен подальший шар укладають в опалубку, не допускаючи схоплювання попереднього. Подачу суміші роблять рівномірними шарами по периметру конструкції за допомогою розподільної стріли маніпулятора СБ-136 з радіусом дії до 18 м.

Залежно від температурної вологості умов та інтенсивності набору міцності бетону назначають режим руху опалубки і швидкість подачі бетонної суміші. Автономна розподільна стрела монтується на опорному пристрої, наявному в центрі силосу. До корпусу опори монтуються ланки бетонопроводу. Бетонування роблять ярусами заввишки близько 10 м. Після виконання робіт на кожному ярусі нарощують опорний пристрій і встановлюють додаткові ланки бетонопроводу, після чого зводять наступний ярус. Арматурні каркаси і інші необхідні матеріали подають баштовим краном.

В процесі виконання робіт здійснюється пооперaційний контроль якості

опалубних робіт, перевіряється положення арматурних каркасів і закладних деталей за допомогою геодезичних засобів. Однорідність і міцність бетону перевіряється ультразвуковими приладами, а наявність пір і тріщин - візуально. Розроблена технологія дозволяє, наприклад, при загальному об'ємі бетонних робіт 630 м^3 досягти вироблення на одного робітника в зміну 7,1 м^3 при працьових витратах 1,27 чол.-ч на 1 м^3 бетону.

Зведення житлових будівель в ковзаючій опалубці - комплексний процес, який включає армовані конструкції, нарощування домкратів стержнів, установку заставних деталей, віконних і дверних блоків або вкладишів, облаштування спеціальних ніш, догляд за бетоном та ін. Перераховані роботи мають бути пов'язані в часі. Так, армування стін не повинне ні випереджати укладання бетону, ні відставати від неї. Стержні домкратів слідує нарощувати у міру підйому опалубки. Вкладиші для освіти отворів встановлюються до монтажу арматурних каркасів.

Кожен вид робіт виконує спеціалізовану ланку, а увесь процес - комплексна бригада. При цьому дотримується строга технологічна послідовність ведення робіт. Оскільки ведучими є укладка і ущільнення бетонної суміші, то прийнятій швидкості бетонування підкоряються усі інші процеси.

Для потокового ведення робіт будівлю розбивають на захватки. На кожній з них ведеться певний технологічний процес. У міру виконання робіт звено робітників переходить із захватки на захватну, надаючи іншій ланці фронт робіт. Особлива увага приділяється стану засобів механізації, оскільки вихід з ладу одного з механізмів призводить до порушення ритму усього потоку.

При зведенні стін в ковзаючій опалубці перед бетонуванням готується запас необхідних матеріалів (заготівлі арматури, заставні деталі, утеплювач, стержні домкратів і т. п.), засоби механізації для транспортування матеріалів і полуфабрикатів, забезпечується надійне електропостачання об'єкту, перевіряються зварювальне устаткування, засоби для горизонтального

переміщення бетону, заготовлюються арматура і заставні деталі. Зведення житлових будівель в ковзаючій опалубці виконуються, як правило, з використанням кранів веж. Для будівель підвищеної поверховості використовуються приставні крани КБ-473, КБ-474, КБ-573, а заввишки 9 - 16 поверхів - крани на рейковому ходу КБР-.1 і 2, КБ- 308А, КБ-405ЛА, КБ-408.21, КБ-415УХЛ, КБ-515.

На будівельному майданчику прокладаються тимчасові під'їзні шляхи, що обладнуються місця для прийому бетону з автобетоновозів у бункерну майданчики для складування щитів опалубки, арматурних каркасів і стержнів, а також пройомоутворювачів. Прийняте розташування кранів повинне забезпечувати обслуговування вертикальним транспортом зони, необхідної при виконанні усього комплексу робіт. При подачі бетонної суміші бетононасосами передбачається спеціальний майданчик для прийому бетону з розрахунку одночасного перебування на ній не менше двох автобетонозмішувачів.

Спочатку бетонують опорний ярус заввишки 70- 80 см. Бетон укладають по периметру будівлі шарами завдовшки 30-40 см з обов'язковим віброущільнювачем. Після набору бетоном міцності, рівної 1,5- 3 МПа, плавно піднімають опалубку із швидкістю 20-30 см/ч і одночасно укладають шар бетону товщіною 20-30 см. Швидкість підйому опалубки призначається з умови набору міцності і тверднення, бетону. З урахуванням часу доставки і перевантажень бетону суміш готують на цементах з початком схоплювання не менше 3 ч.

Бетон подають до місця укладання безпосередньо в ковзаючу опалубку мото- і ручними візками, звідки його завантажують в простір між щитами опалубки. Найбільш ефективним засобом транспортування є бетононасоси в комплекті з розподільними стрілами.

Початковий період підйому опалубки найбільш відповідальний. Потрібно ретельно контролювати збереження геометричних розмірів опалубки, запобігати обпливанню бетону, деформації і втраті стійкості опалубки. Бетонну суміш рівномірно укладають по периметру опалубки. Кожний подальший шар

укладають до схоплювання раніше за укладання.

При ущільненні бетону вібратори не повинні стосуватися частин опалубки, оскільки передача їй коливань може викликати руйнування раніше укладених шарів, що мають ще недостатньо високу міцність. Найкращі умови взаємодії що ковзає опалубки з укладеним бетоном створюються при міцності бетону, що виходить з-під щитів, в межах 0,2-0,3 МПа. При меншій міцності можливі деформації, а при більшій - погіршуються умови підйому, оскільки ковзання опалубки відбувається не по пластинчатої суміші, а по затверділому бетону.

Організаційно-технологічне вдосконалення ведення робіт пов’язано з використанням карт рухи ковзаючої опалубки, які відбивають технологічні перерви, правильну і своєчасну установку отвороутворюючого, заставних деталей і арматурного заповнення, відхід за бетоном та інші роботи.

Усе це дозволяє підвищити технологічну дисципліну робіт, гарантувати повноту і правильність установки усіх елементів, добитися середньої швидкості зведення конструкції не менше 15 см/ч.

При призначенні інтенсивності бетонування, а відповідно, і швидкості підйому опалубки слід враховувати характер взаємодії поверхні щитів опалубки з бетоном, що твердне на ранній стадій. При ковзанні опалубки зусилля підйому витрачаються на подолання сил тертя і зчеплення. Враховуючи цю обставину, можна зробити висновок, що дефекти бетонування у вигляді розривів бетону в горизонтальній площині, вигинів стержнів домкратів, а також утворення мікротріщин в структурі бетону цілком залежать від зчеплення бетону з опалубкою.

Організаційно-технологічну складність представляє процес зведення перекриттів. Міжповерхове перекриття влаштовують декількома способами: зі збірних залізобетонних плит розміром в кімнату після зведення стін; монолітні, бетонувальні «від низу до верху» також після зведення стін; поповерховим способом, коли поєднують бетонування стін і перекриттів; бетонуванням зверху «вниз»; бетонуванням в процесі зведення стін з відставанням на два три

поверхи. Кожен з перерахованих способів має свої переваги і недоліки.

Зведення будівель і споруд в пневматичній опалубці. Вітчизняний досвід зведення тонкостінних просторових конструкцій з використанням пневматичної опалубки базується на застосуванні двох різновидів технології укладання бетону: шляхом нанесення на розстелену в горизонтальному положені опалубку з подальшим приведенням її в проектне положення подачею повітря і методом набризгу на надуту опалубку.

По першому різновиду технології попередньо зводиться фундамент, до якого прикріплюють пневмоопалубку. Поверх розкладеної опалубки укладається арматура, а потім бетонна суміш, котора накривається еластичним рушником з полимерной плівки. При нагнітанні повітря опалубка разом з бетонною сумішшю піднімається в проектне положення. Бетонна суміш і арматурне заповнення деформуєтьсяя, збільшуючи свою площу в 1,5-2 рази.

Вказаним способом зводяться купольні і зводчаті покриття діаметром до 12 м і прольотом 6-18 м. Основними недоліками цієї технології є: некерована деформація свіжоукладеного бетона при його підйомі, випадковий характер зміни геометричного положення арматурного каркаса, руйнування структури бетону і погіршення його фізикомеханічних характеристик. Істотну важкість доставляє процес збереження вертикальності стін, що примикають до основи фундаменту. Більш досконала технологія заснована на використанні спеціальних конструктивних елементів вертикальних стінок, що забезпечують підвищення якості робіт і технологічність.

Технологія зведення тонкостінних циліндричних оболонок (циліндричне склепіння однакової кривизни) складається з трьох стадій. Після завершення спорудження фундаментів циліндрична пневмоопалубка розстиляється на горизонтальній основі на рівні фундаментів і кріпиться до них. Оскільки в розкладеному стані пневматична опалубка займає площу дещо більшу, ніж площа основаної споруди, то в місцях кріплення до фундаменту влаштовуються складки. До них прикріпляються специальні відкрилки, на яких до виконання основного процесу по бетонуванню зведення кріпляться в горизонтальному

положенні монолітні ділянки вертикальних стін.

Основний етап зведення включає рівномірне укладання тонкого шару бетону на поверхню пневмоопалубки, установку арматурної сітки і укладання верхнього накритого шару бетону. Суміш ущільняється поверхневими вібраторами або віброрейками. Після закінчення циклу бетонування всередину опалубки нагнітається повітря, і вона піднімається, згинаючи укладений шар бетону.

В процесі підйому армована бетонна суміш випробовує деформації вигину, при яких не виконується значного переміщення арматури.

Зведення купольних і склепінчастих конструкцій не позбавлене ряду недоліків: велика кількість процесів з низьким рівнем технологічності, виключаючих післяопераційний контроль якості робіт; висока деформативність конструкції, що зводиться, що не гарантує заданій несучій здатності; велике число ручних операцій по пристрою і забезпеченні герметичності опалубки і верхнього полотнища та інші роботи. Усе це знижує ефективність запропонованого методу зведення тонкостінних конструкції.

Прогресивнішою технологією є метод зведення просторових тонкостінних конструкций на пневмоопалубці з нанесенням бетонної суміші набризгом. При зведенні наземної частини будівлі застосовується метод хвилястого зведення з армоцементу розміром в плані 12х24 м. До складу робіт входять: планування майданчика бульдозером; облаштування пальового монолітного фундаменту і монолітного ростверка; облаштування бетонної підлоги; установка елементів кріплення пневматичної опалубки; розкладка, вивірка і закріплення пневматичної опалубки; приготування до роботи воздухоподаючоъ установки і обладнання для нанесення бетонної суміші; армування споруди готовими сітками: нанесення бетонної суміші; відхід за бетоном і демонтаж пневматичної опалубки. Завершуючим етапом зведення наземної частини є облаштування торців з цегляної кладки.

До початку пневмобетонування армоцементної хвилястої споруди із застосуванням пневматичної опалубки мають бути виконані усі роботи по

облаштуванню монолітного (пальового) фундаменту, змонтована пневмоопапубка, зроблено армування споруди готовими сітками з попередньою вязкою їх в зоні виробництва робіт і здійснене комплектування будівельного процесу відповідним робочим устаткуванням.

Пневматична опалубка, що поступила із заводу-виготівника в упакованому виді, розкладається на заздалегідь підготовлену основу (фундаменти, підлоги). Кріплення пневмоопалубки до фундаменту здійснюється за допомогою болтових з'єднань в послідовності: до анкерних болтів фундаменту кріпляться швелери з неповним закручуванням гайок. Після установки швелерів по усьому периметру фундаменту в проміжок між полицею швелера і фундаментом закладають канат нижнього поясу пневмоопалубки та гайки закручують до кінця.

Сферичні пневмоопалубки кріпляться до гвинтових паль. До початку монтажу опалубки винтові палі угвинчують в грунт та до них болтами прикріплюють зігнуті швелери і металеві смуги так, щоб в проміжок між швелером і смугою вільно проходить канат нижнього поясу пневмоопалубки. Проектне кріплення торців здійснюють повним закручуванням болтів та притисненням нижнього поясу опалубки до смуги. Остаточне закріплення пневмоопалубки роблять відразу по усьому периметру споруди.

