

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ІНЖЕНЕРНИЙ ІНСТИТУТ**

**ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

**Кафедра промислового та цивільного будівництва**

**Кваліфікаційна робота/проект**

другий магістерський рівень

(рівень вищої освіти)

на тему: **Обґрунтування технології зведення монолітного каркасу  
з використанням бетону підвищеної рухливості**

Виконав: студент 2 курсу, групи БУД-18-6мді  
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія  
(код і назва спеціальності)

освітньої програм промислове і цивільне будівництво  
(код і назва освітньої програми)

Лотфі Муад

(прізвище та ініціали)

Керівник проф., д.т.н. Радкевич А.В.  
осада, вчене звання, науковий ступень, прізвище та ініціал

Рецензент доц., к.т.н. Полтавець М.О.  
осада, вчене звання, науковий ступень, прізвище та ініціал

Запоріжжя

2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНЖЕНЕРНИЙ ІНСТИТУТ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ ПЦБ  
проф. Арутюнян І.А.  
" \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ЗАВДАННЯ**  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ /ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Лотфі Муад

(прізвище, ім'я по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Обґрунтування технології зведення монолітного  
каркасу з використанням бетону підвищеної рухливості

керівник роботи Радкевич А.В., проф., д.т.н.  
(прізвище, ім'я по батькові, науковий ступень, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від " 10 " 09 2019 року № 1542 - с

2. Строк подання студентом роботи 06 січня 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи архітектурно-планувальні рішення будівлі яка проектується,  
інженерно-геологічні умови, фізико-хімічні властивості бетонних сумішей та  
способи її укладання, науково-технічна, навчальна, нормативна та періодична література

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)  
багатокомпонентність як чинник забезпечення поліфункціональних властивостей бетону,  
основні методи отримання підвищених властивостей, проектування архітектурно-  
планувальних та організаційно-технологічних рішень проекту, розрахунок пакету інвесторської  
кошторисної документації, розглянути основні питання охорони праці і охорони  
навколишнього середовища

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)  
уп, основні питання дослідження, проектування архітектурно-конструктивних рішень проект,  
проектування організаційно-технологічних рішень проекту, визначення ефективності  
організаційно-технологічних рішень при використанні бетону підвищеної рухливості

| 6. Консультанти розділів роботи |   | Підпис, дата   |                  |
|---------------------------------|---|----------------|------------------|
| Розділ                          | Прізвище, ініціали та посада консультанта | завдання видав | завдання прийняв |
| Розділ 1                        | Радкевич А.В., д.т.н., проф.              |                |                  |
| Розділ 2                        | Радкевич А.В., д.т.н., проф.              |                |                  |
| Розділ 3                        | Радкевич А.В., д.т.н., проф.              |                |                  |
| Розділ 4                        | Радкевич А.В., д.т.н., проф.              |                |                  |
| Розділ 5                        | Радкевич А.В., д.т.н., проф.              |                |                  |
| Розділ 6                        | Радкевич А.В., д.т.н., проф.              |                |                  |
| Розділ 7                        | Радкевич А.В., д.т.н., проф.              |                |                  |

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 30 вересня 2019 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи  | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|--|-------------------------------|----------|
| 1.    | Основні тенденції вдосконалення технології виробництва бетону. Фізико-хімічні властивості бетонної суміші.                     | 30.09.2019                    |          |
| 2.    | Основні методи, способи внесення змін до бетонів з метою отримання підвищених властивостей                                     | 21.10.2018                    |          |
| 3.    | Визначення архітектурно -конструктивних та організаційно-технологічних рішень проекту будівництва.                             | 11.11.2019                    |          |
| 4.    | Розрахунок пакету інвесторської кошторисної документації. Питання охорони праці і промислової безпеки при будівництві об'єкту. | 31.12.2019                    |          |
| 5.    | Оформлення та підготовка до захисту  | 06-12.01.2020                 |          |

Студент

Керівник роботи/проекту

Нормоконтроль пройдено

(підпис)

(підпис)

(підпис)

Лотфі Муад  
(прізвище та ініціали)

Радкевич А.В.  
(прізвище та ініціали)

Данкевич Н.О.  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Лотфі Муад. Обґрунтування технології зведення монолітного каркасу з використанням бетону підвищеної рухливості.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти о магістра за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник А.В. Радкевич Інженерний інститут, Запорізький національний університет. Факультет будівництва та цивільної інженерії, кафедра промислового та цивільного будівництва, 2020.

Розглянуті основні тенденції вдосконалення технології виробництва бетонів.

Визначені чинники забезпечення поліфункціональних властивостей бетону, основні методи, способи поліпшення літєвих бетонів за допомогою добавок та залежності властивостей бетонів від складу його суміші підвищеної рухливості.

Запроектовані і розраховані архітектурно-планувальні та організаційно-технологічні рішення проекту.

Розраховано відповідно до законодавства України і затверджених стандартів, пакет інвесторської документації та розглянути основні засади з охорони праці та охорони навколишнього середовища об'єкту.

Обґрунтована технологія зведення монолітного каркасу з використанням бетону підвищеної рухливості та визначити основні техніко-економічні показники.

Ключові слова: БЕТОНА СУМІЩ, ПЛАСТИФІКАТОРИ, БУДІВЕЛЬНО-ТЕХНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ, АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ, ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ, ОХОРОНА ПРАЦІ, ВАРТІСТЬ БУДІВНИЦТВА.

Список публікацій магістранта:

1. Лотфі Муад. Обґрунтування технології зведення монолітного каркасу з використанням бетону підвищеної рухливості.. *Проблеми сучасного будівництва екологічної безпеки та охорони праці.*: зб. матеріалів доп. участн. XXIV наук.-техн. конф. студентів, магістрів, аспірантів, молодих вчених та викладачів ІІ ЗНУ Запоріжжя: ІІ ЗНУ, 2019. Т2. С 73.

## **ABSTRACT**

Lotfi Mouad. Justification of the construction technology of a monolithic frame using concrete of increased mobility.

Qualification final work for a master's degree in the specialty 192 - Construction and civil engineering, scientific advisor A.V. Radkevych Institute of Engineering, Zaporizhzhya National University Faculty of Civil Engineering and Civil Engineering, Department of Industrial and Civil Engineering, 2020.

The main trends in improving the technology of concrete production are considered.

The factors providing the multifunctional properties of concrete, the basic methods, methods for improving cast concrete using additives and the dependence of the properties of concrete on the composition of its mixture of increased mobility are determined.

Architectural-planning and organizational-technological solutions of the project were designed and calculated.

Designed in accordance with the laws of Ukraine and approved standards, a package of documentation and reviewed the basic principles for labor protection and environmental protection of the facility.

The technology of erecting a monolithic frame using concrete with increased mobility is justified and the main technical and economic indicators are determined.

Keywords: CONCRETE MIX, PLASTICIZERS, CONSTRUCTION AND TECHNICAL PROPERTIES, ARCHITECTURAL DESIGN SOLUTIONS, ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS, LABOR PROTECTION, COST OF CONSTRUCTION.

List of postgraduate publications:

1. Лотфі Муад. Обґрунтування технології зведення монолітного каркасу з використанням бетону підвищеної рухливості.. *Проблеми сучасного будівництва екологічної безпеки та охорони праці.*: зб. матеріалів доп. участн. XXIV наук.-техн. конф. студентів, магістрів, аспірантів, молодих вчених та викладачів ІІ ЗНУ Запоріжжя: ІІ ЗНУ, 2019. Т2. С 73.

## АНОТАЦІЯ

Лотфи Муад. Обоснование технологии возведения монолитного каркаса с использованием бетона повышенной подвижности.

Квалификационная выпускная работа для получения степени высшего образования магистра за специальностью 192 - Строительство и гражданская инженерия, научный руководитель А.В. Радкевич Инженерный институт, Запорожский национальный университет. Факультет строительства и гражданской инженерии, кафедра промышленного и гражданского строительства, 2020.

Рассмотрены основные тенденции совершенствования технологии производства бетонов.

Определены факторы обеспечивающие полифункциональные свойства бетона, основные методы, способы улучшения литевых бетонов с помощью добавок и зависимости свойств бетонов от состава его смеси повышенной подвижности.

Запроектированы и рассчитаны архитектурно-планировочные и организационно-технологические решения проекта.

Рассчитан в соответствии с законодательством Украины и утвержденных стандартов, пакет документации и рассмотрены основные принципы по охране труда и охране окружающей среды объекта.

Обоснована технология возведения монолитного каркаса с использованием бетона повышенной подвижности и определить основные технико-экономические показатели.

Ключевые слова: БЕТОННАЯ СМЕСЬ, ПЛАСТИФИКАТОРЫ, СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ, ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ, ОХОРОНА ТРУДА, СТОИМОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА.

Список публикаций магистранта:

1. Лотфі Муад. Обґрунтування технології зведення монолітного каркасу з використанням бетону підвищеної рухливості.. *Проблеми сучасного будівництва екологічної безпеки та охорони праці.*: зб. матеріалів доп. участн. XXIV наук.-техн. конф. студентів, магістрів, аспірантів, молодих вчених та викладачів ІІ ЗНУ Запоріжжя: ІІ ЗНУ, 2019. Т2. С 73.

## ВСТУП

*Актуальність теми дослідження:* Сучасний рівень будівництва вимагає абсолютно нових підходів і технологій, покликаних забезпечити конкурентоспроможність будівельних організацій на внутрішньому і зовнішніх будівельних ринках.

Будівельна галузь зазнає негативного впливу від інфляції, падіння реальних доходів населення при їхній диференціації, зменшення державного фінансування, різких змін економічної політики. В умовах, що склалися, необхідна трансформація складових будівельного комплексу – відмова від надмірної уніфікації об'ємно-планувальних і конструктивних рішень, більша відкритість технологічним новаціям, гармонізація відносин всередині галузі і з партнерами. Звернення до світового досвіду показує, що при зростанні розмаїтості об'ємно-планувальних і конструктивних рішень перевага віддається зведенню будинків з монолітних залізобетонних конструкцій. Однак досягненню світового рівня перешкоджає сучасний стан усього комплексу складових.

Особлива роль в цьому розвитку відводиться технологіям монолітного будівництва. В даний час перспективність даної технології визнана як будівельниками так і замовниками. Розвиток і вдосконалення монолітних бетонів - це першочергове завдання для багатьох будівельних організацій.

Існують чималі резерви удосконалювання технології монолітного будівництва, що дозволяють позбавити її від високої трудомісткості. Як показують результати впровадження, трудомісткість, собівартість і матеріалоемність будинків з монолітного залізобетону в порівнянні з будинками зі збірних залізобетонних конструкцій можуть бути істотно знижені.

Одним із шляхів підвищення ефективності виробництва і використання монолітних бетонів є використання комплексних добавок



поліфункціональної дії.

**Мета роботи** – обґрунтування технології зведення монолітного каркасу будівлі з використанням бетону підвищеної рухливості і покращених властивостей.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити **наступні завдання**:

1. Проаналізувати основні тенденції вдосконалення технології виробництва бетонів. Визначити чинники забезпечення поліфункціональних властивостей бетону.

2. Визначити основні методи, способи поліпшення літєвих бетонів за допомогою добавок.

3. Вивчити залежності властивостей бетонів від складу його суміші підвищеної рухливості.

4. Запроектувати архітектурно-планувальні рішення 5-ти поверхового монолітного житлового будинку в м. Запоріжжя.

5. Розрахувати організаційно-технологічні рішення проекту. Виконати розробку технологічної карти з урахуванням властивостей бетону підвищеної рухливості. Визначити основні техніко-економічні показники.

6. Розрахувати відповідно до законодавства України і затверджених стандартів, пакет інвесторської документації та розглянути основні засади з охорони праці та охорони навколишнього середовища об'єкту.

**Об'єкт дослідження**: є сучасні технології бетонування, направлені на підвищення якості бетонних виробів за рахунок використання різносторонніх засобів; засоби, які дозволяють виконувати монолітне зведення будівель і споруд із зниженими витратами ресурсів.

**Предмет дослідження**: є сукупність теоретичних, методичних і практичних рекомендацій та технологічних схем зведення монолітного каркасу з використанням бетону підвищеної рухливості.

**Наукова новизна**: виконано практичне використання літєвих

сумішей які дозволяють скоротити енерговитрати за рахунок безвібраційних способів формування конструкцій і зменшення витрат при транспортуванні.

**Практична цінність:** за рахунок впровадження комплексного рішення технології й організації зведення монолітного залізобетонних каркасу будинків за рахунок втілення властивостей сумішей підвищеною рухливості досягнуто скорочення: матеріалоемності, трудових витрат та собівартості зведення залізобетонного каркаса.

**Апробація результатів магістерської роботи.** Основні положення роботи докладалися в 2019 році на науковій конференції XXIV Науково-технічна конференція студентів, магістрів, аспірантів, молодих вчених і викладачів ІІ ЗНУ, том ІІ Проблеми сучасного будівництва екологічної безпеки та охорони праці (Запоріжжя, 2019р.) за результатами якої опублікована збірка тез доповідей.

**Структура і об'єм магістерської роботи.** Магістерська робота складається з вступу, семи розділів, виводів, списку використаних джерел. Повний об'єм магістерської роботи складає \_\_\_\_ сторінок тексту, у тому числі \_\_\_\_ рисунки, \_\_\_\_ таблиць. Список використаних джерел містить 47 найменувань.

# **1 ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БЕТОНУ**

## **1.1 Багатокомпонентність як чинник забезпечення поліфункціональних властивостей бетону**

Останніми роками в усіх індустріально розвинених країнах розширюється виробництво високоякісних бетонів. Під високоякісними бетонами розуміються усі види бетонів різного функціонального призначення, які за показниками властивостей відповідають або перевищують найбільш високі якісні критерії, що регламентуються стандартами різних країн. На відміну від звичайного бетону марок 300-600, високоякісний бетон має унікальні властивості. Він може гармонійно поєднуватися з докільцями, мати необмежену сировинну базу, низьку вартість в порівнянні з рівно міцною сталлю, незрівнянно високу довговічність в порівнянні з останньою. До цього слід додати високу архітектурно-будівельну виразність, порівняльну простоту і доступність технології, можливість широкого використання місцевої сировини і утилізації, техногенних відходів, малу енергоємність і екологічну безпеку.

Саме тому такі бетони стануть основними суперконструкційними матеріалами в майбутньому.

Отримання високоякісних бетонів різного функціонального призначення досягається модифікуванням його структури різними органічними і мінеральними добавками. Модифікуючі добавки, що вводяться в незначних кількостях, роблять вплив на процеси гідратації і кристалізації, морфологію новоутворень і в цілому на структуру затверділого цементного каменю, зраджуючи тим самим властивостями бетону - міцність, пористість, водонепроникність, усадку і тріщиностійкість і так далі. Номенклатура вживаних добавок дуже

велика. Багато хто з них специфічний, тобто, впливаючи на одні характеристики бетону, вони практично не змінюють інші. Актуальним напрямком в отриманні високоякісних цементних бетонів, відрізняються більш широким спектром функціональних можливостей, використання в якості комплексних добавок, що поєднують в собі індивідуальні добавки різного функціонального призначення. Багатокомпонентність комплексних добавок і, як наслідок, багатокомпонентність бетонної суміші дозволяє ефективно управляти процесами структуроутворення на усіх етапах технології приготування бетону і отримувати бетон з різними високими експлуатаційними властивостями. При цьому необхідні технологічні властивості бетонної суміші, і експлуатаційні властивості бетону забезпечуються високими функціональними властивостями самих компонентів і їх комбінацією.

Сучасні високоякісні бетони (ВВБ) поєднують в собі великий спектр бетонів різного функціонального призначення: високоміцні і ультра високоміцні бетони, бетони що самоущільнюються, висококорозійностійкі бетони, реакціоннопорошкові бетони. Ці види бетонів задовольняють високим вимогам по міцності на стискування і розтягування, тріщиностійкості, ударній в'язкості, зносостійкості, корозійній стійкості, морозостійкості.

Перехід на нові види сучасних, бетонів обумовлений високими досягненнями в області пластифікування бетонних і розчинів сумішей і появою найбільш активних пуццоланових добавок - мікро-кремнеземів, де гідратованих каолінів і високодисперсних зол. Поєднання суперпластифікаторів і особливо гіперпластифікаторів на полікарбоксилатної і полігліколиєвої основах дозволяє понизити водоцементне відношення до 0,24 ... 0,28 і отримувати надплинні цементно-мінеральні дисперсні системи і бетонні суміші.

Нині номенклатура тонкодисперсних наповнювачів високоміцних бетонів значно розширена. У їх числі запропоновано використати

подрібнені відходи металургійною і енергетичною промисловостей, кварцеві піски, вапняки і карбонати, доломіти, наявні практично в усіх регіонах країни, Нині науково доведено, що використання таких добавок особливе ефективно в комплексі з суперпластифікаторами і армуючими елементами.

Останніми роками при виробництві високоякісних бетонів реалізується концепція використання реакційно-активних мономінеральних і полімінеральних тонкодисперсних порошоків на основі горних порід. Використання таких порошоків ознаменувало появу нового класу бетонів, так званий Reaktionspulverbeton [7]. Такі бетони є багатокомпонентними, кількість компонентів в них може досягати 7 - 9 найменувань. У них відсутній великий заповнювач, а дрібний заповнювач - це особливо дрібні піски фракції не більше 0,125...0,8 мм. Доля кам'яного реакційно-активного борошна в таких бетонах складає 40 ... 50% від маси цементу при змісті мікрокремнезему до 15 ... 22%. Водоцементне відношення не перевищує 0,09 ... 0,12. Ці бетони можуть бути охарактеризовані, як тонкозернисті порошоків бетони. Вміст води в тонкозернистих бетонах істотно знижується за рахунок високої водоредуцируючого дії суперпластифікатора в дисперсних системах. Водоредукуюча дія в деяких тонко-дисперсних порошках можна досягати значних величин - 1000 ... 1500%, тобто витрата води при однаковій гравітаційній плинності в дисперсних системах може бути понижена в 10 - 15 разів в порівнянні із звичайними суспензіями [7]. Заміщення частини цементу, великого і мілкового заповнювачів тонкодисперсними мікропорошками дозволяє максимально реалізувати розріджуючу дію суперпластифікаторів на сульфонафталін - і сульфомеламинформальдегідной основі і у більшій ступені на полікарбоксилатной основі. З введенням в такі бетони сталевих волокон у кількості 2,0 ... 2,5%, за об'ємом, міцність бетону при осьовому розтягуванні може досягати 15 МПа, міцність на розтягування при вигині - 50 МПа при міцності на

стискування 180 ... 200 МПа. У найближчому майбутньому станеться поступове заміщення звичайних традиційних бетонів багатокomпонентними.

Сучасні високоякісні бетони поєднують в собі великий спектр бетонів різного призначення. Високі технічні властивості забезпечуються не лише багатокomпонентністю складу, але і передусім високими функціональними властивостями компонентів і новими технологіями приготування багатокomпонентних бетонних сумішей (рис. 1.1). Такий бетон має високу водостійкість ( $K_{вод}$ ) і водонепроникність ( $W$ ), морозостійкість ( $F$ ), солестійкість, стійкістю до проникнення хлоридионів ( $Do$ ), до триразового підвищення стійкості до тієї, що карбонізує ( $K_{со}$ ) [27].

Багатокomпонентність сучасних високоякісних бетонів вимагає системного підходу до вибору початкових компонентів для його при виготовленні з метою створення матеріалу різного функціонального призначення. Такий підхід реалізується шляхом використання системи критеріальних показників оцінки ефективності модифікуючи добавок з метою створення бетонів різного функціонального призначення.

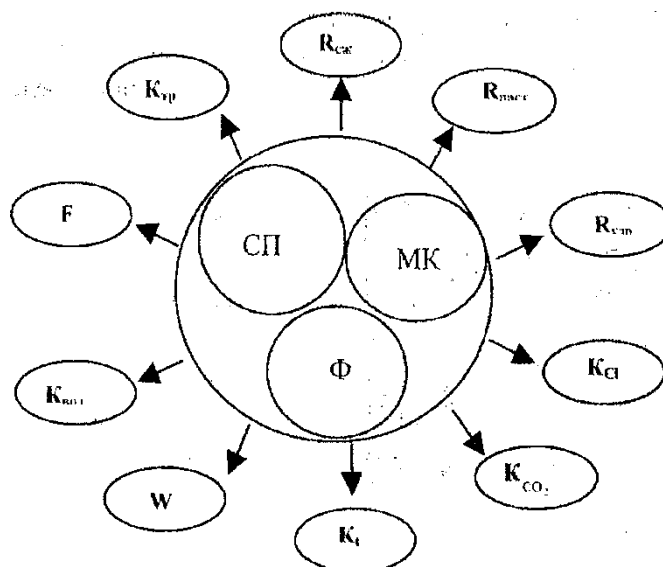


Рисунок 1.1 - Підвищення експлуатаційних властивостей і розширення функцій особливо високоміцного бетону при комбінації трьох добавок.

Розробка багатокомпонентних високоякісних бетонів раз-особистого функціонального призначення забезпечує необмежені можливості використання їх в будівельному комплексі.

## **1.2 Фізико-хімічні основи розробки нових технологій**

Слід розглядати дві групи завдань, вирішення яких і сформуvalo фізико-хімічні основи нової технологи [23]: перша група - необхідність забезпечення спеціальних будівельно-технічних властивостей розчинів широкої номенклатури; друга група - необхідність управління реологічними властивостями в'язкопластичних систем, які трансформувалися в «робочі» властивості.

Результати експериментальних досліджень в області структуроутворення мінеральних в'язучих систем, в тому числі найбільш складних композиційних, склали основу таких рецептурних рішень, які дозволили запропонувати як рядові, так і особо швидко твердіючи, високоміцні, корозійне, атмосферо-і морозостійкі мінеральні матриці. Так, до цікавих результатів можна віднести дані, згідно з якими алюмінаткальцієвий цемент може поєднуватися з портландцементом, забезпечуючи неадитивну результат твердіння і регульовані властивості за рахунок керування концентрацією інгредієнтів. Така система виявляється досить чутливою до деформаційних процесів, що також може регулюватися, як показано дослідженнями. Вивчено особливості структуроутворення за участю мікрокремнезема і алюмосилікатів у вигляді вторинних продуктів. Виконано принципово важливі дослідження систем  $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  і  $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ , що забезпечують нові можливості мінеральних в'язучих як в частині міцності і довговічності, так і регулювання спеціальними властивостями. Таким чином, можливість управління процесами формування мінеральної матриці і її механічних властивостей - стала однією з основ створення

ефективних будівельних розчинів, в тому числі і спеціального призначення.

Всі перераховані в'язучі системи твердіють за гідратаційним механізмом. Однак реалізація цього процесу в тонкому шарі будівельного розчину - оздоблювального, кладки або спеціального - лімітується умовами його роботи. Як показано дослідженнями навіть при нанесенні на щільне бетонну основу шар розчину товщиною 5 мм протягом перших 5 діб втрачає 6-7% води за рахунок випаровування і адсорбції підкладкою, що істотно збільшується (до 50% введеної рідини) в разі такого пористого матеріалу, як цегла або газобетон. В результаті погіршуються властивості твердіє розчину, перш за все його адгезія. Саме тому будівельні розчини стали найбільш сприятливим об'єктом для використання досягнень хімії високомолекулярних сполук з метою регулювання їх реологічними властивостями. Завдяки модифікації такими сполуками стало можливим отримання тонкошарових цементних штукатурок, само нівелюючих сумішей, клейових і гідроізоляційних складів.

До визначальних груп модифікаторів відносяться ефіри целюлози, серед яких найбільшого поширення набула водорозчинна метилгідроксietилцеллюлоза і полімерні дисперсійні порошки (редиспергуємі порошки). Їх функції вивчені досить добре. Показано, що добавка 0,3-0,4% метилгідроксietилцеллюлози збільшує, водоутримання цементу до 98-99% при температурі 20°C. Водоутримуюча здатність залежить від розміру часток, рівня в'язкості, розчинності і температури. Показана можливість зміни ступеня модифікування з урахуванням різних температурних умов, що особливо важливо, наприклад, для плиткових клеїв. Одночасно з високим водоутримання поліпшуються тиксотропні властивості цементного розчину, які важливі при нанесенні його на вертикальну поверхню [27]. Ефективно дію ефірів целюлози і проти явища седиментації для цементу вергціонального зернового складу, поліпшення легкоукладаємих розчинів за рахунок підвищення їх пластичності.



Редиспергуємі термопластичні полімерні порошки для модифікування будівельних розчинів представлені різними групами в залежності від виду вихідного мономера - полімери з вініловим ефіром, етиленом, вінілхлориду, акрилатом і ін. Стійкими проти омилення в цементній середовищі і довговічними є комбінації вінілацетату і етилену, вінілацетату. При замішуванні водою порошок утворює розгалужуються еластичні містки і мембрани, доповнюючи мінеральну матрицю полімерним в'язучими. Така в'язка композиція відрізняється поліпшеними реологічними властивостями.

Поєднання мінерального і органічного продуктів змінює структуроутворення матеріалу, його технологічні і в кінцевому рахунку технічні показники.

Модифікування цементу ефірами целюлози і редиспергуємі ні надає деякі особливості процесу гідратації. За даними гідроксиметилцелюлоза позитивно впливає на формування еттрінгіта і негативно - на гідратацію силікатів кальцію. Редиспергуємі порошки гідратаційну активність цементу, що добре ідентифікується з ДТА. Важливим є те, що полімери цієї групи при невеликому: (до 0,5%) сприяють утворенню еттрінгіта, що суттєво впливає на ранню міцність при твердінні цементних композицій в тонкому шарі. Узагальнення досліджень дозволяє уявити затвердіння модифікованих цементів в тонкому шарі розчину як розвиток окремих етапів: гідратація з утворенням портландіта; блокування активних центрів цементних частинок формується полімерною плівкою з «запаковування» води всередині системи цемент-вода; інтенсивне утворення гідроалюмінатів кальцію і еттрінгіта на тлі уповільненої гідратації силікатів кальцію; формування зміцнюючої полімерної сітки і інтенсифікація гідратації силікатної складової цементу. В цілому початкова гідратація цементу сповільнюється, послаблюючи інтенсивність синтезу міцності, однак, з часом розвитку гідратації за рахунок водоутримуючої добавки супроводжує процесі формування полімерних

ланцюгів і зміцнення системи. При цьому відбувається позитивне кольматіруючі вплив полімерів на підставу укладається тонкого шару розчину.

Таким чином, фізико-хімічними основами нової технології будівельних розчинів широкого призначення можна вважати кероване структуроутворення мінеральної наповненою матриці на стадії формування реологічних властивостей в'язкопластичні системи і в процесі формування технічних показників твердіє матеріалу за рахунок використання високомолекулярних органічних сполук.

