

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(назва факультету)

Кафедра будівельної механіки
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр
(назва освітнього ступеня)

на тему: **Проект реконструкції нежитлової будівлі під облаштування
шкільної їдальні та бібліотеки в смт Міжгір'я Закарпатської області**

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МБс-41
спеціальності 192

Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

Ігнатишин О.Р.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Ковальчук Я.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Мещерякова О.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент Качка О. І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2026

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Будівельної механіки
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ясній В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« » 2026 р.

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

студенту Ігнатишину Олексію Руслановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект реконструкції нежитлової будівлі під облаштування
шкільної їдальні та бібліотеки в смт Міжгір'я Закарпатської області

Керівник роботи Ковальчук Ярослав Олексійович, к.т.н. доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «22» січня 2026__ року № 4/9-53

2. Термін подання студентом завершеної роботи 07.06.2026

3. Вихідні дані до роботи Технічні умови для забудови

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Архітектурно-будівельний розділ, конструктивно-розрахунковий розділ.

Основи і фундаменти. Технологія і організація будівельного виробництва

Безпека життєдіяльності та основи охорони праці

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

План на позн. 0,000

План типового поверху, План даху на позн. +15,460

Розріз 1 – 1, 2 – 2

Фасад 1 – 11

Фасад А – Е, Е – А

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Окіпний І.Б.		

7. Дата видачі завдання 22.01.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			

Студент

(підпис)

Ігнатишин О.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Ковальчук Я. О.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ	6
1.1 Вихідні дані	7
1.2 Вертикальне планування та благоустрій території	7
1.3 Об'ємно-планувальне рішення	8
1.4 Конструктивне рішення	9
1.5 Техніко-економічні показники	13
1.6 Теплотехнічний розрахунок утеплювача зовнішньої стіни	13
1.7 Забезпечення доступності будівлі для маломобільних груп населення та осіб з інвалідністю	17
2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ	19
2.1 Розрахунок багатопустотної попередньо напруженої панелі перекриття	19
2.1.1 Вихідні дані	19
2.1.2 Розрахунок міцності нормального перерізу	20
2.1.3 Визначення геометричних характеристик	22
2.1.4 Втрати попереднього напруження і зусилля обтиску	23
2.1.5 Розрахунок міцності перерізів, нахилених до повздовжньої осі панелі	24
2.1.6 Розрахунок по утворенню тріщин, нормальних до повздовжньої осі панелі	26
2.1.7 Розрахунок по розкриттю тріщин, похилих до повздовжньої осі, на рівні поперечного армування	27
2.1.8 Розрахунок по утворенню тріщин, нахилених до повздовжньої осі панелі	28
2.1.9 Розрахунок за деформаціями	29
2.1.10 Перевірка міцності панелі на зусилля, які виникають у стадії виготовлення	31
2.2 Розрахунок збірного залізобетонного маршу	33
2.2.1 Визначення навантаження і зусилля	34
2.2.2 Попереднє призначення розмірів перерізу маршу	35
2.2.3 Підбір перерізу поздовжньої арматури	35
2.2.4 Розрахунок похилого перерізу на дію поперечної сили	36
2.2.5 Розрахунок за другою групою граничних станів	38
3. ВИРОБНИЧО-ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ	38

3.1 Вибір раціонального способу виробництва робіт на основі порівняння варіантів	39
3.2 Визначення потреби в будівельних машинах, механізмах і транспортних засобах	40
3.3 Підбір монтажного крана.....	40
3.4 Калькуляція трудових витрат на влаштування монолітної залізобетонної балки	42
3.4.1 Розрахунок кількості телескопічних стійок для металевої опалубки.....	42
3.5 Вказівки до виконання робіт	44
3.5.1 Вказівки щодо виконання земляних робіт.....	44
3.5.2 Улаштування фундаментів і стін підвалу	45
3.5.3 Технологічна карта на виконання кладки внутрішніх і зовнішніх стін ...	46
3.5.4 Технологія влаштування монолітної залізобетонної балки.....	49
3.5.5 Зварювальні роботи	51
3.5.6 Влаштування покрівельного покриття з рулонних матеріалів.....	51
3.5.7 Штукатурні роботи	52
3.5.7.1 Технологія виконання штукатурних робіт	53
3.5.8 Малярні роботи	54
3.6 Проектування календарного плану об'єкта	55
3.6.1 Визначення обсягів робіт	55
3.7 Визначення затрат праці і машино-змін.....	55
3.9 Проектування будівельного генерального плану об'єкта	55
3.9.1 Розташування і прив'язка механізованих засобів на будівельному майданчику	55
3.9.2 Проектування тимчасових доріг	56
3.9.3 Розрахунок площі складів	56
3.9.5 Основні техніко-економічні показники ПВР	57
5. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	58
5.1 Загальна характеристика об'єкта	58
5.2 Безпека ґрунтової основи та фундаментів	58
5.3 Протипожежна профілактика та пожежна безпека.....	61
5.4 Санітарно-побутові заходи на будівельному майданчику	64
5.5 Техніка безпеки під час виконання робіт.....	65
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	67
БІБЛІОГРАФІЯ	70

ВСТУП

Будівництво та реконструкція будівель є одним із найважливіших напрямків розвитку сучасної інфраструктури України. В умовах постійного зростання потреб населення у якісних освітніх, культурних та соціальних послугах особливої актуальності набуває модернізація існуючих громадських будівель. Реконструкція дозволяє не лише подовжити термін експлуатації споруд, але й забезпечити їх відповідність сучасним вимогам щодо функціональності, безпеки, енергоефективності та комфорту.

На сьогодні значна частина будівель закладів освіти була зведена кілька десятиліть тому та потребує оновлення відповідно до сучасних будівельних норм і стандартів. Важливим напрямком розвитку освітньої інфраструктури є створення належних умов для організації харчування учнів та забезпечення доступу до інформаційних ресурсів через сучасні бібліотечні приміщення. Саме тому реконструкція існуючих будівель з метою облаштування шкільних їдалень та бібліотек має важливе соціальне значення.

Тема кваліфікаційної роботи – «Реконструкція нежитлової будівлі під облаштування шкільної їдальні та бібліотеки в смт. Міжгір'я».

Реалізація даного проєкту спрямована на покращення умов навчання та перебування учнів, створення сучасного освітнього простору, який відповідатиме вимогам безпеки, гігієни та комфорту.

Об'єктом реконструкції є існуюча двоповерхова нежитлова будівля загальною площею реконструйованих приміщень 400 м² та площею забудови 250 м². Проєктом передбачається перепланування та пристосування приміщень під функціонування їдальні на 60 відвідувачів та бібліотеки для забезпечення потреб учнів і працівників навчального закладу.

Особлива увага приділяється питанням раціонального використання внутрішнього простору, забезпеченню нормативних умов освітлення, вентиляції, пожежної безпеки та доступності приміщень.

Основним завданням кваліфікаційної роботи є комплексне обґрунтування та розроблення проєктних рішень щодо реконструкції наявної будівлі з метою її

подальшого ефективного використання. Проєкт охоплює питання архітектурного формування об'єкта, розрахунку та підсилення конструкцій, організації будівельного виробництва, вибору технологій виконання робіт і визначення економічної ефективності запропонованих заходів. Усі рішення прийняті відповідно до діючих будівельних норм та стандартів з урахуванням вимог охорони праці, захисту навколишнього середовища й раціонального використання матеріальних ресурсів.

У проєкті вирішуються такі завдання для досягнення поставленої мети:

- аналіз вихідних даних та умов розташування об'єкта будівництва;
- розроблення генерального плану та архітектурно-планувальних рішень;
- вибір та обґрунтування конструктивної схеми будівлі;
- виконання розрахунку основних залізобетонних конструкцій;
- розроблення технології виконання будівельно-монтажних робіт;
- розроблення заходів з охорони праці, виробничої санітарії та пожежної безпеки.

Під час виконання кваліфікаційної роботи застосовуються сучасні методи проєктування, чинні нормативні документи України, а також принципи енергоефективного та безпечного будівництва. Запропоновані рішення спрямовані на забезпечення надійності, довговічності та економічності експлуатації будівлі після реконструкції.

Практичне значення проєкту полягає у створенні комфортного середовища для організації харчування та освітньо-культурної діяльності учнів смт. Міжгір'я. Реалізація проєктних рішень сприятиме покращенню якості освітнього процесу, підвищенню рівня обслуговування учнів та ефективному використанню існуючого фонду будівель навчального закладу.

Таким чином, реконструкція нежитлової будівлі під шкільну їдальню та бібліотеку є актуальним і соціально важливим завданням, яке дозволить створити сучасний багатофункціональний простір для забезпечення потреб учнівської молоді та педагогічного колективу.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО – КОНСТРУКТИВНИЙ

1.1 Вихідні дані

Місце розташування будинку смт. Міжгір'я. Характер будівництва громадський.

Поверховість 2 поверхи. Висота кімнат 1 поверху від підлоги до стелі 3,2 м

Кількість відвідувачів 60 (шістдесят)

Площа реконструйованих приміщень 400 м²

Підвльні приміщення ні

Площа забудови 250 м² . Площа ділянки 1500 м²

Характеристики III Б кліматичного підрайони:

Середня температура повітря за січень -4°C

Середня температура повітря за липень +19°C

Абсолютний мінімум температури повітря -32°C

Абсолютний максимум температури повітря +39°C

Розрахункова температура зовнішнього повітря взимку -19°C

Вага снігового покриву 180,0 кг/м²

Швидкісний напір вітру 40,0 кг/м²

Сейсмічність району 7 балів

Клас наслідків клас СС-1

1.2 Вертикальне планування та благоустрій території

Вертикальне планування земельної ділянки, відведеної під будівництво будинку культури, виконано на підставі генерального плану та топографічних матеріалів з урахуванням особливостей існуючого природного рельєфу місцевості.

При розробленні проєкту враховано наявні висотні позначки прилеглих вулиць і навколишньої забудови. Необхідність підсипання території зумовлена тим, що відмітки існуючої ділянки та суміжних споруд є дещо нижчими порівняно з рівнем прилеглої вулиці. Відведення дощових і талих вод здійснюється завдяки природним ухилам поверхні через лотки проїздів до водоприймальних елементів.

Уся територія об'єкта, включаючи центральний майданчик, підлягає комплексному благоустрою. Для покриття пішохідних зон передбачено комбіноване мощення тротуарною плиткою та кам'яною шашкою кубічної форми.

Планувальні роботи передбачають створення кількох терас із боку головного майданчика. Завершення терасування здійснюється підпірними стінками висотою до 0,9 м, які облицьовуються натуральним природним каменем. Майданчики та проїзди для автотранспорту виконуються з асфальтобетонного покриття. Для проведення земляних робіт передбачено використання бульдозерної техніки. Території, не зайняті твердими покриттями, підлягають озелененню шляхом улаштування газонів та декоративних насаджень.

1.3 Об'ємно-планувальне рішення

Будинок культури із залом для глядачів на 60 місць запроєктований як двоповерхова споруда.

Основою планувальної схеми є прямокутна форма з окремими виступаючими архітектурними елементами. Габаритні розміри будівлі становлять $20,65 \times 17,65$ м. Центральний вхід розташований з торцевої сторони, орієнтованої на головну міську площу. Уздовж бічних фасадів передбачено входи до глядацької частини, службові входи та зону для завантаження і розвантаження сценічних декорацій.

З боку дворового фасаду запроєктовано проїзд до внутрішнього господарського двору. Архітектурну виразність фасадів формує ритмічне

розташування колон, між якими влаштовано віконні прорізи та вітражні конструкції. Спокійний характер архітектури підкреслюється гладкими оштукатуреними поверхнями цегляних стін, тоді як карнизи, сходові елементи та інші виступаючі деталі надають будівлі монументальності та урочистого вигляду.

Функціональна структура внутрішніх приміщень забезпечує можливість проведення різноманітних культурно-масових та організаційних заходів.

1.4 Конструктивне рішення

Будівля будинку культури на 60 місць має прямокутну конфігурацію в плані.

Фундаменти прийнято стрічкового типу із застосуванням збірних фундаментних плит та блоків.

Зовнішні несучі стіни виконуються з цегляної кладки на цементному розчині марки М25 із використанням цегли марки М75. Товщина стін становить 380 мм та 510 мм. Після завершення мурування поверхні підлягають штукатуренню.

Внутрішні несучі стіни також передбачені з цегляної кладки товщиною 380 та 510 мм. Перегородки виконуються з гіпсобетонних елементів товщиною 80 мм, а також із цегли товщиною 65 мм та 120 мм.

Для перекриття прорізів використовуються збірні залізобетонні перемички з бетону класу В15 за серією 1.038.1-в.1, а також монолітні конструкції. Міжповерхові перекриття передбачені зі збірних попередньо напружених залізобетонних плит із круглими пустотами за серіями 1.141-5с, 1.141-6с та 1.241-4с випуск 1 із застосуванням арматури класу А-IV.

Сходові марші виконуються зі збірних сходинок, змонтованих на металевому каркасі. Сходові площадки запроектовані монолітними залізобетонними.

Покриття будівлі – плоска покрівля з організованим внутрішнім водовідведенням. Як теплоізоляційний матеріал використовується пінобетон

густиною 650 кг/м³. Гідроізоляційний шар складається з кількох шарів руберойду на бітумній мастиці.

Віконні конструкції прийняті відповідно до вимог ДСТУ EN 14351-1, а також частково виготовляються за індивідуальними кресленнями. Внутрішні дверні блоки передбачені згідно з ДСТУ EN 14351-1, зовнішні – за серією 1.135-1.

Для покриття використовуються ребристі залізобетонні плити розміром 3×6 м.

Опалення. Теплопостачання будинку культури забезпечується системою водяного опалення. Прийнята схема – горизонтальна однотрубна система з нижнім розведенням трубопроводів. Для приміщення сцени передбачено окрему гілку опалення. Компенсація тепловтрат у глядацькому залі за відсутності відвідувачів забезпечується періодичним увімкненням припливної вентиляційної установки. У представницьких приміщеннях встановлюються конвектори типу «Комфорт», а в інших приміщеннях – чавунні радіатори M140-АО.

Магістральні трубопроводи прокладаються в підвальному каналі та відкритим способом у підвалі. Розподіл теплоносія по поверхах здійснюється трубами, розміщеними вздовж зовнішніх стін у конструкції підлоги.

Водопровід. Будівля оснащується мережами господарсько-питного, протипожежного та гарячого водопостачання. Ввід води та внутрішні мережі виконуються зі сталевих труб відповідно до ДСТУ EN 10217.

Для запобігання утворенню конденсату магістральні трубопроводи ізолюються прошивними теплоізоляційними матами зі скловолоконним покриттям. Стояки та підводки до сантехнічного обладнання монтуються відкритим способом і покриваються двома шарами масляної фарби. Система гарячого водопостачання забезпечує потреби двох душових приміщень та буфету.

Каналізація. Відведення побутових стічних вод від сантехнічних приладів здійснюється внутрішньою каналізаційною мережею через випуски до дворової частини території. Каналізаційні стояки та трубопроводи прокладаються відкрито. Вентиляційні частини стояків виконуються з азбестоцементних труб. Монтаж

внутрішньої каналізації передбачено з чавунних труб діаметром 50–100 мм відповідно до ДСТУ Б В.2.5-25:2005

Теплопостачання. Теплова мережа прокладається в непрохідних залізобетонних каналах типу КЛ 90-45. Для монтажу трубопроводів використовуються сталеві труби діаметром 159×4,5 мм та 133×4,0 мм згідно з ДСТУ EN 10217 та EN 10219. У каналах трубопроводи встановлюються на спеціальних опорах, розташованих на опорних подушках з кроком 5 м. Теплоізоляція мереж виконується мінераловатними матами з попереднім покриттям бризолом. Для труб діаметром 125–150 мм передбачено ізоляційний шар товщиною 70 мм. Скидання води здійснюється через спеціальний охолоджувальний колодязь. Під час будівництва теплотраси необхідно передбачити комплекс заходів із гідроізоляції каналів.

Водопостачання. Зовнішні водопровідні мережі проєктуються з чавунних труб діаметром 100 мм відповідно до вимог нормативної документації. У точці приєднання до міської мережі влаштовуються водопровідні колодязі із запірною арматурою та пожежним гідрантом. Введення водопроводу до будівлі здійснюється сталевими трубами. На поворотах трубопроводів встановлюються бетонні упори за серією 4.901-7. Полив зелених насаджень і квітників виконується через поливальні крани, розташовані в нішах цокольної частини будівлі, переважно в години мінімального споживання води.

Каналізація. Відведення господарсько-побутових стоків від будівлі передбачено самотісною системою до міської каналізаційної мережі діаметром 200 мм. Дощові води від внутрішніх водостоків відводяться до дворової мережі дощової каналізації з подальшим скиданням у міський дощовий колектор. Зовнішні каналізаційні мережі виконуються з керамічних труб діаметром від 150 до 300 мм відповідно до ДСТУ EN 295. Проєктований дощовий колектор передбачається зі збірних залізобетонних труб діаметром 100–800 мм згідно з ДСТУ Б В.2.5-46:2010. Основою під трубопроводи слугує природний ґрунт без додаткового штучного підсилення.

Таблиця 1.1 - Експлікація приміщень

Номер приміщення	Найменування	Площа, м ²
1	Обідній зал	82,34
2	Коридор	37,54
3	Кухня	28,75
4	Комора	10,00
5	Тамбур	4,26
6	Вбиральня	1,89
7	Гараж	46,34
8	Коридор	37,54
9	Читальний Зал	84,61
10	Книгосховище	44,2

Оздоблення. Для зовнішнього оформлення фасадів передбачено застосування декоративної кам'яної штукатурки світлих та кольорових відтінків.