Для створення необхідного надмірного тиску усередині опалубки і для запобігання втратам воздуха в процесі її експлуатації через кріпильні елементи по усьому периметру опалубки передбачений фартух, прикріплений безпосередньо до канату нижнього поясу. Після кріплення опалубки до фундаменту фартух зсередини по усьому периметру привантажується піском. Паралельно з монтажем пневматичної опалубки робиться монтаж воздухоподаючої установки. Перед початком експлуатації пневмоопалубки необхідиго перевірити правильність включення та наявність заземлення вентиляторів. Після виконання усіх робіт включається воздухоподаюча установка та візуально перевіряється правильність геометричної форми пневмоопалубки. У разі відхилення від проектних розмірів дефекти усуваються

регулюванням довжини формотворних канатів.

Для досягнення стабільних проектних розмірів пневмоопалубку рекомендується витримати під робочим тиском 1,2 кПа до початку її експлуатації. Контроль робочого тиску робиться манометрами, встановленими на пульті управління. Для проходу робітників під оболонку опалубки влаштовують вхідний шлюз з двома щільно дверями, що закриваються. Внутрішній тиск в оболонці регулюється через окремий випускний канал (клапан), не зв'язані з входом під пневмоопалубку. Каркас сооружения армується після візуальної перевірки проектних параметрів пневмоопалубки. Заздалегідь відключивши воздухоподачу, пневмоопалубку «сваливают» на одну сторону за допомогою притискних катків, закріплених за хомути, встановлені у фундаменте. Після цього притискні канати складаються біля місця їх кріплення.

Паралельно з монтажем опалубки і пробним підйомом робиться укрупнення арматурних полотен. Укрупнені полотна зовнішнього шару арматурного каркасу укладаються по внутрішньому шару з розбіжкою в'язальних швів. Для фіксації каркасу робиться його тимчасове закріплення до арматурних випусків фундаменту. Потім притискні канати укладаються поверх сітчастої арматури в ребрах споруди і здійснюється підйом опалубки з каркасом при внутрішньому тиску 0,7 кПа, після чого тимчасове кріплення каркаса до фундаменту знімається.

При виробництві робіт використовують бетонні суміші проектної марки, приготовані безпосередньо на будівельному майданчику. Тому необхідно ретельно робити підбір складу дрібнозернистого (піщаного) розчину, здійснювати контроль приготування і нанесення суміші, а також міцності розчину.

Нанесення суміші робиться установкою «Пневмобетон» в комплекті з автогідропідйомником АГП-18, починаючи від низу до верху до замку по зонах на повну конструктивну товщину. При нанесені піскобетону товщина шару контролюється шляхом установки спеціальних маяків, фіксуючих проектну

товщину конструкції. Укладання бетону слідує розпочинати з між хвилевих ділянок (ребер) для запобігання засмічення арматури і поверхні опалубки в цих місцях частками з відскоку з опуклих участків поверхні конструкції.

При укладанні бетонної суміші в декілька шарів для забезпечення надійного зцеплення поверхні раніше укладеного бетону має бути ретельно уволожена. Різниця по термінах нанесення бетону на суміжних ділянках опалубки не повинна перевищувати 2-4 години, оскільки при великих термінах струс поверхні оболонки при торкретуванні бетонної суміші може викликати порушення структури твердіючого бетону на сусідній ділянці.

Для запобігання висушування твердіючого бетону від дії вітру і сонячної радіації, його поверхню відразу після укладання шару проектної товщини покривають (також методом напилення) захисною плівкою, води, що перешкоджає активному випару. З цією метою застосовують водорозчину емульсію або вечовини (наприклад, ПВА, помороль, СБС Н-80 і т. п.), що полімеризується, що швидко тверднуть на повітрі. Можливо також застосування бітумно-азбестової емульсивної мастики (БАЗМ) і швидко незамерзаючої холодної асфальтової мастики (БСНХА), що стабілізується. Після закінчення будівництва ця захисна плівка служить в якості гідроізоляційного покриття.

При досягненні бетоном проектної міцності здійснюють розпалубку конструкції . Її роблять після зняття внутрішнього тиску в системі і демонтажа кріпильних пристроїв. Опалубка легко відділяється від вертикальних і горизонтальних поверхонь і потім, після її очищення, згортається.

Тривалість зведення наземної частини бригадою з 7 чоловік складає 12-15 днів, а уся споруда зводиться за 23-25 робочих днів. Трудоміскість зведення армоцементного зведення розміром 12х24 м складає 72 чол.-дн. Вироблення при пневмобетонуванні складає 7,8 м2 за 1 чол. зміна. Витрата основних матеріалів на 100 $м^2$ перекриваємої поверхні: цементу - 4,8 т; металу - 5,8 т; піску – 10 $м^3$. Зведення конструкцій у пневмоопалубці дозволяє скоротити терміни будівництва майже в 2 рази, скоротити витрати по трудомісткості - до

70% і 25-30% - за собівартістю. При зведенні коллекторов і інших лінійно протяжних споруд досягає зниження собівартості до 25 % і трудоміскості робіт - до 50%.

Подальший розвиток пневмоопалубочних систем йде шляхом використання їх для зведення вертикальних і лінійно протяжних споруд, елементів будівель елеваторів, сеннажних веж, насосних станцій, шляхо- і трубопроводів, колекторів і тоннелей, частин адміністративних будівель і інших конструктивних елементів. Низькі трудовитрати та незначна маса опалубки при багатократній оборотності (20 разів і більше) дозволяють широко використовувати її у будівництві.