### **1.3 Спеціальні вимоги до сировини**

Аналіз фізико-хімічних основ розробки нових технологій будівельних розчинів свідчить про те, що експлуатаційні характеристики матеріалів залежать в більшій мірі від мінеральних компонентів розглянутих сумішей: в'язучих речовин, тонкодисперсних наповнювачів і заповнювачів. Хімічні добавки визначають в більшій мірі реологічні характеристики і адгезійні властивості. З огляду на те, що останні присутні в розчинах в кількості від 0,3 до 3,0%, можна вважати виправданим їх імпортування від найбільших світових виробників, представництва яких знаходяться в Україні (Wacker, Elotex, Clariant, DAU, Bayer, BASF). Саме тому освоєння таких технологій пов'язувалося з максимальним використанням місцевої сировинної бази мінеральних в'язучих, вимоги до яких відрізняються від пред'являти в традиційній технології бетонів і розчинів.

Для портландцементу показники якості в значній мірі обумовлені його типами, які регламентовані ДСТУ Б В.-В.2.7-46-2010 відсутністю і вмістом мінеральних добавок. Сухі суміші як основа для розчинів набагато більш чутливі до зміни типу цементу з урахуванням значущості показника ранньої міцності і вимог по морозостійкості. У зв'язку з цим при виборі

цементу важливим є як характеристика клінкеру, так і кількість і природа мінеральної добавки. Як впливає з даних таблиці 1.1, за змістом основних фаз промислові клінкери основних українських заводів розрізняються, однак алітова фаза як визначальна змінюється в незначних межах. Це може служити гарантією того, що бездобавочні цементи здатні забезпечити стабільну активність.

Таблиця 1.1 - Мінералогічний склад ряду промислових клінкерів

| Виробник                             | Склад мінералів, % |                  |                  |                   |
|--------------------------------------|--------------------|------------------|------------------|-------------------|
|                                      | C <sub>3</sub> S   | C <sub>2</sub> S | C <sub>3</sub> A | C <sub>4</sub> AF |
| Миколаївський цементний завод        | 66,52              | 15,12            | 5,20             | 13,01             |
| Здолбуновський комбінат              | 60,36              | 19,39            | 7,12             | 11,92             |
| Камінець-Подільський цементний завод | 55,82              | 17,13            | 9,38             | 13,44             |
| Криворізький цементний завод         | 59,29              | 19,54            | 6,83             | 11,49             |
| Балаклейський цементний завод        | 66,55              | 12,94            | 5,64             | 13,13             |

Активність швидкотвердіючих цементів України марок 400Н і 500Н характеризується міцністю при стисканні через 2 доби відповідно 15 і 25 МПа при випробуванні по ГОСТ 310, в той час, як європейські марки 42,5R і 52,5R при випробуванні згідно з EN 196 через 1 добу забезпечують міцність відповідно не менше 10 і 22 МПа. Для пристрою наливних підлог і інших відповідальних розчинів важливими є дані про зміст алюмінатних фази як бере участь в ранньому формуванні еттрінгіта. У ряді складів сухих сумішей для розчинів присутній перліт, що вимагає обмеження змісту в цементі оксидів натрію і калію, якого немає в ДСТУ, оскільки вони негативно впливають не тільки на розвиток процесу твердіння, а й ослаблення контактної зони за рахунок реакції цементу з цим активним алюмосилікатом.

Стабільність показників активності є одним з найважливіших критеріїв придатності портландцементу для використання в розглянутих технологіях, оскільки відхилення вимагають оперативного корегування рецептури, що трохи складніше, ніж для пересічних технологій розчинів.

Таблиця 2 - Результати вхідного контролю якості портландцементу різних постачальників.

| Виробник                 | Дата постачання | Тип цементу зя сертифікату | Результати випробувань, МПа |       |
|--------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------------------|-------|
|                          |                 |                            | К.2                         | Я28   |
| Камінець-Подільський з-д | 01.2018         | ПЦ-ПАШ-400                 | 6,25                        | 30,87 |
|                          |                 |                            | 4,65                        | 27,13 |
|                          |                 |                            | 4,73                        | 25,79 |
|                          |                 |                            | 4,78                        | 28,67 |
|                          | 04.2018         | ПЦ-ПАШ-400                 | 15,94                       | 48,38 |
|                          |                 |                            | 11,25                       | 39,68 |
|                          |                 |                            | 17,41                       | 47,49 |
|                          |                 |                            | 11,49                       | 45,34 |
|                          | 01.2019         | ПЦ-ПАШ-400                 | 15,13                       | 40,58 |
|                          |                 |                            | 16,9                        | 41,89 |
|                          |                 |                            | 18,08                       | 41,02 |
|                          |                 |                            | 12,17                       | 38,82 |
|                          | 04.2017         | ПЦ-1-500                   | 23,21                       | 49,50 |
|                          |                 |                            | 22,17                       | 49,80 |
| 23,86                    |                 |                            | 50,24                       |       |
| 25,75                    |                 |                            | 55,11                       |       |
| 08.2017                  | ПЦ-1-500        | 24,55                      | 54,36                       |       |
| Балаклейський з-д        | 01.2017         | ПЦ-11АШ-400Р               | 12,02                       | 36,80 |
|                          |                 |                            | 14,07                       | 36,21 |
|                          |                 |                            | 12,69                       | 37,94 |
|                          |                 |                            | 13,40                       | 38,45 |
|                          | 09.2017         | ПЦ-11АШ-400Р               | 15,85                       | 50,85 |
|                          |                 |                            | 13,67                       | 51,15 |
|                          |                 |                            | 14,34                       | 48,48 |
|                          | 11.2017         | ПЦ-1-500                   | 22,06                       | 56,86 |
| 19,32                    |                 |                            | 52,85                       |       |
| Київцемент               | 02.2017         | ПЦ-1-500                   | 20,23                       | 58,12 |
|                          |                 |                            | 19,25                       | 61,18 |
|                          |                 |                            | 20,38                       | 60,10 |
|                          |                 |                            | 19,32                       | 56,87 |
|                          | 03.2019         | ПЦ-1-500                   | 25,41                       | 50,50 |
|                          | 02.2019         | ПЦ-1-500                   | 25,07                       | 52,13 |
|                          | 01.2019         | ПЦ-1-500                   | 27,73                       | 52,00 |
| Криворізький з-д         | 02.2018         | ПЦ-11АШ400                 | 5,50                        | 39,73 |
| Миколаївський з-д        | 02.2018         | ПЦ-11АК-400                | 9,80                        | 39,70 |
| Здолбуновський з-д       | 02.2018         | ПЦ-11АК-500                | 13,4                        | 48,54 |
|                          |                 |                            | 10,9                        | 47,80 |

В таблиці 1.2 наведені результати систематичних випробуванні цементу при вхідному контролі на заводі «Хенкель Баутехнік» (Україна), що характеризують відповідність цій вимозі. Ці дані дозволяють обґрунтовано визначати найбільш ефективного постачальника.

Одним з додаткових вимог до всіх цементів, які не враховується в ДСТУ Б В.-В.2.7-46-2010, є необхідність контролю за наявністю частинок більше 2 мм, що обумовлено особливостями тонкошарової технології.

До алюмінатних цементів, які використовуються в найбільш ефективних сумішах, пред'являються вимоги по стабільності властивостей, перш за все ранньої міцності, що не зменшується в часі. Про відповідність властивостей цементу Харківського експериментального виробництва цим вимогам не можна сказати однозначно. Зафіксовані істотні відмінності в результатах, ймовірно, обумовлені нестабільністю мінералогії вітчизняного цементу і відповідно чутливістю до процесів перекристалізації при гідратації насамперед в умовах підвищеного вмісту портландцементу, які можуть частково послаблюватися в присутності кальциту тонкомолотого наповнювача.

Наповнювачі та заповнювачі виконують як структурну, так і декоративні функції, визначаючи експлуатаційні властивості розчинів. Досить велика потреба в них і строгі вимоги в частині зернового складу призводить до того, що підприємства промисловості нерудних матеріалів все більш спеціалізуються на підготовку придатних матеріалів і їх централізоване постачання виробникам продукції для будівельних розчинів. Нераціональним можна вважати організацію «доведення» якості таких матеріалів в заводських умовах.

## **1.4 Введення системи якості як спосіб організації технологічного процесу**

При різноманітті архітектурно-будівельних рішень і об'єктів будівництва, форм і видів конструкцій, зовнішньої дії довкілля зведення будівель з високою експлуатаційною надійністю можливе тільки із застосуванням інноваційних технологій, а також ефективних будівельних матеріалів з високим рівнем і стабільністю якості

На якість бетону і конструкцій з нього робить вплив велика кількість чинників, багато хто з яких являється трудно керованими у виробничих умовах, що викликає ризики зниження рівня і стабільності властивостей готової продукції. У сучасних технологіях бетонів істотно збільшується кількість керованих чинників [44,47]. Для підвищення якості цементного бетону впроваджуються науково обґрунтовані технологічні прийоми на усіх етапах життєвого циклу продукції, а саме на стадії підготовки компонентів (води, цементу, заповнювача, цементної суспензії), приготування суміші (змішування компонентів) або тверднення бетону. При цьому використовуються способи активації і модифікації компонентів або бетонної суміші механічними, фізичними, хімічними, електрохімічними або тепловими методами [44]. Широке поширення отримали способи модифікації бетонної суміші різними добавками: хімічними (пластифікуючи, регулюючі швидкість тверднення або величину усадкових деформацій і т. д.), дисперсними або волокнистими (мінеральні, органічні, сталеві) [45,46].

Для ефективного управління процесом структуроутворення цементних будівельних сумішей з волокнистими добавками рекомендується використати системний підхід, а саме інструменти міжнародного (національного) стандарту ISO 9001-2015. Інструменти менеджменту якості по ISO 9001-2015 використовуються для забезпечення

стабільності заданих характеристик готової продукції<sup>1</sup> і за рахунок цього підвищення ефективності діяльності організації.

Необхідність використання принципів менеджменту якості у будівельному виробництві обґрунтовано підвищеними вимогами до надійності конструкцій, що впливає на безпеку при будівництві і експлуатації будівель, а також необхідністю використання параметра класу бетону по міцності на стискування або розтягування, параметра міцності, що враховує неоднорідність, при розрахунку залізобетонних конструкцій по сучасних методиках

У заводському виробництві сухих сумішей для будівельних розчинів виявилася досить виправданою і корисною практика побудови системи якості за стандартом як фактора організації технологічного процесу. Всю систему у взаємозв'язку найбільш повно і в той же час лаконічно відображає «Управління якістю». Це розроблений підприємством збірник документів, в яких чітко регламентуються дії по Вибори постачальників сировини, виробництва закупівель, ідентифікації продукції, а також коригувальні та запобіжні заходи. Перевагою системи якості є її мобільність: всі доцільні зміни, спрямовані на її вдосконалення, вносяться і реалізуються. Для підтримки системи в «активному» стані проводяться планові аудити у всіх підрозділах підприємства, організовується навчання персоналу. В результаті весь персонал - від керівництва до робітника - втягується в діяльність по управлінню якістю, запобігає функціональна роз'єднаність, а технологічний процес максимально організовується.

## **2 ОСНОВНІ МЕТОДИ, СПОСОБИ ВНЕСЕННЯ ЗМІН ДО БЕТОНІВ З МЕТОЮ ОТРИМАННЯ ПІДВИЩЕНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ.**

### **2.1 Підвищення ролі добавок в бетон як результат технологічного мислення**

Добавки - узагальнена назва одного з компонентів бетону, котрий без перебільшення можна назвати головним конструктивним матеріалом людства. Поняття «добавка» своїм корінням сягає до створення щось нового в порівнянні з тим, що є. Додати, згідно тлумачних словників, значить - вкласти щось додатково, довести до якогось рівня.

Протягом тривалого періоду добавки в бетон розглядалися в якості додаткового компонента до основних чотирьох - в'язкому, великому і дрібному заповнювачів і воді замішування. Цілком можливо, що історично це виправдано. Але ще древні зодчі до в'язким неорганічного, вапняного, або органічного, бітумного, типів з метою їх підвищення водостійкості і міцності додавали глину, волокна рисової соломи, очерету, маслянистих рослин, молоко, білки яєць і т.п.

Ера добавок як компонента бетону в ХХІ столітті пов'язана зі збільшенням обсягів його виробництва, необхідністю проведення бетонних робіт у різних кліматичних умовах, а також масовим випуском залізобетонних виробів. До 1937 року використання добавок, в основному, мало на меті водозниження, можливості проведення бетонних робіт взимку і підвищення морозостійкості бетонів. У другій половині минулого століття відзначається лавиноподібне зростання обсягів використання добавок в бетони, будівельні розчини, а також сухі будівельні, в тому числі бетонні, суміші. В економічно розвинених країнах світу обсяги такого роду будівельної продукції з добавками наближаються до 90-100%. Обставини, що їх зумовили, криються в нагальну потребу забезпечувати високі задані



властивості при мінімізації матеріальних, енергетичних і трудових витрат з урахуванням екологічного аспекту.

Введені добавки дозволяють досягти необхідних технологічних ефектів, наприклад зниження витрати цементу або зміни в бажаному напрямку властивостей бетонної суміші, бетону та ін. Направлена зміна складу, властивостей матеріалів і процесів їх отримання в хімічній технології прийнято називати модифікацією, або модифікуванням. Природно, речовини, що використовуються в таких цілях, відносять до модифікаторів. Цей термін в світовій літературі часто асоціюється з добавками в бетон, хоча, як зазначено вище, при майже 100% обсязі виробленого бетону з добавками поняття «модифікування» має принципово інший технологічний сенс. Можливості технологічного регулювання у виробництві і ремонті бетону, залізобетонних виробів і конструкцій за рахунок розробки та освоєння нових добавок практично необмежені. Таким чином, добавки з додаткового перетворилися в повноправний, релевантний компонент бетону. Можливо, з часом цей компонент отримав нове визначення.

На рубежі II і III тисячоліть арсенал добавок в бетон надзвичайно розширився. Завдяки використанню законів фундаментальних наук - фізичної і колоїдної хімії - в бетоноведенні встановлені нові закономірності [22, 27]. Блискуче доведені на практиці переваги спільного введення хімічних і дисперсних мінеральних добавок для досягнення високих технологічних ефектів і властивостей бетонних сумішей і бетонів, обґрунтовано названих бетонами нового покоління. Бетонні суміші здатні транспортуватися бетононасосами до 1 км і більше по горизонталі і 200-400 м по вертикалі. Бетони з міцністю вище 200 МПа сьогодні завдяки хімічним і мінеральним добавкам - вже реальність.

Будівельна хімія, у величезних масштабах виробляє різно-образні індивідуальні, комплексні хімічні і мінеральні добавки, виділилася в самостійну галузь, органічно пов'язану з індустрією цементу і бетону.

Очевидний прогрес галузі, природно, ускладнив і завдання бетоноведення. Повною мірою це відноситься до вивчення механізмів дії різних за своєю природою і призначенням добавок з метою оптимізації їх застосування. Дійсно, механізми впливу навіть відомих індивідуальних добавок, наприклад хлориду кальцію, на елементарні акти гідратації - адсорбцію, хімічні реакції, зародкоутворення, кристалізацію та інші - служать предметом багаторічних досліджень і дискусій. Однак досить доведений факт селективного, виборчого впливу добавок на кінетику гідратації цементів та можливості оцінки цього впливу на феноменологічному, інтегральному рівні, наприклад за допомогою калориметрії. Класифікації, основні ефекти дії хімічних добавок розглядаються переважно з технологічних позицій в рамках українських, російських і загальноєвропейських нормативних документів. У меншій мірі в них відбиваються вимоги до мінеральних і комплексним добавкам, методам їх випробувань. Ефективність сучасних добавок зумовила підвищення ступеня їх функціональності, яку слід розуміти в широкому технологічному сенсі не тільки в зв'язку з призначенням, але і як властивості, явища, залежні від властивостей інших компонентів, перш за все цементів, і явищ, які супроводжують твердіння. Наприклад, ефект дії суперпластифікаторів функціонально взаємопов'язаний з хіміко-мінералогічним складом цементів. Деяке початкове вповільнення гідратації як би супроводжує ефекти водозниження і тривалого збереження легкоукладаємості бетонних сумішей. Уповільнення початкової гідратації змінюється наступним прискоренням тверднення. Одночасно нівелюється висока водопотреба вводяться в бетон дисперсних мінеральних добавок.

Підвищення ефективності добавок загостило проблему їх сумісності з цементами, що виражається в значній залежності від мінерального складу, змісту гіпсу, лугів, тонкості помелу і т.п. Сумісність, таким чином, розглядається як частина проблеми забезпечення високої функціональності компонентів бетону. В принципі, такий підхід вже

дозволив досягти високих показників міцності і довговічності сучасних бетонів при зниженні значущості властивостей контактної зони «заповнювач - цементний камінь» і ін.

Численні концерни, компанії пропонують сотні самих різноманітних добавок в бетони, розчини і сухі суміші під фірмовими назвами. Цілком зрозумілі міркування конкурентності обумовлюють складності встановлення справжнього складу добавок, ефективність застосування яких в значній мірі залежить від стабільності показників якості і властивостей всіх компонентів бетону, оснащення бетонозмішувальних установок засобами автоматичного регулювання та коригування складів, технологічних особливостей здійснення бетонних робіт або виготовлення виробів, професійного рівня фахівців, володіння ними науково-технічною інформацією в галузі бетоноведення і багато іншого. Література в цьому плані недостатньо відображає ситуацію в світі ситуацію, так вона і вельми важкодоступна для фахівців-практиків.

Широке застосування бетону в якості основного конструкційного матеріалу людства на рубежі ХХ і ХХІ століть обумовлено зростанням наукоємності бетоноведення, освоєнням нових розробок цементних областей науки і техніки - колоїдної хімії, хімії високомолекулярних сполук, механохімії, а також використанням засобів і можливостей комп'ютерного матеріалознавства та інформаційних технологій. Сьогодні технологи спокійно сприймають і вживають термінологію щодо бетонів нових поколінь. Бетонні суміші з низьким - до 0,28В/і здатні до самоущільнення при укладанні без вібрації і витіснення залученого повітря, тверднуть без застосування теплових впливів, нині далеко не рідкість. Особливо щільні і міцні (вище 100 МПа) бетони з гарантованою високою довговічністю і стійкістю до кліматичних і корозійних впливів, прекрасними архітектурно-будівельними можливостями - далеко не повний перелік досягнень технології сучасного бетону [8, 22]. Таким чином, можна констатувати, що вирішена головна технологічна задача -

отримання високоефективних бетонів із заданими властивостями. Збіг досягнень фундаментальних наук з затребуваністю бетонів нового покоління в кінці XX - початку XXI століття не випадково. Успіх в більшій мірі пояснюється ретельним добором накопиченого наукою досвіду на базі передового технологічного мислення, як би пере носить сутність, принципи та закономірності мікросвіту на макрооб'єкти технології бетону.

В основі прогресу в бетоноведенні лежить методологічний принцип єдності рівнів фундаментальних знань і технологічних процесів. Тенденції методології бетоноведення, безумовно, пов'язані з досить відомою концептуально-пізнавальною системою «склад - структура - процес - властивість». Багатоуровневість його побудови зумовлює звернення до комплексу субординованих теоретичних і експериментальних методів пізнання - дослідження, моделювання і опису, тобто інформаційного забезпечення технології бетону.

Всі чотири частини системи «склад - структура - процес - властивість» строго взаємопов'язані. Це положення чітко ілюструє сутність та ефективність введення хімічних, мінеральних та комплексних добавок в бетон.

Технологи в своєму прагненні до високої однорідності, як іноді наївно стверджують - до гомогенності бетону, наштовхувалися, наприклад, на перепони, пов'язані з неоднорідністю властивостей контактної зони «цементний камінь - заповнювач» або порової структури цементного каменю і бетону. Опір бетону руйнує навантаженням різної природи обмежувалося. Бажане зниження вмісту клінкерної цементу, що диктується багатьма обставинами, входило в протиріччя з доцільністю розширення використання в бетоні дисперсних мінеральних добавок.

Хімічна добавка - суперпластифікатор нового покоління в силу високої ефективності впливу на властивості і процеси твердіння цементів дає можливості багатоваріантного рішення ряду технологічних завдань (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 - Варіанти вирішення технологічних задач.

| № п/п | Технологічне завдання                 | Постійні показники                                       |
|-------|---------------------------------------|--|
| 1     | Збільшення рухливості бетонної суміші | Витрати цементу<br>Водоцементне відношення<br>Міцність   |
| 2     | Зниження водоцементного відношення    | Удобоукладаємість<br>Витрати цементу                     |
| 3     | Скорочення витрат цементу             | Водоцементне відношення<br>Удобоукладаємість<br>Міцність |

Незважаючи на недостатній сьогодні рівень знань про механізми дії суперпластифікаторів, вони в силу високої функціональності грають роль своєрідного «центру» формування багатоконпонентних комплексних добавок (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 - Роль пластифікатору в формуванні властивостей бетону.

Створення багатоконкомплексних добавок - величезний стимул до додатка технологічного мислення, заснованого на розумінні виникають ефектів чисто хімічного або колоїдно-хімічного плану. До них відносяться:

- адитивний ефект, який при утворенні сумішей не перевищує сумарного вкладу кожного компонента, взятого в тій же концентрації, що й у суміші, однак при цьому зберігається характер впливу кожного елемента;

- синергетичний ефект при використанні сумішей набагато перевищує сумарний і аналогічний внесок кожного компонента, взятого в тій же концентрації, що й у суміші;

- суперпозиційний ефект - один з можливих, при яких відбувається накладення впливів змішування компонентів;

- антагоністичний ефект, який досягається при використанні сумішей, набагато зменшує вклад кожного компонента або викликає негативні явища, наприклад випадання в осад і ін.

Одна з можливостей негативних ефектів - несумісність суперпластифікаторів з цементами, значно залежить від складу і ряду властивостей цементів і самих добавок. У цьому сенсі все більше відчувається тенденція до зниження залежності ранньої гідратації від змісту в цементі  $C_3A$  і  $C_4AF$ , оскільки для формування початкової структури сполучного цементного каменю не потрібно значної кількості фази С-А-Н і еттрінгіта. Змінюються уявлення однозначності їх ролі в формуванні первинного структурного каркаса.

Разом з тим зростає значимість мінеральних дисперсних добавок - реакційноздатних і щодо інертних. У комбінації з суперпластифікаторів вони забезпечують високу щільність мікроструктури цементного каменю і бетону. Замінюючи в бетонах нового покоління до 30-40% крупний заповнювач, дисперсні добавки знижують тим самим небезпеку негативного впливу контактної зони на міцність та інші властивості бетону, а, пов'язуючи, як добре відомо,  $Ca(OH)_2$  підвищують стійкість до агресивних дій.

Перспективи застосування добавок в бетон ясні. У майбутньому вони стануть ще більш значущим компонентом, роль якого в

технологічному регулюванні властивостей бетонної суміші та бетону збережеться визначальною.

## **2.2 Хімічні добавки в бетон**

Основні тенденції в технології бетону за останні 20-30 років продомовлено застосуванням хімічних добавок, ефекти дії яких забезпечують перш за все значне водозниження, регулювання в широких межах реологічних властивостей бетонної суміші, її зв'язності, а також мікроструктури цементного каменю, темпів наростання міцності бетонів в літніх і зимових умовах і т. п. [27].

Полімерна основа водорозчинних пластифікуючих добавок зумовлює можливості дезагрегування частинок в'язучого, умови їх змочування, адсорбції, формування поверхневих плівок, гальмування початкової гідратації і ін. В свою чергу ефективність пластифікуючого дії, як тепер добре відомо, залежить від будови полімерної молекули, природи, обсягів і положення гідрофільних полярних груп, молекулярної маси, олігомерного складу і ряду інших позицій.

Найбільш доступні з економічної точки зору технічні лігносульфонати (ЛСТ). У будові цих полімерів виявлено до 20 структурних одиниць з молекулярною масою 20000-30000 г/моль. Тільки частина одиниць має сульфонатні групи. Молекули обволікають частинки цементу плівкою з негативним зарядом. Електростатичні сили сприяють незначному відштовхуванню частинок і підвищенню показників легкоукладаєість.

У сульфонованих нафталін – і меламінформальдегідах олігомери з молекулярною масою приблизно 30000 г/моль представлені в основному п'ятьма-шістьма повторюваними структурними одиницями. Кожен структурний фрагмент забезпечує більший ефект диспергування (дефлокуляції) частинок цементу у порівнянні з лігносульфонатів. Це

призводить до значного водозниження при однаковій дозуванні добавки і, як наслідок, більш істотного впливу на легкоукладаємість. Ефект уповільнення гідратації в значній мірі залежить від дозування добавки.

До нового покоління суперпластифікаторів на базі полікарбоксілатів і акрилатів відносять з'єднання, що забезпечують високу рухливість бетонних сумішей при низьких значеннях В/Ц (до 0,28-0,3) для отримання самоущільнених і подібних типів бетонів. За рахунок полікарбоксіланових ефірів в складі добавок модифікуються з-полімери широкого діапазону мономерів з різними властивостями. Їх основна структура - гребінка, стовбур, головна ланцюг - молекули з вільними карбоксільними групами і часто з солями натрію. Групи поліефіру, пов'язані з полікарбоксілати хімічними зв'язками, формують бічні ланцюга. В цьому криється потенційна можливість значного зниження водовідношення і тривалого збереження високої рухливості. Очевидно, в зв'язку з цією обставиною зазначені хімічні сполуки відносять до ультра або гіперпластифікатор. Вельми вдало узагальнені уявлення про добавках пластифіцирующего типу, механізми і ефекти їх дії [27].

Ефективність дії добавок - пластифікаторів взаємопов'язана з зарядами поверхні зерен цементу і здатністю їх до агрегації. При замішуванні основних мінералів цементного клінкеру розчиненими добавками змінюються заряди, і значення потенціалу на кордонах розділу «тверде - рідина». Адсорбція лігносульфонатів, нафталін і меламінформальдегідів носить менш виборчий (селективний) характер, ніж полікарбоксілатів, частіше адсорбуються на алюмінатних фазі клінкеру і  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . До того ж відзначаються можливості формування на поверхні зерен цементу органомінеральних фаз плівок при взаємодії суперпластифікатора з СзА.

Ймовірно, за рахунок цього ефективність добавок полікарбоксілатного і акрилатного типів найбільш висока. Крім того, передбачається, що довгі молекулярні ланцюги - структури поліефірів



обумовлюють роль чисто просторового ефекту відштовхування між частинками цементу, збільшуючи тим самим рухливість цементосодержащих систем.

У літературі для наочності часто вдаються до спрощених, схематичним уявленням про можливі технологічних наслідки електростатичного або стеричного механізмів впливу суперпластифікаторів на здатність цементного тесту до забезпечення плинності. [22]. У лівій частині схеми зображено можливе розташування частинок цементу в певних обсягах простору, при цьому консистенція суміші тістоподібної. У правій частині схеми обсяг тесту заповнений повністю, а суміш має однорідну і текучу консистенцію.