Внутрішні поверхні стін і перегородок підлягають оштукатурюванню мокрим способом із подальшим нанесенням довговічних оздоблювальних покриттів. Для фінішного оздоблення використовуються кольорові, клейові та водоемульсійні фарби, а також вапняне побілювання.

Санітарно-гігієнічні приміщення та душові кімнати облицовуються глазурованою керамічною плиткою білого та кольорового виконання. У підсобних, технічних і господарських приміщеннях передбачено влаштування панелей, пофарбованих олійною фарбою, висотою до 2,0 м від рівня підлоги.

Цокольна частина будівлі, а також підпірні стінки терас і сходових площадок облицовуються природним каменем. Залізобетонні елементи козирків і карнизів покриваються полімерцементним розчином для підвищення довговічності та захисту конструкцій.

Покриття ганку виконується мозаїчними плитами розміром 400×400 мм.

У місцях примикання зовнішніх стін до терас та ганків передбачено влаштування цокольного пояса з андезитових плиток висотою від 150 до 300 мм, що забезпечує додатковий захист фасадів від атмосферного впливу та механічних пошкоджень.

1.5. Техніко-економічні показники

Вид будівництва - Реконструкція

Таблиця 1.2 - Техніко-економічні показники

№ п/п	Показники	Одиниці виміру	Величини в одиницях виміру
1	Поверховість (обмірне)	поверх	1
2	Умовна висота (обмірне)	м	8,93
3	Площа забудови (обмірне)	м2	250,42
4	Загальна площа (обмірне)	м2	208,95
5	Будівельний об'єм (обмірне)	м3	2236,25
6	Поверховість (після будівництва)	поверх	1-2
7	Умовна висота (після будівництва)	м	12,22
8	Площа забудови (після будівництва)	м2	250,42
9	Загальна площа (після будівництва)	м2	375,2
10	Будівельний об'єм (після будівництва)	м3	3060,13
11	Площа ділянки	м2	1500

1.6 Теплотехнічний розрахунок утеплювача зовнішньої стіни

Місце будівництва - смт. Міжгір'я, Міжгірського району, Закарпатської області.

Конструкція зовн. стіни – цегляна кладка з утеп. з зовнішніх сторін стіни.

Товщину цегл. кладки несучої стіни приймаємо 380 мм за проектом. Згідно з таблицею В.2 ДБН В.2.6-31:2016 для лікувальних закладів розрахункові значення температури й вологості повітря приміщень (для теплотехнічних розрахунків) прийняті наступними: температура $t_v = 21^\circ\text{C}$, відносна вологість $\phi_v = 50\%$.

Тоді, із зазначених умов, за таблицею В.1 ДБН В.2.6-31:2016 (Градація вологісного режиму приміщень) вологісний режим приміщення – нормальний.

Вологісні умови експлуатації матеріалу в огорожувальних конструкціях, що встановлюються за Таблицею В.3 ДБН В.2.6-31:2016 призначаються за літерою «Б».

Розрахункові значення тепло-провідності (λ_B) та коефіцієнту тепло-засвоєння (s_i) згідно із густиною матеріалу знаходимо за додатком Л, таблиця Л1 ДБН В.2.6-31:2016 і наводимо в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Розрахункові дані

№ шару	Найменування шару	Густина ρ_0 , кг/м ³	Товщина δ , м	Теплопро-відність λ_{ip} , Вт/(м·К)	Коеф. тепло-засвоєння s_i , Вт/(м ² ·К)
1	Внутрішня штукатур. з вапняно-піщ. розчину	1800	0,01	0,93	11,09
2	Кладка цегл. з повнотілої глиняної цегли	1800	0,38	0,81	10,12
3	Зовнішня штук. з цеме-вапняного розчину	1800	0,02	0,93	11,09
4	Фактурно-захисний шар (складний розчин)	1700	0,01	0,87	10,42
5	Плити пінополістирольні	35	?	0,050	0,46

Розрахунок розроблено ітераційним методом. Для початку задамося, що значення теплової інерції D знаходиться в інтервалі $D > 1,5$.

Селище Міжгір'я, Міжгірського району, Закарпатської області за Рисунок 1 Додаток Б ДБН В.2.6-31:2016 знаходиться в II-й температурній зоні України. Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції громадських будівель згідно з таблицею 3 ДБН В.2.6-31:2016 становить $R_{qmin} = 3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Записуємо формулу опору теплопередачі для даної чотиришарової конструкції $R_\Sigma = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_{1p}} + \frac{\delta_2}{\lambda_{2p}} + \frac{\delta_3}{\lambda_{3p}} + \frac{\delta_4}{\lambda_{4p}} + \frac{1}{\alpha_3}$.

Приймаючи $R_\Sigma = R_{qmin}$, знаходимо товщину утеплювача

$$\delta_3 = \left(R_{qmin} - \frac{1}{\alpha_B} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \frac{\delta_4}{\lambda_4} - \frac{1}{\alpha_3} \right) \cdot \lambda_3,$$

де $\alpha_B = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні, приймається Додатком Е ДБН В.2.6-31:2016 ,

$\alpha_3 = 23 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні, приймається Додатком ДБН В.2.6-31:2016 .

Тоді

$$\delta_3 = \left(2,8 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,02}{0,93} - \frac{0,38}{0,81} - \frac{0,02}{0,93} - \frac{0,01}{0,87} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,05 = (2,8 - 0,115 - 0,022 - 0,469 - 0,022 - 0,011 - 0,043) \cdot 0,05 = 0,106 \text{ м}$$

Згідно з розрахунком можна запропонувати утеплювач товщиною 100 мм, як найближчу більшу за мінімально необхідну його уніфіковану товщину.

Опір теплопередачі, з урахуванням запропонованої товщини утеплювача, становить

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,01}{0,87} + \frac{1}{23} = 0,015 + 0,022 + 0,469 + 0,022 + 2 + 0,011 + 0,043 = 2,582 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

Висновок. Умови $R_{\Sigma}=2,582 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт} > R_{\text{qmin}}=3,5 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$ не виконуються. Товщина утеплювача прийнята не вірно. Так, як збільшити товщину уніфікованого утеплювача недоцільно, замінюємо його на більш ефективний утеплювач - плити з мінеральної вати на синтетичному зв'язувальному негофрованої структури

Варіант 2. Товщину цегляної кладки несучої стіни приймаємо 380 мм за проектом. Згідно з таблицею В.2 ДБН В.2.6-31:2016 для лікувальних закладів розрахункові значення температури й вологості повітря приміщень (для теплотехнічних розрахунків) прийняті наступними: температура $t_{\text{в}} = 21^{\circ}\text{C}$, відносна вологість $\phi_{\text{в}} = 50\%$. Тоді, із зазначених умов, за таблицею В.1 ДБН В.2.6-31:2016 (Градація вологісного режиму приміщень) вологісний режим приміщення – нормальний.

Вологісні умови експлуатації матеріалу в огорожувальних конструкціях , що встановлюються за Таблицею В.3 ДБН В.2.6-31:2016 призначаються за літерою «Б». Розрахункові значення теплопровідності ($\lambda_{\text{Б}}$) та коефіцієнту теплозасвоєння (s_i) згідно із густиною матеріалу знаходимо за додатком Л, таблиця Л1 ДБН В.2.6-31:2016 і наводимо в таблиці 1.4

Таблиця 1.4 – Розрахункові дані

№ шару	Найменування шару	Густина ρ_0 , кг/м ³	Товщина δ , м	Теплопровідність λ_{ip} , Вт/(м·К)	Коеф. теплозасвоєння s_i , Вт/(м ² ·К)
1	Внутрішня штукатурка з вапняно-піщаного розчину	1800	0,01	0,93	11,09
2	Кладка цегляна з повнотілої глиняної цегли	1800	0,38	0,81	10,12
3	Зовнішня штукатурка з цементно-вапняного розчину	1800	0,02	0,93	11,09
4	Фактурно-захисний шар (складний розчин)	1700	0,01	0,87	10,42
5	Плити з мінеральної вати на синтетичному зв'язувальному негорючій структурі	75	?	0,045	0,61

Розрахунок проведемо методом ітерацій. Для початку задамося, що значення теплової інерції D знаходиться в інтервалі $D > 1,5$.

1. Селище Міжгір'я, Міжгірського району, Закарпатської області за Рисунок 1 Додаток Б ДБН В.2.6-31:2016 знаходиться в II-й температурній зоні України. Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції громадських будівель згідно з таблицею 3 ДБН В.2.6-31:2016 становить $R_{qmin} = 3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

2. Записуємо формулу опору теплопередачі для даної чотиришарової конструкції $R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_b} + \frac{\delta_1}{\lambda_{1p}} + \frac{\delta_2}{\lambda_{2p}} + \frac{\delta_3}{\lambda_{3p}} + \frac{\delta_4}{\lambda_{4p}} + \frac{1}{\alpha_3}$.

3. Приймаючи $R_{\Sigma} = R_{qmin}$, знаходимо товщину утеплювача

$$\delta_3 = \left(R_{qmin} - \frac{1}{\alpha_b} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \frac{\delta_4}{\lambda_4} - \frac{1}{\alpha_3} \right) \cdot \lambda_3,$$

де $\alpha_b = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні, приймається Додатком Е ДБН В.2.6-31:2016 ,

$\alpha_3 = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні, приймається Додатком ДБН В.2.6-31:2016

Тоді

$$\delta_3 = \left(2,8 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,02}{0,93} - \frac{0,38}{0,81} - \frac{0,02}{0,93} - \frac{0,01}{0,87} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,045 = (2,8 - 0,115 - 0,022 - 0,469 - 0,012 - 0,022 - 0,043) \cdot 0,05 = 0,106 \text{ м}$$

4. Згідно з розрахунком можна запропонувати утеплювач товщиною 100 мм, як найближчу більшу уніфіковану товщину. Опір теплопередачі, з урахуванням запропонованої товщини утеплювача, становить

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,1}{0,045} + \frac{0,01}{0,87} + \frac{1}{23} = 0,015 + 0,022 + 0,469 + 0,022 + 0,021 + 2,222 + 0,011 + 0,043 = 2,825 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

Значення теплової інерції зовнішньої стіни при прийнятій товщині утеплювача буде

$$D = \frac{\delta_1}{\lambda_{1\text{Д}}} \times s_1 + \frac{\delta_2}{\lambda_{2\text{Д}}} \times s_2 + \frac{\delta_3}{\lambda_{3\text{Д}}} \times s_3 + \frac{\delta_4}{\lambda_{4\text{Д}}} \times s_4 = \frac{0,02}{0,93} \times 11,09 + \frac{0,38}{0,81} \times 10,12 + \frac{0,02}{0,93} \times 11,09 + \frac{0,1}{0,045} \times 0,61 + \frac{0,01}{0,87} \times 10,42 = 0,238 + 4,748 + 0,238 + 0,0119 + 1,356 + 0,12 = 6,712 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

Висновок. Умови $R_{\Sigma}=2,825 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} > R_{\text{qmin}}=3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ та припущення $D=6,712 > 1,5$ виконуються. Товщина утеплювача прийнята вірно. Як утеплювач застосовується мінеральна вата завтовшки 100 мм. Для мінераловатних плит застосовують спосіб приклеювання тільки суцільний тип К. 1, відповідно до ДСТУ В. 2.6-36:2008, п. 12.3.4.

1.7. Забезпечення доступності будівлі для маломобільних груп населення та осіб з інвалідністю

Для забезпечення безперешкодного доступу до будівлі, поряд із зовнішніми сходами передбачено влаштування пандуса, обладнаного поручнями. Конструкція пандуса та його огорожувальних елементів відповідає вимогам чинних нормативних документів щодо стаціонарних опорних пристроїв для осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення.

Вхідні майданчики обладнані навісами та системою відведення атмосферних опадів. Покриття майданчиків виконано з твердих неслизьких

матеріалів, які зберігають безпечні експлуатаційні властивості навіть за умов зволоження. Поперечний ухил поверхні становить від 1 до 2 %. Тамбури мають глибину 1,8 м та ширину 2,2 м. Несучі елементи пандусів виконуються з негорючих будівельних матеріалів. По обидва боки пандуса встановлюються захисні огорожі з безперервними поручнями.

Ширина коридорів на першому та другому поверхах у межах шляхів евакуації та пересування відвідувачів прийнята не меншою ніж 1,5 м у світлі, що забезпечує зручне пересування осіб на кріслах колісних та інших користувачів з обмеженою мобільністю.

Ширина дверних прорізів, проходів та виходів із приміщень до коридорів і сходових кліток становить не менше 0,9 м. У дверних отворах відсутні пороги та перепади рівнів підлоги, які можуть ускладнювати пересування маломобільних осіб. Зовнішні двері обладнані оглядовими вставками із прозорого ударостійкого матеріалу. Нижня межа таких вставок розташована на висоті не більше 0,3 м від рівня підлоги. Для захисту дверних полотен від механічних пошкоджень їх нижня частина на висоту 300 мм обладнується протиударною накладкою. Ручки вхідних дверей прийняті П-подібної форми, що забезпечує зручність користування.

Усі сходинки в межах одного сходового маршу мають однакові геометричні параметри: висоту підйому та ширину проступу. Мінімальна ширина проступу становить 0,30 м. Ухил сходів не перевищує співвідношення 1:2, що відповідає вимогам безпечної експлуатації. Будівля оснащується комплексною системою оповіщення про небезпеку. Засоби сигналізації, встановлені на існуючому першому поверсі та запроектованому другому поверсі, виконані в єдиному стилі та принципі роботи. Система забезпечує одночасне подання візуальних і звукових сигналів та відповідає вимогам чинних нормативних документів щодо пожежної безпеки та інженерного обладнання будівель.

Санітарно-гігієнічні приміщення розташовані на першому поверсі будівлі. Доступ до них здійснюється безпосередньо з коридору. Двері санітарних вузлів відкриваються назовні, що підвищує безпеку та зручність користування приміщеннями.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО – КОНСТРУКТИВНИЙ

2.1 Розрахунок багатопустотної попередньо напруженої панелі перекриття

2.1.1. Вихідні дані

Вихідні дані : Залізобетонна панель виробляється за поточно-агрегатною схемою із застосуванням електротермічного способу попереднього напруження арматурних стрижнів на упори та подальшою тепловою обробкою методом теплопередачі. За рівнем відповідальності споруда належить до I класу.. Коефіцієнт надійності за призначенням $\gamma_n = 1$.

Клас бетону B20 (бетон тяжкий) по міцності на стиск.

$$\gamma_b = 0,9, R_b = 0,9 * 11,6 = 12,36 \text{ мПа}$$

$$R_{bt} = 0,9 * 0,9 = 0,11 \text{ мПа } R_{b,ser} = 14 \text{ мПа}$$

$$R_{bt,ser} = 1,5 \text{ мПа } E_b = 24000 \text{ мПа.}$$

Повздовжня арматура із сталі A600 ($R_{s,ser} = 595 \text{ мПа}$)

$$R_{s,ser} = 595 \text{ мПа } E_s = 191000 \text{ мПа.}$$

Поперечна арматура і сітки із арматури класу

$$\text{BP-I } R_s = 285 \text{ мПа. } R_{sw} = 310 \text{ мПа. при } d = 3 \text{ мм}$$

$$R_s = 280 \text{ мПа та. } R_{sw} = 245 \text{ мПа при } d = 4 \text{ мм}$$

$$R_s = 260 \text{ мПа та. } R_{sw} = 240 \text{ мПа при } d = 5 \text{ мм}$$

$$E_s = 180000 \text{ мПа.}$$

Передаточна міцність бетону приймається в розмірі

$$R_{bp} = 0,8 B = 0,76 * 20 = 15 \text{ мПа.}$$

$$((R^{0}_{bp} = 1,3 * 9,2 = 10,1 \text{ мПа}).$$

Визначаємо внут. зусилля

Розрахунк. проліт панелі

$$l = 6,01 - 4/3 * 0,15 = 5,8 \text{ м}$$

Навантаження на 1 м^2 плити зводимо в таблицю.

Таблиця 2.1-Збір навантаження на плиту

№ п/п	Вид навантаження	Нормат. н-ня н/м ²	Коеф по на - вант,	Розрах. н – ня н/м ²
1	Паркетна підлога, t = 0,016 м $\rho=790 \text{ кг/м}^3$	170	1,2	186
	Шлакобетонний шар t = 0,07 м $\rho=1700 \text{ кг/м}^3$	1040	1,3	1349
	Пінобетонна звукоізоляційна плита t = 0,05 м $\rho=450 \text{ кг/м}^3$	310	1,3	370
	З/б плита t = 0,12м $\rho=2600 \text{ кг/м}^3$	2760	1,2	3030
2	Всього	4280	-	4935
	Тимчасові	3900	1,2	4580
	В тому числі (27)			
	довготривалі:	2710	1,3	3523
	короткотривалі :	1090	1,3	1417
	Повне	8180		9515
	В тому числі :			
	постійні і довготривалі :	4760	-	
	короткотривалі :	1720	-	

Навантаження на 1 м довжини панелі з вирахуванням коефіцієнту надійності за призначенням $\gamma_n=1$.