Схема монтажу

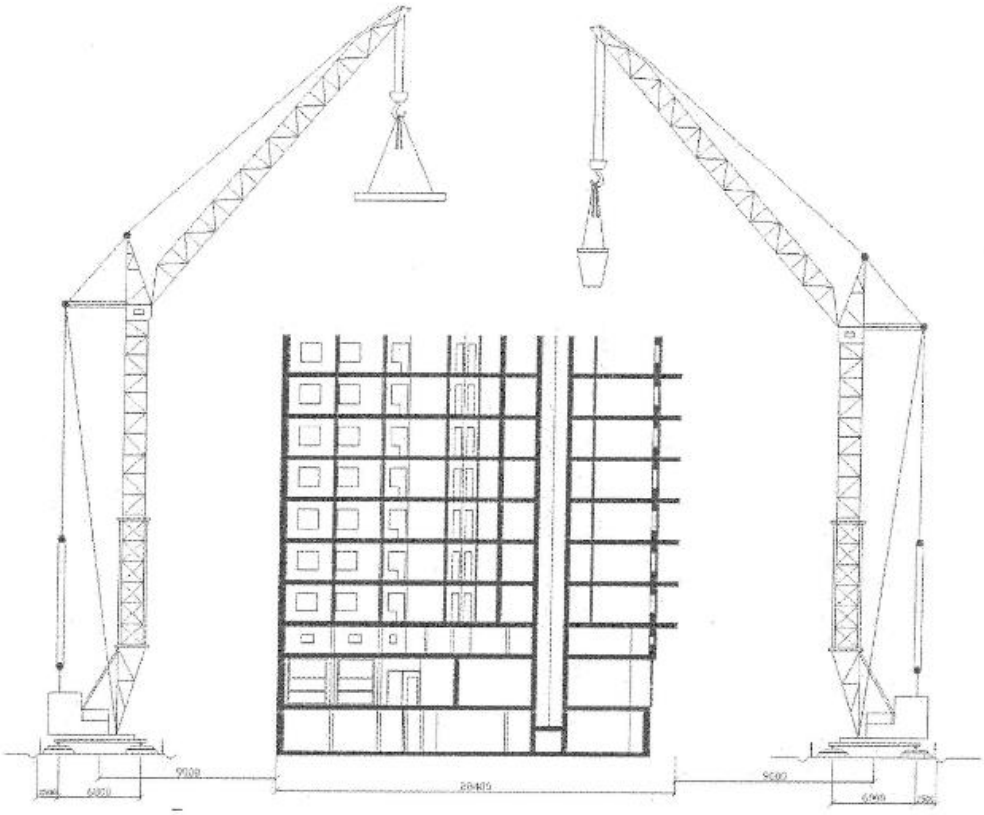


Рисунок 1.27 - Бетонування момнолітних будівель в Україні методом кран-бадья

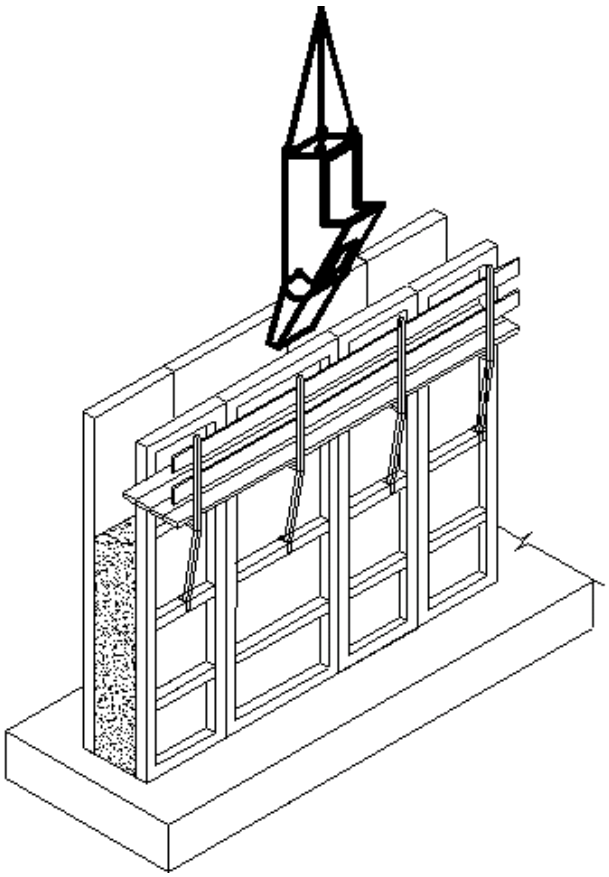


Рисунок 1.28 - Укладка бетонної суміші в опалубку методом кран-бадья

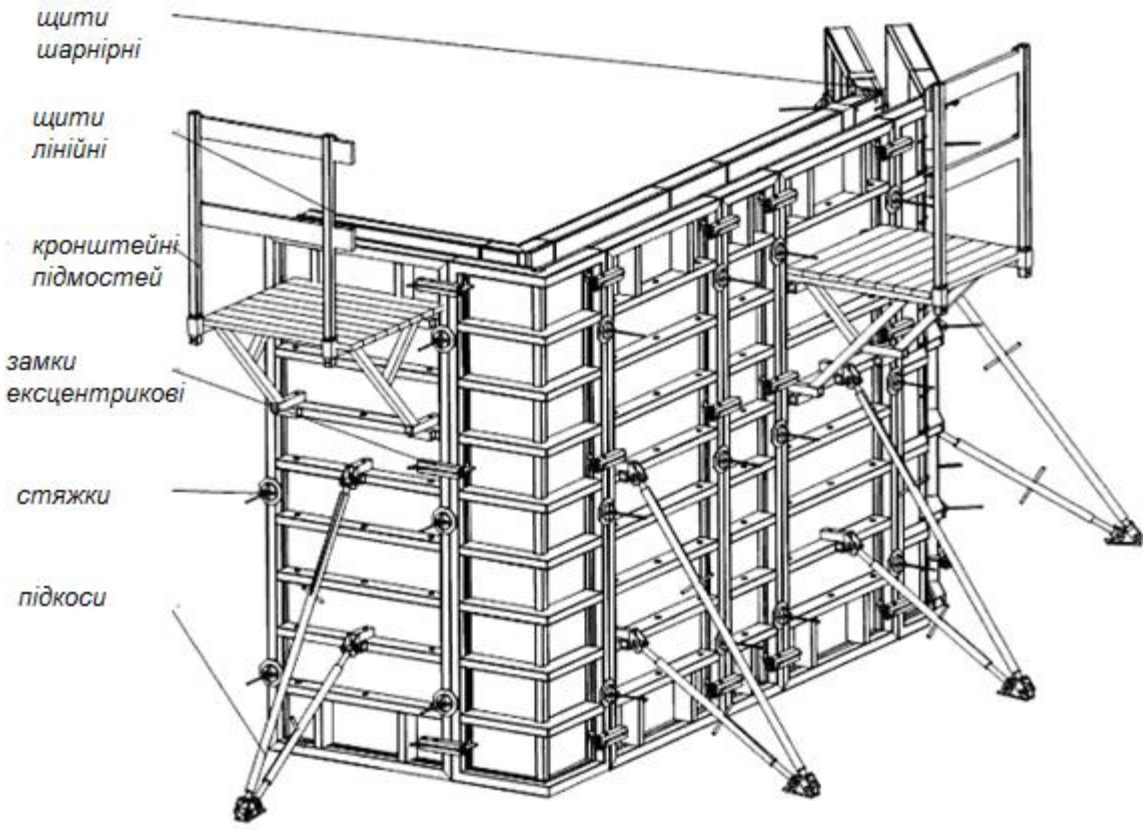


Рисунок 1.29 - Схема курпнощитової опалубки

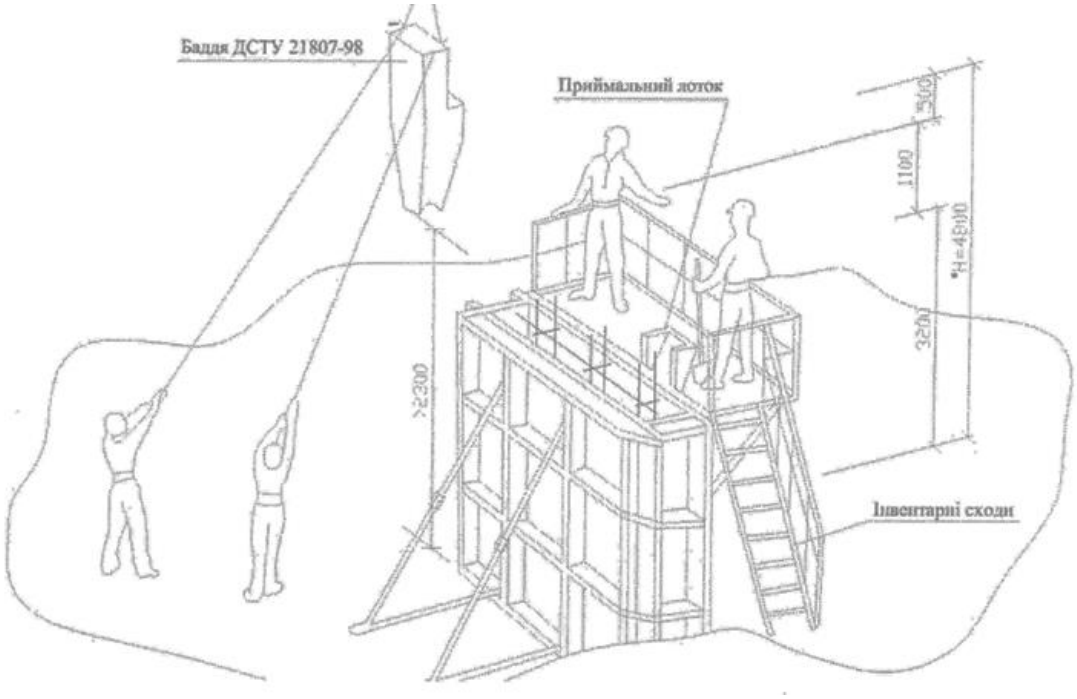


Рисунок 1.30 - Організація робочого місця бетонувальників при бетонуванні стін

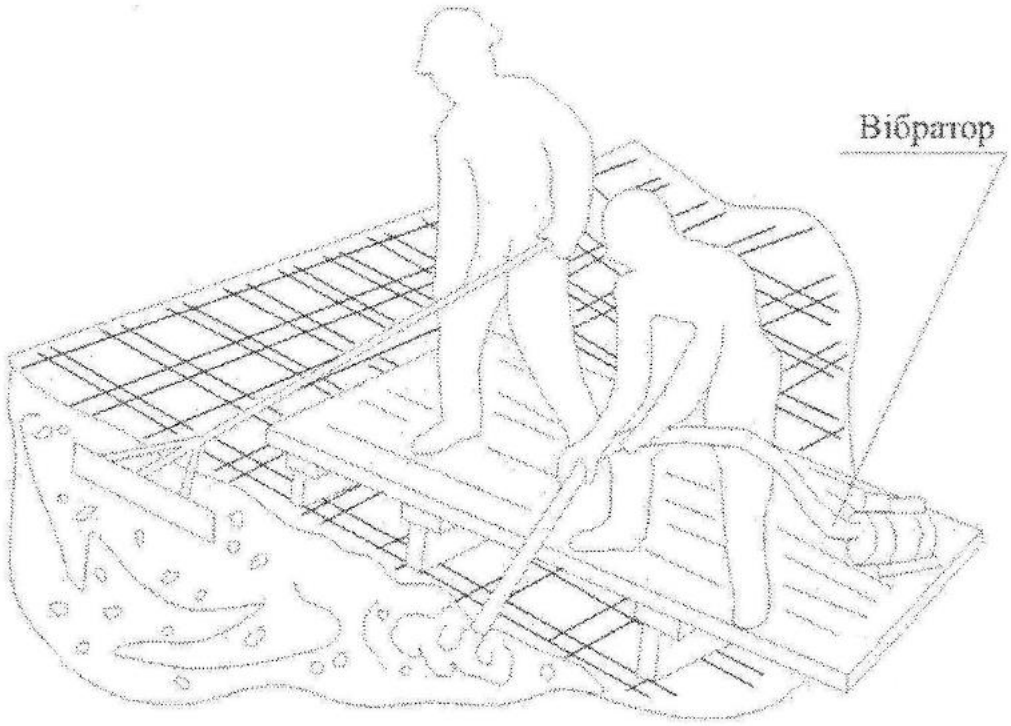


Рисунок 1.31 - Укладка та ущільнювання бетонної суміші з застосуванням технології віброущільнення

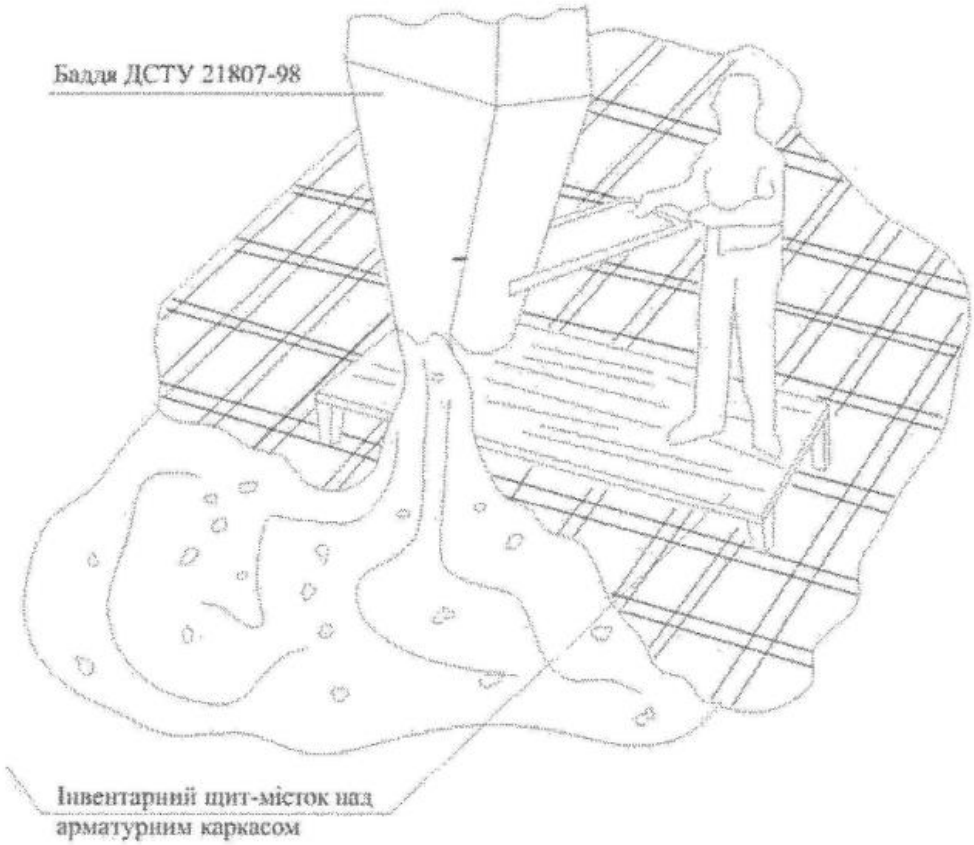


Рисунок 1.32 - Укладка бетонної суміші в опалубці по литьовій технології, без віброущільнювання

2 СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ МОНОЛІТНОГО БУДІВНИЦТВА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ СПОРУД

2.1 Дослідження технологічних процесів методами технічного нормування (хронометражу)

При розробці технологічних карт і проектів виробництва робіт на комплексно-механізовані будівельні процеси, при визначені експлуатаційної продуктивності провідних машин (чи комплекту машин), в конкретних методах і способах виробництва робіт виникає необхідність використання значень післяопераційних витрат праці (ручного і машинного часу). Ці дані потрібні у зв'язку з тим, шо нормативні документи дають нормативи витрат ручних операцій і машинного часу в залежності, від виду конструкцій і не враховують можливих резервів витрат ручного і машинного часу залежно від реальних умов виробництва робіт. При оптимально запроектованому технологічному процесі виробництва робіт продуктивність може бути збільшена в порівнянні з нормативною в результаті оптимально розробленого процесу виробництва робіт, приоб'єктного складу, поєднань операцій та ін. Тому будь-яка будівельна організація повинна уміти науково обгрунтувати і встановити свій внутрішній норматив витрат ручної праці і машинного часу, а від нього перейти до оплати праці. Ці дані можна отримати конкретним дослідженням будівельних процесів використовуючи метод технічного нормування, зокрема хронометраж.

Хронометражу на будівельному майданчику передує підготовча робота, в яку входить: ознайомлення з нормаллю процесу виробництва робіт;
виявлення недоліків на досліджуваному об'єкті; вибір місця спостереження; форми і точність запису показників. Після підготовчих робіт проводять спостереження, обробку даних, аналіз результатів і розробляють рекомендації

по використанню отриманих результатів в рішень поставленої задачі. При вибірковому хронометражі та циклічній обробці результатів запис часу вимірів роблять в технологічній послідовності. При проведені хронометражу слід пропускати 2-3 цикли до наступного спостереження при “n” спостереженнях в ряду. Точність вимірів часу операцій 0,2 з (при безперервному хронометражі-до 1 с). Число циклів в кожному хронометражному спостережені визначається у відповідності із заданою точністю Е арифметичної середини в % і залежить від середньої тривалості одного циклу (див. таблицю. 2.1).

Таблиця 2.1 – Мінімальне число циклів в спостереженні

При середній тривалості одного циклу, хвил:	до 1	до 2	до 5	до 10	більше 10
Мінімальне число циклів в спостережені повинно бути	21	15	10	7	5

Після отримання ряду показників витрат часу робиться їх очищення від грубо-помилкових спостережень, а потім математична перевірка ряду.