З наведених відомостей слід, що роль води як компонента бетонної суміші і бетону знижується. Проміжки між частинками цементу практично повністю при використанні добавок нового покоління змочуються ще на стадії перемішування, а висока щільність і непроникненість цементної матриці обумовлюють високі показники міцності і довговічності бетонів у порівнянні з традиційними. З-відповідально змінюються вимоги до мінерального складу і іншим характеристикам цементів.

Високий ступінь функціональності добавок, тим не менш, не означає різке підвищення властивостей бетонної суміші та бетону. Взаємопов'язаність функціональності і ефективності цього класу добавок з властивостями цементу в ході гідратаційної взаємодії очевидна. В останні роки цей взаємозв'язок, що стала все більш відчутною, загострила проблему сумісності хімічних добавок з цementsами.

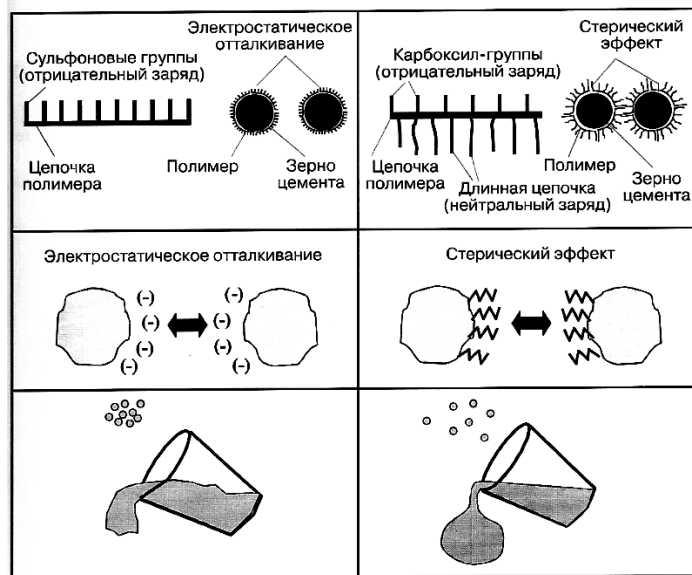


Рисунок 2.2 - Схема дії суперпластифікатора.

### 2.3 Мінеральні добавки в бетон

Визначення «мінеральні добавки» сформулював П. Мехта [30]. Вчений відніс їх до класу тонко подрібнених матеріалів, що додаються в бетон у відносно великих кількостях - від 20 до 100% маси цементу. Аналізуючи історичний досвід використання мінеральних добавок, П. Мехта, як в загальному і прийнято, розрізняє добавки в цемент і бетон за принципом «об'єкт застосування». Природно розподіл мінеральних добавок за походженням на природні та техногенні.

На початку 1980-х років комітет RILEM запропонував детальну класифікацію мінеральних добавок в бетон, яка використовується до теперішнього часу.

В інформації, що міститься в таблиці 2.2 передбачена градація по признаку, який раніше називали «гідралічної активністю», що дозволяє якісно оцінювати ефективність добавок з точки зору заміни частини портландцементного клінкеру при виробництві цементу або при отриманні бетону.

Таблиця 2.2 – Класифікація і характеристика мінеральних добавок

| № п/п | Класифікація                     |  | Хімічний та мінеральний склад   | Характеристика   |
|-------|----------------------------------|--|---|--|
|       | Признак                          | Матеріал   |   |  |
| 1     | В'язучі властивості              | Швидко охолоджені металургійні шлаки                     | Силікатне скло, що містить CaO, MgO, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>Кристалічні компоненти – в найбільшій кількості  | Гранули с 5-15% вологи. Після висушування подрібнюються до розміру < 45 мкм<br>S <sub>уд.</sub> – 350...500 м <sup>2</sup> /кг (по Блейну) |
| 2     | В'язучі і пуцоланові властивості | Високо кальцієва зола – уноса (CaO > 10%)                | Аморфний кремнезем, що містить CaO, MgO, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>Кристалічні компоненти присутні у вигляді SiO <sub>2</sub> C <sub>3</sub> A<br>Штучні гідралічні добавки CS <sub>4</sub> C <sub>4</sub> A <sub>3</sub> S | 10-15% частин розміром ≥ 45 мкм<br>S <sub>уд.</sub> – 400 м <sup>2</sup> /кг (по Блейну)   |
| 3     | Висока пуцоланова активність     | Мікро-кремнезем  | Мікрокремнезем аморфної модифікації   | Порошок з частками сферичної форми d=0,1 мкм.<br>S <sub>уд.</sub> ≈ 20 м <sup>2</sup> /кг (по BET)   |
|       |                                  | Зола рисового лушпиння                                   | теж   | Частками < 45 мкм з розвинутою чарунковою<br>S <sub>уд.</sub> ≈ 60 м <sup>2</sup> /кг (по BET)   |
| 4     | Нормальна пуцоланова активність  | Низка кальцієва зола – уноса (CaO < 10%)                 | Силікатне скло, що містить, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> луг,<br>Кристалічна речовина складає з SiO <sub>2</sub> , муллита, гематиту, магнетиту  | Порошок з сферичної частками > 45 мкм. Більш частин ≥ 20 мкм.<br>S <sub>уд.</sub> – 250...350 м <sup>2</sup> /кг (по Блейну)               |
|       |                                  | Природні матеріали, опока                                | Зокрема алюмосилікатного скла, що містить кварц, Полевой шпат, слюду  | Більш частками потрібних до розміру < 45 мкм. Структура - гострокутна  |
| 5     | Слабка пуцоланова активність     | Повільно охолоджені шлаки, золі гідроудалення, золошлаки | Кристалічні силікатні матеріали. Малонекристалічні компоненти   | Подрібнюються додатково для отримання пуцоланових властивостей   |

Неорганічні мінеральні добавки під розділяються на два типи:

-тип I - добавки практично інертні;

-тип II - добавки з пуцолановому або прихованими гідравлічними властивостями.

Часто добавки обох типів називають не зовсім коректно наповнювачами. Важко з цим погодитися, оскільки термін «наповнювачі» в хімічній технології трактується як дисперсні тверді, рідкі або газоподібні матеріали, що вводяться до складу матеріалів суцільного будови (пластмаси, гума, лакофарби) для поліпшення їх характеристик, надання спеціальних властивостей і зниження вартості. Спільність цілей з технологією бетонів не означає рівнозначність тлумачення.

Адже в термінології бетону вже використовуються поняття «великий» і «дрібний» наповнювачі. І часто розміри частинок піску можна було б віднести до наповнювачів. Тому, на наш погляд, слід щоб уникнути помилок використовувати термін «мінеральні добавки».

Зміст добавок в складі бетону визначається шляхом попередніх випробувань. Рекомендується обмежувати вплив мінеральних добавок не тільки на міцність, але і на ряд інших властивостей, в т.ч. темп зростання міцності, усадку, тривалі властивості, довговічність і т.п.

У разі застосування добавок II типу при проектуванні складів бетону пропонується для визначення водозмісту використовувати співвідношення  $V/(Ц + kxd)$ . Значення коефіцієнта  $k$  зв'язується з активністю мінеральної добавки для забезпечення міцності та інших властивостей бетону. При цьому вважають, що доцільно замінити термін «водо-цементне відношення» на термін «відношення вода / цемент + мінеральна добавка». Величина коефіцієнта  $k$  залежить від виду добавки.

В основу класифікацій, прийнятих в США і європейських країнах, покладено феноменологічний, фізико-механічний підхід. Його недолік - відсутність фізико-хімічних даних. Мінеральні добавки за своїм складом в основному відносяться до відомої з фізико-хімічних позицій системі  $CaO$  -

$\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$ . Потрійна діаграма Г. Ранкіна (рисунок 2.3) включає практично всі матеріали, які стосуються мінеральних добавок. Тому доповнення відомостей, прийнятих в класифікаціях, даними фізико-хімічного аналізу - неодмінна умова ефективного застосування мінеральних добавок в бетон.

Вивчення фаз, що утворюються при тривалому зануренні пуццолан в насичений розчин  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  дозволяє стверджувати, що перший ендотермічний ефект при температурі  $140^\circ\text{C}$  пояснюється присутністю силікату Тейлора -  $\text{C}_0\text{SiSH}$ , а другий при температурі  $220^\circ\text{C}$  - наявністю фази  $\text{C}_4\text{AH}_13$ . Підтверджено також наявність невеликої кількості фази  $\text{C}_2\text{ASH}_x$ . Вивчення реакції між пуццолановому складовими і гідроксидом кальцію при температурі  $45^\circ\text{C}$  підтвердили також зміст в рідкій фазі кубічних форм  $\text{C}_3\text{AH}_6$ .

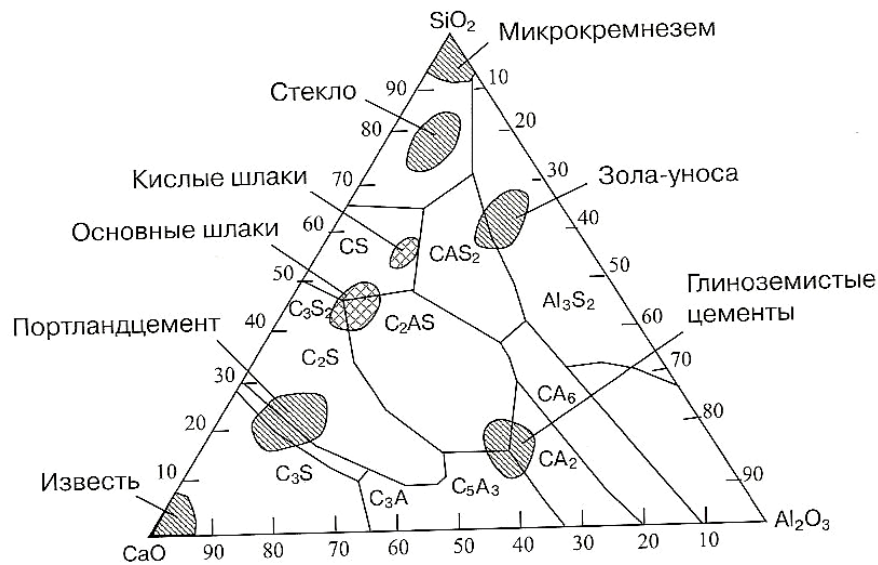


Рисунок 2.3 - Потрійна діаграма Г. Ранкіна.

## 2.4 Комплексні добавки в бетони нового покоління

Комплексні добавки в бетон серії МБ є порошкоподібними композиційними матеріалами на органіномінеральній основі, мінеральна частина яких складається з мікрокремнезема або його суміші з кислотою золою-виношення, а органічна частина представлена хімічними реагентами

- суперпластифікатором або його сумішшю з регулятором твердіння. Залежно від співвідношення мікрокремнезема і золи-винесення в мінеральній частині модифікатори підрозділяються на чотири типи: МБ-ОЛ, МБ-30С, МБ-50С, МБ-100с.

За ознакою співвідношення між мінеральною і органічною частинами кожен з чотирьох типів модифікаторів підрозділяється на марки, які позначаються: «МБ 8-01», «МБ 10-01», «МБ 10-50С» і т.д. Перший цифровий індекс після букв МБ вказує на зміст суперпластифікатора в масі продукту (%), другий - приналежність до одного з чотирьох зазначених типів модифікаторів. Насипна щільність порошкоподібних продуктів 0,75 ... 0,80 т /м, розмір гранул в порошках - 0,01 ... 0,4 мм, відносна вологість не вище 3%.

Кожна гранула представляє собою агрегат з ультрадисперсними частками мікрокремнезема або суміші частинок мікрокремнезема, золи-винесення та інших компонентів, рівномірно покритих адсорбційною плівкою з молекул суперпластифікатора та інших органічних речовин. Затверділа адсорбційна плівка як би «склеює» частинки мікронаповнювача між собою, сприяючи формуванню міцних і стійких в повітряному середовищі гранул. У той же час, будучи водорозчинній, вона сприяє їх швидкій дезагрегації при перемішуванні з водою при приготуванні бетонної суміші [24].

Добавки серії МБ призначені для виробництва бетонів з високими експлуатаційними властивостями, в тому числі свехвисоміцних, які зазвичай можна отримати тільки завдяки спільному використанню мікрокремнезема і суперпластифікатора.

Однак на відміну від обов'язкового компонента таких бетонів - мікрокремнезема, що є легким і пилоподібним матеріалом насипною щільністю 0,2 т/м, а в ущільненому стані - 0,5 т/м і тому створює транспортні і технологічні проблеми, комплексні добавки

транспортабельні і технологічні. Модифікатори серії МБ виробляються на підставі технічних рішень, захищених патентами.

Оптимальне дозування МБ залежить від вимог до бетонів та зазвичай знаходиться в межах 8 ... 12% від маси цементу. При відповідній техніко-економічній доцільності можливі і підвищені дозування.

Ефективність модифікаторів різних типів, що містять рівну кількість суперпластифікатора, залежить від складу мінеральної частини, тобто від співвідношення мікрокремнезем/зола-винесення. Ступінь ефективності в залежності від цього співвідношення, оцінена за впливом на міцність, проникність, морозостійкість бетону, може бути виражена таким чином:

МБ-01: 2: МБ-3ОС > МБ-50С > МБ-100с.

Застосування МБ при виробництві бетонів може здійснюватися за прийнятою на бетонозмішувальних вузлах схеми прийому, зберігання і подачі цементу в бетонозмішувачі і не вимагає спеціального обладнання [24]. Зберігання МБ може здійснюватися в сілосах, транспортування: витратним бункерах - шнековим транспортером або пневмотранспортом, дозування - дозаторами цементу.

На звичайних портландцементях М400 або М500 і заповнювачах можна робити:

- високоміцні (60-80 МПа) і свєрхвисокоміцні (> 80 МПа) бетони, в тому числі дрібнозернисті;

- бетони з високою міцністю в ранньому віці при твердінні в нормальних умовах до 25 ... 40 МПа в добу;

бетонні низької проникності для води та газів W16 ... W20;

- високорухливі - ОК = 22 ... 24 см бетонні суміші підвищеної зв'язності;

- бетони підвищеної довговічності, стійкі до сульфатної і хлоридної агресії, впливу слабких кислот, морської води, високих (до 400<sup>0</sup>С) температур і морозостійкості. Вищевказані ефекти регулюються за рахунок типу застосовуваного модифікатора та його дозування.

Високофункціональні бетони мають високу міцність, низькою проникністю, підвищеної корозійної стійкістю і довговічністю, тобто мають властивості, поєднання яких або переважання одного з яких забезпечує надійність конструкцій в залежності від умов експлуатації.

Модифікатори МБ дозволяють отримувати на звичайних компонентах високоміцні - класи С35/45 ... С50/60 і понад високоміцні - вище класу С50/60 бетони.

Бетони з МБ класів вище С50/60 відрізняються підвищеним модулем пружності і високими значеннями коефіцієнта призмовою міцності (0,75 ... 0,80). Верхня межа мікротріщиноутворення зближується з призмовою міцністю [3,4].

Бетони з модифікаторами МБ мають низьку проникність для води, газів, іонів хлору.

Модифікатори бетону типу МБ-О1 і МБ-30С, введені до складу бетону на звичайному среднеалюмінатном портландцементі, забезпечують сульфатостійкість бетону на тому ж рівні, що і у бетону на нізкоалюмінатном сульфатостійкому цементі

Застосування модифікаторів МБ-О1 або МБ-30С підвищує стійкість бетонів в умовах впливу кислих середовищ. Розчини кислот з рН3,0 класифікуються як середньо - і слабо агресивного середовища по відношенню до бетону з маркою по водонепроникності W8 (ДСТУ Б В 2.6-193:2013 «Захист металевих конструкцій від корозії»), є неагресивними по відношенню до бетону, приготовленого з МБ-О1 або МБ-30С і має марку по водонепроникності W16 і вище.

У таблиці 2.3 наведено дані про ступінь агресивності середовища по відношенню до бетону з МБ-О1 в порівнянні з «особливо щільним» бетоном (марка W8 по ДСТУ Б В 2.6-193:2013) і показана необхідність у «вторинній» захисту.



Таблиця 2.3 - Ступень агресивності середовища по відношенню к бетону с МБ-О1

| рН               | Ступень агресивності                          |                             | Необхідність у вторинному захисті |                         |
|------------------|---|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
|                  | для бетонів марки W8 особливо щільні по ДСТУ) | для бетонів марки W16сМБ-01 | для бетонів W8                    | для бетонів W16 з МБ-01 |
| 2,0... нижче 3,0 | дуже агресивна                                | середньо                    | так                               | так                     |
| 3,0... нижче 3,5 | середньо                                      | неагресивна                 | так                               | ні                      |
| 3,5... нижче 4,0 | слабко агресивна                              | неагресивна                 | так                               | ні                      |

Надзвичайно важливо, що модифікатори типу МБ-О1, МБ-30С або МБ-50С в складі бетонної суміші перешкоджають взаємодії лугів цементу з реакційно-здатним кремнеземом заповнювача. Ступінь розширення зразків на прикладі дрібнозернистого бетону з МБ-01, при-виготовлених на високолужних цементі і піску, що містить реакційно-здатний кремнезем.

При дозуваннях модифікаторів МБ не вище 20% від маси цементу бетони володіють надійною пасивують здатністю по відношенню до сталі. Це забезпечує корозійну стійкість всіх видів сталеві арматури без інгібіторів корозії при відносній вологості газоповітряної середовища 65 ... 95%. При дозуваннях МБ вище 20% надійна пасивуючий здатність бетону при тій же вологості середовища забезпечується за рахунок додаткового введення інгібіторів.

Бетонні суміші, що містять модифікатори бетону серії МБ, в порівнянні зі звичайними сумішами без добавок пластифікуючої дії мають, як правило, меншу водопотребу, що залежить від дозування пластифікуючого реагенту і золи-винесення. Бетонні суміші з МБ, навіть високорухливі, мало схильні до водовідділення і, відповідно, відрізняються підвищеною зв'язністю, не розшарованістю і яскраво вираженою тиксотропністю. Про вплив типу модифікатора на це властивість (ГОСТ 10181-2000).

Введення МБ до складу бетонних сумішей, пластичність яких вимірюється осадкою конуса 10 см і вище, як правило, не призводить до збільшення обсягу залученого і защемленого повітря. У менш пластичних сумішах з ОК <10 см можливе незначне збільшення обсягу защемленого повітря на кордоні з опалубкою, що пов'язано з підвищеною в'язкістю цих сумішей.

Рухливість бетонних сумішей з МБ зберігається протягом більш тривалого часу, ніж у звичайних сумішей без модифікаторів. Більш стабільна в часі консистенція зумовлена властивостями МБ, зокрема наявністю в його складі регулятора твердіння і суперпластифікатора, і є сприятливим фактором в умовах тривалого транспортування бетонних сумішей автобетонозмішувачами. Рухливість сумішей з модифікатором практично не змінюється при транспортуванні протягом 1,5 ... 2,0 год.

## **2.5 Властивості бетонів в залежності від їх складу**

Загальні закономірності, що показують залежність міцності бетону від різних факторів, які були розглянуті в попередніх розділах. Однак на практиці склади і структура бетону можуть змінюватися в широких межах і у ряді випадків це необхідно враховувати і вносити певні корективи в основні залежності при проектуванні складу бетону.

Матеріали (цемент, пісок, гравій) можуть по-різному впливати на властивості бетонів, що розрізняються по складу і структурі. В одних складах найкращим чином проявляються їх позитивні властивості, в інших-матеріали використовуються нераціонально. Неоднаково позначаються на бетонах різних складів і структури та особливості технології.

Припускаючи умови приготування та формування бетону однаковими, розглянемо можливу зміну структури і властивостей бетону в двох випадках: при зміні цементно-водного відношення при постійних

співвідношеннях вмісту цементу і заповнювача в бетоні і при зміні співвідношення цементу і заповнювача при постійному значенні рухливості бетонної суміші або цементно-водного відношень.

Цемент вибирає з огляду на основні проектні показники бетону: міцність, морозо- і корозійну стійкість, а також технологію виготовлення виробів і умови бетонування (особливо при монолітному будівництві). Запитання до хіміко-мінералогічного складу цементу обумовлені умовами експлуатації і затвердіння бетону.

Кожен тип структури відрізняється певними закономірностями, які визначають міцність і спеціальні властивості бетону. З іншого боку, для кожної структури можна виділити складові частини, які мають найбільший вплив на формування її властивостей. Наприклад, характеристики структури першого типу обумовлені властивостями цементу, в структурах другого і третього типів, де заповнювач створює жорсткий скелет, властивості бетону визначаються властивостями не тільки цементу, а й наповнювачів. Існуючі залежності властивостей бетону від структури і якості матеріалів слід враховувати при проектуванні його складу.

Метою проектування складу бетонної суміші є встановлення співвідношення між компонентами, що дозволяє забезпечити потрібну легкоукладаємість бетонної суміші (рухома або жорсткість), а після затвердіння - гарантовану міцність бетону в задані терміни при найменших витратах цементу. Залежно від часу використання конструкції до складу бетону додаються різні модифікатори (рисунок 2.4).

Для регуляції властивостей бетонної суміші застосовують різного роду, пластифікуючі і високодисперсні активні мінеральні добавки (золаunos, мікрокремнезем). Пластифікація може здійснюватися за допомогою добавок різного дії, в тому числі: гидрофильной (ЛСТ), гидрофобизирующей (мілонафт), мікропенообразующей (омилення деревини пек) або комплексною.

Найбільш поширеними добавками справжнього є суперпластифікатори, застосування яких, з одного боку, дозволяє отримувати літні бетонні суміші і транспортувати їх при укладанні з використанням бетононасосів, а з другого сприяє суттєвому зниженню водоцементного відношення (В/Ц) і відповідно підвищенню міцності отриманих бетонів.

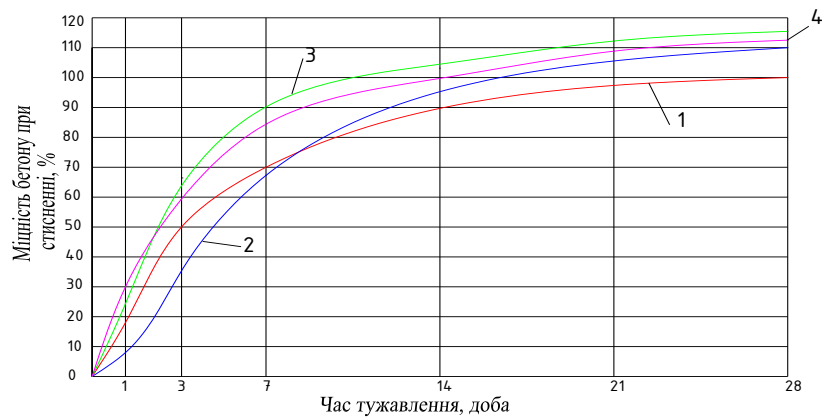


Рисунок 2.4 – Залежність набору міцності від часу.

1 - контрольний бетон, без домішок; 2 - лигносульфат технічний (ЛСТ) 0,2%Ц; 3 – суперпластифікатор С-3, 0,8% Ц; 4- зола-унос 10%Ц

Також збільшуються експлуатаційні характеристики, і набір міцності бетону в часі при використанні однієї і тієї ж добавки, але при різній її концентрації (рисунок 2.5).

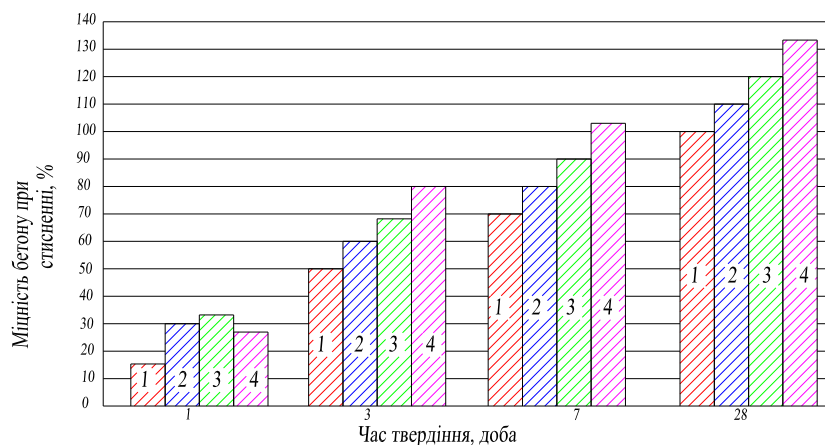


Рисунок 2.5 – Набор міцності бетону у часі від кількості домішок «Релаксол-Супер».

1 - контрольний бетон, без домішок; 2 – домішки 0,5%Ц;  
3 – домішки 0,8% Ц; 4- домішки 1%Ц

Жорсткість (Ж) оцінюють (в секундах), як час, потрібний для заповнення бетонною сумішшю (після зняття форми-конуса) циліндрового судини під дією вібрації.

Залежно від показника легкоукладаємості бетонні суміші поділяють на три групи: наджорсткі (НЖ), жорсткі (Ж) та рухомі (Р). Групи розподіляються на марки за легкоукладаємість, які наведені в таблиці 2.4.

Іноді для визначення жорсткості бетонної суміші використовують технічний вискозиметр (ГОСТ 10181.1, доповнення 2), при цьому показники жорсткості зазвичай в 3 ... 5 разів вище показників, отриманих при використанні стандартного вискозиметра.

Таблиця 2.4 - Оцінка легкоукладаємості бетонних сумішей.

| Марка за легкоукладаємістю | Норма легкоукладаємості за показниками |                |               |
|----------------------------|--|----------------|---------------|
|                            | Жорсткості, с                          | Рухливість, см |               |
|                            |  | Осадка конуса  | Розлив конуса |
| Сверхжорсткість суміші     |  |                |               |
| СЖ3                        | Більш 100                              | -              | -             |
| СЖ2                        | 51 ... 100                             | -              | -             |
| СЖ1                        | 50 и менш                              | -              | -             |
| Жорсткі суміші             |  |                |               |
| Ж4                         | 31 ... 60                              | -              | -             |
| Ж3                         | 21 ... 30                              | -              | -             |
| Ж2                         | 11 ... 20                              | -              | -             |
| Ж1                         | 5 ... 10                               | -              | -             |
| Рухливі суміші             |  |                |               |
| Р1                         | 4 та менш                              | 1 ... 4        | -             |
| Р2                         | -                                      | 5 ... 9        | -             |
| Р3                         | -                                      | 10 ... 15      | -             |
| Р4                         | -                                      | 16 ... 20      | 26 ... 30     |
| Р5                         | -                                      | 21 та більш    | 31 та більш   |

Основним фактором, який визначає консистенцію (легкоукладаємість) бетонної суміші, є водоцементне відношення. Водопотреба бетонної суміші, необхідна для досягнення відповідної рухливості і жорсткості, залежить від типу і кількості цементу, питомої поверхні і пустотності наповнювачів, форми і характеру їх поверхні, співвідношення дрібного і крупного заповнювача, тривалості витримання суміші до її висновку, вигляду і змісту пластифікуючих добавок. Рухома або жорсткість бетонних сумішей приймається в залежності від конструктивних особливостей виробів, густоти армування, способу ущільнення і транспортування

З розвитком технології бетону кількість параметрів, які впливають на його міцність, збільшується, оскільки розширюється асортимент цементу, наповнювачів, виникають нові технологічні засоби приготування і укладання бетонної суміші, наприклад «роздільне приготування», «повторна вібрація бетонної суміші», «хімічна активація заповнювач».