розрахункове повне $q = 9515 \cdot 1,3 = 11485 \text{ Н/м} = 11,5 \text{ кН/м}$

- нормативне повне

- нормативне довго тривале $q_{п,1} = 4480 \cdot 1,3 = 5460 \text{ Н/м} = 5,5 \text{ кН/м}$

- Згинаючий момент від розрахункового навантаження

$$M = (q \cdot l^3) / 9 = (11,5 \cdot 5,9^3) / 9 = 51,1 \text{ кНм}$$

- Поперечна сила від розрахункового навантаження,

$$Q = ((q \cdot l^2) / 8 = (11,5 \cdot 5,9^2) / 2 = 32,7 \text{ кНм}$$

$$\text{Згинальний момент від нормат. наван. : } M = (9,8 \cdot 5,9^2) / 9 = 41,6 \text{ кНм}$$

Довготривалого $M_1 = (5,5 \cdot 5,9^2) / 9 = 22,9 \text{ кНм}$. Поперечна сила від повного нормативного навантаження. $Q = (9,78 \cdot 5,89) / 2 = 28,24 \text{ кНм}$

2.1.2 Розрахунок міцності нормального перерізу

Для розрах. багато-пустотної панелі переріз приводимо до двотавра висотою $h = 22,0 \text{ см}$, ширина панелі $b_{\alpha} = 120 \text{ см}$, ширина ребра $b = 20,5 \text{ см}$ і

товщиною стиснутої полиці $h_f' = 3,1$ м . Начальне попереднє напруж. арматури приймаємо $\delta_{sp} = 0,76 R_{s,ser} = 0,76 \cdot 580 = 443$ мПа , що менше $R_{s,ser} - P = 580 - 90 = 490$ мПа , але більше $0,3 R_{s,ser} = 0,2 \cdot 580 = 178$ мПа .

В данному випадку $P = 30 + 360 / l = 30 + 360 / 6 = 90$, мПа . l – відстань між звичайними гранями опор .

Розрахунок на міцність по нормативномуу перерізу проводимо відповідно до схеми.

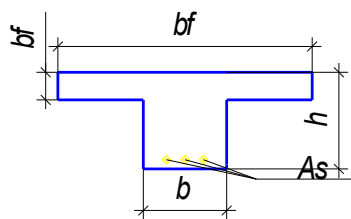


Рисунок 2.1 - Схема розрахунку міцності нормального перерізу

$C = 25$ см , отримаємо : $h_0 = h - c = 23 - 2,6 = 20,4$ см. Далі вираховуємо :

$$\omega = \alpha_1 - 0,009 R_b = 0,86 \cdot 0,009 \cdot 10,33 = 0,773$$

$$\sigma_{sp} = 1600 \cdot \sigma_{sp} / R_s - 1300 = 1400 \cdot 445 / 510 - 1400 = 106,0 \text{ мПа} .$$

$$\sigma_{sp} = R_s + 500 - \sigma_{sp} - \Delta \sigma_{sp} = 515 + 410 - 446 - 105 = 371,0 \text{ мПа}$$

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{sc}}{\sigma_{Sm}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,767}{1 + \frac{364}{500} \left(1 - \frac{0,767}{1,1}\right)} = 0,586$$

$$A_R = 0,591 (1 - 0,6 \cdot 0,587) = 0,412 .$$

Так як $M_f = R_b \cdot b_f' \cdot h_f' (h_0 - 0,5 h_f') = 10,4 \cdot 118 \cdot 3 \cdot (19,6 - 0,6 \cdot 3) \cdot 100 = 6733000$ НМм = 67,4 кНм > 56 кНм , то нейтральна вісь проходить в вершинах полиці та переріз розраховується як прямокутний , шириною :

$$b = b_f = 120 \text{ см} . A_0 = \frac{5500000}{10,35 \cdot 11,9 \cdot 19,5^2 \cdot 100} = 0,119 < A_R = 0,422$$

По таблиці $\zeta = 0,127$, $\nu = 0,98$. Коефіцієнт умов роботи арматур. підвищеної міцності можна за формулою :

$$\gamma_{s6} = \eta - (\eta - 2) (2,8 // \zeta_R - 1) \leq \eta$$

$$\gamma_{s6} = 1,2 - (1,3 - 0,127 / 0,591 - 1) = 1,3$$

Потрібна площа перерізу стержня арматури знаходиться за формулою .

$$A_s, \text{ tot} = \frac{M}{(Vh_0 R_{s, red})} = \frac{5500000}{1,2 \cdot 510 \cdot 0,937 \cdot 19,5 \cdot 100} = 5,11 \text{ cm}^2$$

Приймаємо 2 Ø 10 A 600 + 4 Ø 12 A 600 , $A_s = 6,11 \text{ cm}^2$.

2.1.3 Визначення геометричних характеристик

Відношення модулів пружності . $\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{19000}{24000} = 7,92$

Площа проведених перерізів і стат. момент відносно нижньої грані .

$$A_{red} = A + \alpha \cdot A_s = 119 - 6 \frac{3,14 \cdot 15,9^2}{4} + 7,92 \cdot 6,09 = 1484,4 \text{ cm}^2$$

$$S_{red} = S + \alpha \cdot S_s = 119,22 \cdot 11 - 6 \cdot \frac{3,14 \cdot 15,9^2}{4} \cdot 11 + 7,92 \cdot 6,09 \cdot 2,5 = 15911 \text{ cm}^2$$

Відстань від нижньої грані до центру ваги приведенного перерізу

$$y_{red} = \frac{S_{red}}{A_{red}} = \frac{15911}{1484,4} = 10,7 \text{ cm} .$$

Відстань від точки приклад зусилля в напруній арматурі до центру ваги приведенного перерізу : $l_{op} = y_{red} - a = 10,8 - 2,8 = 9,0 \text{ cm}$. Момент інерції перерізу приведенного без врахування свого моменту інерції арматури .

$$I_{red} = I + \alpha I_s = \frac{119 \cdot 22^3}{12} - 6 \frac{3,14 \cdot 15,9^4}{64} + 7,92 \cdot 6,09 \cdot 8,2^2 = 89636 \text{ cm}^4$$

Момент опору перерізу відносно нижньої грані (приведеного).

$$W_{red} = \frac{I_{red}}{y_{red}} = \frac{89636}{10,7} = 8370 \text{ cm}^3 . \text{ Відносно верхньої грані :}$$

$$W_{red}^{' } = \frac{I_{red}}{h - y_{red}} = \frac{89636}{22 - 10,7} = 7932 \text{ cm}^3$$

З метою визначення пружно-пластичних характеристик перерізу виконуємо його приведення до умовного двотавра з аналогічною площею поперечного перерізу. $A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 15,9^2}{4} = 200 \text{ cm}^2$

$$I_{red} = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{3,14 \cdot 15,9^4}{64} = 3215 \text{ cm}^4$$

За формулою момент інерції прямокутника $I = bh^3/12 = Ah_1^2/12$ визначаємо висоту прямокутного перерізу отвору : $h_1 = \sqrt{\frac{12I}{A}} = \sqrt{\frac{12 \cdot 3215}{200}} = 13,9 \text{ см.}$

Ширина звису полиці перерізу $b_{ck} = A / h_1 = 200 / 13,9 \cdot 2 = 4,3 \text{ см.}$

Ширина ребра : $b = b_{\alpha}' - 2 \text{век} = 119 - 2 \cdot 43 = 33 \text{ см}$

Висота нижньої і верхньої полиць : $h_f = h_f' = 3 + \frac{15,9 - 13,9}{2} = 4 \text{ см.}$

По таблиці $\gamma = 1,5$, тоді пружньо-пластичний момент опору відносно нижньої грані : $W_{pl} = \gamma \cdot W_{red} = 1,5 \cdot 8370 = 12500,0 \text{ см}^3$

Верхньої грані $W_{pl} = \gamma \cdot W_{red} = 1,5 \cdot 7930 = 11900,0 \text{ см}^3$

2.1.4 Втрати попереднього напруження і зусилля обтиску

Витрати до закінчення обтиску: від релаксації напружень $\sigma = 0,04 \cdot 446 = 13,4 \text{ МПа}$; від температурного перепаду втрати дорівнюють 0 .

При розрахунку довжини арматурних заготовок необхідно враховувати зменшення попереднього натягу, спричинене пружними деформаціями анкерних вузлів та піддона. Таке уточнення дозволяє компенсувати втрати напружень, які виникають на етапі натягування та закріплення арматури. У результаті забезпечується відповідність фактичного початкового напруження розрахунковим значенням і гарантується досягнення необхідного рівня попереднього обтиснення бетону після передачі зусилля., і тому $\delta_1 = 0$; $\delta_5 = 0$.

Зусилля поперечного обтиску з врахуванням цих втрат при $\gamma_{sp} = 1P =$
 $= \gamma_{sp} (\gamma_{sp} - \gamma_1) A_s$

$\gamma_{sp} = 1(144 - 13,4) \cdot 6,08 \cdot 100 = 263785 \text{ Н} = 263,8 \text{ кН.}$

Для визначення втрат від повзучості визначаємо напруження визначаємо напруження за формулою :

$$\sigma_{bp} = \frac{P}{A_{red}} = \frac{P_{ld} \cdot y}{I_{red}} = \frac{261700}{1484} + \frac{261700}{89636} \cdot 8,2 = 373 \text{ Н / см}^2 = 3,75 \text{ МПа}$$

По таблиці при $\sigma_{bp} // R_{bp} = 3,84 / 15 = 0,28 < \alpha = 0,24 + 0,024 = 0,268$

$R_{bp} = 0,24 + 0,024 \cdot 15 = 0,65,0$ – витрати від повзучості

$$\sigma_b = 0,86 + 0 \cdot \sigma_{bp} (R_{bp} - 0,86 \cdot 41 \cdot 0,28 = 9,3 \text{ МПа})$$

Одже, перші втрати, які походять до закінчення обтиску бетону.

$$\sigma_{l1} = 13,4 + 9,3 = 22,6 \text{ МПа}$$

Напруження в напруженій арматурі з врахуванням перших втрат.

$$\sigma_{sp1} = \sigma_{sp} - \sigma_{l1} = 443,0 - 22,56 = 420,6 \text{ МПа}$$

Зусилля обтиску з врахуванням перших втрат при $\gamma_{s6}=1$

$$P_1 = \gamma_{s6} (\sigma_{sp} - \sigma_{l1}) \cdot A_s = 1 \cdot 420,6 \cdot 6,1 \cdot 100,0 = 256310 \text{ Н} = 256,1 \text{ кН}$$

Напруження в бетоні після обтиску:

$$\sigma_{bp} = \frac{255110}{8484} + \frac{25110 \cdot 1,2}{89636} \cdot 8,2 = 363 \text{ Н/см}^2 = 3,6 \text{ МПа} < R_4 \cdot 0,95 = 0,95 \cdot 14 = 13,3 \text{ МПа}$$

Втрати які проходять після закінчення обтиску.

- від усадки $\sigma_{l1} = 36 \text{ МПа}$

- від повзучості $\sigma_{bp}/R_{bp} = 0,86 // 15 = 0,27 < 0,76$

$$\sigma_9 = 0,86 \cdot 160 \cdot \sigma_{bp}/R_{bp} = 0,86 \cdot 160 \cdot 0,27 = 33,2 \text{ МПа}.$$

Повна втрата напружень знаходиться за таким виразом: $\sigma_{l1} = \sigma_{l1} + \sigma_{l2} = 22,6 + 68,3 = 90,8 \text{ МПа} < 100 \text{ МПа}$

В подальших розрахунках з врахуванням всіх витрат.

$\sigma_{sp2} = \sigma_{sp} - \sigma_{l1} = 444 - 110 = 346 \text{ МПа}$. Зусилля обтиску з врахуванням всіх витрат при $\gamma_{s6}=1$

$$P_2 = \gamma_{s6} (\sigma_{sp} - \sigma_c) A_s = 1 (444 - 110) \cdot 6,09 \cdot 100 = 209978 \text{ Н} = 210,0 \text{ кН}$$

Далі в розрахунках вводять коефіцієнт точності натягу $\gamma_{s6}=1$

$$\text{При електротермічному натягуванні } \Delta\gamma_{sp} = 0,5 \frac{P}{\sigma_{sp}} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n_p}}\right) = 0,5 \frac{90}{443} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{6}}\right) = 0,14$$

$$\gamma_{sp} = 1 + \Delta\gamma_{sp} = 1 + 0,15 \text{ або } \gamma_{sp} = 1 - 0,15 = 0,85$$

2.1.5 Розрахунок міцності перерізів, нахилених до повздовжньої осі панелі

Припускаємо, що на приопоних ділянках панелі довжиною по 1,19 м, з кожної сторони ставимо по 4 каркаси ($n = 4$) з попередніми стержнями $d=4\text{мм}$, які встановлюються на відстані один від одного $S=11\text{см}$.

$$\text{Тоді } \alpha = \frac{Es}{Eb} = \frac{87000}{24000} = 7,08; \mu_w = \frac{A_{sw}}{b_s} = \frac{4 \cdot 0,126}{19,5 \cdot 10} = 0,0026$$

$$\varphi_{w1} = 1 + 5\alpha\mu_w = 1 + 5 \cdot 6,42 \cdot 0,0026 = 1,08$$

$$\varphi_{bp} = 1 + pR_{bt} = 1 - 0,001 \cdot 10,35 = 0,9$$

Так як умова $Q < 0,4 \cdot \varphi_{w1} \cdot \varphi_b \cdot R_b \cdot b \cdot h_0$ виконується

($Q = 46110 < 0,4 \cdot 1,09 \cdot 0,8 \cdot 10,36 \cdot 19,8 \cdot 19,6 \cdot 100 = 113456 \text{ Н}$) , то прийняті розміри перерізу достатні .

Для перевірки умови

$$Q \leq \varphi_{b3} \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_{00} (1 + \varphi_f + \varphi_n)$$

визначаємо по формулі коефіцієнт .

$$\varphi_n = \frac{P}{R_{bt} b h_0} \leq 0,6 ;$$

$$\varphi_n = 0,1 \frac{208887}{0,87 \cdot 19,5 \cdot 22 \cdot 100} = 0,58 > 0,6.$$

Так як умова не виконується , то необхідний розрахунок попер. арматур :

$$Q = 46220,0 \text{ Н} > 0,7 \cdot 0,82 \cdot 19,6 \cdot 19,6 (1 + 0,6) \cdot 100 = 29355 \text{ Н}$$

Цей розрахунок ведуть по слідкуючій схемі .

При попередньому заданому поперечному армуванні ($n=4$. $\alpha_k = 0,127 \text{ см}$) , вираховуємо:

$$\varphi_\alpha = \frac{0,75(b'_f - b)h'_f}{bh_0} \leq 0,6$$

$$q_{sw} = \frac{0,75(119 - 19,5)^2}{19,5 \cdot 19,5} = 0,59 > 0,5 \text{ (слід прийняти) } \varphi_\alpha = 0,6 \text{ суму коефіцієнтів}$$

$1 + \varphi_\alpha + \varphi_n = 1,6$) і по формулі

$$C_0 = \sqrt{\varphi_{b2} + (1 + \varphi_\alpha + \varphi_n) R_{bt} b h_0^2 / q_{sw}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (1 + 0,5 + 0) \cdot 0,61 \cdot 19,5^2 \cdot 100}{1336}} = 37,3 \text{ см} .$$

Так як $c_0 = 37,4 \text{ см} < 2h_0 = 2 \cdot 19,6 = 38,0 \text{ см}$, то q_{sw} вираховуємо по формулі .

$$q_{sw} = \frac{Q_2}{4\varphi_{b2} (1 + \varphi_\alpha + \varphi_n) R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2};$$

$$q_{sw} = \frac{46110^2}{4 \cdot 2 \cdot (1 + 0,5 + 0) 0,91 \cdot 19,5 \cdot 19,5^2 \cdot 100} = 194 \text{ Н / м}$$

Потрібний максимальний крок поперечних стержнів розраховуємо по формулі $S = \frac{n \cdot R_{sw} \cdot f_n}{q_{sw}} = \frac{265 \cdot 4 \cdot 0,126 \cdot 100}{194} = 64 \text{ см.}$

Максимальна допустима величина визначається так:

$$S_{\max} = \frac{0,75 \cdot \varphi_{b2} (1 + \varphi_a + \varphi_n) R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{Q}; S_{\max} = \frac{0,75 \cdot 2(1 + 0,5 + 0) \cdot 0,01 \cdot 1,95 \cdot 19,5^2 \cdot 100}{46110} = 37 \text{ см}$$

Прийнятий раніше крок армування $S = 11 \text{ см}$ не перевищує значення, отриманого за результатами розрахунку, а також є меншим за допустимий максимальний крок. Тому його доцільно залишити без змін.

2.1.6 Розрахунок по утворенню тріщин нормальних по поздовжній осі панелі

При розрахунку моменту тріщиноутворення спочатку визначається величина найбільших стискаючих напружень у бетоні стиснутої частини перерізу.

$$\sigma_b = \frac{M}{I_{red}} y + \frac{P_2}{A_{red}} - \frac{P_2 l_{0p}}{I_{red}} y;$$

$$\sigma_b = \frac{56800}{89636 \cdot 100} (22 - 10,7) + \frac{208887}{1484 \cdot 100} - \frac{208887 \cdot 8,2}{89636 \cdot 100} (22 - 10,7) = 5,1 \text{ МПа}$$

$$\text{коефіцієнт } \varphi = 1,7 - \frac{\sigma_1}{R_{bred}} = 1,6 - \frac{5,1}{15} = 1,26 > 1. \text{ Приймаємо } \varphi = 1,0$$

$$\text{Відстань } r = \varphi \frac{W_{red}}{A_{red}} = 1 - \frac{8370}{1484} = 5,6 \text{ см. Момент тріщиноутворення :}$$

$$M_{crc} = R_{br,ser} W_{0l} + \gamma_{sp} P_2 (l_{0p} + r);$$

$$M_{crc} = 1,6 \cdot 12500 \cdot 100 + 0,86 \cdot 208887 \cdot (8,2 + 5,6) = 42,25 \text{ кНм}$$

$$M = 57,6 \text{ кНм}$$

$$M_{crc} = 42,25 < M = 56,8 \text{ кНм}$$

У нормальному перерізі, розташованому перпендикулярно до поздовжньої осі елемента, виникають тріщини. У зв'язку з цим необхідно виконати перевірку конструкції за шириною їх розкриття.