За граничних значень показників ряду- *Iim* a_{min} та *Iim* a_{max} , якщо коефіцієнт розкиду $К_р$ ($К_Р = \frac{a_{max}}{a_{min}}$) рнаходяться в межах від 1,3 + 2,0.

Методом відносної средньої квадратичної помилки, якщо $К_р > 2,0$. Не проводиться при Кр < 1,3, що свідчить про стійкості ряда. Після перевірки та очистки ряда знаходиться арифметична середина $а_{ср}$, котра являє показником витрат часу на ту чи іншу операцію досліджуваного процесу.

Наприклад, в результаті спостережень отриманий ряд показників "а", витрат часу, на одну з операцію процесу з 10 циклів (при часі циклу до 5'):

28"; 14"; 16"; 12"; 14"; 18"; 17" 16"; 15";

Грубо помилковим спостереженням є перше - 28", яке виключаємо.

Коефіцієнт розкиду: ($К_Р = \frac{a_{max}}{a_{min}} = \frac{18}{12} = 1,5$)

Що знаходиться в межах 1,3.2,0. Отже, необхідно провести перевірку по допустимих граничних показниках ряду

Iim $a_{max}=a_{cp.max}+K(a_{max}-a_{min})=14,6+1,1(17-12)=20,1;$

Iim $a_{min}=a_{cp.min}+K(a_{max}-a_{min})=15,3-1,1(18-13)=9,8;$

Де К визначається по таблиці 2.2, в залежності від числа спостережень, а середнє арифмітичне значення ряду за вирохуванням a_{min} та $a_{cp.max}$ a_{max}- $a_{cp.min}$ з відношенням

$a_{cp.min}=\frac{\sum a-a_{min}}{n-1}=15,3$ $a_{cp.max}=\frac{\sum a-a_{max}}{n-1}=14,6$

Таблиця 2.2 – Значення К, враховуюче число спостережень

Число спостережень	4	5	6	7-8	9-10	11-15	16-30	31-53	54 та більше
Значення К	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6

Як бачемо *lim* a_{min} и *lim* a_{max} , нижня межа ряду 9,8 < 12 - найменшого показника спостерігання, а верхня межа ряду 20,1 > 18 - найбільшого показника спостерігання, що дозволяє зробити висновок в тому, щоо ряд достатньо стійкий та в додаткового поліпшення не потребує.

У випадку, якщо найбільше та найменьше значення ряда виходять за межі *lim* a_{min} и *lim* a_{max}, вони з ряду виключаються. При цьому виключено з ряду може бути не більше двух любих значень, так як велика кількість підозрюваних грубо-помилкових значень ряду свідчать про неякісне проведення спостережень.

Наприклад, при часі циклу до 5 хв. в результаті спостереження отримали ряд значень *a***,** що складається з n = 12 показників, :

2-2-1,3-1,9-1,7-2,1-2,0-1,9-2,8-2,3-2,1-2,0-2,2

Визначаємо $К_Р=\frac{a_{max}}{a_{min}}=\frac{2,8}{1,3}=2,1$ що більше 2, означає ряд потребує перевірки за методом відносної середньої квадратичної помилки. Ряд показників доцільно вести в табличній формі (таблиці 2.3)

Таблиця 2.3 – ряд показників

Показники	Номер спостереження						
	1	2	3	4	5	6	7
а	2,20	1,30	1,90	1,70	2,10	2,00	1,90
а	4,84	1,69	3,61	2,89	4,41	4,00	3,61
Номер спостереження					Сума	Позначення	
8	9	10	11	12			
2,80	2,30	2,10	2,00	2,20	24,50	$\sum$ а	
7,84	5,29	4,41	4,00	4,84	51,43	$\sum$ $а^2$	

Величина фактичної відносної середньої квадратичної помилки хронометражного ряду буде рівна

$l_ф = \pm\frac{1}{\sum а}\sqrt{\frac{n\sum a^2-(\sum a^2)}{n-1}} = \pm\frac{1}{2,45}\sqrt{\frac{12*51,43-24,5*24,5}{12-1}} = \pm 0,18$, що складає $\pm 0,18$

Отриману $\boldsymbol{l_ф}$ перевіряємо по допускаємим величинам відносної середньої квадратичної помилки середнього значення ряда ± $l_д$, у відповідності з даними таблиці 2.4.

Якщо $l_ф \leq l_д$, то поліпшення ряду не вимагається. В прикладі $l_ф$ = 18%, $l_д$ = 10%, тобто $l_ф > l_д$, значить потрібно поліпшення ряду.

Таблица 2.4 - Значення $\pm l_Д$

Число циклічних елементів складу роботи	$\pm l_Д$,%
До 5	До 7
Більше 7	Більше 10

При поліпшенні ряду по методу середньої квадратичної помилки, для того щоб визначити, яке з крайніх значень ряду (a_{max} = 2,8 или a_{min} = 1,3) необхідино піддати перевірці, слід підрахувати коефіцієнти $К_1$ та $К_2$, рівні

$$К_1 = \frac{\sum a - a_{min}}{\sum a - a_{max}} = \frac{24,5 - 1,3}{24,5 - 2,8} = \frac{23,2}{21,7} = 1,06$$

$$К_2 = \frac{\sum a^2 - a_{min} \sum a}{a_{max} \sum a - \sum a^2} = \frac{51,43 - 1,3 * 24,5}{2,8 * 24,5 - 51,43} = \frac{19,58}{18,17} = 1,07$$

Якщо $К_1 < К_2$ то сліл виключити a_{min}.

Якщо $К_1 > К_2$ - исключается a_{max}.

Так $К_г < К_2$ виключаємо $a_{min} = 1,3$, після чого ряд знову перевіряємо в тій же послідовності, тобто визначаємо $К_р$ покращеного ряду та таке інше.

Поліпшений ряд тоді буде 2,2-1,9-1,7-2,1-2,0-1,9-2,8-2,3-2,1-2,0-2,2.

$К_р = \frac{2,8}{1,7} = 1,65$ ряд потребує перевірки по граничним значенням показників $lim\ a_{min}$ та $lim\ a_{max}$. Середнє арифметичне значення ряду за вирахуванням a_{max} буде рівно:

$a_{ф.max} = \frac{\sum a - a_{max}}{n-1} = 2,0$ $lim\ a_{max}$=2,04+1(2,3-1,7)=2,64 тоді

a_{max} = 2,8 > 2,64, тоді одне повинно бути виключено з ряду. Знову поліпшений ряд отримає вид:

2,2-1,9-1,7-2,1 -2,0-1,9-2,3-2,1 -2,0-2,2 , в котрому $К_р = \frac{2,3}{1,7} = 1,35$ що свідчить про необхідність нової перевіреи ряду по методу граничних значень:

$a_{ф.max} = \frac{\sum a - a_{max}}{n-1} = 2,01$ $lim\ a_{max}$=2,01+1(2,23-1,7)=2,51, що більше у поліпшеному ряду, тобто a_{max} з ряду не виключається. Среднє арифметичне значення ряду за вирахуванням a_{min} складає

$a_{ф.min} = \frac{\sum a - a_{min}}{n-1} = 2,08$ $lim\ a_{min}$=2,08-1(2,3-1,9)=1,68, що меньше a_{min} = 1,7 в ряду, та виключити його з ряду не следує (1,68 < 1,7 = a_{min} ряду).

В цілому ряд з даними a_{min} = 1,7 та a_{max} = 2,3 стійкий, в очищенні більше не має потреби і забезпечує достовірну арифметичну середину показника витрат часу на операцію, яка в нашому випадку буде рівна

$$a_ф = \frac{\sum a}{n} = \frac{20,2}{10} = 2,02$$

При очищенні рядів показників спостережень за результатами перевірки методом відносної середньої квадратичної помилки при загальному числі

значень в ряду до 10 може бути виключене одне значення, що відхиляється, до 25 - два, більше 25 - 10% загального числа значень (з округленням до цілого). Виключення необхідно робити послідовно, починаючи зі значення, що найбільш відхиляється. Інакше потрібно провести додатковий хронометраж. При первинній обробці поліпшеного ряду середнє значення визначається як просте середнє арифметичне.

2.2 Застосування методів: операційних досліджень, когнітивної структуризації знань, системного аналізу, теорії ухвалення рішень і методів лінійного і нелінійного програмування

При розробці організаційно-технологічних рішень виробництва робіт по відновленню і будівництву залізобетонних споруд з високоморозостійким поверхневим шаром бетону був використаний метод операційного дослідження.

При усьому різноманітті змісту конкретних робіт в області дослідження операцій кожне операційне дослідження проходило послідовно через декілька етапів: постановка завдання і розробка концептуальної моделі, розробка моделі, вибір (розробка) методу і алгоритму, перевірка адекватності і коригування моделі, пошук рішення на моделі і реалізація знайденого рішення на практиці.

При цьому застосовувалась когнітивна структуризація знань, необхідна для змістовної постановки завдання, що вимагає ухвалення рішення, визначення мети моделювання (тобто типу вирішуваної задачі - завдання оптимізації) і розробки концептуальної моделі.

Це надзвичайно важливий і відповідальний етап операційного дослідження. Спочатку мету і завдання операційного дослідження формулює замовник. Як правило, ця мета і постановка завдання має загальний характер: досліджувати технологію, організацію виробництва робіт і розробити конкретні

рекомендації відносно її поліпшення.

На цьому етапі створюється операційна група в області технології і організації виробництва. Операційна група детально обстежує відповідну систему (об'єкт), вивчає інформаційні і матеріальні потоки як в середині самої системи, так і її зв'язки із зовнішнім середовищем. Одночасно вивчається організація підсистеми, управління цією системою (об'єктом), а також функціонування системи (показники якості, критерії ефективності) і зовнішні чинники, які впливають на ці характеристики.

Після збору результатів обстеження проводиться їх детальний аналіз, в результаті якого виявлялися істотні чинники і змінні, обгрунтовувався вибір тих або інших показників якості функціонування системи, а також істотних зовнішніх чинників, структура самої системи, склад його елементів, їх взаємозв'язки, внутрішні змінні. Проводиться додаткове обстеження організаційної системи з метою виявлення неврахованих чинників і їх взаємозв'язків.

Результатом цього етапу є концептуальна модель досліджуваної системи (завдання), в якій в змістовній формі описується склад системи, її компоненти і їх взаємозв'язки, перелік основних показників якості, змінних, як контрольованих так і неконтрольованих зовнішніх чинників, а також їх взаємозв'язків з показниками якості системи, перелік стратегій ухвалення рішень, які потрібно визначити в результаті рішення поставленої задачі.

Системний аналіз і математичне моделювання були потрібні для формалізації завдання і розробки математичної моделі (тобто визначення цільової функції і обмежень).

Після отримання концептуальної моделі системи (змістовної постановки завдання) складали завдання і будували її математичну модель. Цей процес називається формалізацією завдання.

Відповідно до теорії ухвалення рішень будь-яке завдання, що вимагає ухвалення рішень характеризується наступними елементами:

Безліччю змінних, значення яких вибирає особа, що приймає рішення

(ЛПР). Називатимемо їх стратегіями або керівниками змінними і означатимемо X={xj}. Безліччю змінних, які залежать від вибору стратегій. Їх називатимемо вихідними змінними завдання ухвалення рішень або рішеннями Y={yi}.

Безліччю змінних, значення яких не регулюються ЛПР. Ці змінні можуть бути внутрішніми змінними і тоді їх називають параметрами системи A={ak}. У інших випадках ці змінні можуть бути зовнішніми, які змінюються незалежно від ЛПР, і тоді їх називають обуреннями або зовнішнім середовищем Ω={ωj}.

Обмеженнями на змінні, що управляють і вихідні, а також ресурси системи, які задаються у вигляді ресурсних функцій від керівників змінних і вихідних змінних.

Цільовою функцією - критерієм ефективності f, який залежить від

прийнятих стратегій, параметрів системи і обурень f : X*A* Ω →Y. Цей критерій може бути як скалярним, так і векторним. І в останньому випадку

ми маємо багатокритерійне завдання ухвалення рішень.