Отримання бетону, який буде відповідати необхідним затребуваність, можливо при відповідному проектуванні складу бетону, при дотриманні всіх затребуваність щодо приготування, укладання і ущільнення бетонної суміші, а також при гарантованому дотриманні бетону в відповідних умовах після його виготовлення.

### **3 ВИЗНАЧЕННЯ АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ПРОЕКТУ**

#### **3.1 Проектування архітектурно-планувальних рішень**

Місце будівництва 5-ти поверхового монолітного житлового будинку – м. Запоріжжя.

Рельєф ділянки спокійний, абсолютні відмітки у межах ділянки змінюються в межах від 38,0 до 39,0.

Проектований 5-ти поверховий житловий будинок, входить до складу елітного житлового комплексу. Нежитловий 1-й поверх призначений для розміщення автомобілів мешканців будинку.

- Кількість поверхів : 5
- Висота поверху : 3,3; 4,05; 2,25м.
- Загальна кількість квартир у будинку - 16 шт.
- Кількість місць для зберігання автомобілів - 10шт.
- Розміри будівлі в плані: 22,7х30, 5м.
- Будівельний об'єм загальний - 7623,5 м<sup>3</sup>
- У тому числі житловій частині - 5808,13 м<sup>2</sup>
- Загальна площа квартир житлового будинку - 1484,68 м<sup>2</sup>

Будівлю передбачається побудувати з використанням прогресивних технологій цегляно-монолітного житлового будівництва.

##### **3.1.1 Кліматичні характеристики ділянки будівництва**

Згідно з главами ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010, ДБН В. 1.2-31:2016 для району будівництва прийняті наступні розрахункові параметри:

- температура зовнішнього повітря найбільш холодної доби (забезпеченістю 0,92) - 26°С;

- температура зовнішнього повітря найбільш холодної п'ятиденки (забезпеченістю 0,92) - 22°C;
- тривалість опалювального періоду 174 діб;
- снігове навантаження для м. Запоріжжя - 1110 Па;
- вітрове навантаження для м. Запоріжжя - 460 Па;
- район будівництва не сейсмічний.

Проектована будівля виконана за цегляно-монолітною технологією з плоскими монолітними плитами перекриттів і монолітними колонами, що утворюють спільно з перекриттями рамний каркас будівлі. Таке рішення каркаса будівлі являється обов'язковим вимогам вільного планування квартир.

Колони будівлі розміщені так, щоб значення прогину плоскої плити перекриття не перевищувало допустимого.

Плоске монолітне безбалочне перекриття, оперте безпосередньо на колони, товщиною 20см.

### **3.1.2 Генеральний план**

Рельєф ділянки спокійний. Проект організації рельєфу передбачає відведення води з території житлового будинку за допомогою лотків оскільки ухил території спрямований до фасаду будівлі.

У елементах благоустрою використовується асфальтове покриття для проїздів, тротуарів і отмосток.

Проектована будівля займає площу 462,03 м<sup>2</sup> і має орієнтацію головного фасаду на південний схід.

Комплекс генерального плану включає ігровий майданчик для дітей, який забезпечений необхідними елементами для дитячих ігор, майданчик для сушки білизни, майданчик для тихого відпочинку дорослих, майданчик для вибивання килимів, майданчик для сміттєзбірників з двома сміттєвими контейнерами відкритого типу.



### 3.2 Проектування об'ємно-планувальних рішень

Запроектований 5-ти поверховий житловий будинок на 16 квартир, у тому числі:

- 2-х кімнатних - 8 шт;
- 3-х кімнатних - 8 шт.

Квартири запроектовані відповідно до вимог ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення».

Перший поверх призначений для вбудованих нежитлових приміщень, приміщень автостоянок. У квартирах передбачено розташування роздільних санвузлів, літніх приміщень.

Вентиляція приміщень здійснюється по вентиляційних шахтах.

Внутрішньоквартирні перегородки виконані завтовшки 120 мм., стіни, що самонесучі, відділяють квартири один від одного і від коридорів виконані завтовшки 250 мм., для підвищення комфортності в частині звукоізоляції.

Будинок обладнаний двома роздільними входами що виходять в двір, через які мешканці потрапляють на сходовий майданчик, і вхід в приміщення загального призначення.

У будинку запроектований підвал заввишки 3м. Вихід в підвал здійснюється через вхід у будівлю, що веде на сходовий майданчик.

Відношення робочої (жилою) площі квартир до загальної (корисною) буде рівне:

$$K1=1404,68/2389,56=0,58 \quad (3.1)$$

Значення K1 відповідає нормативному: K1 (0,5-0,75)

Будівельний об'єм надземної частини будівлі складає 7623,5 м<sup>3</sup>. Тоді коефіцієнт, що характеризує економічну ефективність будівлі, рівний відношенню будівельного об'єму до його житлової площі буде рівний:

$$K2=7623,5/2389,56=3,19 \text{ м}^3/\text{м}^2 \quad (3.2)$$

Коефіцієнт компактності плану, рівний відношенню периметра зовнішніх стін до загальної площі рівний :

$$K_3=107,9\text{м}/1484,68\text{м}^2=0,175 \text{ м/м}^2 \quad (3.3)$$

Умови виконуються так як нормативне значення для  $K_3=0,16-0,25$ .

### **3.3 Конструктивні рішення проекту**

#### **3.3.1. Характеристика конструктивних елементів**

Проектована будівля має 5 поверхів. Рамний каркас будівлі виконуються з монолітних колон і дисків перекриттів з умовними ригелями.

Основний крок колон 3,9, 4,2, 3,6м., переріз 400х400мм.

Конструкції, що захищають, - навісні фасадні панелі з вентиляючим прошарком повітря і утеплювачем із стекловатних плит на цегляній кладці завтовшки в одну цеглину. Зовнішні стіни оперти поповерхово на монолітну плиту перекриття.

Прийнята конструктивна схема будівлі забезпечує міцність, жорсткість і стійкість на стадії зведення і в період експлуатації при дії усіх розрахункових навантажень і дій.

Вертикальні навантаження від перекриттів сприймаються і передаються на фундамент основи колонами.

Стіни підвалу, розташовані з боку ґрунту захищені суцільною обмазувальною гідроізоляцією, під підлогою підвалу влаштована рулонна гідроізоляція. По периметру будівлі запроектована водонепроникна асфальтобетонне вимощення шириною 2 м. з ухилом 0,07%.

Поверхи перекриваються безбалочним перекриттям суцільного перерізу заввишки 200мм.

За відмітку 0,000 умовно прийнятий рівень чистої підлоги першого поверху.

У цьому проекті передбачені наступні конструкції підлог :

- Житлові кімнати - паркет щитової на мастиці по цементно-піщаному стягуванню і звукоізоляційним плитам.
- Кухня, проходи - лінолеум на мастиці по цементно-піщаному стягуванню і звукоізоляційним плитам.
- Санвузли - керамічна плитка на цементно-піщаному розчині, гідроізоляція по пінополістирольним плитам.
- Сходові клітини - керамічна плитка на цементно-піщаному розчині.
- Лоджії, балкони - мозаїчна пола.

Запроектована горизонтальна покрівля з ухилом 0,01% і внутрішнім водостоком. Вона виконана з наступних шарів:

- 4 шару руберойду з втопленням гравієм
- керамзит по ухилу
- пароізоляція - пергамін
- вирівнююча цементно-піщане стягування 20мм.
- плита покриття 200мм.

Сходи виконані зі збірних елементів.

Зовнішні стіни - цегляні завтовшки 250мм., з утеплювачем із стекловатних плит URSA і навісним вентиляльованим фасадом.

Внутрішні стіни - цеглина завтовшки 250 мм.

Перегородки - цеглина - 120 мм.

Перегородки санвузлів - шлакобетонові завтовшки 80 мм.

Отвори віконні - палітурка подвійна, металопластикові.

Отвори дверні - дерев'яні, заводського виготовлення.

Центральне опалювання - труби металопластикові, радіатори - алюмінієві.

### 3.3.2 Теплотехнічний розрахунок

Теплотехнічний розрахунок вироблюваний відповідно до ДБН В. 1.2-31:2016 «Теплова ізоляція будівель». Розрахунок шаруватих конструкцій що складаються з декількох шарів, розташованих паралельно зовнішнім поверхням обгороджування.

Розрахунок товщини утеплювача зовнішніх стін

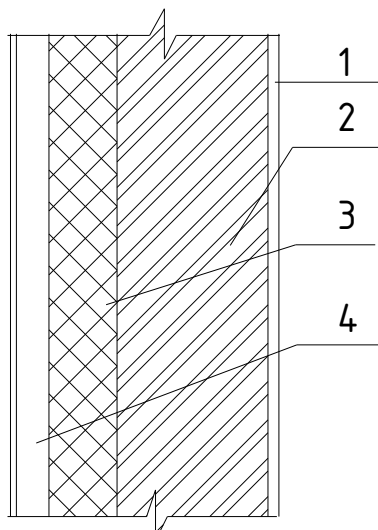


Рисунок 3.1 - Конструкція стінного обгородження

Визначаємо опір теплопередачі стіни житлового будинку в м. Запоріжжя в зовнішній стіні з цеглини 250 мм., стекловатної жорсткої плити URSA, прошарку повітря 0,02м., алюмінієвої фасадної касети 0,0015м.

Таблиця 3.1 - Характеристики матеріалів.

| № з/п | Найменування матеріалу | Товщина, мм. | Коеф. теплопровідності $\lambda$ , Вт/(м·°С) | Коеф. теплозасвоєння s, Вт/(кв.м·°С) | Щільність $\gamma_0$ , кг/куб.м |
|-------|------------------------|--------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
| 1     | Вапняно-піщаний розчин | 20           | 0,81   | 9.76                                 | 1600                            |
| 2     | Цегляна кладка         | 250          | 0,7  | 9.23                                 | 1600                            |
| 3     | Утеплювач URSA         | x            | 0.039  | 0.56                                 | 14                              |
| 4     | Повітряний прошарок*   | 20           | R=0,3  |                                      |                                 |

\*Термічний опір повітряного прошарку при обклеювання з одного боку алюмінієвої фольгою(фасадною касетою) складає

$$R=0,15*2=0,3 \text{ м}^2*\text{C}^0/\text{Вт} \text{ згідно додаток. 4 ДБН В. 1.2-31:2016}$$

Визначаємо товщину утеплювача :

$$R_{o,тр.}=2,8 \text{ м}^2*\text{C}^0/\text{Вт}$$

$\alpha_v=8,7$  - коефіцієнт тепловіддачі, Вт (таблиця 4\* ДБН В. 1.2-31:2016

$\alpha_n=23$  - коефіцієнт тепловіддачі для зимових умов, Вт/(кв.м °С)  
(таблиця. 6\* ДБН В. 1.2-31:2016

$$R_{o,тр} = 1 / \alpha_v + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + 1 / \alpha_n, \quad (3.4)$$

а  $R_n = \delta_n / \lambda_n$ , тогдa

$$R_{o,тр} = 1 / 8.7 + 0,02 / 0,81 + 0,25/0,7+0,08/0,039+0,3+ 1 / 23=2,69 \text{ м}^2*\text{C}^0/\text{Вт}$$

$$R_{o,тр} = 2,69 \text{ м}^2*\text{C}^0/\text{Вт} > R_{o,тр.}=2,8 \text{ м}^2*\text{C}^0/\text{Вт}$$

Прийнята товщина утеплювача 0,08м.

### 3.3.3 Розрахунок товщини утеплювача горищного перекриття

Для розрахунку товщини утеплювача горищного перекриття, приймаємо матеріали і характеристики матеріалів, вказані в таблиці 3.2

Визначаємо необхідну товщину утеплювача :

$$R_{o,тр.}=2,7 \text{ м}^2*\text{C}^0/\text{Вт}$$

$$R_{o,тр} = 1 / \alpha_v + R_1 + R_2 + R_3 + 1 / \alpha_n, \quad (3.5)$$

де  $\alpha_v=8,7$  (тал.1 [1]),  $\alpha_n=23$  (тал.2 [1]), а  $R_n = \delta_n / \lambda_n$ , тогдa

$$R_{o,тр} = 1 / 8.7 + 0,02 / 0,81 + 0,2/2,04+0,18/0,08+ 1 / 23=2,79 \text{ м}^2*\text{C}^0/\text{Вт}$$

$$R_{o,тр} = 2,79 \text{ м}^2*\text{C}^0/\text{Вт} > R_{o,тр.}=2,7 \text{ м}^2*\text{C}^0/\text{Вт}$$

Приймаємо товщину утеплювача 180 мм.

Таблиця 3.2 - Характеристика матеріалів покриття

| Матеріал                   | $\delta$ ,<br>м | $\gamma$ ,<br>кг/м <sup>3</sup> | $\lambda$ ,<br>Вт/м·°З | $s$ ,<br>Вт/м <sup>2</sup> ·°З |
|----------------------------|-----------------|---------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| Цементно-піщане стягування | 0,02            | 1600                            | 0,81                   | 9,76                           |
| Плита мінераловатна        | x               | 200                             | 0,08                   | 1,11                           |
| Залізобетонна плита        | 0,2             | 2500                            | 2,04                   | 18,95                          |

Внутрішня обробка квартир не робиться.

Оздобленню підлягають тільки приміщення загального призначення : технічний поверх, загальні коридори, сходові клітини.

1. Технічне підпілля, горище, технічні приміщення : цементна штукатурка, білення.
2. Загальні коридори, холи: декоративна штукатурка, забарвлення водоемульсивною фарбою.
3. Сходові клітини: цементна штукатурка, білення.

### 3.3.4 Інженерне устаткування та санітарне технічне обладнання

Опалювання і гаряче водопостачання запроектоване з магістральних теплових мереж, з нижньою розводкою по підвалу. Приладами опалювання служать конвектори. На секцію виконується окремий тепловий вузол для регулювання і обліку теплоносія. Магістральні трубопроводи і труби стояків, розташовані в підвальній частині будівлі ізолюються і покриваються алюмінієвою фольгою.

Внутрішньоквартирна вентиляція здійснюється по вентиляційних шахтах, розташованих в санвузлах з випусками на покрівлю.

Вентиляція незадимлюваних сходів здійснюється також по вентиляційній шахті з випуском на покрівлю.

Холодне водопостачання запроектоване від внутрішньоквартального колектора водопостачання з двома введеннями. Подання води здійснюється по внутрішньобудинковому магістральному трубопроводу,

розташованої в підвальній частині будівлі, який ізолюється і покривається алюмінієвою фольгою. Навколо будинку виконується магістральний пожежник господарсько-питний водопровід з колодязями, в яких встановлені пожежні гідранти.

Каналізація виконується внутрішньодворова з врзанням в колодязі внутрішньоквартальної каналізації. З будівлі виконуються самостійний випуск хозфекальної і дощовій каналізації.

Енергопостачання виконується від дворової підстанції з живленням будівлі двома кабелями : основним і запасним. Електрощитові розташовані на кожному поверсі.

### **3.3.5 Протипожежні заходи**

Будівля І міри вогнестійкості. Прийняті основні будівельні конструкції - що не згорають, забезпечують межі вогнестійкості, передбачено ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту» та ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».

Евакуація здійснюється по незадимлюваних сходах 2-го типу з підпором повітря. Сходи забезпечені природним освітленням через вікна і двері в зовнішніх стінах. Провітрювання підвалу здійснюється спеціальними вентиляційними продухами. У будівлі передбачено димовидалення з коридорів на кожному поверсі відповідно до ДБН В.2.5-67:2013 і пожежні крани.

Сходи виходять на технічний поверх. Вихід на покрівлю з технічного поверху здійснюється за допомогою драбини. Між маршами сходів передбачений проміжок шириною 10 мм.

На покрівлі передбачено захист від блискавки.

Двері сходової клітини – само закриваючі з ущільнювачем.

Евакуаційним виходом є вихід першого поверху назовні.

Дворові проїзди запроектовані шириною 4,5 м. на відстані 8м. від стін будинку.

### **3.6 Техніко-економічні показники планувальних рішень**

При будівництві та реконструкції об'єктів будь-якого призначення, одним з початкових етапів проектування є розрахунок техніко-економічних показників (ТЕП). ТЕП розраховуються для оцінки та аналізу основних технічних, економічних і об'ємно-планувальних рішень майбутнього проекту. На основі цих показників проводиться обґрунтування технічної і економічної доцільності майбутнього будівництва. Перелік основних техніко-економічних показників залежить від призначення об'єкта проектування (реконструкції) і визначається згідно ДБН А 2.2.3-2014 «Склад та зміст проектної документації».

Для об'єкту який проектується визначені основні техніко-економічні показники.

1. Поверховість - 5 поверхів.
2. Висота поверху - 3,3; 4,05; 2,25 м.
3. Загальна кількість квартир у будинку - 16 шт.
4. Будівельний об'єм (загальний) - 7623,5 м<sup>3</sup>  
в тому числі житловій частині - 5808,13 м<sup>3</sup>
5. Загальна площа квартир житлового будинку - 1484,68 м<sup>2</sup>
6. Площа квартир - 1404,68 м<sup>2</sup>
7. Площа літніх приміщень - 80,0 м<sup>2</sup>
8. Площа забудови - 462,03 м<sup>2</sup>
9. Площа вбудованих нежитлових приміщень - 350,02 м<sup>2</sup>
  - площа технічних приміщень - 54,06 м<sup>2</sup>
  - площа автостоянок - 323,16 м<sup>2</sup>
  - площа приміщень загального призначення - 63,80 м<sup>2</sup>
10. Кількість місць для зберігання автомобілів - 10 шт.



## **4 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ПРОЕКТУ**

### **4.1 Технологічна карта на виробництво кам'яних робіт і монтаж залізобетонних конструкцій**

#### **4.1.1 Сфера застосування технологічної карти**

Технологічна карта розроблена на виконання комплексу робіт по зведенню цегляних стін 5-ти поверхового (двосекційного) житлового будинку. Розміри будівлі в плані 22,7х30,5 м.

Зовнішні стіни цегляні завтовшки - 360 мм.

Перекриття - монолітні залізобетонні.

Сходові марші і майданчики збірні залізобетонні.

#### **4.1.2 Організація і технологія будівельного процесу**

Підготовчі роботи. При виробництві робіт необхідно дотримуватися технологічної послідовності виконання операцій.

До початку зведення надземної частини будівлі мають бути виконані наступні роботи:

- Закінчення нульового циклу з оформленням акту прийому виконаних робіт;
- Організація будівельного майданчика відповідно до будгенплану на стадії зведення підземної частини будівлі;
- Технологічний огляд вантажопідйомного устаткування і вантажозахватних пристосувань;
- Підготовка і перевірка необхідного інвентаря і пристосувань;
- Облаштування тимчасового обгороджування, робочих місць;
- Нанесення висотних відміток і разбивочних осей стін;

– Забезпечення безперебійної доставки на об'єкт розчину.

Кам'яна кладка - один з комплексних процесів зведення несучих і захищаючих конструкцій будівель, що складається з простих процесів:

- Облаштування подмостей;
- Подання матеріалів;
- Кладка.

Цеглина і розчин поставляються на об'єкт відповідно до тижнево-добового графіку. Цеглина транспортується на автомашинах пакетами із застосуванням пакет-поддонов. Розчин готується централізований, доставляється самоскидами і вивантажується у бункер місткістю 0,25 м<sup>3</sup>, кирпич-захватом.

Цегляна кладка виконується на захватке поярусними бригадами мулярів в 1 зміну.

Процес кладки складається з ряду виробничих і контрольних-вимірювальних операцій, що виконуються за допомогою відповідних інструментів і пристосувань.

Лопатою розчину перемішують розчин в ящиках і подають його на стінку.

Кельмою розрівнюють розчин, заповнюючи, вертикальні шви, підрізують розчин і насаджують цеглину, молотком або киркою рубають і стісують цеглину. Розшиваннями надають швам, заповненим розчином певну форму.

Порядок зведення стін наступний:

- Робиться розбиття простінків по разбивочним осях у вузлах будівлі і в місцях перетину стін викладаються маяки удежной штробою висотою в 5-6 рядів;
- У кутах, в місцях перетину і примикання стін, а також по периметру будівлі через кожні 10-12 м встановлюються порядовки;
- Укладання цеглини робиться у верстові ряди;
- Рубка і тесання цеглини, і розшивання швів.

Установка порядовок: порядовки встановлюються по нівеліру на усіх кутах, примикання і перетини стін, а також через кадировки за допомогою нівеліра, гнучкого водяного рівня або спеціальних лазерних приладах вносять відмітки низу віконних отворів, перемичок, перекриттів, сходових майданчиків і інших елементів.

Установка причалювання : причалювання натягують між повзунками порядовок, причальними скобами і переміщують по ходу кладки, вгору пересуваючи повзунками, переставляючи скоби. При кладці зовнішніх верстових рядів причалювання встановлюють для кожного ряду, а при кладці внутрішніх - через кожні 2-3 ряди. Щоб причалювання не провисало під неї між порядовками (причальними скобами) через кожні 4-5 м укладають на розчині маякову цеглу, і на кожного з них на ребро кладуть по цеглині, затискаючи між ними причалювання.

Подання і розкладка цеглини і розчину. Для кладки зовнішнього верстового ряду цеглину розкладають на внутрішній половині конструкції а для внутрішнього верстового ряду - на зовнішній, для забутки - на одній з верстових лав.

Розкладку ведуть стопками по дві цеглини паралельно граням конструкції або під кутом до них для ложкового ряду і перпендикулярно до осі для тичкового.

На стінах завтовшки 1,5 цеглини усі стопки розкладають паралельно граням стіни. Розчин на стіну подають з ящика лопатою і розстиляють його грядкою під 6-7 цегли. Ліжко розчину муляр готує кельмою в процесі кладки. Для подання і розстилення розчину застосовують ківш-лопатку.

Обколювання і тесання цегли: для перев'язки швів потрібно неполномірна цегла (четвертки, половинки або тричвертні). Заготовлюють їх під час роботи: спочатку муляр вістряем молотка або кирки або ребром комбінованої кельми робить надсічки на двох протилежних площинах цеглини, потім різким ударом молотка або кирки або кельми відкладає намічену частину. Шви в першу чергу вертикальні розшивають відразу

після кладки чергових трьох-чотирьох рядів цеглини і очищають дрантям. Розшиті шви надають чіткий малюнок зовнішньої поверхні стіни.

Монтаж робиться краном. В якості вантажозахватного пристосування застосовується 4-х вітковий строп.

Сходові марші і майданчики монтують у міру зведення стін будівлі. Проміжний майданчик і марш встановлюють по ходу кладки внутрішніх стін сходової клітини. Поверховий майданчик і другий марш - по закінченню кладки поверху.

До монтажу сходових майданчиків і маршів перевіряють їх розміри, розмічають місце установки, наносять шар розчину і встановлюють конструкцію.

Відразу ж після вивірення положення майданчика монтують сходовий марш, що дозволить відрегулювати взаємне положення сходового маршу і верхнього майданчика раніше, ніж схопиться розчин.

При установці маршу його спочатку спирають на нижній майданчик, а потім на верхню.

Перемички у будівлі встановлюють, як прогони, якщо вони несуть, піднімаючи за монтажні петлі і укладають на підготовлене ліжко з розчином, а рядові перемички укладають в ручну. При монтажі забезпечують точність установки їх по вертикальних відмітках, горизонтальність і розмір площі того, що спирається.

Монтажні роботи ведуться роздільним методом, оскільки при кам'яних роботах застосування колективного методу є неможливим. Монтаж залізобетонних елементів здійснюється у міру зведення цегляних стін по захваткам.

Збірні конструкції, що доставляються на об'єкт, розміщуються на приоб'єктном місці складування і потім краном вежі монтуються у будівлю.

Монтаж елементів сходової клітини : монтаж сходових майданчиків робиться по ходу зведення стін. Місця установки відмічають послідовним

відхиленням відстаней між майданчиками по вертикалі і наносять риски. Відмітку проміжного майданчика за допомогою рівня переносять до місця установки. Перевіряють рейкою і рівнем горизонтальність опорних гнізд. Майданчик укладають на підготовлене ліжко з розчину.

Правильність установки перевіряють спеціальним дерев'яним шаблоном, що копіює подовжній профіль косоура, в 2-х місцях, проти місць того, що спирається косоурів на майданчик. Необхідне застосування горизонтального положення майданчика робиться монтажним ломиком.

Сходовий марш монтують після установки верхнього майданчика. До місця монтажу маршу подають в похилому положенні спеціальними стропами-павуками. Нахил маршу робиться дещо крутіше, ніж його проектне положення, з тим, щоб спочатку посадити марш на нижній майданчик. Верхня частина маршу повинна знаходитися на 6-8 см над опорою верхнього майданчика щоб уникнути заклинювання. Установку маршу роблять 2 монтажники з верхньою і нижньою майданчиків. Після установки стропи звільняють одночасно і встановлюють тимчасові перила.

Організація робочого місця муляря. Матеріали мають бути розташовані так, щоб сприяти ефективному виконанню операцій. При зведенні глухих стін уздовж фронту робіт розчин і цеглина розкладають по черзі. Якщо стіна з отворами цеглину і дрібні блоки розміщують навпроти отворів, простінків, а розчин - навпроти отворів.

Стінний матеріал подають на робоче місце заздалегідь (на 2-4 години), а розчин перед самим початком роботи.

Мулярі досягають найвищої продуктивності при кладці на висоті 0,5-0,6 м від рівня робочого місця. На початку кладки і зі збільшенням її висоти продуктивність зменшується. Враховуючи це, висоту ярусу кладки при товщині 2,5 цеглини застосовують рівною 1,2м, а при товщині 3 цеглини-0,9.

Процес кам'яної кладки може бути організований потоково-розчленованим або потоково-конвеєрним методом.

Цегляну кладку виконує поярусний, а монтаж конструкцій і виконання монтажних робіт – по поверхово.

Вибір монтажних пристроїв. Монтажні пристрої вибираються по найменшій масі, простоті конструкції, надійності і зручності експлуатації, універсальності, тобто такі, щоб можна було використати для монтажу різних конструктивних елементів при дотриманні правил безпеки при експлуатації.

Строп, траверси, кондуктори для тимчасового закріплення елементів вибирають по відповідних довідниках.