2.1.7 Розрахунок по розкриттю тріщин похилих д повздожньої осі , на рівні поперечного армування

Розрахунок ведемо за формулою $a_{cr} = \varphi \cdot \eta \cdot \delta \cdot \lambda \cdot \frac{\sigma_{sp}}{E_s} \cdot d_s$;

де φ – коефіцієнт о приймається рівним :

при короткочасній дії навантаження $\varphi = 1,1$.

при довготривалій дії навантаження $\varphi = 1,5$.

Коефіцієнт $\eta = 1,4$ – для стержневої арматури гладкої .

Коефіцієнт δ визначається за формулою : $\delta = \frac{\alpha}{\varphi_d (1 + 2\alpha\mu_{s\omega})}$;

де $\alpha = E_{so} / E_b = 18 \cdot 10^5 / 25 \cdot 10^3 = 7.09$.

$\varphi_d = 1,0$.

$\mu_{s\omega} = A_{so} / b \cdot s = 7.09 / 34 \cdot 11 = 0.0017$,

Визначаємо :

$$\delta = \frac{7.08}{1,0(1 + 2 \cdot 7,08 \cdot 0,018)} = 6,052.$$

Коефіцієнт визначається за наступною формулою $\lambda = 2 \cdot (1 - \frac{1}{e^\omega}) \leq 1,45$

в який коефіцієнт визначається за формулою $\omega = \frac{5 + 0.6 \frac{\sigma_{SR}}{R_{bt}}}{\delta} \leq 0.5 \frac{0.5(h_0 - a')}{d_\omega \cdot s}$;

де d_ω – діаметр хомутів.

Напруження в хомутах визначаються за формулою : $\sigma_{sp} = \frac{Q - Q_{b1}}{\varphi_{sp} - A_{s\omega} h_0} \cdot s \leq R_{s,ser}$;

$Q = Q_n = 33,60$ – від короткочас. дії всього нормат. навантаження.;

$Q = Q_n = 28,0$ кН - від тривалої дії довготривалого і постійного навантаження

Q_{b1} визначається за формулою

$$\varphi_{b3} (1 + \varphi_n) R_{bt,ser} \cdot b \cdot h_0 \leq Q_{b1} \leq 2,5 R_{bt,ser} b \cdot h_0 ;$$

Обчислюємо $Q_{b1, \max} = 2,5 \varphi_{b3} (1 + \varphi_n) R_{bt,ser} \cdot b \cdot h_0 = 2,5 \cdot 1,4 \cdot 14.0 \cdot 33 \cdot 10^{-1} = 161.7 \text{ кН}$

$$Q_{b1, \min} = \varphi_{b3} (1 + \varphi_n) R_{bt,ser} \cdot b \cdot h_0 = 0.6 \cdot (1 + 0) \cdot 1,4 \cdot 14.0 \cdot 33 \cdot 10^{-1} = 47.52 \text{ кН}$$

Приймаємо $Q_{b1} = Q_{b1, \min} = 47.52$ кН.

Коефіцієнт $\phi_{s\omega}$ визначаємо по формулі $\phi_{s\omega}=0,45 + 50 \mu_{s\omega}=0,45 + 50 \cdot 0,0018=0,508$

Обчислюємо напруження $\sigma_{s\omega}$:

- від короткочасного дії всього нормативного навантаженням

$$\sigma_{s\omega} = \frac{33.60 - 47.52 \cdot 10}{0.54 \cdot 0.566 \cdot 33} \cdot 10 < 0$$

З розрахунку видно що похилі тріщини на рівні арматури не з'являються ;

- від тривалої дії постійного і довготривалого навантаження : так

$Q = 28.0 \text{ кН} < Q_{\min} = 47.52 \text{ кН}$, це означає , що $\sigma_{s\omega} < 0$, тобто похилі тріщини і від цього навантаження не утворюються .

2.1.8 Розрахунок по утворенню тріщини нахилених до повздовжньої осі панелі

Даний розрахунок виконується для перерізу, розташованого поблизу опорної грані на рівні центра ваги конструкції. При цьому визначається приведений статичний момент частини поперечного перерізу відносно осі, що проходить через центр ваги приведенного перерізу.

$$S_{red} = 120 \cdot 4,1(11,4 - 4/3) + 34 \cdot 7,2 \cdot 3,71 = 5401 \text{ см}^4$$

Далі визначаємо дотичні напруження на рівні центру ваги перерізу по формулі :

$$t_{xy} = \frac{Q - \sum \sigma_{sp} \cdot A_{sp} \cdot \sin \gamma}{I_{red} b} S_{red} = \frac{31900 - 58096}{39636 \cdot 33 \cdot 100} = 0,57 \text{ МПа}$$

Нормативне напруження на то муж рівні по формулі.

$$\sigma_x = -\frac{P_2}{A_{red}} + y \cdot P_{2l0p} / I_{red} - y \mu / I_{red} = \frac{179643}{1484,4} + 0 + 0 = 1,2 \text{ МПа}.$$

$$\sigma_y = 0$$

Головні розтягуючі зусилля :

$$\sigma_{mt} = (\sigma_x + \sigma_y) / 2 \pm \sqrt{[(\sigma_x - \sigma_y) / 2]^2 + t_{xy}^2} = \sqrt{\frac{1,2 + 0}{2} + \frac{1,2^2}{2} + 0,57^2} = 1,43 \text{ МПа}$$

Головні стискаючі зусилля

$$\sigma_{mc} = \frac{1,2+0}{2} - \sqrt{\left(\frac{1,2-0}{2}\right)^2 + 0,57^2} = 0,23 \text{ МПа}$$

$$\text{Визначаємо коефіцієнти} \cdot \gamma_{b4} = \frac{1 - \sigma_{mc} / R_{b,ser}}{0,2 + \alpha_1 \cdot \beta} \leq 1 ;$$

$$\gamma_{b4} = \frac{1 - 0,23/15}{0,2 + 0,01 \cdot 20} = 2,4 > 1$$

Приймаємо $\gamma_{b4} = 1$. Умова $\sigma_{mt} \gamma_{b4} \cdot R_{bt,ser}$ не виконується.

$\sigma_{mt} = 1,43 \leq 1 \cdot 1,5 = 1,5$ МПа). Це означає тріщини що похилі можуть з'явитися. Але враховуючи незначні перевищення σ_{mt} на $\sigma_{bn} R_{bt, ser}$. Ширина цих тріщин буде допустима тому розрахунок по розкриттю тріщин не потрібен .

2.1.9 Розрахунок за деформаціями

Прогин в середині прольоту плити визначають за формулою $f = sl_0 \cdot (1/r)$,

опертої балки при рівномірно розподіленому навантаженні $s = 5/49$,

Граничний прогин для ребристої плити становить $[f] = 2,6$ (см).

Повна кривизна $1/r$ всередині прольоту плити визначається за формулою

$$1/r = (1/r)_1 - (1/r)_2 - (1/r)_3,$$

де $(1/r)_1$ - кривизна від короткочасної дії всього навантаження;

$(1/r)_2$ - кривизна від короткочасної дії постійного і довготривалого навантаження;

$(1/r)_3$ - кривизна від тривалої дії постійного і довготривалого навантаження.

$$\text{Кривизни } (1/r)_1, (1/r)_2, (1/r)_3 \text{ визначаються за формулою } 1/r = \frac{M \cdot \psi_s}{Z \cdot A_s \cdot E_s \cdot (h_o - x)},$$

при цьому $(1/r)_1$ і $(1/r)_2$ визначаємо при значенні ψ_s , що відповідає короткочас. дії навантаження, а $(1/r)_3$ - при ψ_s , що відповідає тривалій дії навантаження.

Коефіцієнт ψ_s , що також враховує роботу розтягнутого бетону на ділянках між тріщинами, ми визначаємо за формулою $\psi_s = 1,25 - \varphi_{ls} \cdot \varphi_m \leq 1,0$, тут φ_{ls}

коефіцієнт, що враховує тривалість дії зовнішнього навантаження $\varphi_{ls1} = \varphi_{ls2} = 1,1$;
 $\varphi_{ls3} = 0,8$.

Коефіцієнт φ_m визначається за формулою $\varphi_m = \frac{R_{bt,ser} \cdot W_{pl}}{M_r} \leq 1,0$,

тут M_r - нормативне значення згинального моменту від відповідного навантаження, а саме: $M_{r1} = 48,8 \text{ кН}\cdot\text{м}$, $M_{r2} = M_{r3} = 40,8 \text{ кН}\cdot\text{м}$

Пружно-пластичний момент опору поперечного перерізу відносно нижнього краю елемента визначається за відповідною розрахунковою залежністю. $W_{pl} = \gamma \cdot W_{red}$,

де $\gamma = 1,86$ для таврового перерізу з полчкою в стиснутій зоні бетону.

Момент опору приведенного поперечного перерізу по нижній зоні $W_{red} = I_{red} / Y_o$.

Для обчислення I_{red} і Y_o визначаємо площу приведенного перерізу.

При $\alpha = E_s / E_b = 17 \cdot 10^4 / 24 \cdot 10^3 = 7,03$.

$$A_{red} = A + \alpha \cdot A_s = b_f' \cdot h_f' + b \cdot (h - h_f') + \alpha \cdot A_s =$$

$$= 145 \cdot 2,3 + 16 \cdot ((31 - 6)) + 7,3 \cdot 6,15 = 11341 (\text{см}^2)$$

Статичний момент приведенного перерізу відносно нижньої грані

$$S_{red} = b_f' \cdot h_f' \cdot (h - 0,5 \cdot h_f') + b \cdot (h - h_f') \cdot 0,5 \cdot (h - h_f') + \alpha \cdot A_s \cdot a =$$

$$= 144 \cdot 5 \cdot (30 - 0,5 \cdot 5) + 15(30 - 5) \cdot 0,5 \cdot (30 - 5) + 7,03 \cdot 6,14 = 24889 (\text{см}^3)$$

Відстань від нижньої грані до центра ваги приведенного перерізу

$$Y_o = S_{red} / A_{red} = 24889 / 1137 = 21,89 \text{ см}$$

Момент інерції приведенного перерізу відносно його центра ваги

$$I_{red} = b_f' \cdot (h_f')^3 / 12 + b_f' \cdot h_f' \cdot (h - 0,5 \cdot h_f' - y_o)^2 + b \cdot (h - h_f')^3 / 12 + b \cdot (h - h_f') \cdot$$

$$\cdot (h - 0,5 \cdot h_f' - y_o)^2 + \alpha \cdot A_s \cdot (y_o - \alpha)^2 = 145 \cdot 5^4 / 12 + 145 \cdot 6 \cdot ((31 - 0,6 \cdot 5 - 22,910))^2 + 16 \cdot$$

$$(31 - 6)^3 / 12 + 16 \cdot (31 - 6) \cdot (31 - 0,6 - 22,91)^3 + 7,04 \cdot 6,15(22,91 - 4)^2 = 76321 \text{ см}^4$$

Обчислюємо:

$$W_{red} = 75968 / 21,89 = 3470,44 \text{ см}^3$$

$$W_{p1} = 1,75 \cdot 3470,44 = 6073,27$$

$$\varphi_{m1} = 1,6 \cdot 100 \cdot 6073,2 / 48,8 \cdot 10^5 = 0,2$$

$$\varphi_{m2} = 1,6 \cdot 100 \cdot 6073,27 / 40,8 \cdot 10^5 = 0,23$$

$$\psi_{s1} = 1,25 - 1,1 \cdot 0,2 = 1,03 > 1,0 \text{ приймаємо } \psi_{s1} = 1,0$$

$$\psi_{s2} = 1,25 - 1,1 \cdot 0,24 = 0,986$$

$$\psi_{s3} = 1,25 - 0,8 \cdot 0,24 = 1,05 > 1,0 \text{ приймаємо } \psi_{s1} = 1,0 .$$

З метою спрощення розрахункових процедур допускається прийняти висоту стиснутої зони бетону рівною товщині полицки. Таке припущення практично не впливає на точність отриманих результатів і не призводить до суттєвих похибок., тобто $x = h_f'$

$$\text{тоді } z = h_o - 0,5 \cdot h_f' = 18 - 0,5 \cdot 4 = 16,0 \text{ см}$$

Обчислюємо

$$(1/r)_1 = (48,8 \cdot 10^5 \cdot 1,0) / (14,5 \cdot 6,16 \cdot 10^6 \cdot (14-5)) = 6,07 \cdot 10^{-5}$$

$$(1/r)_2 = (40,8 \cdot 10^5 \cdot 0,986) / (14,5 \cdot 6,16 \cdot 10^6 \cdot (14-5)) = 5,04 \cdot 10^{-5}$$

$$(1/r)_3 = (40,8 \cdot 10^5 \cdot 1,0) / (14,5 \cdot 6,16 \cdot 10^6 \cdot (14-5)) = 5,28 \cdot 10^{-5}$$

$$(1/r) = (6,07 - 5,04 + 5,28) \cdot 10^{-5} = 6,31 \cdot 10^{-5} \text{ (1/см)}$$

Кінцевий прогин плити в середині її прольоту

$$f = 5 / 48 \cdot 553^2 \cdot 7,53 \cdot 10^{-5} = 2,37 \text{ см } f] = 2,5 \text{ см}$$

тобто жорсткість плити достатня.

2.1.10 Перевірка міцності панелі на зусилля які виникають в стадії виготовлення

Для забезпечення безпечного монтажу підйомні петлі розміщують на відстані 400 мм від торцевих граней панелі. Аналогічні точки використовують для встановлення опорних підкладок під час транспортування і складування виробів.

Розрахункова схема враховує вплив власної ваги залізобетонної панелі з поправкою на динамічний характер навантаження (коефіцієнт 1,1), а також дію сил попереднього обтиснення. Згинальний момент у приопорній зоні монтажних петель визначається за умов роботи конструкції під час її підйому краном, перевезення та зберігання на складі.

$$M_g = \frac{3000 \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 0,4^2}{2} = 518 \text{ Нм} = 0,52 \text{ кНм}$$

Зусилля обтиску в граничному стані

$$P = (\gamma_{bp} - \gamma_{sp1} - 330) A_{sp} = (1,14 - 420,5 - 330) \cdot 6,09 \cdot 100 = 89900 \text{ Н} = 89,9 \text{ кН}$$

Згинальний момент від дії зазначеного зусилля визначається відносно осі, що проходить через точку прикладання сил у розтягнутій зоні перерізу на стадіях виготовлення, монтажу та транспортування конструкції.

$$M_p = P(h_0 - a) = 89,9(19,5 - 2,2) = 1555 \text{ Нм} = 15,6 \text{ кНм}.$$

Сумарний момент :

$$M = M_q + M_p = 0,52 + 15,55 = 16,07 \text{ кНм}$$

Для сприйняття цього моменту вверху ставиться сітка, яка має повздовжні стержні 7Ø3 Вр-I. Крім того панель має 4 – каркаси, з верхніми стержнями

4Ø5 Вр – I, таким чином площа розтягнутої площі при виготовленні, монтажу і транспортуванні арматури.

$$A_{s'} = 1,28 \text{ см}^2$$

Арматура в нижній стиснутій зоні складається з нижніх стержнів при опорних каркасів : 4Ø 5 Вр – I ($A_{s'} = 0,79 \text{ см}^2$)

Перевірку міцності проводимо так як при позacentровому стиску, приймаючи $\eta = 1$

Висота стиснутої зони :

$$\chi = \frac{p + R_s A_s - R_{sc} \cdot A_{s'}}{R_{br}^n \cdot b_f'} = \frac{89900 + 360 \cdot 1,28100 - 0,79 \cdot 100}{9,72 \cdot 119 \cdot 100} = 0,9 \text{ см} < h f' = 3 \text{ см}$$

Нейтральна вісь проходить в полицю і несуча здатність рівна.

$$N_{adm} = \frac{R_b^2 \cdot b(h_0 - 0,5x) + R_{sc} A_s' \cdot z}{l} =$$

$$\frac{9,72 \cdot 119 \cdot 0,9(22 - 0,5 \cdot 22 \cdot 0,3) \cdot 100 + 360 \cdot 0,79 \cdot 100(19,5 - 2,2)}{19,5 \cdot 2,2} = 144877H = 144,9kH$$

З даного виразу випливає , що з урахуванням всіх попередніх розрахунків несуча здатність конструкції забезпечена.

Розрахунок підйомних петель.

При підйомі панелі вся її вага може бути передана на дві петлі

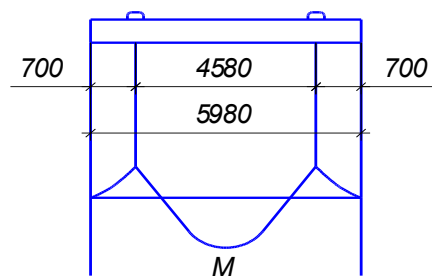


Рисунок 2.2- Розрахунок підйомних петель

$$q = 0,11 \times 1,2 \times 25 \times 1,4 \times 6 = 27,72 \text{ кНм}$$

$$N = \frac{27720 \cdot 4,58 \cdot 10}{2} = 634788H$$

Площа перерізу арматурних петель .

$$A_s = \frac{N}{R_s} = \frac{634788}{225 \cdot 100} = 0,28 \text{ см}^2$$

Приймаємо Ø10 А-I ($A_s=1,57 \text{ см}^2$)

2. 2 Розрахунок збірного залізобетонного маршу

Виконати розрахунок несучої здатності та розробити конструктивне рішення залізобетонного сходового маршу шириною 1,3 м, призначеного для житлового будинку. Висота поверху 2,8 м .

Нахильний кут марш. $\alpha=35^0$ ($i = 1,75$) ;

Східці 15 x 30 см . Марка бетону М300 , арматури В-І для каркасів , В – І для сіток .

$R_{bn} = 22$ МПа , $R_{b, ser} = 22$ МПа.

$R_{bt} = 1,8$ МПа , $R_b = 17$ МПа.

$R_{bt} = 1,2$ МПа.