У загальному випадку математична модель завдання ухвалення

рішень має такий вигляд:

$$F = f(X,Y,A,\Omega) \underset{x}{\rightarrow} \max(\min) \qquad (2.1)$$

при обмеженнях

$$g_i(X,A,\Omega) \le b_i, c=1,m \qquad (2.2)$$

$$X_{min} \le X \le X_{max\ зад,} \qquad (2.3)$$

$$Y_{min} \le Y \le Y_{max\ зад,} \qquad (2.4)$$

где $f(X, Y, A, \Omega) = [\ f_k\ (X, Y, A, \Omega)\ ]$, $k= l,k$ цільова функція (критерії якості);

$g_i\ (X, A, \Omega)$ — функція витрат і-го ресурсу;

b_i — наявна величина і-го ресурсу в системі.

Обмеження (2.21), (2.22) можуть мати такий вигляд (умови позитивності): $X \ge 0$, $Y \ge 0$.

Залежно від виду відображення існують різні типи моделей. Так, залежно

від міри мінливості параметрів і зовнішніх факторів, моделі можуть бути статичними або динамічними. Якщо параметри P і зовнішні фактори Ω залишаються незмінними в часі, то математична модель буде статичною. Інакше, маємо динамічну модель ситуації ухвалення рішень. Відображення y, що описує динамічну модель, може бути задане різними класами диференціальних рівнянь.

Математичні моделі розрізняються також видом зовнішніх змінників, які можуть бути як детермінованими, так і випадковими.

Зробимо формалізацію завдання ухвалення рішень.

Позначимо для представленого завдання через X безліч векторів стратегій; P - безліч векторів параметрів завдання; Ω - безліч векторів зовнішніх змінників (станів зовнішнього середовища); Y - безліч векторів вихідних змінних. Тоді математична модель завдання ухвалення рішень описується відображенням у виді:

$$y: X \times P \times \Omega \to Y \qquad (2.5)$$

Якщо змінники невипадкові, то їх можна віднести до параметрів P завдання, і тоді детермінована модель описуватиметься відображенням виду

$$y: P \times X \to Y \qquad (2.6)$$

Якщо ж обурення є випадковими, то маємо стохастичну модель завдання ухвалення рішень, яка описується загальним відображенням (2.23). В цьому випадку вихідні змінні будуть також випадковими, їх розподіли при заданих параметрах P визначатимуться розподілами зовнішніх змінностей.

Залежно від умов зовнішнього середовища і міри інформованості особи, що приймає рішення, існує така класифікація завдань ухвалення рішень : в умовах визначеності; в умовах ризику; в умовах невизначеності; в умовах конфліктних ситуацій або протидій (активного супротивника).

У дисертаційній роботі були використані методи лінійного і нелінійного програмування для вирішення поставлених завдань оптимізації (для вирішення моделі).

Завдання, що вирішуються методами дослідження операцій, були

сформульовані так: максимізувати

$F(x_1, x_2, \ldots, x_n)$

при обмеженнях

$g_1(x_1, \ldots, x_n) <= b_1;$

$g_2(x_1, \ldots, x_n) <= b_2;$

. . . . . .

$g_m(x_1, \ldots, x_n) <= b_m;$

де f(x1, x2, ., xn) - цільова функція, або критерій ефективності (наприклад, вартість перевезень і тому подібне);

X={x1,.,xn} - варійовані параметри;

gl(x),.,gm(x) - функції, які задають обмеження на наявні ресурси.

Серед різних розділів математичного програмування найбільш розвиненим і закінченим є лінійне програмування, коли цільова функція і усі обмеження є лінійними. Для вирішення математичних моделей інших типів призначені методи нелінійного програмування, цілочисельного програмування і деякі інші.

Незважаючи на вимогу лінійності функцій критеріїв і обмежень, в рамки лінійного програмування потрапляють численні завдання розподілу ресурсів, управління запасами, мережевого і календарного планування, транспортні завдання і інші.

Практично усі методи дослідження операцій породжують обчислювальні алгоритми, які є ітераційними за своєю природою. Це має на увазі, що завдання вирішується послідовно (ітераційно), коли на кожному кроці (ітерації) отримуємо рішення, що поступово сходяться до оптимального рішення. Ітераційна природа алгоритмів зазвичай призводить до об’ємних однотипних обчислень. У цьому і полягає причина того, що ці алгоритми розробляються, в основному, для реалізації за допомогою обчислювальної техніки.

Оптимальне рішення задачі лінійного програмування можна знайти шляхом простого перебору усіх базисних (допустимих) рішень або за

допомогою алгоритму симплекс-методу, який знаходить оптимальне рішення, розглядаючи обмежену кількість допустимих базисних рішень.

Універсальних алгоритмів рішення завдань нелінійного програмування не існує, і пов'язано це, головним чином, з різноманітністю нелінійних функцій.

Алгоритми рішення завдань нелінійного програмування умовно можна розділити на непрямі і прямі. У непрямих алгоритмах рішення задачі нелінійного програмування зводиться до рішення однієї або декількох лінійних завдань, породжених початковою. Прямі методи безпосередньо мають справу з початковим нелінійним завданням.

До непрямих алгоритмів рішення завдань нелінійного програмування відносяться, алгоритми сепарабельного, квадратичного, геометричного і стохастичного програмування.

До прямих алгоритмів належать алгоритми лінійних комбінацій і послідовної безумовної максимізації, а також простий перебір усіх допустимих рішень.

Після досягнення задовільного рівня адекватності моделі застосовують відповідний метод або алгоритм для знаходження оптимального (чи субоптимального) рішення на математичній моделі. Це рішення може приймати різні форми: аналітичну, чисельну, або алгоритмічну (у вигляді набору процедур, правив, і тому подібне).

2.3 Математичні методи планування експерименту, використовувані в дослідженнях

Було показано, що якнайповніше кількісно і якісно характеризувати поведінку бетонних сумішей і бетонів можна за допомогою технологічних характеристик: об'ємній концентрації цементу Сц і коефіцієнта нормальної густини цементного тіста в бетонній суміші КНГ.

На структуру і властивості бетону істотний вплив чинять якість початкових матеріалів і технологічні умови приготування, укладання і тверднення, бетонних сумішей .

Можливість кількісно оцінити вплив кожного окремого чинника і ефекти міжфакторних взаємодій на властивості бетонних сумішей і бетонів дозволяють багатофакторні математичні моделі, що отримуються в результаті планування експерименту.

При розробці математичних моделей, що дозволяють врахувати склад бетонної суміші, структуру і властивості бетону, умови приготування, доставки, укладання, ущільнення і тверднення бетонних сумішей, необхідно шукати такі критерії, які якнайповніше відбивали б вплив кожного чинника .

Для математичного планування експерименту по вивченню фізико-механічних властивостей бетону використовувався Д-оптимальний план, який дозволяє істотно скоротити об'єм експерименту і виявити вплив вибраних чинників на параметр, що вивчається.

Увесь процес складання багатофакторних математичних моделей був розділений на наступні основні етапи: вибір чинників, планування і проведення експерименту, обробка експериментальних результатів, розрахунок математичної моделі, аналіз отриманого рівняння регресії.

Відбір чинників для побудови математичної моделі здійснюється на підставі апріорного логико-професійного аналізу. Якщо число чинників, що істотно впливають на властивість, що вивчається, велике (більше 5~7), то рекомендується провести відсіваючий експеримент.

Перш ніж приступити до планування рішення теоретичної основи концепції, була виявлена область факторного простору і визначені межі областей визначення окремих чинників, що задаються производственно-зкспериментальньїми умовами, конкретними умовами експерименту і примусовими обмеженнями.

Локальну область експерименту визначали вибором основних рівнів чинників і інтервалів їх варіювання. Останні приймали з урахуванням схеми

плану експерименту і областей визначення чинників. Чинники, залежно від вживаного плану експерименту, варіюються на трьох основних рівнях: верхньому, нижньому і нульовому (основному). Рівні і інтервали варіювання чинників представлені в таблиці. Таблиця 2.5

Таблиця 2.5 - Рівні та інтервали варіювання факторів

Фактори	Верхній рівень	Нульовий рівень	Нижній рівень	Інтервал варіювання
x_1	(x_1)max	x_{01}	(x_1)min	Δx_1
x_2	(x_2)max	x_{02}	(x_2)min	Δx_2
x_3	(x_3)max	x_{03}	(x_3)min	Δx_3
x_4	(x_4)max	x_{04}	(x_4)min	Δx_4

Для спрощення обчислювальних операцій і забезпечення заданих властивостей матриць, при плануванні експерименту вводили кодовані змінні Xi, замість натуральних xi. Кодовані і натуральні змінні значення зв'язуються співвідношенням:

$$x_i = \frac{x_i - x_{oi}}{\Delta x_i} \qquad (2.7)$$

де, x $0i$ - координата центру експерименту по Xi -у чиннику, так званий нульовий рівень, що обчислюється за формулою,:

$$x_{oi} = 0{,}5(x_{imax} - x_{imin}) \qquad (2.8)$$

Представлення перетворення полегшує розрахунки, так як для верхнього рівня фактора X_i= +1, для нижнього = -1.

Вибравши Д-оптимальний план, складаємо матрицю планування повного факторного експерименту типу 2n, де n - число чинників. У таблиці 2.6 представлена матриця планування для Д-оптимального плану, яка відбиває послідовність реалізації можливих комбінацій чинників. У векторах-стовпцях знак ”+” означає, що в цьому досвіді цей чинник повинен знаходитися на верхньому рівні, знак ”-” на нижньому рівні, знак ”0” - на основному, "нульовому" рівні.

При заданому числі паралельних вимірів параметру, експеримент

ділиться на m серії в досвіду, в кожному з яких повністю реалізується матриця планування. Середнє числове значення величини Yi (де і - номер досвіду) заносять у відповідний рядок стовпця Y таблиці Таблиця 2.6.

Таблиця 2.6 – Матриця планування експерименту

№ опиту	X_1	X_2	X_3	X_4	$X_{1,2,3}$	№ опиту	X_1	X_2	X_3	X_4	$X_{1,2,3}$
1	+	+	+	+		13	-	-	+	+	
2	+	+	+	-		14	-	-	+	-	
3	+	+	-	+		15	-	-	-	+	
4	+	+	-	-		16	-	-	-	-	
5	+	-	+	+		17	+	0	0	0	
6	+	-	+	-		18	-	0	0	0	
7	+	-	-	+		19	0	+	0	0	
8	+	-	-	-		20	0	-	0	0	
9	-	+	+	+		21	0	0	+	0	
10	-	+	+	-		22	0	0	-	0	
11	-	+	-	+		23	0	0	0	+	
12	-	+	-	-		24	0	0	0	-	

У цій роботі усі математичні моделі були розраховані за допомогою програм.