Способи тимчасового закріплення конструкцій визначають відносно по довідниках і інструкціях по монтажу і техніка безпеки при виконанні монтажних робіт. Вантажопідйомність пристосування визначаю по найбільш важкому елементу. Підібрані пристосування зводжу в таблицю 4.1

Таблиця 4.1 - Монтажні пристосування

| № з/п | Найменування   | Маса  | Вантажо підйомн ість, т | Висота над конструкцією, м | Призначення                             | К-ть |
|-------|--|-------|-------------------------|----------------------------|---|------|
| 1.    | Строп канатний чотириохвітковий                      | 0,148 | 20                      | 4,5                        | Для установки піддону з цеглою          | 2    |
| 2.    | Багатовітковий урівноважений строп                   | 0,044 | 5                       | 4,5                        | Для установки плит сходових майданчиків | 2    |
| 3.    | Урівноважений строп для встановлення сходових маршів | 0,044 | 5                       | 4,5                        | Для установки сходових маршів           | 2    |
| 4.    | Строп чотириохвітковий ПП 21059М-28                  | 0,14  | 5                       | 4,5                        | Для установки сходових майданчиків      | 2    |
| 5.    | Вилкове підхоплення                                  | 0,15  | 2                       | 1,5                        | Підйом піддонів цегли                   | 2    |
| 6.    | Підхоплення футляр                                   | 0,3   | 2                       | 1,6                        | Підйом піддонів цегли                   | 2    |

Калькуляція - основа для технологічних розрахунків і визначення техніко-економічних показників. На її основі складається таблиця технологічних розрахунків, яка використовується при розробці графіку виробництва монтажних робіт.

При складанні калькуляції мають бути враховані усі витрати праці машин, заробітна плата робітників не лише на основні процеси, але і на допоміжні операції і процеси, не враховані в нормах на основні роботи (розвантаження, оснащення конструкцій подмостями, підйом допоміжних матеріалів і устаткування та ін.).

Найменування робіт в калькуляції записуються в такому порядку, в якому вони повинні виконуватися при зведенні будівлі.

Таблиця 4.2 - Калькуляція трудових витрат і заробітної плати робітників

| № п/п | Найменування робіт                              | Об'єм робіт | Один вим.      | Обґрунтув. ЄНІР | Норма часу<br>чол.-ч<br>маш.-ч | Трудомісткість<br>чол.-3м<br>маш.-3м |
|-------|---|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| 1.    | Підйом цегли в піддонах                         | 127,36      | 1000 шт        | §1-6 п.3        | 0,7<br>0,35                    | 10,87<br>5,436                       |
| 2.    | Підйом розчину в ящиках V до 0,25м <sup>3</sup> | 71,64       | м <sup>3</sup> | §1-6 п.9        | 0,56<br>0,28                   | 4,89<br>2,44                         |
| 3.    | Цегляна кладка зовнішніх стін завтовшки 380     | 318,4       | м <sup>3</sup> | §3-3 п.8        | 4,5                            | 174,73                               |
| 4.    | Цегляна кладка внутрішніх стін завтовшки 380 мм |             | м <sup>3</sup> | §3-3 п.3        |                                |                                      |
| 5.    | Укладання перемичок брусків                     | 56          | 1 проім        | §4-1-13         | 0,47<br>0,155                  | 3,2<br>1,05                          |
| 6.    | Установка і розбирання лісів                    | 320,1       | 1 м проек      | §6-1-28         | 0,425                          | 16,59                                |
| 7.    | Заповнення дверних і віконних отворів           | 1,254       | 100м периметра | §6-1-14         | 7                              | 1,07                                 |
| 8.    | Монтаж сходов. маршів і пл.                     | 12          | шт.            | §4-1-9          | 1,52<br>0,38                   | 2,22<br>0,556                        |
| 9.    | Ел.зварювання сходов. маршів і майданчиків      | 9,6         | 1м шва         | §4-1-17         | 0,37                           | 0,433                                |

Після визначення усіх витрат на основні і допоміжні процеси на цей вид конструкцій їх підсумовують і підсумкові витрати по одному виду записують під рисою.

Після розробки усієї калькуляції на монтаж конструкцій витрати підсумовуються. Прийняті трудомісткості робіт мають бути що не менші відповідають їм нормативних на 10-15%, що враховує перевиконання норм вироблення на монтажі.

#### **4.1.3 Вибір необхідних параметрів монтажних кранів**

До монтажних параметрів відносять:

$Q_m$  - монтажна маса

$H_k$  - висота підйому крюка

$L_k$  - необхідний виліт крюка

Розрахунок ведеться наближеним методом, але цей метод забезпечує достатню точність.

Монтажна маса:

$$Q_m = 1,2 * 3 * 0,22 * 2,4 + 0,044 = 1,9448 \text{ т}$$

Приймаємо строп масою 0,044т,  $H = 4,5$ м, для вивантаження конструкції приймаю строп чотирьохвітковий, масою 0,09т.

Необхідна висота підйому крюка визначається:

$$H_k = h_o + h_z + h_e + h_c \quad (4.1)$$

де  $h_o$  - висота від рівня розміщення монтажного крану до опори, на яку встановлюють елемент

$h_z$  - висота підйому елемента над опорою приймають 0,5 м

$h_e$  - висота монтованого елемента

$h_c$  - висота захватного пристосування над елементом, який монтується

$$H_k = 16,5 + 0,5 + 0,22 + 4,5 = 21,72 \text{ м}$$



Також визначають необхідний виліт стріли, який залежить від положення елементів, які монтуються і прийнятої схеми монтажу :

$$L_k = 4,3 + 0,8 + 14,4 = 19,5 \text{ м} \quad (4.2)$$

Таблиця 4.3 – Для вибору крану порівнюю їх техніко-економічні показники

| №  | Найменування параметра                            | Одиниця виміру | Прийняті механізми |        |
|----|---|----------------|--------------------|--------|
|    |   |                | КБ-100             | КБ-160 |
| 1. | Час роботи крану в році $T_{год}$                 | ч              | 2750               | 2750   |
| 2. | Інвентарна розрахункова вартість крану $C_{и.р.}$ | тис.грн.       | 20,26              | 36,45  |
| 3. | Собівартість машино-змін $C_{маш-см}$             | 65ол..         | 17,55              | 23,45  |
| 4. | Одноразові витрати $C_{вин.и.}$                   | 65ол..         | 83,2               | 170    |
| 5. | Річні витрати $C_{год}$                           | 65ол..         | 2850               | 5080   |
| 6. | Експлуатаційні витрати $C_{эк.с}$                 | 65ол.. маш.-зм | 0,029              | 0,032  |
| 7. | Витрати праці на монтаж і демонтаж $Q_{м.д.}$     | 65ол..-ч       | 128                | 293    |
| 8. | Витрати праці на доставку крану                   | 65ол..-ч       | 35,11              | 52,65  |

Вартість монтажу одиниці конструкції :

$$C_e = C_o / V \quad (4.3)$$

де  $C_e$  - загальна вартість усього об'єму монтажних робіт

$$C_o = 1,08 (\sum C_{дод.і} + \sum C_{маш-ч. T_{н.і}}) + 1,5 \sum Z$$

1,08 – коефіцієнт, що враховує накладні витрати на роботу крану

$C_{дод.і}$  - додаткові витрати на простій підкранових шляхів, грн.

$$C_{дод.і} = C_n Z \quad (4.4.)$$

Z - кількість ланок підкранового шляху  $45/12,5=3$  шт

$C_n$  - вартість

$$C_{дод.і} = 174,1 * 3 = 522,3 \text{ грн.}$$

Вартість одного машино-часа :

$$C_{маш-час} = C_{ед.і} / T_{н.і} + C_{р.і} / T_{ргі} + E_i \quad (4.5)$$

де  $C_{ед.і}$  - одноразові витрати, що включають вартість монтажу, демонтажу і доставки крану.

$T_{н.і}$  - нормативний час годин роботи кожного крану, що входить в комплект.

$C_{р.і}/T_{ргі}$  - річні витрати на 1 ч роботи крану.

$C_{р.і}$  - річні амортизаційні відрахування і витрати на з'єднання і ремонт підкранових шляхів

$T_{ргі}$  - нормативний час годин роботи кожного крану.

$E_i$  - експлуатаційні витрати на 1 ч роботи крану.

$$C_{\text{маш-час}1} = 83,2/10,82 + 3877/2756 + 0,029 = 9,12 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{маш-час}2} = 170/10,82 + 3877/2756 + 0,032 = 17,14 \text{ грн.}$$

1,5 – коефіцієнт загальнопромислових витрат на з/п монтажників.

$V$  - об'єм конструкцій - 274,31 т

$\Sigma Z$  - сума з/п по калькуляції - 85,16 грн.

$$C_{o1} = 1,08(522,3+9,12*10,82)+1,5*18,16 = 798,46 \text{ грн.}$$

$$C_{o2} = 1,08(522,3+17,14*10,82)+1,5*18,16 = 892,24 \text{ грн.}$$

$$C_{e1} = 798,46/274,31 = 2,91 \text{ грн.}$$

$$C_{e2} = 892,24/274,31 = 3,25 \text{ грн.}$$

Приведена вартість монтажу одиниці конструкції :

$$C_{\text{прив}} = C_e \pm E_n \pm E_m + K_{\text{уд}} + E_n \quad (4.6)$$

де  $E_n$  - економія умовно-постійних накладних витрат, грн.

$$E_n = 0,6 * H_j (1 - T_1/T_2) \quad (4.7)$$

0,6 – коефіцієнт економії накладних витрат за рахунок зменшення тривалості будівництва

$H_j$  - умовно-постійні загальнопромислові витрати на прямі витрати монтажних робіт

$$H_j = 0,08 \Sigma (C_{\text{доп}} + C_{\text{маш-час}} * T_n) + 0,5 \Sigma Z \quad (4.8)$$

$T_1, T_2$  - тривалість будівництва в днях по варіантах.

У цьому розрахунку приведену вартість монтажу одиниці конструкції визначаю з урахуванням приведених витрат:

$$C_{\text{прив}} = C_e + K_{\text{уд}} * E_n \quad (4.9)$$

$$K_{\text{уд}} = \Sigma (C_{\text{ин}} / \Pi_{\text{ги}} * T_{\text{рг}}) \quad (4.10)$$

$C_{in}$  - розрахункова вартість крану

$\Pi_{кр}$  - продуктивність крану

$$\Pi_{кр} = V/T = 274,31/10,82 = 25,34 \text{ т/ч}$$

$E_n$  - нормативний коефіцієнт економічній ефективності капіталовкладень, для будівельних машин  $E_n = 0,15$

$$K_{уд1} = 20260/25,34*8,2 = 97,49$$

$$K_{уд2} = 36450/25,34*8,2 = 175,4$$

$$C_{прив1} = 2,91+97,49*0,15 = 17,53 \text{ грн.зм}$$

$$C_{прив2} = 3,25+175,4*0,15 = 29,56 \text{ грн.зм}$$

Трудомісткість монтажу на 1 т або 1 м<sup>3</sup> конструкції :

$$q_{ei} = Q_{pi} + \sum(Q_{mi} + Q_{mgi} + Q_{ni} + Q_{gi})/V \quad (4.11)$$

де  $Q_{pi}$  - витрати праці робочих монтажників що виконують роботи з урахуванням кранів.

$Q_{mi}$  - витрати праці на установку підкранових шляхів.

$Q_{mgi}$  - витрати праці машиністів і робітників, обслуговуючих кран.

$Q_{ni}$  - витрати праці на монтаж і демонтаж.

$Q_{gi}$  - витрати праці на доставку крану.

$$q_{e1} = 34,63 + (10,82 + 30 + 128 + 35,11)/274,31 = 0,87 \text{ чел-ч/т}$$

$$q_{e2} = 34,63 + (10,82 + 30 + 293 + 52,65)/274,31 = 1,53 \text{ чел-ч/т}$$

Таблиця 4.4 - Техніко-економічні показники для варіантів монтажних кранів

| № з/п | Показник                                | Одиниця виміру     | Значення показників по варіантах |       | Відносне значення показників, % |     |
|-------|---|--------------------|----------------------------------|-------|---------------------------------|-----|
|       |   |                    | 1                                | 2     | 1                               | 2   |
| 1.    | Вартість 1т монтажу одиниці конструкції | $C_e$<br>Грн.      | 2,91                             | 3,25  | 89,54                           | 100 |
| 2.    | Приведена вартість монтажу од.констр.   | $C_{прив}$<br>Грн. | 17,53                            | 29,56 | 59,3                            | 100 |
| 3.    | Трудомісткість монтажу од.констр.       | $q_e$<br>чел-ч/т   | 0,87                             | 1,53  | 56,86                           | 100 |
| 4.    | Тривалість зайнятості крану             | T<br>змін          | 40                               | 40    | 100                             | 100 |
|       | Разом                                   |                    |                                  |       | 305,7                           | 400 |

#### 4.1.4 Розрахунок довжини ділянки для ланки мулярів

Довжину ділянки для ланки мулярів визначають по формулі:

$$L_q = N * C * q / 100 * N_{вр} * V_{яр} \quad (4.12)$$

де  $N$  - кількість мулярів в ланці, чел

$C$  - тривалість зміни, година

$q$  - відсоток виконання норми вироблення

$N_{вр}$  - норма часу на виконання кладки, чол.-час

$V_{яр}$  – об'єм 1 м погонної довжини одного ярусу кладки, м<sup>3</sup>

$$V_{яр} = \delta * h_{яр} * l \quad (4.13)$$

де  $\delta$  - товщина стіни, м

$h_{яр}$  - висота ярусу, м

$l$  - 1 м погонної довжини кладки

$$V_{яр} = 0,38 * 0,9 * 1 = 0,46 \text{ м}^3$$

Тоді

$$L_q = 3 * 8,2 * 100 / 100 * 2,8 * 0,46 = 19,1 \text{ м}$$

Визначення фронту робіт для мулярів по довжині зовнішніх стін на 1 поверх:

$$L_{ф/Lq} = 118,8 / 19,1 = 6$$

Кількість ланок 6, склад бригади 18 чел.

#### 4.1.5 Контроль якості при виробництві робіт

У процесі зведення кам'яних конструкцій здійснюється виробничий контроль якості робіт, який включає: вхідний контроль робочої документації, конструкцій, стінових виробів, напівфабрикатів і матеріалів; операційний контроль окремих процесів і операцій; приймальний контроль кам'яних конструкцій.

Контрольно-вимірювальні операції під час зведення конструкцій систематично контролюють прямолінійність і вертикальність поверхонь,

прорізів і кутів кладки, горизонтальність рядів, правильність перев'язування і товщину швів, факт армування, щоб оперативно усунути виявлені причини браку або відхилення від прийнятої технології чи проекту.

Вертикальність поверхонь, кутів і прорізів контролюють виском не рідше двох разів на кожний метр висоти кладки. Відхилення вертикальності поверхонь і кутів не повинно перевищувати 10мм один поверх і 30мм усієї будівлі. Відхилення рядів кладки від шонталі допускається не більше ніж 20мм на 10м довжини стіни.

Горизонтальність рядів кладки і відповідність їх позначок проектним контролюють нівеліром кілька разів по ходу кладки стін кожного поверху. Крім того, не рідше двох разів на 1м висоти положення рядів кладки перевіряють рівнем-правилом.

Товщину швів контролюють, періодично замірюючи висоту п'яти-шести рядів кладки і вираховуючи середнє її значення.

Під час вхідного контролю робочої документації перевіряють її комплектність і відповідність нормативним вимогам. При вхідному контролі конструкцій, стінових виробів, заготовок і напівфабрикатів здійснюють їх зовнішній огляд, перевіряють відповідність їх проекту, вимогам стандартів і нормативним документам, а також наявність і зміст супроводжувальних документів, паспортів і сертифікатів.

Операційний контроль здійснюють під час виконання кладочних операцій і спрямовують на забезпечення своєчасного виявлення дефектів, виправлення та запобігання їх. При операційному контролі перевіряють: додержання технології виконання кладочних операцій; відповідність кам'яних робіт робочій документації, будівельним нормам, правилам і стандартам — правильність перев'язування швів, геометричні розміри конструктивних елементів кам'яної кладки, горизонтальність рядів кладки, вертикальність поверхонь і кутів, прорізів, товщину та заповнення швів тощо.

Під час приймального контролю перевіряють якість виконання робіт відповідно до проекту та нормативних вимог. Прийманню підлягають як закінчені роботи із зведення кам'яних конструкцій, так і приховані, які підлягають попередньому прийманню зі складанням актів на приховані роботи. Приймання робіт здійснюється до опорядження кам'яних конструкцій.

Попередньому прийманню зі складанням актів на приховані роботи підлягають: основи і фундаменти – якість і стан ґрунтів, глибина залягання і розміри фундаментів; якість кладки, наявність гідроізоляції кладки, арматури, анкерів, закладних деталей і захист їх від корозії; надійність закріплення карнизів, балконів та інших консольних конструкцій; конструкція і положення місць опирання панелей перекриття, перемичок на стіни та закладання їх у кладку; наявність та конструкція осадових, деформаційних, антисейсмічних швів, антисейсмічних поясів, їх розміри, армування і міцнісні показники; геодезичні розбивні роботи та інші приховані роботи.

При прийманні закінчених робіт перевіряють правильність перев'язування швів, геометричні розміри, положення і відхилення елементів кам'яної кладки (прорізи, простінки, стовпи тощо) відносно розбивних осей, горизонтальність рядів кладки, вертикальність поверхонь, кутів і прорізів, товщину та заповнення швів.

Результати виробничого контролю фіксують у відповідних виконавчих документах, де наведено оцінку якості робіт, відповідність їх проекту та нормативним документам, а також прийняті методи, терміни і періодичність контролю.

Виконана за проектом цегляна кладка стін не повинна мати відхилень, що перевищують допуски, вказані в таблиці 4.5

Таблиця 4.5 – Допустимі відхилення

| № з/п | Найменування відхилень, що допускаються  | Величина відхилень                  |
|-------|--|-------------------------------------|
| 1     | Відхилення від проектних розмірів:<br>по товщині<br>– по відмітках обрізів поверхів<br>– по ширині простінків<br>– по ширині отворів<br>– по зміщенню осей суміжних віконних отворів<br>– по зміщенню осей конструкцій | +10<br>15<br>-15<br>+15<br>20<br>10 |
| 2     | Відхилення поверхонь і кутів кладки від вертикалі:<br>– на один поверх<br>– на усю будівлю   | 10<br>30                            |
| 3     | Відхилення рядів кладки від горизонталі на 10 м довжини стіни  | 15                                  |
| 4     | Нерівності на вертикальній поверхні кладки, що виявляються при накладенні рейки завдовжки 2 м :<br>– обштукатуреною<br>– не обштукатуреною   | 10<br>5                             |

Примітки: Середня товщина горизонтальних швів цегляної кладки в межах висоти поверху повинне складати 12 мм, а середню товщину вертикальних швів - 10, при цьому товщина окремих вертикальних швів має бути не менше 8 мм і не більше 15 мм.

Таблиця 4.6 - Схеми операційного контролю якості

| Хто контролює                     | Виконроб   |   |   |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------|--|---|---|--|--|--|--|--|
| Операції, які підлягають контролю | Цегляна кладка стін  |   |   |  | Армування кладки   | Влаштування збірних залізобетонних плит перекриття | Антикорозійне покриття закладних деталей | Влаштування лоджій                           |
| Склад контролю (що контролювати)  | Якість цегли, розчину, арматури, закладних деталей         | Правильність розбивки осей                | Горизонтальність і позначки обрізів кладки під перекриття | Совісність вентиляційних каналів і герметизація вентиляційних блоків | Правильність розташування арматури, діаметр стержнів і т.і | Опирання перекриття на стіни, заробка, анкерування | Товщина, густина і зчепленість покриття  | Заробка, позначка, ухил балконів             |
| Спосіб контролю (як контролювати) | Зовнішній огляд, обмір, перевірка паспортів і сертифікатів | Стрічка металева, метр складний металевий | Нівелір, рейка, рівень будівельний                        | Візуально, висок будівельний   | Візуально, метр складний металевий                         | Візуально, метр складний металевий                 | Візуально товщиномір, граверний штихель  | Метр складний металевий, рівень будівельний. |
| Час контролю (коли контролювати)  | До початку кладки стін поверху                             | До початку кладки                         | До встановлення панелей перекриття                        | Після закінчення кладки стін на поверсі                              | До встановлення арматури                                   | Після влаштування перекриття                       | До заробки                               | Після установки балконів                     |
| Хто притягається до контролю      | Лабораторія  |   | Геодезист   |  |  |  | Лабораторія                              |  |



#### 4.1.6. Основні інструменти і пристосування

Таблиця 4.7 - Інструменти і пристосування

| № п/п | Найменування                        | Кількість   |
|-------|-------------------------------------|-------------|
| 1     | Траверси ПІ 15946Р-10               | 1           |
| 2     | Строп двухвітковий                  | 1           |
| 3     | Підставка для тимчасового кріплення | 2           |
| 4     | Монтажні пояси                      | 12          |
| 5     | Монтажний лом                       | 4           |
| 6     | Рейка-схил                          | 12          |
| 7     | Крюки захватні                      | 1           |
| 8     | Розчиномішалка                      | 1           |
| 9     | Дрібний інструмент                  | 4 комплекту |
| 10    | Теодоліт Т 515К1                    | 1           |
| 11    | Нівелір НЗ                          | 1           |

#### 4.1.7 Визначення техніко - економічні показники

Таблиця 4.8 – Техніко-економічні показники технологічної карти

| № з/п | Найменування показника                           | Одиниця виміру        | Значення |
|-------|--|-----------------------|----------|
| 1.    | Загальна тривалість виробництва робіт            | день                  | 40       |
| 2.    | Загальна трудомісткість виробництва робіт        | чол.-ч                | 1895,06  |
|       |  | маш.-ч                | 99,26    |
| 3.    | Загальні витрати на 1 м <sup>3</sup> конструкції | чол.-ч/м <sup>3</sup> | 4,5      |
| 4.    | Вироблення                                       | м <sup>3</sup>        | 0,22     |

## **4.2 Технологічна карта на зведення монолітного залізобетонного каркасу надземної частини**

### **4.2.1 Призначення технологічної карти**

Потрібно запроєктувати зведення надземної частини будівлі з несучими конструкціями монолітного залізобетону.

### **4.2.2 Галузь застосування**

Дана технологічна карта може застосовуватися для будівлі яка проектується в магістерській роботі, а також для будівель зі схожими конструкціями.

### **4.2.3 Вибір способів виробництва робіт**

Для монолітних конструкцій кран підібране з урахуванням висоти будівлі. Вибір крану виконувався за технічними характеристиками (вантажопідйомності, вильоту стріли, висоти баштового крану). Кран підібране у розділі 4.1

Бетонна суміш поставляється автобетонозмішувачем. Для подачі бетонної суміші, арматури та опалубки – використовується також баштовий кран.

### **4.2.4 Організація та технологія виконання процесів**

На основі калькуляції трудових витрат і заробітної плати, а також, варіанту виконання бетонних робіт складаємо графік виробництва робіт.

До початку виконання бетонних робіт повинні бути виконані наступні роботи:

- організація буд. майданчика з урахуванням буд генплану на стадії зведення надземної частини;
- складання актів приймання скритих робіт;

- підготовка і перевірка потрібного інвентарю та пристроїв;
- улаштування тимчасового освітлення робочих місць;
- забезпечення безперебійного привезення на об'єкт бетону;

Транспортування бетону забезпечується авто бетонозмішувачами.

Приймання і надавання бетону на місце укладання виконується бетононасосом СБ-126 з максимальним подаванням бетонної суміші – 65м.

Виробництво роботи починається з улаштування металеві опалубки для колон, після чого починається улаштування і в'язки арматурних каркасів в колони. Монтаж арматури і опалубки виконують баштовим краном. Бетонування несучих конструкцій будівлі починають після перевірки відповідності розташування арматури проекту. Укладання бетону в перекриття починають після технологічної перерви (1,5-2 години), який пов'язаний з усідання бетону в несучі конструкції.

В процесі бетонування використовуються добавки до бетону для прискорення твердіння бетонної суміші (хлористий кальцій) та для надання пластичності (суперпластифікатор типа С-3). Бетонна суміш, яка була улаштована, ущільнюється за допомогою поверхневих та глибинних вібраторів.

Після бетонування та ущільнення усіх конструкцій, потрібна технологічна перерва, для надання бетону 70% проектною міцності.

Під час технологічної перерви здійснюється догляд за бетоном – посипання його рогожею та періодичне поливання водою, не менш ніж два ризи на день.

Після набору бетоном необхідної міцності здійснюється демонтаж опалубки. Виконується перевірка узгодження конструкцій проекту.

У таблиці 4.9 наведені необхідні матеріальні ресурси для улаштування монолітних залізобетонних конструкцій.

Таблиця 4.9 - Відомість потреби в інструментах та пристроях

| № п/п | Найменування                                    | Тип марка                  | Кіль-ть |
|-------|---|----------------------------|---------|
| 1     | 2   | 3                          | 4       |
| 1     | Транзистор понижуючий                           | с-622                      | 1       |
| 2     | Перетворювач частоти 2 СК-5 о/р-5,0 /к/-4,0/300 | И-75Б                      | 1       |
| 3     | Строп 4-х гілковий                              | ГОСТ 19144-73              | 1       |
| 4     | Ланковий хобот                                  | конструкції                | 10      |
| 5     | Приймальна воронка                              | ЦНИИОМТП                   | 3       |
| 6     | Рейка-правило                                   | Р > 271-5800               | 2       |
| 7     | Лопата сталева розчинна типу ЛП                 | -                          | 5       |
| 8     | Щити риштувань дощаті                           | ОТУ-22-1071                | 10      |
| 9     | Драбина   | ГОСТ 3620-76               | 2       |
| 10    | Гладілка  | розміром 600x1000 мм ГБК-1 | 2       |
| 11    | Конопатки сталеві                               | К-40, К-50                 | 2       |
| 12    | Молоток типу МГС                                | ГОСТ 11042-72              | 3       |
| 13    | Метр сталевий (металевий)                       | ГОСТ 7253-54               | 3       |
| 14    | Висок ОТ-400                                    | ГОСТ 7948-71               | 2       |
| 15    | Рівень будівельний УС 1-300                     | ГОСТ 9416-67               | 2       |
| 16    | Лом ЛМ-24                                       | ГОСТ 1405-72               | 3       |
| 17    | Щітка сталева прямокутна К-200                  | ГОСТ 7882-54               | 3       |
| 18    | Кусачки К-200                                   | ГОСТ 14184-69              | 2       |

#### 4.2.5 Контроль якості робіт

Згідно з нормами, при виробництві залізобетонних робіт необхідно контролювати певні операції:

1. Арматура, яка надходить на будівельний майданчик, піддається ретельному огляду та інструментальній перевірці. При подальшій експлуатації періодичний контроль виконується не рідше ніж через 20 обертів. Змонтована і підготовлена опалубка повинна бути прийнята за актом;

2. Улаштування арматурних виробів повинні здійснюватися згідно з ПВР. Для забезпечення вірності положення арматури в бетоні повинні використовуватися спеціальні фіксатори, які забезпечують задану товщину захисного шару, а також, відстань між окремими арматурними сітками і каркасами;

3. Демонтаж опалубки виконувати лише з дозволу майстра;

4. Арматурні сітки спускають над місцем їх улаштування не нижче ніж 80 см, і тільки тоді арматурники направляють їх в проектне положення;

5. Арматурні каркаси колон спускають над місцем їх улаштування не нижче ніж 30 см, і тоді з цього місця арматурники направляють їх в проектне положення;

6. Контроль якості бетону полягає у відповідності його фізико-механічних показників вимогам проекту і виробляється на стадії його приготування і готовому стані. На стадії приготування і укладання перевіряється його рухливість.