$E_b = 32,5 \cdot 10^3$ МПа.

$P_{sp} = 395$ МПа. $R_s = 360$ МПа. $R_{sc} = 360$ МПа.

2.2.1. Визначення навантаження і зусилля

Тискові марші мають вагу по Каталогі «індустріальних» виробів для житл. будівництва (ИИ - 03) дорівнює

($q^2 = 3,5$ кН /м²) горизонтальні проекції .

Тимчасове нормат. навантаження для сходових кліток житлового будинку .

Коефіцієнт надійності за навантаженнями ($\gamma_f = 1,3$)

Розрахункове навант. на 1 погонний м маршу .

$q = (q^{Hn} + p^{Hn})a = (3,7 \cdot 1,2 + 3 \cdot 1,5)1,3 = 10373$ кН/м

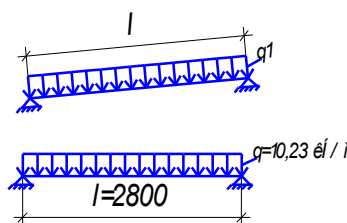


Рисунок 2.3 - До розрахунку сходового маршу розрахункова схема

$$q_1 = q \cdot \cos \alpha$$

$$l_1 = l / \cos \alpha$$

$$q_1 = 10,27 \cos 30^0 = 8,85 \text{ кН/м}$$

$$l_1 = 2800 / \cos 30^\circ = 323,3$$

Розрах. згинальн. момент прольоту маршу (в середині).

$$M = \frac{ql^2}{8} - \frac{10,23 \cdot 2,8^2}{8} = 10,03 \text{ кНм}$$

Поперечна сила при опорі

$$Q = \frac{ql}{2} = \frac{10,23 \cdot 2,8}{2} = 14,32 \text{ кН}$$

2.2.2 Попереднє призначення розмірів перерізу маршу

Для форм заводського виготовлення приймаємо товщину плити по перерізу меж східцями

$h_n' = 40 \text{ мм}$, висота ребер костурів $h = 160 \text{ мм}$, товщина ребер $b_p = 75 \text{ мм}$.

Дійсний переріз маршу замінюється на переріз розрахунковий тавровий з полицею в стиснутій зоні .

$$b = 2 b_p = 2 \cdot 75 = 150 \text{ мм.}$$

Ширина полиці b_p' при відсутності поперечних ребер приймається не більше

$$b_f = 2 (l/6) + b = 2(270/6) + 16 = 109,5 \text{ см , або}$$

$$b_f' = 12 h_f' + b = 12 \cdot 3 + 17 = 55 \text{ см}$$

За розрах. приймаємо менше із значень ($b_f' = 50 \text{ см}$) .

2.2.3 Підбір перерізу поздовжньої арматури .

Встановлюємо розрах. випадок для таврового перерізу ($x - h_n'$) .

при ($M \leq R_{np} \cdot m_{\delta 1} \cdot b_n' \cdot b_n' (h_0 - 0,5 h') \cdot \eta$) нейтральна вісь проходить в полиці .

$$1000000 < 13,3 \cdot 100 \cdot 0,83 \cdot 52 \cdot 3 (14,5 \cdot 3 (15,5 \cdot 0,5 \cdot 3)) = 2400 \text{ 000 Нм ;}$$

Виконується Умова ; розрах. арматури виконуємо за формулами для прямокутних перерізів шириною $b_n' = 53 \text{ см}$.

Вираховуємо :

$$A_0 = \frac{M}{R_{np} m_{b1} b_n h_0^2} = \frac{1000000}{13,5 \cdot (100) \cdot 0,85 \cdot 52 \cdot 14,5^2} = 0,095H$$

По табл. знаходимо $\eta = 0,98$; $\zeta = 0,1$

$$F_a = M / \eta h_0 R_s = 1 \cdot 10^6 / (0,98 \cdot 14,5 \cdot 370 \cdot 100) = 0,39 \text{ см}^2$$

Приймаємо 2 $\varnothing 5$ ВрІ , $F_a = 0,39 \text{ см}^2$

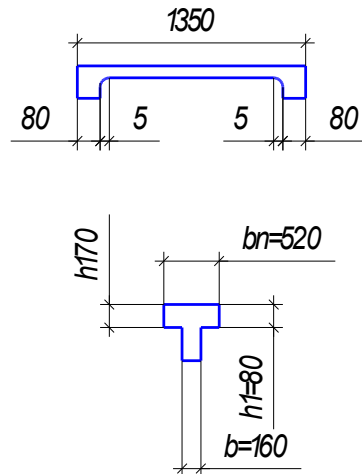


Рисунок 2.4 - До розрахунку сходового маршу - приведений і фактичний переріз

Встановлюємо в кожному ребрі по одному каркасу К -1 (плоскому

2.2.4 Розрахунок похилого перерізу на дію поперечних сили

Перевіряємо умову :

$$Q \leq 0,35 R_{np} \cdot m_{\delta 1} \cdot b \cdot h_0 ;$$

$$14500 < 0,37 \cdot 12,5 \cdot 100 \cdot 0,85 \cdot 16 \cdot 14,5 = 94000 \text{ Н}$$

Дана умова вик. , прийняті розміри перерізу ребер достатні .

Перевіряємо умову :

$$Q \leq b_1 R_{np} \cdot m_{\delta 1} \cdot b \cdot b \cdot h_0 ;$$

$$14500 > 0,7 \cdot 1 \cdot 100 \cdot 0,45 \cdot 16 \cdot 13,5 = 11700 \text{ Н}$$

Умова міцності виконується. Для забезпечення роботи конструкції виконується розрахунок поперечної арматури. Поперечне армування призначається на ділянці 1/4 прольоту від опори, де в розрахунковому перерізі діє відповідна поперечна сила.

$$Q_1 = Q \cdot q l / 4 = 14000 - (10200 \cdot 2,8) / 4 = 6860 \text{ Н} < 11800 \text{ Н}$$

В середній частині ребер поперечну арматуру розміщують конструктивно , з кроком 200мм , з процентом армування 0,42 %

В 1 / 4 призначаємо із конструктивних міркувань поперечні стержні Ø6мм А240 крок $u=80\text{мм}$ (не більше $h/2 = 170/2 = 85 \text{ мм}$) ;

$$f_x = 0,283 \text{ см}^2 \text{ R}=170 \text{ МПа} ; \text{ для двох каркасів } n = 2 ; F_x = 0,283 \times 2 = 0,566 \text{ см}^2$$

Прийнятий крок $u=80\text{мм}$ задовольняє також умову .

$$U_{\max} = \frac{0,75 \cdot k_2 \cdot R_p \cdot b \cdot h_0^2}{Q} = \frac{0,75 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 100 \cdot 16 \cdot 14,5^2}{14000} = 31,6 \text{ см}$$

Вираховуємо значення зусилля , яке сприймається поперечними стержнями на одиницю довжини маршу , за формулою .

$$q_x = \frac{R_{ax} \cdot F_x}{U} = \frac{175 \cdot 100 \cdot 0,566}{8} = 1238 \text{ Н / см}$$

Поперечна сила , яка сприймається бетоном і поперечними стержнями , вираховується за формулою :

$$Q_{x\delta} = 2 \sqrt{b_2 \cdot b \cdot h_0^2 R_p \cdot m \delta 1 \cdot q_x} = 2 \sqrt{2 \cdot 16 \cdot 14,5^2 \cdot 1 \cdot 100 \cdot 0,85 \cdot 1238} = 26800 \text{ Н} > Q = 14000 \text{ Н}$$

Умова міцності виконується, тому несуча здатність маршу за похилим перерізом є достатньою. Армування плити маршу передбачається зварною сіткою зі стержнів діаметром 4–6 мм, розташованих з кроком 100–300 мм. Монолітна плита конструктивно об'єднана зі сходами, які також підлягають конструктивному армуванню, що забезпечує необхідну несучу здатність сходового маршу в цілому.

Сходи, які спираються на косоури, розглядаються як вільно оперті балки трикутного перерізу. Робочу арматуру сходок призначають з урахуванням монтажних і транспортних навантажень, а також довжини сходки. Для забезпечення просторової жорсткості та спільної роботи елементів конструкції застосовується відповідне конструктивне армування.

призначають в залежності від довжини сходів $l_{\text{см}}$:

Хомути виконуються з арматури $d=4-6 \text{ мм}$ з кроком 20 см

До кінцівок повздовжн. стержнів потрібно приварити по 2 анкер. стержня

Діаметром $d_a = 0,5d = 0,5 \cdot 18 = 9 \text{ (мм)}$. В такому випад. розрах. не проводиться по (міцності перерізу) нахилених до повздовжньої осі, та по моменту.

2.2.5 Розрахунок за другою групою граничних станів

Розрахунок починаємо з визначення геометр. характеристик при ($\alpha = 0,92$)

Приведена площа

$$A_{red} = A + \alpha A_s = 53 \cdot 8 + 9 \cdot 6 \cdot 15 + 17 \cdot 8 + 9 \cdot 53 \cdot 3,0 = 734,851 \text{ см}^2$$

Момент Статичний відносно грані (нижньої).

$$S = S + \alpha S_s = 52 \cdot 8 \cdot 24,5 + 17 \cdot 9 \cdot 5 \cdot 16,7 + 16 \cdot 8 \cdot 3,5 \cdot 9,62 \cdot 3 = 14591$$

Момент інерції приведений.

$$I_{red} = I + \alpha I_s = \frac{52 \cdot 8^3}{12} + 52 \cdot 8 \cdot 8,5^2 + \frac{9 \cdot 5 \cdot 19^3}{12} + 9,5 \cdot 17 \cdot 3,08 \cdot 16^2 = 152.961 \text{ см}^4$$

Момент опору відносно нижньої грані

$$W_{red} = I_{red} / y_{red} = 152.461 / 21 = 7601.67 \text{ см}^3$$

Пружньо – пластичний момент при ($\gamma = 1,5$.)

$$W_{red} = I_{red} / y_{red} = 153.961 / 21 = 7600.77 \text{ см}^3$$

Пружньо – пластичний момент при $\gamma = 1,5$.

$$W_{pl} = \gamma W_{red} = 1,5 \cdot 7700 = 9121.18 \text{ см}^3$$

Перевіряємо умову

$$M_r = M_n = 14.02 \text{ кН} \cdot \text{м} < M_{cr} = R_{bt} \cdot W_{pl} = 21 \cdot 9121.18 \cdot 100 = 19.46 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Перевіркою встановлено, що в перерізі лобового ребра умова тріщиностійкості виконується. Утворення тріщин при дії розрахункових навантажень не прогнозується, тому подальший розрахунок ширини їх розкриття не виконується.

РОЗДІЛ 3

ВИРОБНИЧО – ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ

3.1 Вибір раціонального способу виробництва робіт на основі порівняння варіантів

Для розробки котлованів використовуємо одноківшовий екскаватор із зворотною лопатою.

Розробку ґрунту ведемо під стрічкові фундаменти. Вибираємо екскаватор по технічних параметрах:

Е – 302 Б з ємністю ковша 0,4 м² ; Е – 5015 А з ємністю ковша 0,5 м² ;

$V_k = 2121 \text{ м}^2$

Зміна продуктивності екскаваторів: Е – 5015 А – 121 м²/дм;

Е-302 Б – 143 м²/дм.

Собівартість екскаватора визначаємо за формулою:

$$C = E + \left(\frac{E_{\text{річн}}}{T_{\text{річн}}} + E_{\text{зм}} \right) \cdot T_{\phi}, \text{ де}$$

Е – одночасні витрати;

Е_{зм} – змінні експлуатаційні витрати;

Е_{річ} – амортизаційні витрати;

Т_{річ} – число м/зм роботи екскаватора в рік;

Т_ф – число м/зм роботи екскаватора на об'єкті.

Таблиця 3.1 – Розрахунок ґрунту під стрічкові фундаменти

Екскаватор	Е _{річ}	Е _{зм}	Т _{річ}	Т _ф	Е	Об'єм робіт
Е – 302 Б	2360	10,93	400	2,75	3,60	394
Е – 6016 А	2144	9,60	400	3,25	14,40	394

Тривалість роботи на об'єкті:

$$\text{Е – 5015 А} \quad T_{\phi} = \frac{394}{121} = 3,25 \text{ м/зм}$$

$$\text{Е – 302 Б} \quad T_{\phi} = \frac{394}{143} = 2,75 \text{ м/зм}$$

Собівартість екскаватора:

$$E - 5015 A \quad C = 14,40 + \left(\frac{2144}{400} + 9,60 \right) \cdot 3,25 = 63,02 \text{ грн.}$$

$$E - 302 B \quad C = 14,40 + \left(\frac{2360}{400} + 10,93 \right) \cdot 2,15 = 49,88 \text{ грн.}$$

По собівартості і тривалості роботи екскаватора приймаємо екскаватор із зворотною лопатою і ємністю ковша $0,4 \text{ м}^3$ – E – 302 Б.

3.2 Визначення потреби в будівельних машинах, механізмах і транспортних засобах

Підбір автосамоскидів. Кількість потрібних автосамоскидів: $N_{TP} = \frac{T_y}{t_n}$;

$$T_y = t_n + \frac{2L}{v_{cp}} + t_{pm} + t_m,$$

$$t_n = \frac{M}{n_t \cdot K_T} = \frac{Q \cdot n_t \cdot K_T}{q \cdot K_e} \text{ де } L = 3 \text{ км; } v = 30 \text{ км/ч; } t_{pm} = 1,9 \text{ кв. ; } t_m = 2 \text{ хв.}$$

$$Q = 10 \text{ м}^3; q = 0,4 \text{ м}^3 K_T = 0,9$$

$$n_T = 60 \cdot \frac{K_e}{t_y} = 60 \cdot \frac{0,8}{15} = 3,2; t_n = \frac{0,9}{0,21} = 4,28$$

$$t_n = \frac{10 \cdot 3,2 \cdot 0,9}{0,4 \cdot 4,28} = 17;$$

$$T_y = 17 + \frac{2 \cdot 3}{30/60} + 1,9 + 2 = 32,9 (\text{кв})$$

$$T_y = \frac{32,9}{17} = 1,94 \approx 2 \text{ шт.}$$

Приймаємо 2 автосамоскиди марки КАМАЗ-5511.

До комплекту машин також входять: бульдозер 493; причіпний каток ДУ-16 з колісним тягачем МАЗ-529Е.

3.3 Підбір монтажного крана

Для виконання монтажних робіт на об'єкті здійснено вибір вантажопідіймального механізму з урахуванням геометричних параметрів будівлі та маси збірних конструкцій. Проектований будинок має максимальну висоту 14,5 м, ширину 33 м та довжину 80 м.

Для монтажу конструкцій прийнято самохідний повноповоротний гусеничний кран марки СКГ-160, технічні характеристики якого забезпечують виконання всіх монтажних операцій у межах будівельного майданчика.

Основні технічні параметри крана:

- максимальна висота підйому гака при найбільшому вильоті основної стріли – 18 м;
- найбільший виліт гака при роботі з гуськом – 38 м;
- вантажопідйомність на максимальному вильоті основної стріли – 8,7 т;
- довжина основної стріли – 30 м;
- база крана – 7,1 м;
- довжина гусеничного ходу – 8,42 м;
- живлення від зовнішньої електромережі;
- потужність електродвигуна – 237 кВт.

Обраний кран СКГ-160 відповідає вимогам щодо висоти підйому, робочого вильоту та вантажопідйомності, що забезпечує безпечне та ефективне виконання монтажних робіт на даному об'єкті.

Монтажні характеристики крана.

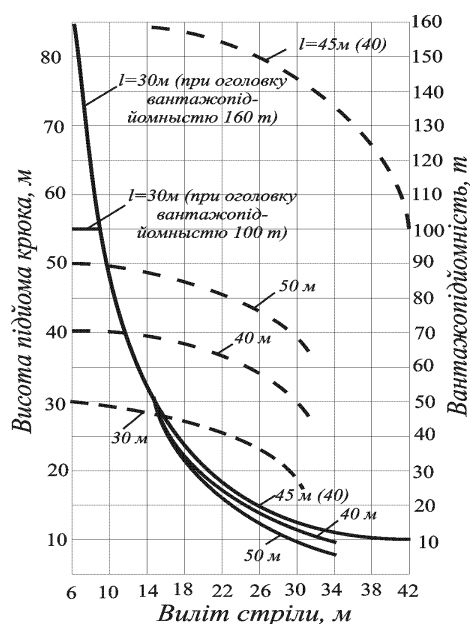


Рисунок 3.1 – Монтажні характеристики крана

3.4 Калькуляція трудових витрат на влаштування монолітної з/б балки

Таблиця 3.2 – Трудові витрати на влаштування монолітної з/б балки

Обгр. по ЕНіР	Назва робіт	Обсяг робіт		Склад ланки	Норма часу (люд.- год.)	Трудо- містк. (люд.- год.)	Розділ ЄРОР, грн.	Зар плата грн.
		Один. виміру	Кільк ість					
Е 6-13	Улаштування риштувань	100 м ²	1,32	Тесляр 4р – 1л 3р – 1л	4,89	0,85	ЄРОР 10- 75	1,15
Б4-1-37	Улаштування опалубки	1 м ²	115,2	Слюсар 4р – 1л 3р – 1л	0,39	5,93	ЄРОР 9- 107	14,2
Е4-1-49	Влаштування арматури вол.	1т	0,352	Арма- турщ. 4р – 1л 2р – 3л	2,4	0,84	ЄРОР 9- 199	18,3
Е4-1-44	Бетонування балки гл. залу	1 м ³	9,89	Бетонув4 р - 1л. 2р – 1л	0,42	0,55	ЄРОР 6- 161	8,76
Е4-1-37	Розбір опалубки	1 м ²	115,2	Слюсар 4р – 1л 3р – 1л	0,21	3,23	ЄРОР 9- 107	14,2
Е12-26	Подача матеріалів	100 тс	0,74	Робочий 2 р	1,9	0,81	ЄРОР 16- 11	6,34
	Непередбачені роботи	10 %						
				Всього:		12,21		796,9

3.4.1 Розрахунок кількості телескопічних стійок для металевої опалубки

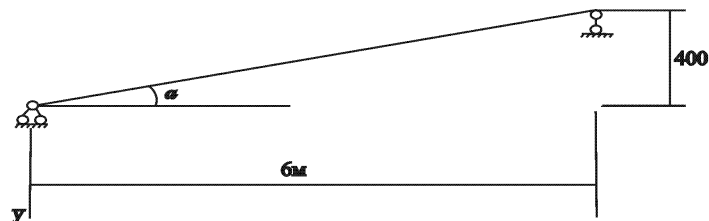


Рисунок 3.2 – Схема навантаження на опалубку

Навантаження на опалубку:

$$q = q_{\text{вв}} + q_6 = 1,31 \cdot 10^3 + 1,8 \cdot 10^3 = 3,11 \cdot 10^3 \text{ кг/м} ; \operatorname{tg} \alpha = \frac{0,4}{6} = 0,067$$

$\alpha = 3,8^\circ$ Кут $\alpha \Rightarrow 0$, тому довжина балки майже не відрізняється від довжини проліту (т.т. $l_6 = 6\text{м}$)

Ставимо одну стійку посередині (балки) прольоту.