3 РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ТА ПРОГРАМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗРАХУНКУ ЗМІННОГО ЗАВДАННЯ ДЛЯ БРИГАДИ БЕТОНУВАЛЬНИКІВ ПРИ БЕТОНУВАННІ МОНОЛІТНИХ СПОРУД

3.1 Різновиди конструкцій, що бетонуються

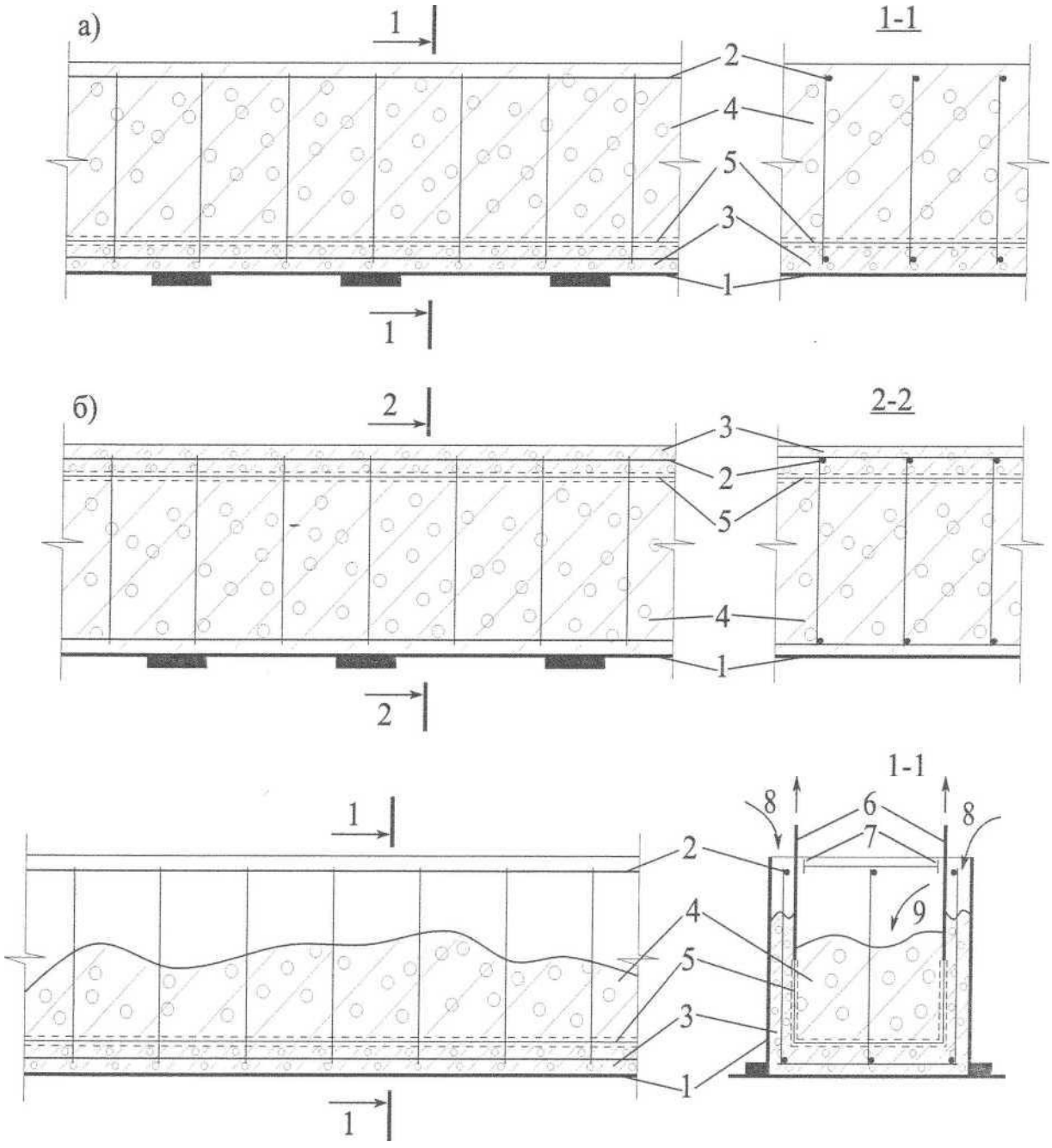


Рисунок 3.1 - Схема бетонування несучої залізобетонної балки

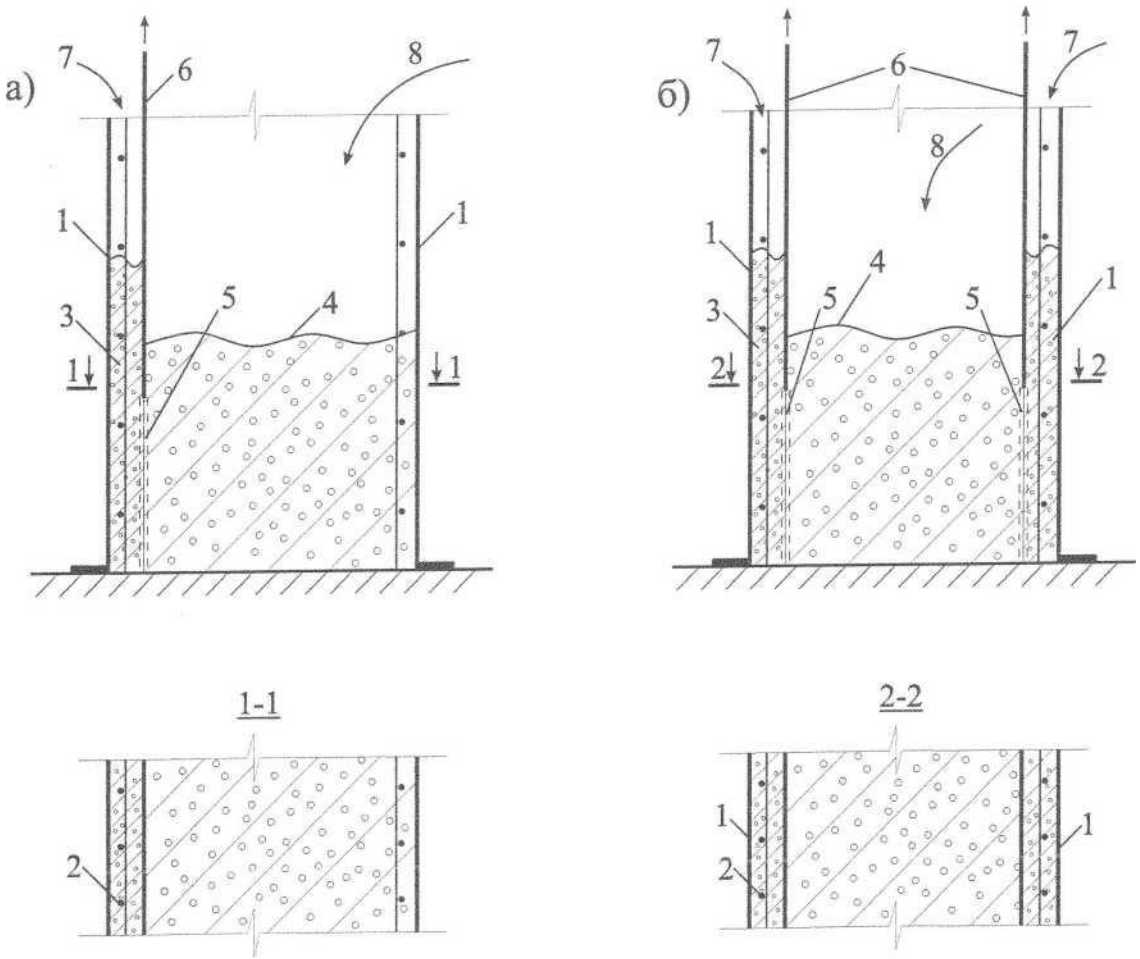


Рисунок 3.2 - Схема бетонування зовнішніх несучих залізобетонних стін

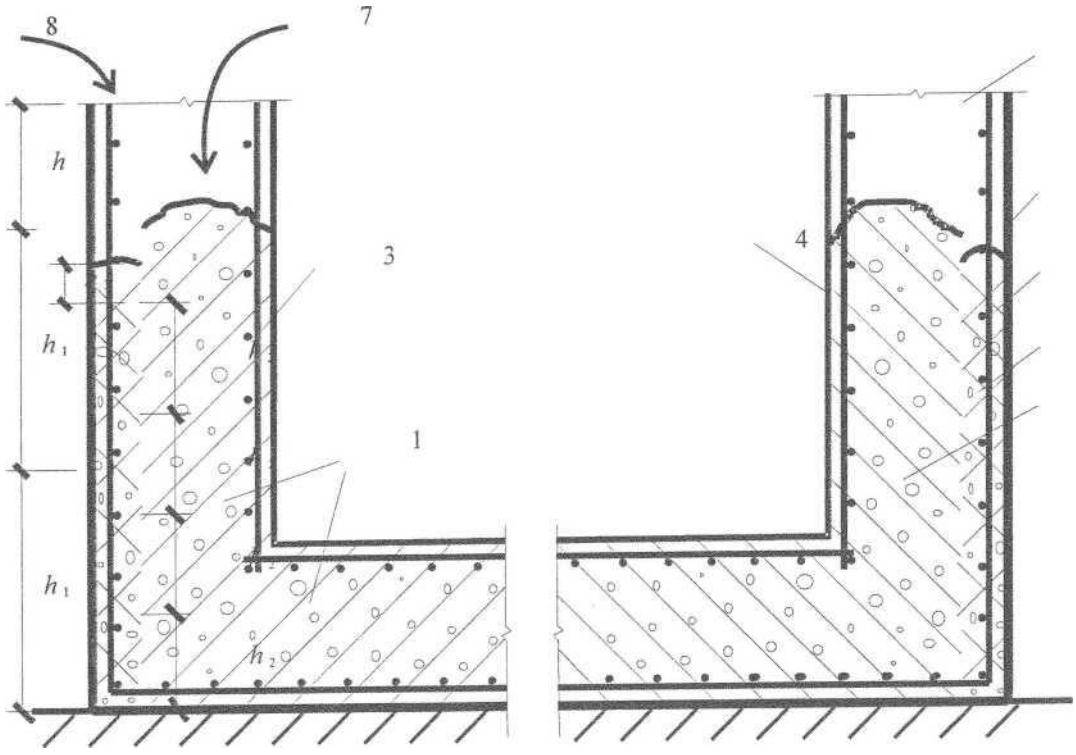


Рисунок 3.3 - Схема бетонування спеціальних залізобетонних споруд

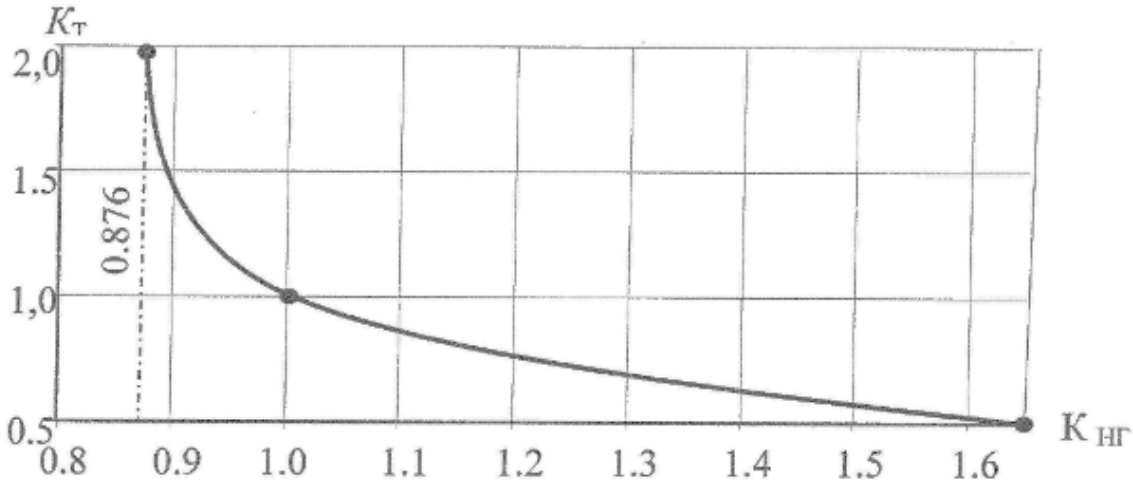


Рисунок 3.4 - Залежність коефіцієнту трудомісткості укладки бетоних сумішей $К_т$ від $К_{НГ}$ цементного тіста у застосовуваних бетоних сумішах

3.2 Розробка методу автоматизованого розрахунку організаційно-технологічних параметрів бетонування залізобетонних споруд

Розробляємо алгоритм розрахунку тривалості приватних технологічних процесів, що становлять комплексний технологічний процес бетонування споруд, та похідних параметрів, таких як: трудомісткість; кількість ділянок в зміну; площа ділянки, $м^2$; об'єм робіт і об'єм бетонної суміші за зміну.