7. Контроль якості виконання бетонних робіт передбачає його здійснення на наступних етапах:

- підготовчому;
- бетонування (приготування, транспортування і укладання бетонної суміші);
- витримки бетону і розпалублення конструкцій;
- приймання бетонних і залізобетонних конструкцій або частин споруд;

8. На підготовчому етапі необхідно контролювати:

- якість вживаних матеріалів для приготування бетонної суміші і їх відповідність вимогам ГОСТ;
- підготовленість бетонозмішувального, транспортного і допоміжного устаткування до виробництва бетонних робіт;
- правильність підбору складу бетонної суміші і призначення її рухливості (жорсткості) відповідно до вказівок проекту і умов виробництва робіт;
- результати випробувань контрольних зразків бетону при виборі складу бетонної суміші.

9. Склад бетонної суміші повинен підбиратися будівельною лабораторією. Склад, приготування, транспортування і укладання бетонної суміші, правила і методи контролю її якості повинні відповідати ГОСТ 7473-94 Склад бетонної суміші в процесі робіт повинен коректуватися з урахуванням характеристик вихідних матеріалів, що змінюються (терпких, заповнювачів).

10. Пересування людей по забетонованих конструкціях і установка на них опалубки вище розміщених конструкцій допускається після досягнення бетоном міцності не менше 1,5 МПа.

11. Розпалублення забетонованих конструкцій допускається при досягненні бетоном проектної міцності.

12. Виявлені після розпалублення дефектні ділянки поверхні (гравелисті поверхні, раковини) необхідно розчистити, промити водою під натиском і затерти (закласти) цементним розчином складу 1:2-1:3.

Контроль якості бетону передбачає перевірку відповідності фактичній міцності бетону в конструкції проектною і заданою в терміни проміжного контролю, а також морозостійкості і водонепроникності вимогам проекту.

При перевірці міцності бетону обов'язковими є випробування контрольних зразків бетону на стиск.

Контрольні зразки повинні виготовлятися з проб бетонної суміші, що відбираються на місці її приготування і безпосередньо на місці бетонування конструкцій (для випробування на міцність). На місці бетонування повинні відбиратися не менше двох проб в добу при безперервному бетонуванні для

кожного складу бетону і для кожної групи бетонованих конструкцій. З кожної проби повинні виготовлятися по одній серії контрольних зразків (не менше трьох зразків).

Таблиця 4.10 - Склад операцій і засоби контролю опалубочних робіт

| Етапи робіт   | Контрольовані операції  | Контроль (метод, об'єм)   | Документація   |
|---|---|---|--|
| Підготовчі роботи   | Перевірити:<br>- наявність документу про якість на опалубку;<br>- наявність ППР на установку і приймання опалубки;<br>- якість підготовки і відмітки основи, що несе;<br>- наявність і стан кріпильних елементів, засобів підмащування.   | Візуальний<br><br>Те ж<br><br>Візуальний, вимірювальний<br>Візуальний                   | Паспорт (сертифікат), загальний журнал робіт (журнал бетонних робіт) |
| Зборка опалубки   | Контролювати:<br>- дотримання порядку зборки щитів опалубки, установки кріпильних елементів, засобів підмащування, заставних елементів;<br>- щільність сполучення щитів опалубки між собою і з раніше укладеним бетоном;<br>- дотримання геометричних розмірів і проектних нахилів площин опалубки;<br>- надійність кріплення щитів опалубки.                     | Технічний огляд<br><br>Вимірювальний, усіх елементів<br><br>Те ж<br><br>Технічний огляд | Загальний журнал робіт (журнал бетонних робіт)                       |
| Приймання опалубки  | Перевірити:<br>- відповідність геометричних розмірів опалубки проектним;<br>- положення опалубки відносно розбивочних осей в плані і по вертикалі, в т.ч. позначення проектних відміток верху бетонованої конструкції усередині поверхні опалубки;<br>- правильність установки і надійність кріплення пробок і заставних деталей, а також усієї системи в цілому. | Вимірювальний, усіх елементів<br>Вимірювальний<br><br><br><br>Технічний огляд           | Загальний журнал робіт (журнал бетонних робіт)                       |
| Контрольно-вимірювальний інструмент: рулетка, схил будівельний, нівелір, теодоліт, лінійка металева.  |   |   |  |
| Операційний контроль здійснюють: майстер (виконроб), геодезист - в процесі виконання<br>Приймальний контроль здійснюють: працівники служби якості, майстер (виконроб), представники технагляду замовника. |   |   |  |

Таблиця 4.11 – Склад операцій і засоби контролю арматурних робіт

| Етапи робіт   | Контрольовані операції   | Контроль (метод, об'єм)   | Документація                                 |
|---|--|---|--|
| Підготовчі роботи   | Перевірити:<br>- наявність документу про якість;<br>- якість арматурних виробів (при необхідності провести необхідні виміри і відбір проб на випробування);<br>- якість підготовки і відмітки основи, що несе;<br>- правильність установки і закріплення опалубки. | Візуальний<br>Візуальний,<br>вимірювальний<br><br>Те ж<br><br>Технічний огляд                   | Паспорт (сертифікат), загальний журнал робіт |
| Установка арматурних виробів  | Контролювати:<br>- порядок зборки елементів арматурного каркаса, якість виконання зварювання (в'язки) вузлів каркаса;<br>- точність установки арматурних виробів в плані і по висоті, надійність їх фіксації;<br>- величину захисного шару бетону.                 | Технічний огляд усіх елементів<br><br>Те ж<br><br>-»-   | Загальний журнал робіт                       |
| Приймання виконаних робіт   | Перевірити:<br>- відповідність положення встановлених арматурних виробів проектному;<br>- величину захисного шару бетону;<br>- надійність фіксації арматурних виробів в опалубці;<br>- якість виконання зварювання (в'язки) вузлів каркаса.                        | Візуальний,<br>вимірювальний<br><br>Вимірювальний<br><br>Технічний огляд усіх елементів<br>Те ж | Акт огляду прихованих робіт                  |
| Контрольно-вимірювальний інструмент: схил, рулетка металева, лінійка металева.  |  |   |  |
| Операційний контроль здійснюють: майстер (виконроб).<br>Приймальний контроль здійснюють: працівники служби якості, майстер (виконроб), представники технагляду замовника. |  |   |  |

На арматурні роботи необхідно складати акти на приховані роботи.



Таблиця 4.12 - Склад операцій і засоби контролю укладання бетонної суміші

| Етапи робіт   | Контрольовані операції   | Контроль (метод, об'єм)   | Документація   |
|---|--|---|--|
| Підготовчі роботи   | Перевірити:<br>- наявність актів на раніше виконані приховані роботи;<br>- правильність установки і надійність закріплення опалубки, підтримувальних лісів, кріплень і подмостей;<br>- підготовленість усіх механізмів і пристосувань, що забезпечують виробництво бетонних робіт;<br>- чистоту основи або раніше укладеного шару бетону і внутрішньої поверхні опалубки;<br>- наявність на внутрішній поверхні опалубки мастила;<br>- стан арматури і заставних деталей (наявність іржі, олії і так далі), відповідність положення встановлених арматурних виробів проектному;<br>- винесення проектною відмітки верху бетонування на внутрішній поверхні опалубки. | Візуальний<br>Технічний огляд<br>Візуальний<br>Те ж<br>->-<br>Технічний огляд, вимірювальний<br>Вимірювальний   | Загальний журнал робіт, акт приймання раніше виконаних робіт, паспорта (сертифікати) |
| Укладання бетонної суміші, тверднення бетону, розпалубила   | Контролювати:<br>- якість бетонної суміші;<br>- стан опалубки;<br>- висоту скидання бетонної суміші, товщину шарів, що укладаються, крок перестановки глибинних вібраторів, глибину їх занурення, тривалість вібрації, правильність виконання робочих швів;<br>- режим температурної вологості тверднення бетону згідно з вимогами ППР;<br>- фактичну міцність бетону і терміни тієї, що розпалубила   | Лабораторний (до укладання в конструкцію)<br>Технічний огляд<br>Вимірювальний, 2 рази в зміну<br>Вимірювальний, в місцях, певних ППР<br>Вимірювальний, не менше одного разу на увесь об'єм тієї, що розпалубила | Загальний журнал робіт, журнал бетонних робіт  |
| Приймання виконаних робіт   | Перевірити:<br>- фактичну міцність бетону;<br>- якість поверхні конструкцій, геометричні її розміри, відповідність проектному положенню усієї конструкції, а також отворів, каналів, отворів, заставних деталей  | Лабораторний<br>Візуальний, вимірювальний, кожен елемент конструкції  | Загальний журнал робіт, геодезична виконавча схема                                   |
| Контрольно-вимірювальний інструмент: шхил будівельний, рулетка, лінійка металева, нівелір.                        |  |   |  |
| Операційний контроль здійснюють: майстер (виконроб), інженер лабораторного поста - в процесі виконання робіт.     |  |   |  |
| Приймальний контроль здійснюють: працівники служби якості, майстер (виконроб), представники технагляду замовника. |  |   |  |

#### **4.2.6 Заходи техніки безпеки та охорони праці**

Згідно з ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві», при виробництві залізобетонних робіт необхідно дотримуватися певних правил:

1.Робітникам на будівництві дозволено ходити по арматурних верхніх сітках і каркасах лише по трапах 0.3 - 0.4 м;

2.При встановленій опалубці необхідно встановлювати обгороджування шириною не менше ніж 0,7 м;

3.Отвори в перекриттях, опалубки, що залишаються після зняття, необхідно закривати або захищати;

4.Арматуру забороняється вмонтовувати поблизу електропроводів, що знаходяться під напругою;

5.Довколо бетононасоса залишають прохід не менше 1 м. Оператор повинен мати зв'язок сигналізації з робітниками що укладають бетон.

4.Очищати ланки бетононасоса дозволено лише після зупинки бетононасоса.

5. Вібратори при перенесенні на нове місце роботи вимикається. Перетягувати їх за шлангові дроти або струмопровідний кабель забороняється;

6.Рукоятки вібратора повинні мати амортизатори, а корпус до початку робіт - заземлений. В процесі вібрації бетонної суміші через кожних 30 – 35 хвилин необхідно вимикати вібратор на 5 – 7 хвилин для його охолодження;

7. Під час виконання електрозварювальних і газополумєневих робіт необхідно виконувати вимоги Закону України «Про пожежну безпеку», цього розділу, НПАОП 0.00-1.20, НПАОП 0.00-1.30, ДБН В.2.5-20, НАПБ А.01.001, НАПБ В.01.034, ДСТУ 7234, ДСТУ ГОСТ 12.2.061, ГОСТ 12.2.062, ГОСТ 12.3.002, ГОСТ 12.3.003, ГОСТ 12.3.036, НПАОП 40.1-1.21, НПАОП 40.1-1.32, НПАОП 45.2-1.02.

8 До виконання електрозварювальних та газополумених робіт допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, передбачений вимогами НПАОП 0.00-1.16, спеціальну підготовку і перевірку теоретичних знань та практичних навичок із конкретних способів зварювання і визначених видів зварювальних робіт, склали екзамен атестаційній комісії та мають відповідне посвідчення.

Електрозварники повинні мати групу з електробезпеки не нижче II. Працівники, які порушили вимоги електробезпеки або пожежної безпеки, повинні пройти позачергову перевірку знань.

9. До виконання електрозварювальних та газополумених робіт на висоті 5 м і більше допускаються зварювальники, які пройшли спеціальний медичний огляд, мають стаж верхолазних робіт не менше одного року, розряд зварювальника не нижче III.

10. Вимоги безпеки з улаштування, оснащення і організації робочих місць для проведення зварювальних робіт повинні відповідати вимогам розділу 6 цих Норм, ГОСТ 12.1.005, ДСТУ ГОСТ 12.2.061, ГОСТ 12.3.036, ГОСТ 12.4.045, НПАОП 0.00-1.30, НПАОП 40.1-1.32.

Перед початком бетонних робіт керівник зобов'язаний: - перевірити стійкість, міцність, справність риштувань, конструкцій опалубки, огорож робочих горизонтів;

- перевірити справність тари, бункерів, бетононасосів, маніпуляторів; - забезпечити працівників необхідними засобами індивідуального захисту.

11. Встановлення вантажозахоплювальних пристосувань і з'єднувальних елементів щитів опалубки необхідно виконувати з риштувань або драбин. Переміщення по щиту, що знаходиться у вертикальному положенні, заборонено.

12. Виконання електрозварювальних робіт на горизонтах, де встановлена опалубка, заборонено. Як виняток допускається виконання електрозварювання окремих стрижнів з додержанням правил виконання вогневих робіт.

## **5 ПРОЕКТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ РІШЕНЬ ПРОЕКТУ**

### **5.1 Початкові дані**

Організація зведення електротермічного цеху розробляється як розділ ПВР відповідно до вимог ДБН А.3.1.-5-2016 «Організація будівельного виробництва», ДБН А.3.2-2-2009 «ОХОРОНА ПРАЦІ І ПРОМИСЛОВА БЕЗПЕКА У БУДІВНИЦТВІ», ДНАОП №0-1.03.93 «Правила пристрою і безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів», ДСТУ 2272-93 «Правила пожежної безпеки на Україні. НАПБ – 01.001-05-2005», ГОСТ 12.1.046-85 «Освітлення будівельного майданчика», ГОСТ 24.2.258-88 «Засоби підмащування», ГОСТ 12.1.004-76 «Пожежна безпека», ГОСТ 12.3.009-76 «Роботи навантажувально-розвантажувальних. Загальні вимоги безпеки».

Місце будівництва адміністративного центру – м. Запоріжжя. Територія ділянки вільна від забудови.

Проектований центр в плані має складну форму багатокутника. Будівля 2-х поверхова з розмірами в плані 26,6х15,0 м. Висота поверхів 3,0м

Передбачуваний початок будівництва -5 липня 2015р. До початку основного періоду на майданчику необхідно виконати повний комплекс підготовчих робіт: зрізання рослинного шару, розбиття осей, водовідведення по периметру майданчика. Для скорочення трудовитрат при зведенні використовуються засоби малої механізації. Забезпечення будівельного майданчика водою здійснюється від міської мережі, постачання електроенергією – від існуючої міської підстанції.

Таблиця 5.1 - Технічна характеристика будівлі

| Найменування об'єкту | Поверховість | Загальна площа м <sup>2</sup> | Корисна площа, м <sup>2</sup> | Загальний будівельний об'єм, м <sup>3</sup> | Площа забудови м <sup>2</sup> |
|----------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|---|-------------------------------|
| 1                    | 2            | 3                             | 4                             | 5   | 6                             |
| Адміністративний     | 2            | 858,2                         | 768,4                         | 4228,1                                      | 715                           |

## 5.2 Вибір засобів монтажу

### 5.2.1 Технологічна послідовність виконання робіт

Вибір методу виробництва робіт і будівельних машин базується на використанні типових технологічних карт, карт трудових процесів і довідкової літератури. При виборі методів виробництва робіт необхідно використовувати комплексну механізацію робіт і нові виробничі машини, орієнтуватися на прогресивні методи праці.

Методи виробництва основних робіт описуємо, розкриваючи наступні питання: прийнята послідовність робіт, основні машини і засоби малої механізації, організація транспорту, змінність роботи, схеми розділення об'єкту на ділянки, захватки, прийнятий потоковий метод організації робіт, характер бригади, організація постачання матеріалів, конструкцій напівфабрикатів.

Для монтажу конструкцій використовуємо кран КБ-100.

### 5.2.2 Визначення обсягів і трудомісткості робіт

Обсяги і найменування робіт на будівництві об'єкту визначаємо по архітектурних і конструктивних кресленнях

Відомість обсягів робіт використовують для визначення кошторисної вартості об'єкту, розрахунку трудомісткості робіт і розробки мережеских і календарних графіків будівництва. Підрахунок обсягів робіт для складання кошторису вироблюваний за даними АВК, використовуючи одиниці вимірювання, прийняті в кошторисних нормах.

### **5.2.3 Визначення трудомісткості робіт**

Трудомісткість робіт і потреба в будівельних машинах визначена в табличній формі і приведена в картці визначника робіт (таблиця 5.2). При розрахунку тривалість робочого дня при п'ятиденному робочому тижні прийнята 8,2ч. Трудомісткість деяких видів робіт прийнята в відношенні.

За даними кошторису складаємо карточку-визначник робіт, де в графі трудомісткості об'єднують в одному пункті всі роботи, які виконуються одним потоком при незмінному складі ланки і монтажних кранів.

Змінність роботи для механізмів і будівельних процесів прийнята одна.

Для визначення тривалості робіт машин і механізмів в днях по виконанню механізованого технологічного процесу необхідно трудомісткість в машино-змінах поділити на число змін за добу і кількість машин, а при визначенні тривалості виконання ручного процесу трудомісткість в чол.-днях поділити на число в ланці і змін роботи за добу.

### **5.3 Сітьовий графік будівництва об'єкту**

Сітьова модель зображується у вигляді графіка, що складається із стрілок і кружків. У основі побудови мережі лежать поняття «робота» і «подія».

Сітьовий графік будівництва об'єкту розробляється в такій послідовності:

- на підставі обсягу робіт і прийнятих засобів їх виконання встановлюють номенклатуру робіт мережевого графіка. При цьому всі роботи групують так, щоб вони могли бути виконані однією бригадою. Витрати підраховують;

- відповідно до технічної послідовності виконання робіт на об'єкті будують мережеву модель. Тривалість робіт, кількість робочих в зміну і змінність, визначені в картці-визначнику робіт, переносять на мережеву модель;

- розраховують тимчасові параметри мережевого графіка;

- за часом і ресурсам мережевого графіка будують лінійний графік в масштабі по ранніх термінах виконання робіт.

Підсумувавши змінну потребу в робочих, будують графік руху робочої сили.

### **Побудова графіка руху робочих**

По кожному дню підраховуємо виконавців по кожному дню робіт і визначуваній коефіцієнт нерівномірності руху працівників.

$$K = n_{\max} / n_{\text{ср}} \leq 1.5 \quad (5.1)$$

$n_{\max}$  – максимальна кількість робочих в день

$n_{\text{ср}}$  – середня кількість робочих в день

$$n_{\text{ср}} = Q / T_{\text{кр}} \quad (5.2)$$

$Q$  – витрати праці на весь обсяг робіт, чол-дн.

$T_{\text{кр}}$  – тривалість критичного шляху мережевого графіку, дн.

Таблиця 5.2 - Картка визначник робіт

| Шифр | Характеристика робіт                    |                     |           |                              |          |           | Виконавець   |           | Механізми                           |           |
|------|---|---------------------|-----------|------------------------------|----------|-----------|--|-----------|-------------------------------------|-----------|
|      | Найменування робіт і комплексів         | Об'єм               |           | Q,<br>Чол - зм.<br>маш - зм. | Т,<br>дн | змінність | Професія   | Кількість | Найменування механізмів             | Кількість |
|      |   | Одиниця виміру      | Кількість |                              |          |           |  |           |                                     |           |
| 1-2  | Підготовчий період                      | 1000 м <sup>3</sup> | 5,4       | 47,5/333,4                   | 40       | 1         | Машиніст 5р<br>Пом. Машиніста 4р<br>Комплексна бригада | 25        | Екскаватор<br>Бульдозер             | 1<br>1    |
| 2-3  | Підготовка території                    | 1000 м <sup>3</sup> | 2,66      | 40/9,8                       | 7        | 2         | Бригада землекопів                                     | 12        | Трамбівка<br>Бульдозер              | 3<br>1    |
| 3-4  | Розробка ґрунту                         | 100м <sup>3</sup>   | 12,67     | 80/10,1                      |          |           | 1  |           |                                     |           |
| 3-15 | Влаштування введень в будівлю           | м                   | 128       | 36/12                        | 15       | 2         | Машиніст 5р<br>Бригада сантехніків                     | 1<br>6    | Кран МКГ-25                         | 1         |
| 4-5  | Влаштування фундаментів                 | 100 м <sup>3</sup>  | 3,76      | 1970/586,2                   | 3        | 2         | Комплексна бригада по бетонуванню                      | 5         | Бетононасос СБ-126<br>Кран МКГ-25   | 1<br>1    |
| 5-7  | Зворотна засипка ґрунту                 | 1000 м <sup>3</sup> | 0,84      | 86422,8                      | 1        | 2         | Пом. Машиніста 4р<br>Комплексна бригада                | 6         | Трамбівка<br>Бульдозер              | 3<br>1    |
| 7-8  | Монтаж залізобетонних конструкцій       | 100 м <sup>3</sup>  | 26,63     | 1970/586,2                   | 9        | 2         | Машиніст 5р<br>Комплексна бригада монтажників          | 6         | Кран МКГ-25                         | 1         |
| 8-9  | Влаштування внутрішніх і зовнішніх стін | м <sup>3</sup>      | 363,49    | 1970/586,2                   | 33       | 2         | Машиніст 5р<br>Комплексна бригада каменярів            | 10        | Растворонасос СО-498<br>Кран МКГ-25 | 1<br>1    |
| 8-10 | Влаштування перегородок                 | 100 м <sup>2</sup>  | 10,45     | 3722/400                     | 15       | 2         | Машиніст 5р<br>Комплексна бригада каменярів            | 3         | Растворонасос СО-498<br>Кран МКГ-25 | 1<br>1    |



|       |                                    |                        |        |            |    |   |  |        |                                     |        |
|-------|------------------------------------|------------------------|--------|------------|----|---|--|--------|-------------------------------------|--------|
| 9-11  | Влаштування покрівлі               | 100 м <sup>2</sup>     | 8,3    | 884/67,2   | 8  | 1 | Машиніст 5р<br>Комплексна<br>бригада<br>покрівельників | 3      | Кран МКГ-25                         | 1      |
| 10-12 | Столярно – теслярські роботи       | 100 м <sup>2</sup>     | 3,95   | 514/115    | 16 | 1 | Машиніст 5р<br>Тесляр 4р                               | 6      | Кран МКГ-25                         | 1      |
| 11-12 | Влаштування конструкції підлоги    | 100 м <sup>2</sup>     | 11,74  | 1588/106   | 13 | 2 | Бетонник –3р<br>Тепло-<br>Ізолювальник – 3р            | 2<br>2 | Бетононасос СБ-126<br>Кран МКГ-25   | 1<br>1 |
| 12-20 | Внутрішня обробка                  | 100 м <sup>2</sup>     | 24,34  | 6658/-     | 36 | 2 | Комплексна<br>бригада штукатурів                       | 18     | Штукатурна станція                  | 1      |
| 12-21 | Зовнішня обробка                   | 100 м <sup>2</sup>     | 4,36   | 6658/-     | 23 | 2 | Комплексна<br>бригада штукатурів                       | 9      | Штукатурна станція                  | 1      |
| 13-14 | Влаштування фундаментів            | 100 м <sup>3</sup>     | 3,76   | 1970/586,2 | 9  | 2 | Комплексна<br>бригада по<br>бетонуванню                | 34     | Бетононасос СБ-126<br>Кран МКГ-25   | 1<br>1 |
| 14-15 | Зворотня засипка ґрунту            | 1000<br>м <sup>3</sup> | 0,89   | 86422,8    | 1  | 2 | Комплексна<br>бригада                                  | 36     | Трамбівка<br>Бульдозер              | 3<br>3 |
| 15-16 | Монтаж металевих конструкцій       | 100<br>шт.             | 0,996  | 1970/586,2 | 9  | 2 | Комплексна<br>бригада<br>монтажників                   | 6      | Кран МКГ-25                         | 1      |
| 16-17 | Монтаж внутрішніх і зовнішніх стін | м <sup>3</sup> .       | 363,49 | 1970/586,2 | 27 | 2 | Комплексна<br>бригада каменярів                        | 12     | Растворонасос СО-498<br>Кран МКГ-25 | 1      |
| 17-18 | Влаштування покрівлі               | 100 м <sup>2</sup>     | 8,3    | 884/67,2   | 5  | 1 | Комплексна<br>бригада<br>покрівельників                | 26     | Кран КБ-100                         | 1      |
| 18-20 | Влаштування конструкції підлоги    | 100 м <sup>2</sup>     | 11,74  | 1588/106   | 36 | 2 | Бетонщик –3р<br>Тепло-<br>Ізолювальник – 3р            | 2<br>2 | Бетононасос СБ-126<br>Кран МКГ-25   | 1<br>1 |
| 19-20 | Столярно – теслярські роботи       | 100 м <sup>2</sup>     | 3,95   | 514/115    | 16 | 1 | Тесляр 4р  | 3      | Кран МКГ-25                         | 1      |
| 20-21 | Внутрішня обробка                  | 100 м <sup>2</sup>     | 24,34  | 6658/-     | 18 | 2 | Комплексна<br>бригада штукатурів                       | 18     | Штукатурна станція                  | 1      |
| 36-37 | Здача об'єкту                      | Шт.                    | 1      | -          | 15 | 1 | Головний інженер,<br>ІТР                               | 5      | -                                   | -      |

|                   |             |   |     |            |                          |     |  |  |  |  |  |  |
|-------------------|-------------|---|-----|------------|--------------------------|-----|--|--|--|--|--|--|
|                   | території   | % | 0,8 | 315/30     |                          |     |  |  |  |  |  |  |
| 2-20              | Інші роботи | % | 5   | 1182,3/113 |                          |     |  |  |  |  |  |  |
| Всього по об'єкту |             |   |     |            | <u>40909,4</u><br>3899,5 | 217 |  |  |  |  |  |  |

Таблиця 5.3 - Розрахунок сітьового графіка

| Номер<br>работы | Начало<br>работы | Конец<br>работы | Ресурс | Продолжи-<br>тельность | Раннее<br>начало | Раннее<br>окончание | Познее<br>начало | Познее<br>окончание | Общий<br>резерв,<br>Р | Частный<br>резерв | Критический<br>путь | Тск | Нск |
|-----------------|------------------|-----------------|--------|------------------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|-----|-----|
| 1               | 1                | 2               | 25     | 40                     | 0                | 40                  | 0                | 40                  | 0                     | 0                 | *                   | 0   | 25  |
| 2               | 2                | 3               | 10     | 7                      | 40               | 47                  | 40               | 47                  | 0                     | 0                 | *                   | 40  | 20  |
| 3               | 2                | 21              | 10     | 32                     | 40               | 72                  | 156              | 188                 | 116                   | 116               |                     | 47  | 30  |
| 4               | 3                | 4               | 5      | 1                      | 47               | 48                  | 47               | 48                  | 0                     | 0                 | *                   | 48  | 37  |
| 5               | 3                | 15              | 15     | 20                     | 47               | 67                  | 73               | 93                  | 26                    | 2                 |                     | 49  | 30  |
| 6               | 4                | 5               | 5      | 3                      | 48               | 51                  | 48               | 51                  | 0                     | 0                 | *                   | 51  | 34  |
| 7               | 4                | 13              | 7      | 1                      | 48               | 49                  | 82               | 83                  | 34                    | 2                 |                     | 60  | 33  |
| 8               | 5                | 6               | 0      | 0                      | 51               | 51                  | 51               | 51                  | 0                     | 0                 | *                   | 61  | 31  |
| 9               | 5                | 13              | 0      | 0                      | 51               | 51                  | 83               | 83                  | 32                    | 0                 |                     | 67  | 16  |
| 10              | 6                | 7               | 4      | 9                      | 51               | 60                  | 51               | 60                  | 0                     | 0                 | *                   | 69  | 29  |
| 11              | 7                | 8               | 6      | 9                      | 60               | 69                  | 60               | 69                  | 0                     | 0                 | *                   | 72  | 19  |
| 12              | 7                | 14              | 0      | 0                      | 60               | 60                  | 92               | 92                  | 32                    | 0                 |                     | 78  | 13  |
| 13              | 8                | 9               | 10     | 33                     | 69               | 102                 | 69               | 102                 | 0                     | 0                 | *                   | 84  | 16  |
| 14              | 8                | 10              | 3      | 15                     | 69               | 84                  | 101              | 116                 | 32                    | 0                 |                     | 100 | 10  |
| 15              | 8                | 15              | 0      | 0                      | 69               | 69                  | 93               | 93                  | 24                    | 0                 |                     | 102 | 18  |
| 16              | 9                | 11              | 3      | 8                      | 102              | 110                 | 108              | 116                 | 6                     | 0                 | *                   | 110 | 31  |
| 17              | 9                | 16              | 0      | 0                      | 102              | 102                 | 102              | 102                 | 0                     | 0                 |                     | 117 | 34  |
| 18              | 10               | 12              | 6      | 16                     | 84               | 100                 | 118              | 134                 | 34                    | 28                |                     | 128 | 29  |
| 19              | 10               | 11              | 0      | 0                      | 84               | 84                  | 116              | 116                 | 32                    | 26                |                     | 129 | 22  |



## 5.4 Проектування буд генплану

Проектування будгенплану починаємо з нанесення ситуаційного плану місцевості, тобто в необхідному масштабі викреслюємо існуючі будівлі, комунікаційні лінії, , проєктовану будівлю. Потім передбачувану зону будівництва обмежуємо огорожею.