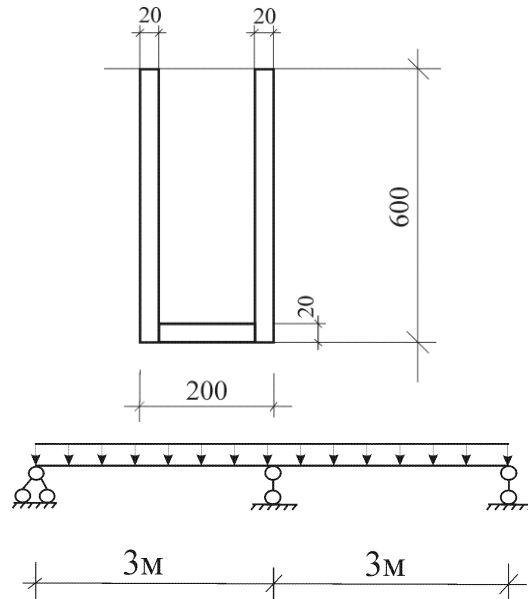


Рисунок 3.3 - Схема навантаження з одною стійкою

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{ql^4}{EI};$$

$$I_{ол} = \frac{0,02 \cdot 0,6^3}{12} \cdot 2 + \frac{0,2 \cdot 0,02^3}{12} = 7,2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^4$$

$$E = 3,8 \cdot 10^8 \text{ кг/м}^2$$

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{3,11 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{2} \cdot 3^4}{3,8 \cdot 10^8 \cdot 7,2 \cdot 10^{-4}} = 5,9 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 5,9 \text{ мм} < \frac{l}{250} = \frac{3000}{250} = 12 \text{ мм}$$

$$q = \frac{384}{5} \cdot f \cdot \frac{EI}{l^4}$$

$$q_{3м} = \frac{384}{5} \cdot 5,9 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{3,8 \cdot 10^8 \cdot 7,2 \cdot 10^{-4}}{3^4} = 1530,5 \text{ кг/м}^2$$

$$q_{6м} = 1530,5 \cdot 2 = 3061,1 \text{ кг/м} = 3,06 \cdot 10^3 \text{ кг/м} < q = 3,11 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^2$$

Однієї стійки недостатньо, тоді ставимо дві стійки.

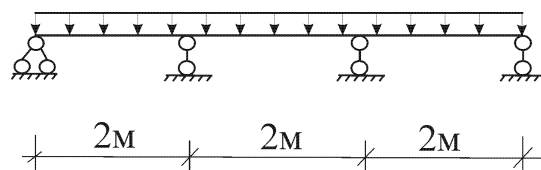


Рисунок 3.4 – Схема навантаження з двома стійками

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{3,11 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2^4}{3,8 \cdot 10^8 \cdot 7,2 \cdot 10^{-4}} = 7,9 \cdot 10^{-4} \text{ м} = 0,79 \text{ мм} < \frac{1}{250} = \frac{2000}{250} = 8 \text{ мм}$$

$$q_{2\text{м}} = \frac{384}{5} \cdot 7,9 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{3,8 \cdot 10^8 \cdot 7,2 \cdot 10^{-4}}{2^4} = 1037,5 \text{ кг/м}^2$$

$$q_{6\text{м}} = 1037,5 \cdot 3 = 3112,5 \text{ кг/м} = 3,112 \cdot 10^3 \text{ кг/м} > q = 3,11 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^2$$

Отже, дві стійки в прольоті балки достатньо і необхідно для забезпечення прогину та стійкості металевої опалубки.

3.5 Вказівки до виконання робіт

3.5.1 Вказівки щодо виконання земляних робіт

До початку будівельно-монтажних робіт, на етапі підготовки та планування території, необхідно забезпечити організоване відведення поверхневих вод з будівельного майданчика.

Усі геодезичні роботи підлягають обов'язковому документальному оформленню. До відповідних актів додаються схеми розбивки осей споруди та прив'язки до пунктів опорної геодезичної мережі.

Розроблення ґрунту виконується екскаватором марки Е-302Б. Роботи здійснюються торцевими проходками з поступовим переміщенням машини у напрямку до себе та розробкою ґрунту нижче рівня стоянки екскаватора.

Допустиме відхилення від проєктних відміток дна котлованів і траншей не повинно перевищувати ± 5 мм за умови, що зазначені відхилення не перевищують товщину підготовчого шару. Відхилення від проєктних параметрів вертикального планування допускаються в межах:

- 0,001 — для ухилів спланованої території;
- 0,0005 — для ухилів водовідвідних каналів і лотків;
- до 10 % — для товщини рослинного шару ґрунту.

Приймання виконаних земляних робіт оформлюється відповідним актом, який повинен містити:

- а) перелік нормативної та проєктної документації, відповідно до якої виконувалися роботи;
- б) результати перевірки якості земляних робіт та оцінки несучої здатності ґрунтової основи;
- в) інформацію про топографічні, інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови виконання робіт, включаючи дані щодо рівня ґрунтових вод;
- г) перелік виявлених недоліків, що не впливають на безпечну експлуатацію споруди, із зазначенням строків їх усунення.

Вертикальне планування території виконується бульдозером Д-493.

Перед початком розробки котловану здійснюється винесення в натуру його контурів та визначення осей руху екскаватора.

Розроблення котловану передбачено екскаватором Е-302Б, обладнаним зворотною лопатою.

3.5.2 Улаштування фундаментів і стін підвалу

Після винесення осей будівлі на місцевість та виконання піщаної підготовки проводиться монтаж фундаментних блоків. Спочатку встановлюються кутові блоки, а також маякові елементи через кожні 15 м. Далі по натягнутому шнурі монтуються всі інші блоки першого ряду.

Після завершення монтажу влаштовується армований цементний пояс товщиною 30 мм із використанням арматури діаметром 8 мм.

Монтаж фундаментних та стінових блоків підземної частини споруди здійснюється стріловим краном СКГ-160.

По верхньому обрізу останнього ряду підвальних стін виконується монолітний бетонний пояс товщиною 50 мм, армований сталевими стрижнями діаметром 12 мм.

Перед монтажем стінового блоку на підготовлену поверхню укладають не менше двох монтажних клинів, за допомогою яких здійснюється точне

встановлення елемента у проєктне положення. Для зовнішніх стін клини розміщують з внутрішнього боку конструкції, де працюють монтажники.

Після встановлення блока перевіряють його вертикальність. За необхідності положення коригують шляхом поступового видалення клинів із шва до досягнення проєктного положення. Повторне забивання клинів не допускається, оскільки це може призвести до утворення пустот у горизонтальних стиках.

Монтаж зовнішніх стін розпочинається з кутових ділянок. Після цього у місцях примикання внутрішніх і зовнішніх стін встановлюються маякові блоки. Між ними натягується причальний шнур, який слугує орієнтиром під час монтажу проміжних блоків.

3.5.3 Технологічна карта на виконання кладки внутрішніх і зовнішніх стін

Сфера застосування технологічної карти

Технологічна карта розроблена для виконання робіт із влаштування кам'яної кладки під час будівництва двоповерхового житлового будинку в місті Володимир.

Зовнішні стіни споруди передбачено виконувати з керамічної цегли з утепленням. Загальна товщина конструкції становить 640 мм. Внутрішня поверхня стін підлягає штукатуренню, а зовнішня — виконанню розшивки швів. Кладка ведеться на цементно-піщаному розчині.

Як теплоізоляційний матеріал у зовнішніх стінах використовуються пінополістирольні плити.

Внутрішні несучі стіни виконуються із силікатної цегли товщиною 380 мм.

Перегородки передбачено з гіпсоцементних плит розміром 400×800 мм. Подвійні перегородки мають товщину 200 мм із повітряним прошарком 40 мм, одинарні — товщину 80 мм.

Міжповерхові перекриття виконуються зі збірних залізобетонних плит із влаштуванням монолітних ділянок у необхідних місцях.

У технологічній карті необхідно також передбачити порядок монтажу збірних залізобетонних конструкцій, а також визначити склад машин, механізмів та технологічного обладнання, що використовуються під час монтажних робіт.

Оскільки кладка виконується в зимовий період, технологія виробництва робіт повинна містити спеціальні заходи щодо забезпечення належної якості цегляної кладки за умов низьких температур, включаючи використання відповідних розчинів, утеплення робочих зон та контроль температурного режиму твердіння конструкцій.

Визначення витрат праці.

Калькуляція витрат праці, машинного часу і заробітної плати

Таблиця 3.2- Калькуляція витрат праці, машинного часу

№	Опис робіт	од. вим	Об'єм	Нормативний склад ланки	Норма часу		Витрати праці	
					люд-г	маш-г	люд-г	маш-г
1	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Цегляна кладка стін проста, завтовшки 510 мм	м3	176,91	Муляр 3 розр. - 2	2,2	-	389,2	-
2	Цегляна кладка стін проста, завтовшки 120мм	м3	21,43	Муляр 3 розр. - 2	4,6	-	98,5	-
3	Укладання перемичок брусків, до 0,5т	проїм	54	Кам.4 розр. - 1 3 розр. - 1; 2 раз.-1 Маші. 6 розр. - 1	0,45	0,15	24,3	8,10
4	Пристрій і розбирання інвентарних подмостей для кладки зовнішньої стіни	10м3 кладки	4,56	Пліт. 4 розр. - 1 2 розр. - 1 Подс.раб. 1 розр. - 1 Маші. 5 розр. - 1	0,75	0,25	3,42	1,14
5	Пристрій і розбирання інвентарних подмостей для кладки внутрішньої стіни	10м3 кладки	3,48	Пліт. 4 розр. - 1 2 розр. - 1 Подс.раб. 1 розр. - 1 Маші. 5 розр. - 1	1,14	0,38	3,97	1,32
6	Укладка плит перекриттів до 10 м2	шт	172	Монт. 4 розр. - 1 3 розр. - 1; 2 розр. - 1 Маші. 6 розр. - 1	0,72	0,18	123,84	30,96

Продовження таблиці 3.2

1	3	4	5	6	7	8	9	10
7	Установка панелей перегородок до 5 м ²	шт	32	Монт. 4 розр. - 1 3 розр. - 1; 2 розр. - 1 Маші. 4 розр. - 1	0,68	0,17	21,76	5,44
8	Установка панелей перегородок до 10 м ²	шт	15	Мон. 4 розр. - 1 3 разів. - 1; 2 розр. - 1 Маші. 4 розр. - 1	0,8	0,2	12,00	3,00
9	Установка панелей перегородок до 15 м ²	шт	20	Мон. 4 розр.-1 3 розр. - 1; 2 розр.-1 Маші.4 розр. - 1	1	0,25	20,00	5,00
10	Укладання сходових маршів в кам'яних будівлях, вагою до 2,5 т	шт	9	Монт. 4 розр. - 1 3 розр.-1; 2 розр. - 1 Маші. 6 розр. - 1	1,4	0,35	12,60	3,15
11	Установка сходових обгороджувальних	1м грати	40	Монт. 4 розр. - 1; Електрозварник 3 розр. - 1	0,37	-	14,80	-
12	Заливка швів плит перекриття	100м	28,5	Маші.крану розр.-1 Такел. 2розр.-2	6,4	-	182,40	-
13	Подача цеглини 200шт на піддоні	1000 шт	120	Маші.крану розр.-1 Такел. 2розр.-2	1,07	0,534	128,40	64,08
14	Подача розчину, 0.25 м ³	м ³	130	Маші.крану 5розр.-1 Такел. 2розр.-2	0,87	0,435	113,10	56,55
15	Подоча теплоізоляційних плит	100т	0,04	Маші.крану 5розр.-1 Такел. 2розр.-2	20,1	10	0,80	0,4
16	Влаштування теплоізоляційного шару	м ²	136,5	Ізольовальник 4 розр. - 1 3 розр. - 1; 2 розр. - 1	0,96	-	131,04	-
17	Влаштування вентшахт	100м	0,4	Муляр 4 розр. - 1	12,5	-	5,00	-

Кількісний склад бригади по калькуляції визначається по формулі:

$$N_{тр} = Q(\text{люд/г}) / M(\text{маш/г}), Q = 1285,21 \text{ люд/г}, M = 179,14 \text{ маш/г}$$

$$N_{тр} = 1285,21 / 179,14 = 9 \text{ чол.}$$

Визначення кількісного складу бригади. $Q_{чол}$ -ч= 1285,21 люд/г- загальні трудовитрати по усіх роботах. $Q_{маш}$ -ч= 179,14 маш/г - загальні трудовитрати по усіх роботах.

Трудовитрати окремих спеціальностей: Мулярі - $Q_{\text{люд/г}} = 517,08$ люд/г

Монтажники - $Q_{\text{люд/г}} = 204,16$ люд/г; теслярі - $Q_{\text{люд/г}} = 7,39$ люд/г

Електрозварник - $Q_{\text{люд/г}} = 14,80$ люд/г; Ізолювальники - $Q_{\text{люд/г}} = 131,04$ люд/г; такелажники - $Q_{\text{люд/г}} = 555,74$ люд/г; мулярі - 43%; монтажники - 10,43%; теслярі - 0,6%; електрозварник - 0,6%; ізолювальники - 7,21%; такелажники - 30,0%. Кількісний склад бригади. мулярі - 2; монтажники - 2; теслярі - 1; електрозварник - 1; ізолювальники - 2; такелажники - 1.

Технологія і організація виконання будівельного процесу. Матеріально-технічні ресурси. Потрібну кількість визначаємо на підставі загальних виробничих норм витрати матеріалу в будівництві [20] і ДСТУ Б Д.1.1.

Таблиця 3.3 - Матеріально-технічні ресурси

№ п/п	Найменування матеріалу	Одиниці виміру	Кількість
1	Цеглина силікатна	Шт	122000
2	Будівельний розчин	м ³	130
3	Панелі перекриттів	м ³	156
4	Перемички	м ³	26

Техніко-економічні показники.

1. Об'єм робіт : $198,34 \text{ м}^3$;
2. Загальна трудомісткість робіт : $1285,21$ люд/г;
3. Вироблення на одного муляря в зміну: $V=8V/QH=8*198,34/1285,21 = 1,23 \text{ м}^3$;
4. Тривалість робіт : 18 днів

3.5.4 Технологія влаштування монолітної залізобетонної балки

Для спорудження монолітної залізобетонної балки застосовується інвентарна збірно-розбірна металева опалубка, що складається з окремих уніфікованих елементів. Перед монтажем окремі деталі об'єднують у великорозмірні блоки, що спрощує процес встановлення.

До початку монтажу опалубної системи виконують розбивку осей конструкції. Контрольні позначки наносять фарбою на основу споруди та на нижні частини опалубних щитів. Після завершення монтажу опалубки проводиться її перевірка та приймання відповідальним виконавцем робіт. Під час огляду контролюють відповідність геометричних параметрів проєктним розмірам, правильність прив'язки до координатних осей, якість стикування елементів, надійність кріплень, а також правильність встановлення несучих конструкцій, підпірок та анкерних вузлів. Монтаж опалубки балки розпочинається зі встановлення телескопічних стояків. На них укладаються щити днища, після чого монтуються бокові елементи та розпірки, що забезпечують стійкість конструкції.

Демонтаж опалубки здійснюється у зворотній послідовності. Після послаблення кріплень і відокремлення бокових щитів від поверхні бетону телескопічні стійки опускають на 10–15 см, після чого виконують поетапне розбирання конструкції.

Армування балки виконується плоскими арматурними каркасами, які встановлюються за допомогою вантажопідіймального крана. Окремі каркаси з'єднуються між собою додатковими арматурними стрижнями. В'язання арматури виконується вручну за допомогою спеціальних гачків або кусачок із використанням м'якого в'язального дроту діаметром приблизно 1 мм.

Технологічний процес бетонування включає підготовку основи, транспортування бетонної суміші до місця укладання, її рівномірний розподіл та ущільнення. Перед початком бетонування внутрішню поверхню опалубки очищають від сміття, пилу та інших забруднень. У разі виявлення нещільностей або щілин їх усувають до початку робіт. Особлива увага приділяється перевірці правильності встановлення арматурного каркаса, наявності дистанційних підкладок та інших елементів, які забезпечують необхідну товщину захисного шару бетону. Для безпечного пересування працівників по опалубці влаштовують тимчасові дерев'яні настили. Бетонну суміш укладають послідовними горизонтальними шарами однакової товщини в одному напрямку по всій довжині конструкції. Ущільнення суміші виконується ручними глибинними вібраторами.