Найважливіша умова в цьому завданні - необхідність обліку технологічних вимог до виконання приватних технологічних процесів: їх якості; тривалість; послідовності; дотриманню часу по хвилинах між окремими процесами; визначення необхідної якості початкових матеріалів та складу бетону; обліку термінів схоплювання цементного тіста в бетонній суміші. Дотримання цих організаційно-технологічних та умов забезпечить спільну роботу шарів бетону як структурно-цілісного матеріалу.

Розробляємо додаток Exel, з використанням мови програмування VBA для автоматизованого розрахунку змінного завдання.

Використовуємо методи.

Алгоритм розрахунку представляємо як рішення задачі лінійного програмування методом послідовного перебору допустимих значень змінних.

Змістовна постановка завдання.

Розглянемо процес бетонування споруди в наступних умовах:

Установка опалубки; установка арм. каркаса; контроль якості установки опалубки; контроль якості установки арматурного каркаса; контроль загальних розмірів; укладання бетонної суміші; укладання другої частини бетонної суміші; приготування бетону; визначена технологія виробництва робіт; склад і послідовність виконання робіт; умови взаємодії між роботами; терміни початку і закінчення схоплювання цементного тіста в бетонній суміші. Тобто, враховуємо усі необхідні умови технології виробництва робіт, що забезпечують спільну роботу шарів бетону як структурно-целостного матеріалу.

Необхідно розрахувати щохвилинний графік виробництва робіт і визначити об'єм змінного вироблення в м^2.

Алгоритм розрахунку.

Змінне завдання ділиться на ділянки Sопт, м^2.

Визначаємо тривалість робіт на ділянці: установка опклубки (tl); установка арматурного каркаса (t2); контроль якості (t3); бетонування(i4).

$$t_1 = \frac{S_{\text{опт}}}{\text{T}_{\text{р1}}} \quad (3.1)$$

$$t_2 = \frac{S_{\text{опт}}}{\text{T}_{\text{р2}}} \quad (3.2)$$

$$t_3 = \frac{S_{\text{опт}}}{\text{T}_{\text{р3}}} \quad (3.3)$$

$$t_4 = \frac{S_{\text{опт}}}{\text{T}_{\text{р4}}} \quad (3.4)$$

Визначаємо сумарну тривалість робіт на ділянці (Т).

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + 2 * t_4 + t_5, \quad (3.5)$$

Шукаємо максимум можливого значення Sопт на області допустимих значень.

Визначаємо кількість ділянок в ½ зміну ($N_{уч.}$).

$$N_{уч.} = \frac{247.5-(t_1+t_2+t_3)}{2 \cdot t_4+t_3} \quad (3.6)$$

де, 247.5 – час роботи впродовж ½ зміни, хв.

Округляємо $N_{уч.}$ вниз до цілих. Якщо утворюється надлишок часу, вводимо додаткову технологічну перерву.

Визначаємо кількість ділянок в зміну ($N_{СМ}$).

$$N_{см}=2 \cdot N_{уч} \quad (3.7)$$

Визначуваний об'єм бетонування поверхні за зміну (S).

$$S=S_{опт} \cdot N_{см} \quad (3.8)$$

Визначуваний необхідний об'єм бетонної суміші $V_{бс}$, з урахуванням її ущільнення і відскоку в процесі торкретування.

$$V=S \cdot h \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (3.9)$$

де: h – товщина шару; К1 – коефіцієнт на ущільнення; К2 – коефіцієнт втрат бетонної суміші, залежно від виду бетонованої конструкції.

Потім, визначаємо кількість бетонної суміші, необхідної для бетонування усього об'єкту.

Створюємо додаток Exel та визначаємо кількісні значення даних параметрів, за введеними конкретними початковими даними, з уврахуванням коефіцієнта трудомісткості робіт, визначуваного мірою руйнування поверхневого шару бетону. Автоматично видається щохвилинний графік виробництва робіт.

Таблиця 3.1 - Вихідні дані

№ п/п	Найменування робіт	Техн. норм.	Одиниця вимірювання		Трудомісткість по ведучій машині, маш-час		
					Стіни	Несучі балки та колони	Перегородки
1	Установка опалубки	хрон-ж	100	м2	27,30	43,20	21,45
2	Установка арм. каркаса	хрон-ж	100	м2	5,45	7,68	2,78
3	Контроль якості	хрон-ж	100	м2	0,50	0,84	0,32
4	Укладка бетоних сумішей	хрон-ж	100	м2	12,45	16,78	8,70
5	Приготування бутону	хрон-ж	1	м2	1,02	1,02	1,02

		Відновлювальна площа, м2		
		Стіни	Несучі балки та колони	Перегородки
Макс. час до початку укладки слід шару бет. суміші, хвл.	45			
Час кінця схватування бетону, хвл.	120	243	105	367

Таблиця 3.2 – Розрахункові кількісні значення розглянутих параметрів

№ п/п	Найменування роботи	Тривалість робіт, хвл.		
		Стіни	Несучі балки та колони	Перегородки
1	Установка опалубки	26	29	40
2	Установка арм. каркасу	15	15	15
3	Контроль якості установки опалубки	5	3	2
4	Контроль якості установки арматурного каркасу	6	4	3
5	Контроль загальних розміров	4	7	2
6	Укладка бетонної суміші	35	34	48
7	Технoперерва	10	11	0
8	Укладка другої частини бетонної суміші	35	34	48
9	Приготування бетону	8	6	14
10	Технoперерва після ділянки	15	15	89
11	Час робіт на делянці	124	129	157
12	Кількість ділянок в зміну, шт	4	4	2
13	Площа ділянки, м2	4,74	3,36	9,29
14	Об `єм робіт на зміну, м2	18,96	13,44	18,58
15	Об `єм бетону на ділянку, м3	20,25	8,75	30,58
16	Об `єм бетону за зміну, м3	81,00	35,00	122,33
17	Кількість змін на весь об `єм робіт, зміни	13	8	20

Розроблений та запропонований алгоритм та метод автоматизованого розрахунку технологічних рішень бетонування залізобетонних споруд ефективний та може бути використаний в технологічному проектуванні виробництва робіт.