Будівельний майданчик площею 6398 м<sup>2</sup> розташований в м. Запоріжжя. Вулиця проходить тільки з одного боку будмайданчика. Для під'їзду до будівельного майданчика використовуватимуться існуючі дороги, для переміщення по будівельному майданчику — проєктовані постійні дороги для об'єкту, що будується, і тимчасова дорога, тупикового типу.

Для санітарно-побутового обслуговування тих, що працюють на будівельному майданчику і розміщення адміністративних приміщень проєктуються тимчасові будівлі і споруди.

Постачання на будівельний майданчик матеріалів і конструкцій здійснюється автомобільним транспортом. Для зберігання матеріалів і конструкцій організовуються склади, розрахунок яких приведений у відповідному розділі.

На будмайданчику використовуватимуться інвентарні тимчасові будівлі і споруди, розрахунок потреби в яких приведений у відповідному розділі.

Для забезпечення будівельного майданчика водою, теплом і електроенергією планується на період будівництва об'єкту підключення до існуючих мереж. Розрахунок потреби у воді і енергетичних ресурсах приведений у відповідному розділі.

Кран для монтажу конструкцій підібраний індивідуально з урахуванням необхідної вантажопідйомності, вильоту стріли і висоти підйому вантажу. Крім того, кран для кожного потоку підібраний і з погляду оптимальності його економічних показників. Прив'язка кранів до об'єкту, що будується, здійснена з урахуванням вимог безпеки при експлуатації

вантажопідйомних кранів. При розміщенні на будівельному майданчику крана були визначені робоча зона машини і межа створюваною їй небезпечної зони.

При роботі вантажопідйомного крана на будівництві окремої будівлі можна виділити наступні зони:

- монтажна зона, де можливе падіння вантажу при установці і закріпленні елементів, вона є потенційно небезпечною;

- зона обслуговування крана або робоча зона крана – це лінії, що описується крюком крана;

- зона переміщення вантажу - простір, що знаходиться в межах можливого переміщення вантажу, підвішеного на крюку крана: 2,7 м ;

- небезпечна зона – простір, де можливе падіння вантажу при його переміщенні з урахування вірогідного розсіювання при падінні; прийнята рівною контуру будівлі плюс 4м;

- небезпечні зони дороги.

Відстань від тимчасових доріг до будівлі, що зводиться, 8-10 м, до складів 1 м.

Після цього показуємо розташування комунікацій використовуваних при виробництві робіт. Тимчасовий водопровід запроектований доріг на відстані від них 2.5 м. На території будівництва розташованотри пожежників гідранта з пожежними щитами. Будмайданчик має два в'їзди і два виїзди, що на випадок пожежі забезпечить вільний під'їзд пожежних машин і під'їзд до будь-якої ділянки.

Тимчасові будівлі розташовані згідно номенклатурі поза небезпечною зоною крана і підйомників, до них здійснено підведення необхідних комунікацій (водопровід, каналізація, електроенергія, телефон).

По всьому периметру огорожі передбачена повітряна низьковольтна електромережа для освітлення території.

Від запроектованої трансформаторної підстанції, призначеної для обслуговування будівлі, що зводиться, проведена високовольтна лінія і розташовані розподільні шафи в місцях споживання електроенергії.

### 5.5 Потреба в будівельних машинах, механізмах та матеріалах

Основні потреби в будівельних машинах, механізмах та матеріалах представлені у таблиці 5.4

Таблиця 5.4 Потреба в машинах та механізмах

| Машини та механізми                 | Кількість, шт. | Технічна характеристика                         | Встановлена потужність двигуна |
|-------------------------------------|----------------|---|--------------------------------|
| Скрепер ДЗ-30                       | 1              | Місткість ковшу 3 м <sup>3</sup>                | 55 кВт                         |
| Екскаватор ЭО-5122                  | 1              | місткість ковшу 3 м <sup>3</sup>                | 125 кВт                        |
| Бульдозер ДЗ-29                     | 1              | m=0,85 т  | 55 кВт                         |
| Каток причепний ДУ-16Г              | 1              | m=25 т  | 79                             |
| Кран КБ-100                         | 1              | Q=4,5..20 т<br>Lстр=10...20 м<br>H=21...33 м    |                                |
| Зварювальний трансформатор СТН-350  | 1              | Габарити 695x398x700<br>m=220                   | 25 кВА                         |
| Малярна станція СО-5А               | 1              | Габарити 700x250x360<br>m=7 т                   | 40 кВт                         |
| Штукатурний агрегат СО-57А          | 1              | m=250 кг  | 5,25 кВт                       |
| Розчинонасос СО-50А                 | 1              | Габарити 1300x590x1125<br>m=400 кг              | 7,5 кВт                        |
| Бетонозмішувач БС-8                 | 1              | Обєм=300л., m=400 кг<br>Габарити 1510x1720x1640 | 3кВт                           |
| Каток тротуарний вібраційний КДТ-3М | 1              | m=19,6 т  |                                |

Потреба в матеріалах, конструкціях і деталях визначається на підставі даних про обсяги робіт та норм ДБН або у локальному ресурсному кошторисі, який розраховують по програмі «АВК-5»

### **5.6 Тимчасові будівлі і споруди на буд майданчику**

Відповідно до "Гігієнічних вимог до і санітарно - побутових приміщень для будівельних і будівельно-монтажних організацій" склад санітарно - побутових приміщень при кількості тих, що працюють в найбільш численній зміні від 15 чоловік і вище повинен відповідати даним, приведеним в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Тимчасові приміщення.

| Найменування приміщень                  | Призначення                               |
|---|---|
| Вбиральні                               | Для всіх                                  |
| Вмивальні                               | Для всіх робочих                          |
| Душові                                  | Для всіх робочих                          |
| Туалети                                 | Для всіх робочих                          |
| Приміщення для сушки спецодягу і взуття | Для всіх робочих                          |
| Приміщення для особистої гігієни жінок  | При загальній кількості жінок 100 і більш |

Вбиральні служать для зберігання вуличного, домашнього, робочого одягу і взуття. Засоби зберігання одягу: відкритий (на вішалках або у відкритих шафах), закритий (у закритих шафах) і змішаний. Допускається в побутових приміщеннях, розрахованих на бригаду з 10-15 чоловік, зберігання всіх видів спецодягу в одному приміщенні, але в різних шафах.

Приміщення для сушки спецодягу повинні мати площу з розрахунку 0,2 м<sup>2</sup> на того, що кожного працює, користується сушкою в найбільш численній зміні. Вони забезпечуються опалювальними установками.

Туалети розміщуємо на відстані не більше 100 м від найбільш робочого місця. Кількість унітазів в туалетах встановлюється в залежності від кількості тих, що працюють в одній зміні.

Питні установки розміщуємо на відстані не більше 75 м від робочих місць. Роздача води виконується за допомогою фонтанчиків. Душові обладналися в спеціально обладнаних вагонах з розрахунку одна духова сітка на 5 чоловік при розрахунковій дії душової 45 хвилин після кожної зміни.

Визначаємо кількість працівників :

$$N_{\text{общ}} = ( N_{\text{раб}} + N_{\text{итр}} + N_{\text{служ}} + N_{\text{моп}} ) * 1,06 \quad (5.3)$$

$$N_{\text{общ}} = (37 + 5 + 3 + 1) * 1,06 = 49 \text{ чел}$$

З них приймаємо, що чоловіків 33 чіл, а жінок 16 чіл.

## **5.7 Організація складського господарства на будмайданчику**

Для розрахунку площі складів складаємо перелік основних матеріалів, що вимагають складування на території будмайданчика.

Для кожного з складованих матеріалів визначуваний тип складу, залежно від характеру матеріалу.

До всіх складів (відкритих і закритих) підводимо під'їзні дороги і проектуємо місця для розвантаження матеріалів на відстані 1 м від складу.

Результати розрахунку зводимо в таблицю 5.6



Таблиця 5.6 - Розрахунок площ складів

| Найменування матеріалів і виробів      | Тривалість споживання<br>дн. | Потреба              |                     | Коэф-ти                |                       | Запас матеріалів |                  | Розрахунковий запас матеріалів | Площа складу          |                               | Фактична площа складу,<br>м <sup>2</sup> | Тип складу |
|--|------------------------------|----------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|------------------|------------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------------------|--|------------|
|  |                              | Загальна             | Добова              | Надходження матеріалів | Споживання матеріалів | Норма, дн        | Розрахунковий дн |                                | Норма, м <sup>2</sup> | Розрахунковий, м <sup>2</sup> |  |            |
|  | T                            | P <sub>общ</sub>     | P <sub>сут</sub>    | K <sub>1</sub>         | K <sub>2</sub>        | T <sub>н</sub>   | T <sub>р</sub>   | P <sub>скл</sub>               | q                     | S <sub>р</sub>                | S <sub>ф</sub>                           |            |
| Збірні залізобетонні конструкції       | 28                           | 28,6 м <sup>2</sup>  | 2,51 м <sup>2</sup> | 1,1                    | 1,3                   | 5                | 7,2              | 18,1 м <sup>2</sup>            | 2                     | 9,03                          | 15,1                                     | Отк        |
| Цеглина                                | 171                          | 59844 тис            | 3476 тис            | 1,1                    | 1,3                   | 5                | 7,2              | 173,8 тис                      | 2,5                   | 16                            | 26,7                                     | Отк        |
| Пісок природний, рядовий               | 205                          | 99 м <sup>3</sup>    | 0,48 м <sup>3</sup> | 1,1                    | 1,3                   | 5                | 7,2              | 3,46 м <sup>3</sup>            | 0,7                   | 4,94                          | 8,3                                      | Отк        |
| Арматура А240С                         | 28                           | 8,43 т               | 0,04 т              | 1,1                    | 1,3                   | 5                | 7,2              | 0,2 т                          | 1,2                   | 12,44                         | 17,8                                     | Отк        |
| Гіпсові терпкі                         | -                            | 25,6 т               | 25,6 т              | 1                      | 1                     | 1                | 1                | 25,6 т                         | 1,8                   | 14,23                         | 20,2                                     | Отк        |
| Віконні і дверні блоки зметалопластика | 205                          | 3469 м <sup>2</sup>  | 16,9 м <sup>2</sup> | 1,1                    | 1,3                   | 5                | 7,2              | 122 м <sup>2</sup>             | 45                    | 2,71                          | 4,52                                     | Закр       |
| Стекло листове, товщина 4мм, марка М1  | 34                           | 909 м <sup>2</sup>   | 26,7 м <sup>2</sup> | 1,1                    | 1,3                   | 5                | 7,2              | 192,5 м <sup>2</sup>           | 48                    | 4,02                          | 6,7                                      | Закр       |
| Мінераловатні мати                     | 20                           | 2029 м <sup>3</sup>  | 9,9 м <sup>3</sup>  | 1,1                    | 1,3                   | 5                | 7,2              | 71,28 м <sup>3</sup>           | 2                     | 35,6                          | 59,4                                     | Закр       |
| Плитки керамічні                       | 26                           | 7458 м <sup>2</sup>  | 28,7 м <sup>2</sup> | 1,1                    | 1,3                   | 5                | 7,2              | 205,6 м <sup>2</sup>           | 80                    | 2,6                           | 6,4                                      | Закр       |
| Лінолеум                               | 55                           | 2200 м <sup>2</sup>  | 40 м <sup>2</sup>   | 1,1                    | 1,3                   | 5                | 7,2              | 288 м <sup>2</sup>             | 100                   | 2,88                          | 5,8                                      | Закр       |
| Сходові марші                          | 6                            | 50,29 м <sup>3</sup> | 9,9 м <sup>3</sup>  | 1,1                    | 1,3                   | 5                | 7,2              | 71,28 м <sup>3</sup>           | 2                     | 35,6                          | 59,4                                     | Отк        |
| Сходові майданчики                     | 7                            | 64,49 м <sup>3</sup> | 9,22 м <sup>3</sup> | 1,1                    | 1,3                   | 5                | 7,2              | 71,28 м <sup>3</sup>           | 2                     | 35,6                          | 59,4                                     | Отк        |

## 5.8 Тимчасове водоспоживання будмайданчика

Вода на будмайданчику необхідна для виробничих, господарчо-побутових потреб, а також на випадок гасіння пожежі. Визначимо максимальне водоспоживання будмайданчика.

Загальне максимальне водоспоживання води :

$$Q_{\text{общ}} = 0.5 ( Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{хоз}} ) + Q_{\text{пож}} \quad (5.4)$$

*А. Витрати води на виробничі потреби :*

Максимальне споживання води на виробничі потреби визначаємо для періоду будівництва, коли одночасно виконуються залізобетонні, кам'яні, штукатурно-плиткові роботи і улаштування для підлоги.

Отже, маємо:

$$Q_{\text{пр}} = \frac{\sum V_{\text{доб}} \cdot q_1 \cdot k_1}{1000 \cdot t} = \frac{116 \cdot 400 \cdot 1.5}{1000 \cdot 8} + \frac{5.52 \cdot 150 \cdot 1.5}{1000 \cdot 8} + \frac{70.3 \cdot 8 \cdot 1.5}{1000 \cdot 8} + \frac{68.7 \cdot 25 \cdot 1.5}{1000 \cdot 8}$$
$$Q_{\text{пр}} = \frac{\sum V_{\text{доб}} \cdot q_1 \cdot k_1}{1000 \cdot t} = 9,3 \text{ м}^3 \quad (5.5)$$

*Б. Витрата води на господарчо-побутові потреби :*

$$Q_{\text{пр}} = \sum \frac{N \cdot q_1 \cdot k_2}{1000 \cdot t} = \frac{58 \cdot 25 \cdot 2}{1000 \cdot 8} + \frac{21 \cdot 40 \cdot 1}{1000 \cdot 0.75} + \frac{58 \cdot 30 \cdot 1.5}{1000 \cdot 8} = 1,8 \text{ м}^3 \quad (5.6)$$

Де дана сума складається з потреб на господарсько-питні, душові установки і буфет.

*В. Витрати води на гасіння пожежі :*

Витрата води на зовнішнє гасіння пожежі на 2буд майданчику складає 10 л/с, т.е.:

$$Q_{\text{пож}} = 10 \cdot 3600 / 1000 = 36 \text{ м}^3 \quad (5.7)$$

Отже, максимальне споживання на будмайданчику складає:

$$Q_{\text{общ}} = 0,5 ( Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}} ) + Q_{\text{пож}} = 0,5 ( 9,3 + 1,8 ) + 36 = 41,55 \text{ м}^3 \quad (5.8)$$

За даними витрати води визначуваний діаметр труби:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{общ}}}{\pi \cdot V \cdot 3600}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 41.55}{\pi \cdot 1.5 \cdot 3600}} = 0.0989 \text{ м} \quad (5.9)$$

Приймаємо діаметр сталеві труби 100 мм.

На території будмайданчики розміщено три пожежників гідранта з відстанями між собою 70-80 м.

## 5.9 Розрахунок освітленості будгенплану

Число прожекторів  $n$  може бути визначене спрощеним методом через питому потужність:

$$n = \frac{p \cdot E \cdot S}{P_L} \quad (5.10)$$

де  $p$  – питома потужність, при освітленні прожекторами ПЗС-35 приймають  $p=0,25..0,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{нк})$ , при ПЗС-45  $p=0,2..0,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{нк})$ ;

$E$  – освітленість,  $\text{нк}$ ;

$S$  – площа, що підлягає освітленню,  $\text{м}^2$ ;

$P_L$  – потужність лампи прожектора,  $\text{Вт}$ . При освітленні прожекторами ПЗС-35  $P_L=500 \text{ Вт}$  и  $1000 \text{ Вт}$ , при ПЗС-45  $P_L=1000 \text{ Вт}$  и  $1500 \text{ Вт}$ .

Для освітлення території будівництва в районі виробництва робіт приймаємо :

$$n = \frac{0.25 \cdot 2 \cdot 6950}{1000} = 4 \text{ шт. прожекторів ПЗС-35}$$

де  $S=6950 \text{ м}^2$  – загальна територія будівництва.

Для освітлення монтажної зони в процесі монтажу будівельних конструкцій приймаємо при  $S=1560 \text{ м}^2$  и  $E=20 \text{ нк}$ :

$$n = \frac{0.25 \cdot 20 \cdot 1560}{1500} = 6 \text{ шт. прожекторів ПЗС-45}$$

Для освітлення монтажної зони в процесі монтажу приймаємо переносну прожекторну щоглу ППМ з шістьма прожекторами типу ПЗС-45 на кожній. Для освітлення території будівництва приймаємо телескопічні щогли типу ПОТМ.

Для освітлення головного проїзду необхідно  $E=3 \text{ нк}$ , отже. необхідно додаткові лампи розжарювання. При потужності лампи розжарювання  $200 \text{ Вт}$  необхідно:

$$n = \frac{5000 \cdot 3 \cdot 0.960}{200} = 72 \text{ шт.}$$

Для їх розміщення використовуються світильники зовнішнього освітлення типу ПОТМ, а також тимчасові дерев'яні опори.

Охоронне освітлення влаштовується по периметру огорожі будівельного майданчика, при периметрі майданчика  $P=340 \text{ м}$ :

$$n = \frac{1500 \cdot 0.5 \cdot 0.34}{200} = 2 \text{ шт.}, \text{ приймаємо } 4 \text{ лампи}$$

Аварійне освітлення здійснюється уздовж проїзду, що тимчасові будівлі і прохідну будівельного майданчика. Конструктивно приймаємо 4 лампи потужністю  $100 \text{ Вт}$ .

Для освітлення тимчасових будівель і споруд приймаємо лампи розжарювання потужністю  $100 \text{ Вт}$ , необхідна кількість  $n$  ламп визначається по:

$$n = \frac{p \cdot S}{P_L} \quad (5.11)$$

де  $p$  – питома потужність;

$S$  – площа, що підлягає освітленню,  $\text{м}^2$ ;

$P_L$  – потужність лампи розжарювання,  $\text{Вт}$ .

$$\text{Контора: } n = \frac{p \cdot S}{P_L} = \frac{15 \cdot 22}{100} = 3 \text{ шт.}$$

$$\text{Диспетчерська: } n = \frac{p \cdot S}{P_L} = \frac{15 \cdot 14.5}{100} = 2 \text{ шт.}$$

$$\text{Майстерня: } n = \frac{p \cdot S}{P_L} = \frac{15 \cdot 8.7 \cdot 2.9}{100} = 4 \text{ шт.}$$

$$\text{Вбиральня: } n = \frac{p \cdot S}{P_L} = \frac{14 \cdot 22}{100} = 3 \text{ шт.}$$

$$\text{Душева: } n = \frac{p \cdot S}{P_L} = \frac{14 \cdot 22}{100} = 3 \text{ шт.}$$

$$\text{Туалет: } n = \frac{p \cdot S}{P_L} = \frac{14 \cdot 14.5}{100} = 2 \text{ шт.}$$

$$\text{Приміщення для обігріву робочих: } n = \frac{p \cdot S}{P_L} = \frac{14 \cdot 6 \cdot 2.7}{100} = 2 \text{ шт.}$$

$$\text{Кімната їди: } n = \frac{p \cdot S}{P_L} = \frac{14 \cdot 9 \cdot 2.7}{100} = 3 \text{ шт.}$$

Таблиця 5.7 - Відомість розрахунку тимчасових будівель і споруд

| №  | Будівля                 | Розрахункова к-ть робочих, чіл. | Норма на 1, що працює м <sup>2</sup> | Розрахункова площа м <sup>2</sup> | Розміри споруди м. | Корисна площа, м <sup>2</sup> | Тип будівлі | Кількість будівель і споруд |
|----|-------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|-------------------------------|-------------|-----------------------------|
| 1  | Контора                 | 5                               | 4                                    | 20                                | 9*2,7              | 22                            | П           | 1                           |
| 2  | Диспетчерська           | 4                               | 7                                    | 14                                | 6*2,7              | 14,5                          | К           | 2                           |
| 4  | Вбиральня (М)           | 50                              | 0,8                                  | 40                                | 9*2,7              | 22                            | П           | 2                           |
| 5  | Вбиральня (Ж)           | 21                              | 0,8                                  | 16,8                              | 9*2,7              | 22                            | П           | 1                           |
| 6  | Душова (М)              | 40                              | 0,43                                 | 17,2                              | 9*2,7              | 22                            | П           | 1                           |
| 7  | Душова (Ж)              | 18                              | 0,43                                 | 7,8                               | 9*2,7              | 22                            | П           | 1                           |
| 8  | Сушилка                 | 58                              | 0,2                                  | 11,6                              | 9*2,7              | 22                            | П           | 1                           |
| 9  | Приміщення для обігріву | 58                              | 0,1                                  | 5,8                               | 9*2,7              | 22                            | К           | 1                           |
| 12 | Туалет (М)              | 50                              | 0,07                                 | 3,5                               | 6*2,7              | 14,5                          | К           | 1                           |
| 13 | Туалет (Ж)              | 21                              | 0,09                                 | 1,9                               | 6*2,7              | 14,5                          | К           | 1                           |
| 14 | Приміщення охорони      | -                               | -                                    | -                                 | 3*2,7              | 7,25                          | К           | 2                           |

### 5.10 Розрахунок потреби потужності трансформаторів

Для організації тимчасового електропостачання будівельного майданчика необхідно:

- Виявити споживачів електроенергії на будівельному ;
- Встановити необхідну потужність трансформатора
- Вибрати джерело отримання електроенергії;

Запроектувати електромережу.

Потужність трансформатора визначається по наступній формулі:

$$P = 1.1 \cdot \left( \sum \frac{P_n \cdot k_1}{\cos\varphi} + \sum \frac{P_{mex} \cdot k_1}{\cos\varphi} + \sum P_{o.v.} \cdot k_3 + \sum P_{o.n.} \cdot k_4 \right) \quad (5.15)$$

де  $P$  - споживана потужність трансформатора, кВА;

$1,1$  – коефіцієнт, що враховує втрати потужності в мережі;

$P_n$  - необхідна потужність на виробничі потреби, тобто силова потужність будівельних машин або установок, кВА;

$P_{mex}$  - необхідна потужність на технологічні потреби, кВА;

$\cos\varphi$  - коефіцієнт потужності;

$P_{o.v.}$  - потрібна потужність, необхідна для внутрішнього освітлення, визначається по питомій потужності на  $1\text{ м}^2$  площі приміщення, кВА;

$P_{o.n.}$  - потрібна потужність, необхідна для зовнішнього освітлення, визначається по питомій потужності на  $1\text{ м}^2$  площі приміщення, кВА;

$K_1, K_2, K_3, K_4$  – коефіцієнти попиту, залежні від числа споживачів.

Результати розрахунків зведені в таблицю 6.9. Після підрахунку необхідної потужності трансформатора вибираємо трансформаторну підстанцію ТМ - 180/110. Повітряні лінії електропередач влаштовуємо уздовж проїздів, що дає можливість використовувати стовпи для зовнішнього освітлення. Низьковольтна мережа на будівельному майданчику запроектована чотири дроти – три фазові дроти і один нульовий (380/280 В).

Тимчасову електромережу влаштовуємо на опорах з відстанню близько 20 – 25 м.

Кількість електроенергії, що витрачається на будівельному майданчику, враховують за допомогою електролічильника встановленого в трансформаторній підстанції.