Товщина кожного шару повинна бути на 5–10 см меншою за довжину робочої частини вібратора. Наступний шар укладають до початку схоплювання попереднього, що забезпечує монолітність конструкції. Подача бетонної суміші до місця виконання робіт здійснюється у баддях за допомогою крана.

3.5.5 Зварювальні роботи

Для з'єднання металевих елементів та арматурних стрижнів застосовується ручне дугове зварювання. Роботи виконуються в нижньому, вертикальному та верхньому просторових положеннях залежно від конфігурації вузлів. При стикуванні арматури у вертикальному або нижньому положенні використовують багат шарове зварювання короткими швами, що забезпечує необхідну міцність з'єднання. Запалювання зварювальної дуги може здійснюватися кількома способами відповідно до технології виконання робіт та умов зварювання. Положення електрода визначається просторовим розташуванням шва. При виконанні швів у нижньому положенні електрод нахиляють під кутом 15–30° до вертикальної осі. Для вертикальних швів рекомендований кут нахилу становить 40–45°. Під час виконання багат шарових швів необхідно забезпечувати однакову ширину кожного шару на всій його довжині. Для цього передостанній шар виконують із рівною поверхнею та розташовують на 1–2 мм нижче верхніх крайок деталей, що зварюються. Завершальним етапом формування багат шарового шва є нанесення підсилюючого шару висотою 1–2 мм відносно поверхні основного металу, що забезпечує необхідну міцність і довговічність зварного з'єднання.

3.5.6 Влаштування покрівельного покриття з рулонних матеріалів

Основою для улаштування рулонної покрівлі слугують залізобетонні плити покриття, цементно-піщані шви між плитами та теплоізоляційний шар.

Для вирівнювання поверхні виконується цементно-піщана стяжка з розчину марки не нижче М50. Стяжку влаштовують окремими смугами шириною від 2 до 4 м та товщиною до 30 мм. Наступні смуги виконують після початкового твердіння раніше влаштованих ділянок. Перед укладанням рулонного покриття поверхня стяжки повинна бути сухою, очищеною від пилу та інших забруднень і обробленою ґрунтувальним складом. Як ґрунтовку застосовують холодний бітумний праймер. Улаштування гідроізоляційного шару розпочинають з найнижчих ділянок покрівлі, поступово переходячи до вищих відміток. Першочергово виконують роботи в місцях примикання, біля карнизів та водоприймальних воронки. Наплавлювані рулонні матеріали приклеюють шляхом нагрівання нижнього бітумного шару до стану плавлення з подальшим щільним притисканням до основи.

Для нанесення захисного шару використовують механізований спосіб із застосуванням спеціальних бункерів для подачі гравійної крихти. Після нанесення мастики поверхню рівномірно засипають мінеральною посипкою та ущільнюють катком.

3.5.7 Штукатурні роботи

До початку штукатурних робіт повинні бути завершені роботи з монтажу віконних і дверних блоків, виконано герметизацію та заповнення зазорів між коробками і стінами, а також закладено всі технологічні отвори та прорізи. Поверхні, що підлягають оштукатурюванню, очищають від пилу, бруду, залишків розчину, масляних плям та інших забруднень, які можуть погіршити адгезію штукатурного шару. Для контролю геометрії поверхонь проводиться їх перевірка у вертикальній та горизонтальній площинах. З метою забезпечення необхідної товщини штукатурного покриття встановлюють контрольні марки та маяки, які визначають проєктне положення майбутньої поверхні. Штукатурний розчин подається механізованим способом від штукатурної станції до розчинних ящиків, розміщених у зоні виконання робіт. Перед нанесенням штукатурки поверхню

зволожують. Спочатку виконують шар обрізки, який забезпечує надійне зчеплення покриття з основою. Після цього наносять ґрунтовий шар, який ретельно вирівнюють. Завершальним етапом є нанесення накривного шару. Затирка поверхні здійснюється переважно механізованими засобами, а в місцях з обмеженим доступом — вручну.

3.5.7.1 Технологія виконання штукатурних робіт

Для забезпечення безперервного постачання штукатурного розчину на будівельному майданчику використовуються штукатурні станції, призначені для приготування та подачі готових сумішей.

Розчин доставляється на об'єкт, завантажується до приймального бункера та перемішується до однорідного стану. Після проходження через віброрито суміш подається до розчинонасоса продуктивністю до 6 м³/год. Далі по гумових шлангах діаметром 38–51 мм розчин транспортується до робочих місць і завантажується в розчинні ємності.

Нанесення штукатурного розчину на поверхню здійснюється через форсунку пошарово. Товщина шару обрізки не повинна перевищувати 5 мм, ґрунтового шару — 3 мм, а накривного шару після вирівнювання та затирки — 2 мм. Середня загальна товщина штукатурного покриття приймається близько 15 мм.

Кожен наступний шар наноситься лише після часткового твердіння попереднього. Після нанесення розчин розрівнюють та ущільнюють за допомогою правил і спеціального інструменту. До виконання затирки приступають після початкового схоплювання накривного шару. Штукатурні роботи виконують зверху вниз. Спочатку опоряджуються санітарні вузли, комори та допоміжні приміщення, далі — основні приміщення і коридори. Штукатурення сходових кліток здійснюється після завершення робіт на поверхах.

Контроль якості штукатурних робіт проводиться відповідно до вимог чинних нормативних документів України, зокрема ДСТУ-Н Б А.3.1-23:2013 «Настанова щодо виконання опоряджувальних робіт», а також вимог ДБН В.2.6-22:2001

«Улаштування покриттів із застосуванням сухих будівельних сумішей» (у частині контролю якості оздоблювальних робіт).

У процесі контролю перевіряють рівність поверхонь, міцність зчеплення штукатурного шару з основою, якість виконання окремих шарів та відсутність тріщин, відшарувань і механічних пошкоджень. Допустимі відхилення повинні відповідати вимогам чинних державних будівельних норм та стандартів України.

3.5.8 Малярні роботи

Підготовка поверхонь до виконання фарбувальних робіт включає комплекс послідовних технологічних операцій, а саме: усунення нерівностей поверхні; розкриття та оброблення тріщин, видалення сучків і дефектів деревини; очищення поверхні від забруднень, виконання підмазування, ґрунтування та шпаклювання; шліфування підготовленої основи. Перед нанесенням лакофарбових матеріалів усі поверхні повинні бути ретельно висушені.

Після очищення основи проводять її ґрунтування для забезпечення рівномірного поглинання фарби та покращення зчеплення оздоблювального покриття з поверхнею. Вид ґрунтувального складу визначається залежно від типу майбутнього фарбування. Для вапняних фарб використовують вапняні ґрунтовки, а під олійні покриття поверхню попередньо обробляють оліфою з додаванням відповідного пігменту. Локальне усунення значних заглиблень, вибоїн та інших дефектів виконують до початку суцільного шпаклювання. Для вирівнювання поверхонь та усунення дрібних нерівностей застосовують шпаклювальні суміші. Суцільне шпаклювання передбачають при підготовці поверхонь під високоякісне або поліпшене фарбування. Нанесення шпаклівки здійснюється вручну за допомогою металевих або дерев'яних шпателів, а також механізованим способом із використанням спеціальних шпаклювальних агрегатів. Фарбувальні роботи розпочинають лише після повного завершення всіх підготовчих процесів. Кількість шарів покриття залежить від виду фарби та вимог до якості оздоблення і може становити від одного до трьох шарів.

Вапняні та водно-вапняні фарбувальні склади наносять ручним або механізованим способом у 1–3 шари. Для досягнення рівномірного покриття вапняні розчини рекомендується наносити на злегка зволожену поверхню.

Під час виконання малярних робіт необхідно дотримуватися вимог чинного законодавства України з охорони праці, зокрема НПАОП 45.2-7.03-17 «Мінімальні вимоги з охорони праці на тимчасових або мобільних будівельних майданчиках», а також інших нормативних документів, що регламентують безпечне виконання будівельно-оздоблювальних робіт.

3.6 Проектування календарного плану об'єкта

3.6.1 Визначення обсягів робіт

Обсяги будівельно-монтажних робіт визначаються за робочими кресленнями будинку. Розрахунок обсягу робіт проводиться на чотири захватки і записується у відомість у формі таблиці в додатку А.

3.7 Визначення затрат праці і машино-змін.

Трудомісткість робіт і витрати машино-змін на них визначаються на основі ДСТУ Б А.3.1-22:2013 і зводяться у відомість (в табличній формі) в Додатку Б.

3.9 Проектування будівельного генерального плану об'єкта

3.9.1 Розташування і прив'язка механізованих засобів на будівельному майданчику

Прив'язка будівельних механізмів: параметри крана СКГ-160: база $B_1 = 7100\text{мм}$; радіус повороту $R = 8200\text{мм}$ - поперечна прив'язка крану $L_{\text{без.}} > 3,2\text{м}$; повздовжня прив'язка $L_{\text{п.ш.}} = 2 \cdot 7,1/2 + 2 \cdot 1,5 + 12,5 = 25\text{м}$; монтажна зона = 7м; зона дії

крану – 38м; Зона переміщення вантажів = 38+9=47м; небезпечна зона переміщення вантажів: $l_{\text{неб.}}=38+18/2+3,2=50,2\text{м.}$

3.9.2 Проектування тимчасових доріг

На будмайданчика запроектовані тимчасові дороги.

При прокладені дороги повинні бути дотримані максимальні відстані: від дороги до складських приміщень - 1м; до підкранових шляхів – 3м; до огорожі майданчику – 1м. Ширина дороги – 7,0м. Схема руху транспорту – кільцева, на тупикових роз'їздах влаштовуються роз'їздні і розворотні площадки шириною 12м. Мінімальний радіус заокруглення доріг – 12м.

3.9.3 Розрахунок площі складів

Розрахунок площі складів проводиться на основі будівельних матеріалів.

Визначаємо мінімальну кількість матеріалів для зберігання на складі: $P = \frac{Q \cdot \alpha}{T} \cdot n \cdot K$, де $\alpha = 1,15 \dots 0,20$ – коефіцієнт надходження матеріалів на склад; n – норма запасу матеріалів (дн.), $n=5\text{дн.}$ $k = 1,15 \dots 1,6$ – коефіцієнт нерівномірності споживання матеріалу.

Загальна площа складів з врахуванням проходів: $S = \frac{P}{V\beta}$; де V - кількість матеріалу, яку можна вкласти на 1м^2 площі складу; β - коефіцієнт використання площі складу з врахуванням проходів.

Всі розрахунки зводимо в таблицю.

Таблиця 3.4 -Розрахунок площі складів

№ п/п	Матеріали, конструкції, напівфабрикати	од ин. ви мір у	Необ х. кіл-ть мет-лу Q	Терм ін вккладан. в дію, Т	Норма запас е матеріалів, n	Кіль-ть мат. що підлягає зберіг., Р	Кіль-ть матеріалу на 1м ² , V	Коеф іцієнт вико р. площі, В	Загальна площа складів, S	Спосіб зберігання
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Фундаменти стакан. типу	шт	19	2	5	85,5	0,8	0,5	214	відк
2.	Фундаментні балки	шт	18	2	5	81	0,8	0,5	203	відк
3.	Блоки стрічков. фундам.	шт	444	8	5	500	2	0,5	500	відк
4.	Колони суцільні з/б	шт	19	3	5	57	0,8	0,5	143	відк
5.	Плити перекриття	шт	150	7	5	193	1,2	0,5	322	відк
6.	Плити ребристі покриття	шт	113	5	5	203	1,2	0,5	338	відк
7.	Сходові клітки	шт	8	3	5	24	1,2	0,5	40	відк
8.	Ригелі з/б	шт	16	2	5	72	0,8	0,5	180	відк
9.	Металеві ферми	шт	3	1	5	27	0,8	0,5	68	відк
10.	Цегла керамічна	м ³	3360	82	5	369	0,7	0,5	1055	відк
11.	Електрооди типу Є-42	т	6,81	25	5	3	0,5	0,5	12	закр
12.	Пісок річковий	м ³	1632	147	5	105	3	0,5	70	наві
13.	Бетон	м ³	411	50	5	74	2,0	0,5	74	закр
14.	Цемент	т	1472	139	5	95	2,0	0,5	95	закр
15.	Щебінь кар'єрний	м ³	441	52	5	76	3,0	0,5	51	вікр
16.	Рубероїд	м ²	1660	67	5	215	2,0	0,5	22	наві
17.	Деревинні віконні і дверні перепльоти	шт	293	15	5	176	1,2	0,5	293	навс
18.	Скло віконне	м ²	3024	15	5	1815	20	0,5	182	закр
19.	Масляна фарба	т	11,2	4	5	25	0,5	0,5	100	закр
20.	Керамічна плитка	м ²	240	26	5	83	3,5	0,5	47	закр

$$P = \frac{Q}{N} \times 9; k=1,5; n=5; a=1,2; \beta =0,5; S = \frac{P}{V} \times 2$$

3.9.5. Основні техніко-економічні показники ПВР

1. Об'єм будівлі – $V=3060 \text{ м}^3$
2. Площа будівлі – $S=375 \text{ м}^2$
3. Кількість захваток – $n=2$
4. Загальна трудомісткість робіт $Q=1350$ людино – дні
5. Затрати праці на одиницю обсягу $Q/V=0,071$ людино – дні/м³
6. Затрати праці на одиницю площі $Q/S=0,85$ людино – дні/м²
7. Проектна тривалість будівництва $T_{пр}=113$ дн.

РОЗДІЛ 5

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

5.1 Загальна характеристика об'єкта

Реконструкція будівлі передбачена для забезпечення культурних, освітніх та соціальних потреб мешканців смт. Міжгір'я. Будівництво здійснюється на території, що належить до сейсмічно небезпечних районів із розрахунковою інтенсивністю землетрусів до 7 балів.

Проектом передбачено одночасне перебування в будівлі до 80 відвідувачів, а чисельність персоналу може досягати 20 осіб. Робота закладу організовується в одну зміну. Будівля належить до об'єктів громадського призначення та використовується для проведення культурно-масових заходів. Під час її експлуатації не передбачається застосування технологічних процесів або обладнання, які можуть створювати небезпечні чи шкідливі виробничі фактори.

5.2 Безпека ґрунтової основи та фундаментів

Будівельний майданчик розташований на ґрунтах I категорії складності, представлених глинистими відкладами з включеннями гальки середньої крупності. Інженерно-геологічні умови території є сприятливими для будівництва та не створюють ризику виникнення зсувних процесів.

Надійність фундаментів забезпечується шляхом дотримання проектних параметрів котловану, зокрема влаштуванням відкосів необхідної крутизни, що гарантує стійкість ґрунтових мас під час виконання земляних робіт.

Зазначені ґрунти не характеризуються схильністю до повзучості або значних деформацій при зволоженні, тому навіть у випадку тимчасового підвищення рівня вологості їхні несучі властивості залишаються стабільними.

Стійкість будівлі до сейсмічних впливів.

Оскільки об'єкт розміщується в межах сейсмічно активної території, усі несучі конструкції будівлі розраховуються з урахуванням можливих сейсмічних навантажень відповідно до чинних нормативних вимог.

Конструктивна схема споруди забезпечує необхідний рівень надійності та безпеки. За умови виникнення землетрусів інтенсивністю до 8 балів не очікується руйнування основних конструктивних елементів або втрата експлуатаційної придатності будівлі.

Водовідлив із будівельного котловану

У зв'язку з близьким розташуванням річки Тиса та підвищеним рівнем ґрунтових вод перед розробкою котловану необхідно виконати комплекс заходів із його осушення.

Для зниження рівня ґрунтових вод передбачається використання ежекторних голкофільтрових систем, які забезпечують ефективне водопониження та створюють сприятливі умови для виконання будівельних робіт.

Захист території від підтоплення ґрунтовими водами

Для запобігання негативному впливу ґрунтових вод навколо будівлі проєктується система кільцевого дренажу. Її призначенням є постійне відведення надлишкової вологи як під час будівництва, так і в період подальшої експлуатації об'єкта.

Дренажна система розміщується на відстані близько 5 м від зовнішніх стін будівлі. Зібрана вода відводиться трубопроводами до водозбірних колекторів, розташованих у нижчій частині рельєфу за межами забудованої території.

Заходи щодо захисту від затоплення

Через територію міста Тячів протікає річка Тиса, що за певних гідрологічних умов може створювати ризик підтоплення окремих ділянок міста, у тому числі території розташування будинку культури.

Для мінімізації такої небезпеки в межах населеного пункту функціонують захисні гідротехнічні споруди у вигляді дамб, які стримують паводкові води.

У разі виникнення надзвичайної ситуації, пов'язаної з проривом захисних споруд або значним підняттям рівня води, передбачається організована евакуація людей із небезпечної зони. Плоска конструкція покрівлі будівлі може використовуватися як тимчасовий безпечний майданчик для очікування евакуації та прийому рятувальної техніки, зокрема вертольотів.

Відвід дощових стоків і поверхневого стоку

Відведення атмосферних опадів та поверхневих вод із території об'єкта здійснюється через систему внутрішнього водостоку та наземні водовідвідні канали.

Водоприймальні воронки для збору дощових вод розташовуються вздовж поздовжніх стін будівлі з кроком 1,5 м.

Для відведення поверхневих вод по периметру споруди біля вимощення передбачаються водовідвідні канали, які розміщуються на відстані 7 м один від одного навколо всієї будівлі.

Прогнозування надзвичайних ситуацій

Для зменшення можливих пошкоджень під час землетрусів у конструктивному рішенні будівлі передбачено жорстке з'єднання колон із ригелями. Плити перекриття об'єднуються між собою арматурними випусками та замоноличуються бетоном, утворюючи жорсткий просторовий диск, який підвищує загальну стійкість споруди.