3.3 Програма автоматизованого розрахунку організаційно-технологічних параметрів бетонування залізобетонних споруд залежно від виду бетонованих конструкцій

```
Sub SetScheduleQ

Dim a11, a12, a13, a21, a22, a23, a31, a32, a33, a41, a42, a43, a51, a52, a53,
S1, S2, S3 As Double
Dim Ts, Te, u1, u2, u3, u4, u5 As Long

a11 = Sheets(1).Range("F3").Value
a12 = Sheets(1).Range("G3").Value
a13 = Sheets(l).Range("H3").Value
a21 = Sheets(l).Range("F4").Value
a22 - Sheets(l).Range("G4!").Value
a23 = Sheets(l).Range("H4").Value
a31 = Sheets(l).Range("F5").Value
a32 = Sheets(1).Range("G5").Value
a33 = Sheets(l).Range("H5").Value
a41 = Sheets(l).Range("F6").Value
a42 = Sheets(l).Range("G6").Value
a43 = Sheets(l).Range("FI6").Value
```

```
a51 = Sheets(l).Range("F7").Value
a52 = Sheets(l).Range("G7").Value
a53 = Sheets(1).Range("H7").Value
S1= Sheets(l).Range("F11").Value
S2= Sheets(1).Range("G11").Value
S3=Sheets(l).Range("H11").Value

Ts = Sheets(1).Range("D10").Value
Te = Sheets(1).Range("D11").Value

If Sheets(1).Range("D3").Value = "" Then
ul = 1
Else
ul = Sheets(1).Range("D3").Value
End If
If Sheets(l).Range("D4").Value = "" Then
u2 = 1
Else
u2 = Sheets(1).Range("D4").Value
End If
If Sheets(l).Range("D5").Value = "" Then
u3 = 1
Else
u3 = Sheets(l).Range("D5").Value
End If
If Sheets(l).Range("D6").Value = "" Then
u4= 1
Else
u4 = Sheets(l).Range("D6").Value
End If
```

```
                If Sheets(l).Range("D37").Value = "" Then
        u5 = 1
        Else
                u5 = Sheets(l).Range("D7").Value
        End If
        Dim t11, t12, t13, t21 t22, t23, t31, t32, t33, t41, t42, t43, t51, t52, t53, t61, t62,
t63, t71, t72, t73, t81, t82, t83, topt11, toptl 2, topt13, topt21, topt22, topt23, topt31,
topt32, topt33, topt41, topt42, topt43, topt51, topt52,topt53, topt61, topt62, topt63,
topt71, topt72, topt73, toptSl, topt82, topt83
As Long
        Dim Tl, T2, T3, Toptl, Topt2, Topt3, Sshl, Ssh2, Ssh3, Soptl, Sopt2, Sopt3, VI,
        V2, V3, Voptl, Vopt2, Vopt3 As Double

        Sshl = 0.01
        Soptl = Sshl

        Do While Sshl <= S1

        V1 = Sshl * 0.02 * 1.25

              t11 = Application.WorksheetFunction.Round(a11 / ul * Sshl *
60, 0)
              t21 = Application.WorksheelFunction.Round(a21 / u2 * Sshl *
60, 0)
              t31 = Application.WorksheetFunction.Round(a31 / u3 * Sshl *
60, 0)
              t51 = Application.WorksheetF unction,Round(a41 / u4 * Sshl *
60, 0)
            If t51 < Ts Then
     t61 = Application.WorksheetFunction.Roimd(Ts -t51, 0)
```

```
        Else
        t61 = 0
        End If
                t71 = Application.WorksheetFunction.RoundUp(a51 / u5 * V1
* 60, 0)
        t81 = Application.WorksheetFunction.Round(247.5 - (t11 + t21 +
3*t31+2*t51+t61), 0)

        T1 =t11 + t21 +3 * t31 + 2 * t51 + t61

                If Application.WorksheetFunction.RoundDown(247.5 / (247.5
-t81), 0) > 1 Then
        T1=T1 /
                Application.WorksheetFunction.RoundDown(247.5 / (247.5 -t81), 0)
              t81 = Application.WorksheetFunction.Round(T1 * 60 - (t11 + t21 + 3 *
t31 + 2 * t51 +t61), 0)
        End If

                If T1 <= 247.5 And t21 <= 15 And t11 +t21 <= 90 And t31 <=
10 And t51 <= Te Then
        Soptl = Ssh1
        topt11=t11
        topt21 = t21
        topt31=t31
        topt41 = t41
        topt51 = t51
        topt61=t61
        topt71 = t71
        topt81 = t81
        Topt1 = T1
```

```
        Voptl = V1
        End If
        Sshl = Sshl +0,01

        Loop

Ssh2 = 0.01
Sopt2 = Ssh2

        Do While Ssh2 <= S2

        V2 = Ssh2 * 0.02 * 1.3

              t12 = Application.WorksheetFunction.Round(a12 / ul * Ssh2 *
60, 0)
              t22 = Application.WorksheetFunction.Round(a22 / u2 * Ssh2 *
60, 0)
              t32 = Application.WorksheetFunction.Round(a32 / u3 * Ssh2 *
60, 0)
             t52 = Application. WorksheetFunction.Round(a42 / u4 * Ssh2 *
60, 0)
        If t52 < Ts Then
                    t62 = Application.WorksheetFunction.Round(Ts-t52, 0)
        Else
        t62 = 0
        End If
                t72 = Application.WorksheetFunction.RoundUp(a52 / u5 * V2
* 60, 0)
        t82 = Application.WorksheetFunction.Round(247.5 - (t 12 + t22 + 3 *
t32 + 2 * t52 +t62), 0)
```

```
        T2 = t12 + t22 + 3 * t32 + 2 * t52 + t62
        If Application. WorksheetFunction.RoundDown(247.5 / (247,5 -t82), 0)
> 1 Then
        T2 = T2 /
Application.WorksheetFunction.RoundDown(247.5 /(247.5 - t82), 0)
        t82 = Application.WorksheetFunction.Round(T2 * 60 - (t12 + t22 + 3 *
t32 + 2 * t52 +t62), 0)
        End If

        IfT2 <= 247.5 And t22 <= 15 And t12 + t22 <= 90 And t32 <=
10 And t52 <= Te Then
        Sopt2 = Ssh2
        topt12 =t12
        topt22 = t22
        topt32 = t32
        topt42 = t42
        topt52 = t52
        topt62 = t62
        topt72 = t72
        topt82 = t82
        Topt2 = T2
        Vopt2 - V2
        End If

        Ssh2 = Ssh2 + 0.01

        Loop

        Ssh3 = 0.01
```

```
        Sopt3 = Ssh3

        Do While Ssh3 <= S3

        V3 = Ssh3 * 0.02 * 1.15

        t13 = Application.WorksheetFunction.Round(a13 /  u1  * Ssh3 *
60, 0)
        t23 = Application.WorksheetFunction.Round(a23 / u2 * Ssh3 *
60, 0)
        t33 = Application.WorksheelFunction.Round(a33 / u3 * Ssh3 *
60, 0)
        t53 = Application.WorksheetFunction.Round(a43 / u4 * Ssh3 *
60, 0)
        If t53 < Ts Then
        t63 = Application.WorksheetFunction.Round(Ts - t53, 0)
        Else
        t63 = 0
        End If
        t73 = Application.WorksheetFunction.RoundUp(a53 / u5 * V3
* 60, 0)
        t83 = Application.WorksheetFunction.Round(247.5 - (t13 + t23 + 3 * t33
+ 2 * t53 + t63), 0)
        T3 =t13 + t23 + 3 * t33 + 2 * t53 +t63
 If Application.WorksheelFunction.RoundDown(247.5 / (247.5
-183), 0)> 1 Then
        T3 = T3 /
        Application.WorksheetFunction.RoundDown(247.5 / (247.5 - t83), 0)
        t83 = Application.WorksheetFunction,Round(T3 * 60 - (t13
+ t23 + 3 * t33 +2 * 153 + t63), 0)
```

```
End If

If T3 <= 247.5 And t23 <= 15 And t13 + t23 <= 90 And t33 <= 10 And t53 <=
Te Then
Sopt3 = Ssh3
topt13 = t13
topt23 = t23
topt33 = t33
topt43 = t43
topt53 = t53
topt63 = t63
topt73 = t73
topt83 = t83
Topt3 = T3
Vopt3 = V3
End If

Ssh3 = Ssh3 + 0.01

Loop

Sheets(2).Range("C3").Value = topt11
Sheets(2).Range("D3").Value = topt12
Sheets(2).Range("E3").Value = topt13
Sheets(2).Range("C4").Value = topt21
Sheets(2).Range("D4").Value = topt22
Sheets(2).Range("E4").Value = topt23
Sheets(2).Range("C5").Value = topt31
Sheets(2).Range("D5").Value = topt32
Sheets(2).Range("E5").Value = topt33
```

```
Sheets(2).Range("C6").Value = topt31
Sheets(2).Range("D6").Value = topt32
Sheets(2).Range("E6").Value = topt33
Sheets(2).Range("C7").Value = topt31
Sheets(2).Range("D7").Value = topt32
Sheets(2).Range("E7").Value = topt33
Sheets(2).Range("C8").Value = topt51
Sheets(2).Range("D8").Value = topt52
Sheets(2).Range("E8").Value = topt53
Sheets(2).Range("C9").Value = topt61
Sheets(2).Range("D9").Value = topt62
Sheets(2).Range("E9").Value = topt63
Sheets(2).Range("C10").Value = topt51
Sheets(2).Range("D10").Value = topt52
Sheets(2).Range("E10").Value = topt53
Sheets(2).Range("C11").Value = topt71
Sheets(2).Range("D11").Value = topt72
Sheets(2).Range("E11").Value = topt73
Sheets(2).Range("C12").Value = topt81
Sheets(2).Range("D12").Value = topt82
Sheets(2).Range("E12").Value = topt83
Sheets(2).Range("C13").Value = Toptl
Sheets(2).Range("D13").Value = Topt2
Sheets(2).Range("E13").Value = Topt3
Sheets(2).Range("C17").Value = Soptl
Sheets(2).Range("D17").Value = Sopt2
Sheets(2).Range("E17").Value = Sopt3
Sheets(2).Range("C19").Value = Vopt1
Sheets(2).Range("D19").Value = Vopt2
 Sheets(2).Range("E19").Value = Vopt3
```

```
        Sheets(2).Range("C 17").Value =
Application.WorksheetFunction.RoundDown(495 / Toptl, 0)
        Sheets(2).Range("D17").Value =
Application.WorksheetFunction.RoundDown(495 / Topt2, 0)
        Sheets(2).Range("E17").Value =
Application.WorksheetFunction.RoundDown(495 / Topt3, 0)
        Sheets(2).Range("C18").Value =
Application.WorksheetFunction.RoundUp(Sl / (Soptl *
Application.WorksheetFunction.RoundDown(495 / Toptl, 0)), 0)
        Sheets(2).Range("D18").Value =
Application.WorksheetFunction.RoundUp(S2 / (Sopt2 *
Application.WorksheetFunction.RoundDown(495 / Topt2, 0)), 0)
        Sheets(2).Range("E18").Value =
Application.WorksheetFuncti on.RoundUp(S3 / (Sopt3 *
Application.WorksheetFunction.RoundDown(495 / Topt3, 0)), 0)

        Sheets(2). Select

End Sub
```

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

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

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

3. 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

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

ПРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бліхарський З. Я. Реконструкція та підсилення будівель та споруд: навч. посібник. Львів: Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2008. 108 с.
2. Бичевий П.П., Міщук К. М. Реконструкція будівель і споруд: методичні вказівки. Запоріжжя: ЗДІА, 2016. 39 с.
3. Бичевий П.П., Міщук К. М. Прогресивні технології будівництва та реконструкції будівель і споруд: метод. вказівки до виконання практ. занять та контр. робіт, проведення самост. роботи для студ. ЗДІА спец. 192 "Будівництво та цивільна інженерія" ден. та заоч. форм навчання : методичні вказівки. Запоріжжя : ЗДІА, 2016. 42с.
4. Гавриляк А.І., Базарник І.Б., Кінаш Р.І. Технічна експлуатація, реконструкція і модернізація будівель: навч. посібник для внз. Львів: Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2006. 539 с.
5. Данкевич Н. О., Шаровар М. К., Мальований І. В. Технологія будівельного виробництва: метод. вказівки до виконання курсового проекту для студ. ЗДІА напряму 6.06.0101 "Будівництво" ден. та заоч. форм навчання. Запоріжжя : ЗДІА, 2010. 57 с.
6. Данкевич Н.О. Технологія будівельного виробництва: методичні вказівки до виконання практичних та лабораторних занять, контрольної та самостійної роботи для студентів ЗДІА за напрямом 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної та заочної форми навчання. Запоріжжя: ЗДІА, 2016. 65 с.
7. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2012–04–01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 94 с.

8. ДСТУ Б А.2.4-4:2009. Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної та робочої документації– [Чинний від 2009–01–24]. Київ : Держстандарт України, 2009. 70 с.
9. ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва об’єктів [Чинний з 2014-01-01]. Київ: Мінрегіон України, 2013. 42 с.
10. ДБН А.3.1-5-2016. Державні будівельні норми. Управління, організація і технологія. Організація будівельного виробництва. [Чинний від 2016-01-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2017. 67 с.
11. ДБН В.1.2-12-2008. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки. Київ: Мінрегіонбуд України, 2008.. 34 с.
12. ДСТУ Б Д.1.1-1:2013. Правила визначення вартості будівництва. [Чинні з 2014-01-01]. Київ: Мінрегіон України, 2013. 88 с.
13. ДСТУ 3008-2015 Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення. [Чинний від 2017-07-01] Вид. офіц.. Київ: ДП «Укр НДНЦ», 2016.31 с.
14. ДСТУ 8302:2015 Бібліографічні посилання. Загальні положення та правила складання. [Чинний від 2016-07-01] Вид. офіц.. Київ: ДП «Укр НДНЦ», 2016.20 с.
15. ДСТУ – Н Б. Д.1.1-5:2013. Настанова що до визначення розміру коштів на титульні тимчасові будівлі та споруди і інші витрати у вартості будівництва. [Чинні з 2014-01-01]. Київ: Мінрегіон України, 2013. 59 с.
16. ДСТУ – Н Б. Д.1.1-6:2013. Настанова що до розроблення ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи. [Чинні з 2014-01-01]. Київ: Мінрегіон України, 2013. 45 с.
17. ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення». [Чинні з 2019-01-01]. Київ : Мінрегіонбуд України.2019. 32 с.
18. Кирнос В.М., Залунин В.Ф., Дадиверина Л.Н. Организация строительства: учебник. Днепропетровск: «Пороги,», 2005. 309 с.
19. Кузнєцов Ю.П. Проектирование железобетонных работ. Киев; Донецк: Вища школа., 1991. 280 с.

20. Організація будівництва : підручник / за редакцією С.А. Ушацького. Київ : Кондор, 2007. 521 с.
21. Павлов І.Д., Полтавець М.О. Організація, планування та системи управління в містобудівництві: навчально-методичний посібник для здобувачів вищої освіти «Магістра» спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія». Запоріжжя, ЗНУ, 2019. 165 с.
22. Павлов І.Д., Пшегорлінська О.А. Технологія, організація та планування будівництва: навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної та заочної форм навчання .Запоріз. держ. інж. акад. Запоріжжя: ЗДІА, 2018. 186 с.
23. Посібник з розробки проектів організації будівництва й проектів виконання робіт (до ДБН А.3.1-5-96). Київ : Укрархбудінформ, 1997. 105 с.
24. Пищаленко Ю. А. Технология возведения зданий и сооружений: учебник для вузов. Киев: Вища школа, 1982. 192 с.
25. Радкевич А.В., Павлов І.Д. Багатоцільові моделі організації капітального відновлення об'єктів: монографія. Дніпропетровськ, 2003. 225 с.
26. Притула С. Ф.Технологія будівельних процесів: навч. посібник. Київ: ІЗМН, 1996. 140 с.
27. Современные технологии в строительстве: учебник для студ.высш. учеб.заведен. /под ред. А.И. Менейлюка. Киев: Освіта України, 2010. 549 с.
28. Технологія будівельного виробництва: підручник / В.К. Черненко та ін.; за ред. В.К. Черненка, М.Г. Ярмоленка. Київ: Вища школа, 2002. 430 с.
29. Технология строительного производства / под общей ред. О.О. Литвинова, Ю.И. Белякова. Киев: Висш. шк., 1985. 479с.
30.. Технологія будівельного виробництва: підручник для студ. внз / за ред. Ярмоленко М. Г. 2-ге вид., перероб. і доп. Київ: Вища школа, 2005. 341 с.

31. Терех М.Д. Технологія реконструкції будівель та споруд: мтодичні вказівки до практичних занять, виконання розрахунково-графічних робіт та самостійної роботи для студентів спеціальності 8.092101 „Промислове та цивільне будівництво”. Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2006. 67 с.
32. Технологія монтажу будівельних конструкцій: навчальний посібник / В.К. Черненко, О.Ф. Осипов, Г.М. Тонкачеєв та інші; За ред.. В.К. Черненка. Київ :Горобець Г.С.,2010. 372 с.
33.. Черненка В.К., Ярмоленка М.Г. Технологія будівельного виробництва: підручник. Київ : Вища школа, 2002. 430 с.