Таблиця 5.8 - Розрахунок потреб потужності електроенергії

| Споживач   | Од. вим             | Кількість | Норма на 1 механізм, кВт | Загальні витрати електроенергії, кВт | Коефіцієнт погиту, к | Коефіцієнт потужності, cos φ | Потрібна потужність, кВА |
|--|---------------------|-----------|--------------------------|--------------------------------------|----------------------|------------------------------|--------------------------|
| <b>А. Виробничі потреби.</b>                     |                     |           |                          |                                      |                      |                              |                          |
| Зварювальний апарат змінного струму СТЭ-24       | Шт.                 | 2         | 54                       | 108                                  | 0,35                 | 0,4                          | 94,5                     |
| Бетононасос СБ-126                               | Шт.                 | 1         | 32,5                     | 32,5                                 | 0,4                  | 0,5                          | 26                       |
| Розчинонасос СО-495                              | Шт.                 | 1         | 4                        | 4                                    | 0,5                  | 0,65                         | 3,08                     |
| Електротрамбівка ПВ-2                            | Шт.                 | 3         | 2                        | 6                                    | 0,1                  | 0,4                          | 1,5                      |
| Глибинний вібратор Н-18                          | Шт.                 | 3         | 0,8                      | 2,4                                  | 0,1                  | 0,4                          | 0,6                      |
| Віброрейка СО-47                                 | Шт.                 | 3         | 0,6                      | 1,8                                  | 0,1                  | 0,4                          | 0,45                     |
| Штукатурно-затірочна машина                      | Шт.                 | 2         | 0,5                      | 1                                    | 0,1                  | 0,4                          | 0,25                     |
| Електрокраскопульт СО-61                         | Шт.                 | 2         | 0,27                     | 0,54                                 | 0,1                  | 0,4                          | 0,14                     |
| Компресор КСЭ-6                                  | Шт.                 | 2         | 0,22                     | 0,44                                 | 0,1                  | 0,4                          | 0,11                     |
| <b>Разом по розділу А</b>                        |                     |           |                          |                                      |                      |                              | <b>335,8</b>             |
| <b>Б. Внутрішнє освітлення.</b>                  |                     |           |                          |                                      |                      |                              |                          |
| Побутові приміщення                              | 100 м <sup>2</sup>  | 2,92      | 0,6                      | 1,752                                | 0,8                  | 1                            | 1,4                      |
| Контора  | 100 м <sup>2</sup>  | 0,73      | 1,5                      | 1,095                                | 0,8                  | 1                            | 0,98                     |
| Склади   | 100 м <sup>2</sup>  | 1,53      | 0,3                      | 0,46                                 | 0,35                 | 1                            | 0,16                     |
| <b>Разом по розділу Б</b>                        |                     |           |                          |                                      |                      |                              | <b>2,54</b>              |
| <b>В. Зовнішнє освітлення.</b>                   |                     |           |                          |                                      |                      |                              |                          |
| Охоронне освітлення                              | 1000 м <sup>2</sup> | 6,95      | 1                        | 6,95                                 | 1                    | 1                            | 6,95                     |
| Робоче освітлення                                | 1000 м <sup>2</sup> | 1,56      | 2,4                      | 3,75                                 | 1                    | 1                            | 3,75                     |
| <b>Разом по розділу В</b>                        |                     |           |                          |                                      |                      |                              | <b>10,7</b>              |
| <b>Всього потрібна потужність P<sub>1</sub></b>  |                     |           |                          |                                      |                      |                              | <b>349,04</b>            |
| <b>Всього потужність P = 1.1 * P<sub>1</sub></b> |                     |           |                          |                                      |                      |                              | <b>383,95</b>            |

## **6 РОЗРАХУНОК ПАКЕТУ ІНВЕТОРСЬКОЇ КОШТОРИСНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ**

### **6.1 Загальні положення**

Кошторисна вартість будівельних робіт – це сума коштів, обумовлена кошторисними документами, необхідних для виконання робіт відповідно до проекту.

Кошторисна вартість, обумовлена у складі кошторисної документації, є основою для фінансування робіт, а також відшкодування всіх витрат, необхідних для виконання певного обсягу будівельних робіт.

У даний час кошторисна вартість визначається на підставі національного стандарту України (ДСТУ), а саме ДСТУ Б Д.1.1-1-1-2013 «Правила визначення вартості будівництва», затверджених наказом Міністерства регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України.

Інвесторська кошторисна документація – це сукупність кошторисів, відомостей, ресурсів, зводень витрат, пояснювальних записок до них, необхідних для визначення кошторисної вартості певного обсягу будівельних робіт.

Для визначення кошторисної вартості будівництва складається інвесторська кошторисна документація наступних видів:

1. Локальні кошториси є первинними кошторисними документами, складаються на окремі види робіт на підставі обсягів, які були визначені при розробці робочої документації.

2. Об'єктні кошториси – поєднують у своєму складі дані з локальних кошторисів у цілому на об'єкт.

- 3 Кошторисні розрахунки на окремі види витрат – складаються в тих випадках, коли необхідно визначити витрати, не враховані кошторисними нормативами (наприклад, витрати, пов'язані з вилученням земель під



забудову; витрати, пов'язані з одержанням архітектурно-планувальних завдань; витрати, пов'язані з одержанням експертних висновків і т.д.).

4. Зведені кошторисні розрахунки вартості будівництва – складаються на основі об'єктних кошторисів, об'єктних кошторисних розрахунків і кошторисних розрахунків на окремі види витрат.

5. Зведення витрат – кошторисний документ, що поєднує зведені кошторисні розрахунки вартості будівництва промислового підприємства й об'єктів іншого галузевого призначення. Зведення витрат складають тоді, коли одночасно з будівництвом виробничих об'єктів передбачається будівництво об'єктів житло-цивільного призначення (профілакторіїв, об'єктів побутового обслуговування, доріг). Зведенням витрат можуть об'єднуватися два й більше зведених кошторисних розрахунків вартості на перераховані види будівництва.

6. Відомість кошторисної вартості будівництва й робіт з охорони навколишнього середовища складається в тому випадку, коли при будівництві підприємства або будинку передбачається здійснення заходів, пов'язаних з охороною навколишнього середовища.

До інвесторської кошторисної документації у складі проекту (робочого проекту), що затверджується, додається пояснювальна записка, в якій повинні бути наведені:

- посилання на територіальний район, де виконуються будівельні роботи;
- відомості про те, з якого року введено норми, та про ціни, в яких складено інвесторську кошторисну документацію;
- обґрунтування для складання розрахунків інших витрат;
- розміри кошторисного прибутку;
- посилання на документи, відповідно до яких розробляється інвесторська кошторисна документація;
- розрахунок розподілу коштів за напрямками капітальних вкладень (для житлово-цивільного будівництва)

## **7 ОХОРОНА ПРАЦІ І ПРОМИСЛОВА БЕЗПЕКА В БУДІВНИЦТВІ**

### **7.1 Основні питання техніки безпеки при виконанні будівельно-монтажних робіт**

Згідно ДБН А.3.2.2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві» Організація і виконання будівельно-монтажних робіт повинні відповідати вимогам:

- законодавства України про охорону праці (далі - законодавство);
- природоохоронного законодавства;
- нормативно-правових актів, що містять вимоги з охорони праці;
- державних стандартів системи стандартів безпеки праці (ССБП);
- державних будівельних норм (ДБН);
- правил безпечного зведення та безпечної експлуатації будинків і споруд;
- галузевих правил і типових інструкцій з охорони праці, що затверджені у визначеному порядку;
- гігієнічних нормативів, санітарних правил і норм, затверджених Міністерством охорони здоров'я України.

Безпечна експлуатація вантажопідіймальних машин здійснюється відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.01, НПАОП 0.00-1.02, НПАОП 0.00-1.36, НПАОП 0.00-5.03, НПАОП 0.00-5.04, НПАОП 0.00-5.05, НПАОП 0.00-5.06, НПАОП 0.00-5.07, НПАОП 0.00-5.18, НПАОП 0.00-5.19, НПАОП 0.00-5.20, НПАОП 45.25-7.01, ДСТУ 3150.

Перед початком бетонних робіт керівник зобов'язаний: - перевірити стійкість, міцність, справність риштувань, конструкцій опалубки, огорож робочих горизонтів;

- перевірити справність тари, бункерів, бетононасосів, маніпуляторів; - забезпечити працівників необхідними засобами індивідуального захисту.

Згідно пп. 13.3.2 - 26 Робота змішувальних машин повинна здійснюватися з дотриманням таких вимог:

- очищення прямиків для завантажувальних ковшів повинно здійснювати після надійного закріплення ковша в піднятому положенні;
- очищення барабанів і корит змішувальних машин дозволяється тільки після зупинки машини і зняття напруги.

Під час заготівлі арматури необхідно:

- огорожувати місця, призначені для розмотування бухт (мотків) і виправлення арматури;
- під час різання верстатами стрижнів арматури на відрізки довжиною менше ніж 30 см застосовувати пристрої, що запобігають їх розлітання;
- огорожувати робоче місце під час обробки стрижнів арматури, що виступають за габарити верстака, а у разі використання двобічних верстаків, крім цього, розділяти верстак посередині поздовжньою металевією запобіжною сіткою висотою не менше ніж 1 м;
- складати заготовлену арматуру в спеціально відведені для цього місця;
- закривати щитами торцеві частини стрижнів арматури в місцях загальних проходів, які повинні бути завширшки не менше ніж 1,0 м.

Стропування арматурних стрижнів або каркасів під час переміщення їх вантажопідіймальними кранами повинні здійснювати стропальники.

Складати арматурні каркаси вертикальних конструкцій (колон, стінової огорожі тощо) необхідно з робочих настилів шириною не менше ніж 0,8 м, що мають захисну огорожу.

Відстань між настилами по висоті повинна бути не більше ніж 2,0 м.

Арматурні випуски з плит за їх висоти над рівнем бетону до 1,0 м повинні бути захищені (наприклад, гофрованою пластмасовою трубкою).

Подавання бетонної суміші за допомогою бетононасоса за відсутності надійної сигналізації між оператором і робітниками, які укладають бетон, забороняється.

Перед включенням бетононасосу повинна бути перевірена надійність роботи замкових з'єднань і ввімкнута сигналізація.

Перед початком укладання бетонної суміші віброхоботом повинна бути перевірена справність та надійність закріплення всіх його ланок між собою і до страхувального канату.

Під час подавання бетону до місця його укладання бетононасосами необхідно забезпечити вільний доступ до стаціонарних вертикальних стояків бетоноводів.

Здійснювати монтаж і демонтаж бетоноводів дозволяється тільки після зниження тиску у бетоноводі до атмосферного.

Під час подавання бетону за допомогою бетононасоса необхідно:

- відводити всіх працюючих від бетоноводу на час його продування на відстань не менше ніж 10 м;
- укладати бетоноводи на прокладки для зменшення впливу динамічного навантаження на арматурний каркас і опалубку під час подавання бетону.

Розбирати опалубку з дозволу керівника робіт допускається після досягнення бетоном не менше 70 % міцності, що визначена проектною документацією конструкції.

Використання дрібноштучних (системних) опалубок

Під час розроблення ПВР на зведення об'єктів будівництва з використанням системних опалубок необхідно визначити технологічну послідовність робіт, під час якої безпечність виконання робіт була б забезпечена на всіх етапах реалізації проекту.

Системна опалубка, що використовується (придбана або орендована) будівельною організацією, повинна експлуатуватися відповідно до інструкції з експлуатації організації - виробника опалубки. Інструкція повинна бути адаптована до умов праці організації-користувача. Без інструкції з експлуатації виробника опалубки її використання заборонено.

Під час продажу (оренди) системної опалубки або її елементів продавець (орендодавець) зобов'язаний надати покупцеві (орендатору)

інформацію про несучу здатність елементів опалубки. Без наявності такої інформації експлуатація опалубки або її елементів заборонена.

Основа, на якій устанавлюється системна опалубка, або елементи, що її підтримують, не повинні деформуватись під дією технологічних навантажень і факторів, що виникають під час експлуатації опалубки.

Установлення елементів системної опалубки виконується організацією, що експлуатує цю опалубку, або організацією, що здає її в оренду.

До виконання робіт з монтажу (демонтажу) системної опалубки допускаються працівники, що мають відповідну до Єдиного класифікатора технічних спеціальностей (ЄКТС) професійну підготовку, пройшли спеціальне навчання та отримали відповідні інструктажі з безпеки праці.

Системну опалубку необхідно встановлювати відповідно до технологічних карт зведення залізобетонних конструкцій.

Розкладання несучих та формувальних елементів горизонтальної опалубки необхідно здійснювати з перекриття поверху, розташованого нижче, за допомогою спеціальних пристосувань та засобів підмашування. Розкладання елементів горизонтальної опалубки необхідно виконувати із застосуванням засобів індивідуального захисту - поясів та страхувальних канатів. Можливість вільного руху працівників та/або в разі втрати працівником стійкості його переміщення у просторі не повинно бути нижче рівня робочого горизонту.

Для встановлення та утримання щитів вертикальної опалубки необхідно застосовувати відкоси, що передбачені інструкцією з експлуатації опалубки. Забороняється використовувати випадкові відкоси або підтримувальні стояки, що використовуються для горизонтальної опалубки.

## **7.2 Основні питання забезпечення пожежної безпеки**

Конструкції, що використовуються при проектуванні будівлі, технологічні процеси відповідають вимогам пожеже - і вибухобезпечності. Пожежна безпека забезпечується згідно ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».

Здійснення заходів, спрямованих на забезпечення пожежної безпеки на будівельному майданчику покладається на керівників. На будмайданчику має бути організоване навчання робітників правилам пожежної безпеки і діям на випадок виникнення пожежі. На будівельному майданчику проводять заходи, спрямовані на запобігання пожежі і забезпечення пожежного захисту:

- будівельна ділянка забезпечується тимчасовим водопроводом, установкою мережі протипожежних гідрантів;
- об'єкти і підсобні будівлі оснащуються первинними засобами пожежогасінні, встановлюються пожежні щити з набором протипожежного інвентарю (ломи, багри, вогнегасники, ящики з піском, металеві відра і т. д.).

Забороняється виробництво зварювальних робіт в місцях скупчення легкозаймистих речовин.

Ці роботи повинні проводитися на відстані не менше 5 м від легкозаймистих речовин. Перевіряється електроізоляція дротів, місця можливих коротких замикань. Після закінчення зварювальних робіт робоче місце перевіряється на наявність вогнищ займання.

Пожежна безпека житлового будинку в період будівництва забезпечується системою пожежогасінні, протипожежними щитами. Мають бути розроблені і виявлені шляхи евакуації робітників на випадок пожежі.

## **7.3 Заходи з охорони навколишнього середовища**

Під час виконання підготовчих і будівельних робіт із спорудження об'єкта мають бути здійснені заходи щодо захисту навколишнього

середовища під час будівництва, передбачені в матеріалах ОВНС у складі проектної документації згідно з 3.2.4 та додатком Д. ДБН А.3.1-5-2016 Працівників, відповідальних за здійснення цих заходів, призначають організації, що здійснюють будівництво.

Будівельно-монтажні роботи із спорудження об'єкта здійснюються із дотриманням вимог чинного законодавства щодо охорони та збереження навколишнього природного середовища, забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення та безпеки прилеглих об'єктів техногенного середовища.

Допустимі рівні шуму, вібрації, інфразвуку і низькочастотного шуму в приміщеннях житлових і цивільних будинків та на території, що прилягає до будівельного майданчика, мають відповідати СН 3077, СанПиН 42-120-4948, СН 1304. Санітарно-гігієнічні характеристики повітря робочої зони мають відповідати ГОСТ 12.1.005.

У процесі виконання бурових робіт при досягненні водоносних горизонтів вживають заходів із запобігання неорганізованому виліву підземних вод, їх перетоку до більш глибоких водоносних горизонтів, а також проникненню поверхневого стоку у підземні водоносні горизонти.

Під час виконання робіт із штучного закріплення слабких ґрунтів вживають заходів із запобігання забрудненню підземних вод нижчих горизонтів.

Роботи з меліорації земель, створення ставків і водосховищ, ліквідації ярів, балок, боліт і вироблених кар'єрів, які виконуються попутно із будівництвом об'єктів можуть виконуватись тільки за наявності відповідної проектної документації, погодженої в установленому порядку із зацікавленими організаціями і органами державного нагляду (контролю).

При виконанні планувальних робіт ґрунтовий шар повинен заздалегідь зніматися і складуватися для подальшого використання. Допускається не знімати родючий шар: при товщині його менше 10 см, при розробці траншей шириною зверху 1 м і менш. Зняття і нанесення родючого шару слід робити,

коли ґрунт знаходиться в намерзломому стані. Не допускається не передбачене проектною документацією вирубування дерев і кущів, засипка ґрунтом стволів і кореневих шийок деревно-чагарникової рослинності.

При виробництві будівельно-монтажних робіт мають бути дотримані вимоги по запобіганню запиленій і забрудненості повітря. Не допускається при прибиранні відходів і сміття скидати їх з поверхів будівлі без застосування закритих лотків.

Зони роботи будівельних машин і маршрути руху засобів транспорту повинні встановлюватися з урахуванням вимог по запобіганню ушкодженню насаджень.

Виробничі і побутові стоки, що утворюються на будівельному майданчику, не повинні забруднювати довкілля.

При будівництві житлового будинку виникає необхідність спорудження магістральних трубопроводів. Це пов'язані з неминучим порушенням поверхні землі в смугі будівництва в процесі планування траси, зрізання ґрунту на подовжніх і поперечних ухилах, розчищення траси від рослинності. Будівництво і експлуатація різних конструкцій, комунікацій призводять до різних видів порушення земель. Так підземна і напівпідземна прокладення припускають розробку траншей, надземна - облаштування опор і фундаментів під них.

Усі ці дії (порушення) активізують ерозійні процеси в ґрунтах, викликають руслові деформації на переходах через річки, порушують рельєфоутворення. Дія на довкілля при експлуатації проявляються впродовж тривалішого періоду часу, чим при будівництві. Виникаючі витрати продуктів, що транспортуються, вихлопи двигуна і інші дії призводять до забруднення ґрунтів, річок і водойм уздовж траси комунікацій.

Таким чином, вирішення проблеми довкілля при будівництві комунікацій повинне базуватися на біологічних, екологічних, економічних і інженерно-технічних дослідженнях.



## ВИСНОВКИ

В умовах розвитку ринкових відносин у сфері будівельного виробництва вдосконалення технології бетону в Україні орієнтоване на розробку і виробництво високоміцних і литих або таких, що самоущільнюються композиційних матеріалів, що враховує світові тенденції в цієї області.

Бетони литої консистенції дозволяють скоротити енерговитрати за рахунок безвібраційного способу формування виробів і зменшення витрат при транспортуванні по трубопроводних системах до місця виробництва робіт.

Досягнення в галузі науки і практики бетоноведення дають можливість поєднати високо міцні характеристики і рухливість початковою бетонною сумішшю. Високоміцні бетони литної консистенції виходять за рахунок використання ефективних модифікуючих добавок комплексної дії, здатних підвищити рухливість суміші при зниженій водопотреби.

Згідно з сучасними дослідженнями, для отримання високоміцних бетонів литних консистенцій придатні спеціальні комплексні модифікуючі добавки, що включають супер або мегапластифікатори і тонкодисперсний наповнювач. До числа супер- і мега пластифікаторів відносяться: С-3, лигносульфанат, поликарбоксилат, Релаксол, Релаксол-Супер та інші.

Ефект дії комплексних модифікуючих добавок проявляється в зниженні потрібної кількості води розчину, що проводить до зниження пористості, і як результат, росту міцності. Литні модифіковані бетони вимагають меншого змісту цементних або інших терпких за рахунок часткової заміни тонкодисперсними добавками, що знижує їх вартісні показники.

Показано, що застосування високоміцних бетонів литних консистенцій дозволяє до 40% понизити матеріаломісткість висотного монолітного житлового будівництва і економити при цьому до 30% арматурної сталі.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Анпилов С.М. Опалубочные системы для монолитного строительства: учебное издание. Москва : Изд-во АСВ, 2005. 280 с.
2. Афанасьев А.А. Интенсификация работ по возведению зданий и сооружений из монолитного бетона. Москва : Стройиздат, 1990. 384 с.
3. Афанасьев А.А. Бетонные работы: учеб. для проф. обучения рабочих на пр-ве. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Высш. шк., 1991. 288 с.
4. Березовский Б.И., Евдокимов Н.И, Жадановский Б.В. Возведение монолитных конструкций зданий и сооружений. Москва: Стройиздат, 1981. 335 с.
5. Безбородое В.А., Белая В.И., Мешков П.И. Сухие смеси в современном строительстве. Москва, 1998. 94 с.
6. Боженев П.И. Технология автоклавных материалов. Москва: Стройиздат, 1978. 367с.
7. Глуховский В.Д. Щелочные и щелочно-щелочноземельные гидравлические вяжущие и бетоны. Киев: Вища школа.1979. 232 с.
8. Горчаков Г.И., Баженов Ю.М. Строительные материалы. Москва: Высш. шк., 1986 315 с.
9. 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. 2012. – 94 с. (Національний стандарт України).
10. ДБН А.3.1-5-2016. Управління, організація і технологія. Організація будівельного виробництва. [Чинний від 2016-05-05]. Київ. 2016. 52 с. (Національний стандарт України).
11. ДСТУ Б В.2.8-41:2011. Опалубка для зведення монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій. Класифікація і загальні технічні вимоги. [Чинний від 2012-12-01]. Київ., 2012. 13 с. (Національний стандарт України).

- 12.ДСТУ-Н Б А.3.1-23:2013. Настанова щодо проведення робіт з улаштуванням ізоляційних, оздоблювальних, захисних покриттів стін, підлог і покрівель будівель і споруд. [Чинний від 2014–01–01]. Київ., 2013. 88 с. (Національний стандарт України).
- 13.ДСТУ-Н Б В 2.6-145:2010. Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії. Загальні технічні умови. [Чинний від 2010–10–26]. Київ., 2010. 52 с. (Національний стандарт України).
- 14.ДСТУ-Н Б В 2.1-32:2014. Настанова з проектування котлованів для улаштування фундаментів і заглиблених споруд. [Чинний від 2015–10–01]. Київ., 2015. 100 с. (Національний стандарт України).
- 15.ДСТУ-Н Б В 2.6-206:2015. Настанова з проектування монолітних бетонних і залізобетонних будівель і споруд. [Чинний від 2016–10–01]. Київ., 2015. 28 с. (Національний стандарт України).
- 16.ДСТУ-Н Б В 2.1-28:2013. Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів.. [Чинний від 2014–01–01]. Київ., 2013 98 с. (Національний стандарт України).
- 17.ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожеж. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011–10–01]. Київ. 2011. 127 с. (Національний стандарт України).
- 18.ДСТУ 3760:2006. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. [Чинний від 2007–10–01]. Київ. 2007. 28 с. - (Національний стандарт України).
- 19.ДСТУ 3008:2015 Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення. [Чинний від 2015–07–01]. Київ. 2016. 26 с. (Національний стандарт України).
- 20.ДСТУ 8302:2015 Бібліографічне посилання. Занальні положення та правила складання. [Чинний від 2016–07–01]. Київ. 2016. 16 с. (Національний стандарт України).

21. ДСТУ Б В.2.7-91-99. В'язучі мінеральні. Класифікація. [Чинний від 1999–03–01]. Київ. 1999. 25 с. (Національний стандарт України).
22. Естемесов З.Ф., Шаяхметов Г.З. Влияние функциональных добавок на структурообразование системы цемент-вода. *Цемент и его применение*. 2000. № 1. С.23-25.
23. Значко-Яворский И.Л. Очерки истории вяжущих веществ. Ленинград, 1963. 496 с.
24. Каприелов С.С., Шейнфельд А.В., Батраков В.Г. Комплексный модификатор бетона марки МБ-01. *Бетон и железобетон*. 1997. № 5. С.38 - 41.
25. Красный Д. Ю., Красный Ю. М. Обеспечение качества при возведении зданий и сооружений из монолитного железобетона. Екатеринбург: «Центр качества строительства», 2003. 448 с.
26. Кузнецов Ю.П. Проектирование железобетонных работ. Киев: Вища школа., 1991. 280 с.
27. Лутц Г., Мешков ПИ. Полимерные вяжущие в продуктах строительной химии. *Будівництво України*. 1996. № 5. С.32-35.
28. Одинцов В.П. Справочник по разработке проекта производства работ. Киев: Будівельник, 1982. 183 с.
29. Олейник П. П. Организация строительного производства. Москва: Изд-во АСВ, 2010. 576 с.
30. Рамачандран В. Минеральные добавки. Добавки в бетон: Справочное пособие. Москва: Стройиздат, 1988. 294 с.
31. Рыбьев И.А. Строительные материалы на основе вяжущих веществ. Москва: Высш. Шк., 1978. 309 с.
32. Рунова Р.Ф., Носовский Ю.Л. Применение минеральных вяжущих в сухих строительных смесях. *Цемент и его применение*. 2000. №6 С. 16-21.
33. Справочник по технологии строительного производства справочник / под ред. В. П. Сабалдырь. Киев : Будівельник, 1985. 215 с.

34. Строительство и реконструкция зданий и сооружений городской инфраструктуры. Том1. Организация и технология строительства/ под общ. ред. В. И. Теличенко. Москва : Изд-во АСВ, 2009. 520 с.
35. Современные технологии в строительстве: учебник для студ. высш. учеб. заведен./под ред. А.И. Меньлюка. К.:Освіта України, 2010.549 с.
36. Современные технологии в строительстве: учебник для студ. высш. учеб. заведен./под ред. А.И. Меньлюка. Киев : Освіта України, 2010. 549 с.
37. Снежко А.П., Батурин Г.М. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование. Киев: Вища школа., 1991 200 с.
38. Технологія монтажу будівельних конструкцій: Навчальний посібник / за ред. В.К. Черненко. Київ: 2010 372 с.
39. Технологія будівельного виробництва: підручник / за ред. В.К. Черненко, М.Г. Ярмолена. Київ: Вища шк., 2002. 430 с.
40. Технологія будівельного виробництва практикум. навч. посібник для внз / за ред. М. Г. Ярмоленко. Київ : Вища школа, 2007. 207 с.
41. Технология строительного производства: учебник для вузов/ за ред. С.С. Атаев, Н.Н. Данилов, Б.В. Прыкин и др. Москва: Стройиздат, 1984. 59 с
42. Технология строительного производства /под общ. ред. О.О. Литвинова и Ю.А. Белякова. Киев: Вища шк.,1984. 479с.
43. Технология строительного производства справочник / под. ред. С.Я. Луцкий, С. С. Атаев. Москва: Высшая школа, 1991 384 с.
44. Experimental Study on Anti-splitting Tensile Properties of the Chopped Basalt Fiber Reinforced Concrete / S. Jin, X. Zhang, J. Zhang, X. Shen *International Forum on Energy, Environment and Sustainable Development*. 2016. С. 282–289.
45. Heavyweight cement concrete with high stability of strength parameters / K.L. Kudyakov, A.V. Nevsky, I.D. Danke, A.I. Kudyakov, V.A. Kudyakov *AIP Conference Proceedings*. 2016. V. 1698.

- 46.Elshafie, S. A review of the effect of basalt fibre lengths and proportions on the mechanical properties of concrete / S. Elshafie, G. Whittleston *International Journal of Research in Engineering and Technology*. 2015. V. 4. Is. 1. P. 458–465.
- 47.Charan, S.S. Comparative Study on Mechanical Properties of Basalt Fiber Reinforced Concrete with Partial Replacement of Cement with GGBS / S.S. Charan, Ch.L. K Murthy Gupta *International Journal of Engineering Research & Technology*. 2016. V. 5. Is. 6. C. 62–67