У разі виникнення землетрусу персонал та відвідувачі повинні залишити будівлю через сходові клітки та евакуаційні виходи й переміститися на відкриту незабудовану територію.

Після завершення сейсмічного впливу будівля може бути відновлена шляхом проведення ремонтно-відновлювальних робіт, налагодження інженерних мереж та подальшої експлуатації за призначенням.

У випадку затоплення території внаслідок розливу річки або пошкодження захисних дамб необхідно максимально герметизувати прорізи та отвори будівлі. Після цього люди повинні піднятися сходами на покрівлю для подальшої евакуації за допомогою авіаційних рятувальних засобів.

Після ліквідації наслідків затоплення виконуються роботи з осушення території та приміщень, відкачування води, сушіння конструкцій, а також відновлення функціонування інженерних комунікацій. Особлива увага приділяється відновленню електропостачання та систем зв'язку.

У разі виникнення пожежі першочерговим заходом є евакуація працівників і відвідувачів через дверні прорізи, сходові клітки та інші шляхи евакуації. Будівля обладнується пожежним постом і необхідними засобами пожежогасіння. Для забезпечення роботи пожежно-рятувальних підрозділів передбачено два під'їзди до будинку та спеціальні майданчики для розвороту пожежної техніки.

Після ліквідації пожежі виконуються ремонтно-відновлювальні роботи, необхідні для подальшої експлуатації будівлі.

Надійність інженерних комунікацій

Водопостачання будинку культури здійснюється централізовано від міської мережі водопроводу. Для забезпечення водою в умовах надзвичайних ситуацій передбачається облаштування резервних джерел водопостачання у вигляді свердловин, які використовуються для аварійної подачі води.

Газопостачання будівлі забезпечується від міської газорозподільної мережі. На випадок аварійних ситуацій система обладнується аварійними засувками, які дозволяють оперативно припинити подачу газу.

Для забезпечення безперервного зв'язку під час надзвичайних ситуацій передбачено резервну телефонну мережу. Резервне електроживлення забезпечується автономною генераторною установкою потужністю 50 кВт.

Інженерні мережі, прокладені під автомобільними дорогами та проїздами, розміщуються в захисних трубах на нормативній глибині, що унеможлиблює їх пошкодження транспортними навантаженнями.

Стічні води та інші забруднення відводяться до міських очисних споруд для подальшого очищення та утилізації.

5.3 Протипожежна профілактика та пожежна безпека

Необхідна витрата води для зовнішнього пожежогасіння становить 20 л/с. Подавання води забезпечується через пожежні гідранти діаметром 100 мм, які встановлюються у водопровідних колодязях та підключаються до зовнішньої

мережі водопостачання. Гідранти розміщуються на відстані приблизно 15 м від будівлі, при цьому до них забезпечується вільний доступ пожежної техніки.

Для внутрішнього пожежогасіння використовуються пожежні крани, підключені до кільцевої мережі протипожежного водопроводу. Кількість пожежних струменів, їх витрати та схема розміщення визначені відповідно до чинних нормативних документів. Розрахункова витрата води на внутрішнє пожежогасіння становить 15 л/с, а необхідний напір у точці вводу водопроводу прийнято на рівні 35 м.

Резервне забезпечення водою для потреб пожежогасіння здійснюється за рахунок підземних резервуарів протипожежного запасу води, розташованих на території об'єкта.

Блискавкозахист. Система блискавкозахисту будівлі розроблена відповідно до вимог ДСТУ EN 62305 «Захист від блискавки».

За рівнем необхідного захисту споруда належить до III категорії блискавкозахисту. Для перехоплення атмосферних розрядів на покрівлі передбачається влаштування блискавкоприймальної сітки з осередками розміром 12×12 м, яка з'єднується зі струмовідводами.

Заземлювальний контур виконується зі сталевих кутників перерізом 50×50 мм і довжиною 2,5 м. Електроди об'єднуються сталевією смугою перерізом 40×4 мм, прокладеною по периметру будівлі на рівні фундаментів.

Для захисту від вторинних проявів блискавки всі металеві конструкції, інженерне обладнання та металеві комунікації підключаються до загальної системи заземлення електроустановок. Заземлювальні пристрої розміщуються поза зоною основних входів до будівлі, що підвищує рівень безпеки під час експлуатації об'єкта.

Будгенплан. Тимчасові побутові приміщення для працівників та інженерно-технічного персоналу розміщуються на відстані 25 м від будівлі будинку культури, що зводиться.

Складські майданчики для зберігання горючих матеріалів і лісоматеріалів передбачені на відстані 40 м від об'єкта будівництва та займають площу 26 м².

Для зберігання легкозаймистих речовин використовується спеціальна металева тара. Відкривання ємностей виконується інструментом, який не утворює іскор. Перекачування та розлив легкозаймистих рідин здійснюється насосним обладнанням через мідні сітчасті фільтри.

Зберігання балонів зі стисненими та зрідженими газами виконується відповідно до вимог нормативних документів щодо безпечної експлуатації посудин, які працюють під тиском.

У складських приміщеннях для вибухонебезпечних, горючих та легкозаймистих матеріалів, а також на прилеглий території категорично забороняється виконання робіт із застосуванням відкритого вогню або процесів, що можуть супроводжуватися утворенням іскор.

По обидва боки будівлі передбачені відкриті складські майданчики та склади під навісами для зберігання матеріалів, які не належать до вибухопожежонебезпечних категорій.

Місця стоянки будівельної техніки організовані на відстані 7 та 10 м від споруди, що будується. Проїзди на території майданчика повинні постійно утримуватися вільними та не захащуватися матеріалами або обладнанням. Рух автотранспорту організовується за кільцевою схемою навколо будівлі. Ширина тимчасових доріг приймається 6 м із додатковими розширеннями в місцях розвантаження будівельних матеріалів та стоянки техніки.

На території будівництва встановлюється пожежний щит, оснащений первинними засобами пожежогасіння: вогнегасниками різних типів (пінними, порошковими та газовими), відрами, лопатами, сокирами, ломами та ручними пилами. Крім того, передбачаються пожежні крани з необхідним комплектом обладнання, резервуари з водою та ящики із сухим піском.

У темний час доби будівельний майданчик, а також транспортні шляхи повинні забезпечуватися достатнім штучним освітленням.

Електропостачання будівельного майданчика, включаючи тимчасові силові та освітлювальні мережі, повинно відповідати чинним вимогам електробезпеки. Тимчасові електричні мережі виконуються ізольованими проводами, які

підвішуються на надійних опорах. Висота прокладання проводів повинна становити не менше 2,5 м над робочими зонами та не менше 3,5 м над пішохідними проходами.

Для оперативного повідомлення про виникнення пожежі або іншої надзвичайної ситуації будівельний майданчик забезпечується телефонним зв'язком.

5.4. Санітарно-побутові заходи на будівельному майданчику

Відповідно до вимог охорони праці та санітарно-гігієнічних норм на території будівельного майданчика організовуються необхідні побутові приміщення для працівників. До їх складу входять гардеробні, умивальні, душові, сушильні кімнати для спецодягу, санітарні вузли, приміщення для обігріву, відпочинку та приймання їжі, виконробська, спеціально відведені місця для відпочинку і куріння, а також пожежний щит із комплектом засобів пожежогасіння.

Тимчасове виробничо-побутове містечко розташовується на попередньо спланованій ділянці з організованим водовідведенням та за межами небезпечної зони роботи вантажопідіймального крана.

Безпечний доступ працівників до побутових приміщень забезпечується пішохідними доріжками шириною 1 м із гравійним покриттям. Маршрути пересування не повинні перетинати небезпечні виробничі зони.

Територія побутового містечка підлягає благоустрою та озелененню. На ній передбачаються спеціально обладнані місця для короткочасного відпочинку працівників.

Усі побутові приміщення підключаються до необхідних інженерних мереж, включаючи водопостачання, електропостачання, каналізацію та телефонний зв'язок.

Будівельний майданчик обов'язково комплектується аптечками та необхідними засобами для надання першої домедичної допомоги.

Розрахунок кількості та площ санітарно-побутових приміщень наведений у розділі про технологію та організацію будівельного виробництва.

5.5. Техніка безпеки під час виконання робіт

Виконання земляних робіт дозволяється лише після затвердження проєкту виконання робіт (ПВР) у встановленому порядку.

Якщо в зоні розробки котловану проходять підземні інженерні мережі, роботи необхідно проводити за участю представника організації, яка здійснює їх експлуатацію.

Для забезпечення стійкості ґрунту в котлованах передбачаються відкоси нормативної крутизни, а за необхідності вертикальні стінки тимчасово закріплюються спеціальними конструкціями.

Під час руху по насипах землерийна та транспортна техніка повинна дотримуватися безпечної відстані від брівки укосу, яка має становити не менше 0,5 м. При виконанні робіт у темний період доби робочі місця забезпечуються необхідним освітленням.

Підйом і спуск працівників у котлован здійснюється по драбинах шириною не менше 0,8 м, обладнаних поручнями. По периметру виїмки встановлюються захисні огорожі та попереджувальні знаки.

Під час роботи екскаватора перебування людей під стрілою або ковшем забороняється. Також не допускається виконання робіт у межах зони дії робочого органу машини. Переміщення екскаватора повинно здійснюватися лише по спланованій та стійкій поверхні.

При роботі бульдозера не дозволяється виконувати повороти із заглибленим або завантаженим відвалом. Забороняється також висування відвалу за межі брівки укосу котловану чи траншеї.

Завантаження ґрунту в автотранспорт проводиться через задній або боковий борт автомобіля.

Виконання цегляної кладки. Мурувальні роботи необхідно здійснювати відповідно до технологічних карт, у яких визначені вимоги щодо безпечного

транспортування матеріалів, монтажу риштувань і підмостків, а також організації захисних зон.

Цеглу на робочі місця подають пакетами на піддонах із використанням спеціальних захватних пристроїв, обладнаних захисними елементами, що виключають випадкове падіння матеріалів.

Риштування та підмостки повинні відповідати вимогам міцності та стійкості. Стояки трубчастих риштувань встановлюються на дерев'яні підкладки товщиною не менше 50 мм, укладені на підготовлену основу. Кріплення риштувань до стін виконується за допомогою анкерів і гаків у процесі ведення кладки.

Над входами до сходових кліток необхідно встановлювати захисні навіси розмірами 2×2 м.

Робочі настили риштувань обладнуються інвентарними захисними огорожами, а підмостки — перилами висотою не менше 1 м.

До початку кладки стін наступного поверху повинні бути змонтовані сходові марші та площадки, а також балконні конструкції з установленими та закріпленими огороженнями.

Монтажні роботи. До виконання монтажних робіт допускаються працівники, які пройшли вступний інструктаж з охорони праці та ознайомлені з вимогами безпеки.

Монтажні та зварювальні роботи на висоті мають право виконувати лише працівники, які пройшли медичний огляд і мають відповідний дозвіл на виконання верхолазних робіт. До таких робіт допускаються монтажники кваліфікації не нижче четвертого розряду зі стажем роботи за спеціальністю не менше одного року.

На території будівельного майданчика повинні бути встановлені попереджувальні знаки, визначені та огорожені небезпечні зони, закриті отвори й прорізи, а всі робочі місця в нічний час забезпечені достатнім освітленням.

Працівники, задіяні в монтажі конструкцій, повинні використовувати захисні каски. Під час виконання робіт на висоті обов'язковим є застосування запобіжних поясів із закріпленням до надійних елементів конструкцій.

Монтажні крани встановлюються на підготовленій та ретельно вирівняній основі. Кожен вантажопідіймальний механізм повинен бути оснащений пристроями обмеження вантажопідйомності, а технічний стан канатів підлягає систематичному контролю.

При швидкості вітру, що відповідає 6 балам, припиняються всі монтажні операції із застосуванням кранів, а також роботи на відкритих висотних ділянках. За сильного вітру підняті конструкції додатково утримуються розтяжками.

Монтаж листових елементів забороняється виконувати при силі вітру понад 5 балів.

Проведення зварювальних робіт не допускається під час дощу, грози, сильного снігопаду або при значних поривах вітру. Зварювальники повинні працювати в спеціальному захисному одязі та використовувати страхувальні пояси під час виконання робіт на висоті.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Роботою передбачає переобладнання наявної нежитлової будівлі в смт Міжгір'я для розміщення шкільної їдальні та бібліотеки. У процесі проєктування виконано всебічний аналіз об'єкта та розроблено технічні рішення, що охоплюють архітектурне планування, конструктивне забезпечення, технологію виконання робіт, організацію будівництва та економічне обґрунтування проєкту. Реалізація запропонованих заходів дозволить створити сучасний громадський простір освітнього призначення, який відповідатиме вимогам функціональності, безпеки, енергоефективності та експлуатаційної надійності.

У процесі роботи проведено аналіз вихідних даних, особливостей земельної ділянки та містобудівних умов. Розроблено генеральний план території із врахуванням існуючого рельєфу місцевості, забезпечено раціональне розміщення функціональних зон, транспортних під'їздів, пішохідних маршрутів та елементів благоустрою. Запроєктовані заходи з озеленення та впорядкування території сприяють покращенню естетичного вигляду об'єкта та створенню сприятливих умов для його експлуатації.

Архітектурно-планувальні рішення забезпечують ефективне використання внутрішнього простору будівлі. Передбачено розміщення їдальні, читального залу, книгосховища, підсобних та технічних приміщень відповідно до нормативних вимог. Запропоновані рішення дозволяють забезпечити комфортні умови для відвідувачів та персоналу, а також створити необхідні умови для організації навчального процесу та культурно-освітньої діяльності.

У конструктивному розділі виконано розрахунок основних несучих елементів будівлі. Проведено перевірку міцності, тріщиностійкості та жорсткості збірної багатопустотної попередньо напруженої плити перекриття, а також виконано розрахунок збірного залізобетонного сходового маршу. Отримані результати підтвердили відповідність прийнятих конструктивних рішень вимогам чинних нормативних документів та забезпечують надійну експлуатацію будівлі протягом розрахункового терміну служби.

Особливу увагу приділено питанням енергоефективності. Виконаний теплотехнічний розрахунок зовнішніх огорожувальних конструкцій дозволив визначити оптимальну товщину теплоізоляційного шару та забезпечити нормативний рівень опору теплопередачі. Використання сучасних теплоізоляційних матеріалів сприятиме зменшенню тепловтрат, скороченню витрат на опалення та підвищенню загальної енергоефективності об'єкта.

У виробничо-організаційному розділі обґрунтовано раціональні методи виконання будівельно-монтажних робіт, визначено потребу в машинах, механізмах та трудових ресурсах. Виконано підбір монтажного крана, розроблено технологічні карти на окремі види робіт, складено календарний план будівництва та будівельний генеральний план. Запропоновані організаційно-технологічні рішення забезпечують ефективне використання ресурсів і дозволяють виконати будівельні роботи у встановлені терміни з дотриманням вимог якості та безпеки.

Економічна частина проєкту підтвердила доцільність реалізації запропонованих рішень. Проведені кошторисні розрахунки дозволили визначити обсяги необхідних фінансових витрат та оцінити економічну ефективність реконструкції. Використання сучасних матеріалів і технологій сприяє оптимізації витрат як на етапі будівництва, так і під час подальшої експлуатації будівлі.

У розділі охорони праці розроблено комплекс заходів щодо забезпечення безпечних умов праці під час виконання будівельних робіт. Передбачено вимоги до організації робочих місць, використання засобів індивідуального захисту, пожежної безпеки та виробничої санітарії. Запропоновані заходи спрямовані на зниження виробничих ризиків та створення безпечного середовища для працівників.

Таким чином, поставлена мета кваліфікаційної роботи досягнута в повному обсязі. Розроблені проєктні рішення забезпечують функціональність, надійність, економічність та безпечність реконструйованої будівлі. Реалізація проєкту дозволить створити сучасний освітній простір із комфортними умовами для харчування та навчання учнів, сприятиме підвищенню якості освітніх послуг і раціональному використанню існуючого будівельного фонду.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. – Київ: Мінрегіон України, 2016.
2. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – Київ: Мінрегіон України, 2016.
3. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. – Київ: Мінбуд України, 2006.
4. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення. – Київ: Мінрегіон України, 2019.
5. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011.
6. ДБН В.2.6-162:2010. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011.
7. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – Київ: Мінрегіон України, 2021.
8. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. – Київ: Мінрегіон України, 2018.
9. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. – Київ: Мінрегіон України, 2019.
10. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Правила проектування.
11. ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013. Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва.
12. ДСТУ Б Д.1.1-1:2013. Правила визначення вартості будівництва.
13. ДСТУ-Н Б А.3.1-23:2013. Настанова з організації будівельного виробництва.
14. Плугін А.А., Плугін О.А. Будівельні конструкції. – Харків: ХНУБА, 2018. – 420 с.

15. Бамбура А.М., Дорофєєв В.С. Залізобетонні конструкції. – Київ: Вища школа, 2014. – 496 с.
16. Клименко Є.В. Будівельні конструкції: підручник. – Київ: Центр навчальної літератури, 2019. – 560 с.
17. Шагін А.Л. Основи розрахунку та конструювання залізобетонних конструкцій. – Київ: Основа, 2017. – 384 с.
18. Ковальов В.В. Технологія будівельного виробництва. – Київ: Кондор, 2018. – 352 с.
19. Лебедев В.М. Організація, планування та управління будівництвом. – Київ: Кондор, 2017. – 280 с.
20. Риженко Г.М. Економіка будівництва. – Київ: Каравела, 2019. – 312 с.
21. Гусаков А.А. Охорона праці в будівництві. – Київ: Основа, 2018. – 296 с.
22. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги.
23. Закон України «Про охорону праці» №2694-ХІІ від 14.10.1992 р. (зі змінами).
24. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» №3038-VI від 17.02.2011 р. (зі змінами).