МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО– НАУКОВИЙ ІСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Кафедра Промислове та цивільне будівництво
(повна назва)

Кваліфікаційна робота

рівень вищої освіти Бакалавр
(рівень вищої освіти)

на тему: **«Нове будівництво 4-х поверхової двосекційної житлової будівлі у м. Запоріжжя »**

Виконав: студент 4 курсу, групи: 6.1923– пцб– с2

спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код і назва спеціальності)

освітньої програми промислове і цивільне будівництво

Князєв Сергій Ігорович
(прізвище та ініціали)

Науковий керівник доцент, к.т.н. Юхименко А.І.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

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

Запоріжжя – 2026 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО – НАУКОВИЙ ІСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Кафедра — Промислового та цивільного будівництва
Рівень вищої освіти — перший бакалаврський рівень
(перший (бакалаврський) рівень)

Спеціальність — 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(шифр і назва)

Офіційно–професійна програма — «Промислове і цивільне будівництво»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ПЦБ
проф. Арутюнян І. А.
«09» 02 2026 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКЦІЙНУ РОБОТУ /ПРОЄКТ СТУДЕНТОВІ

Князєв Сергій Ігорович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проєкту) : на тему: «Нове будівництво 4-х поверхової двосекційної житлової будівлі у м. Запоріжжя»
керівник роботи Юхименко А.І., доцент, к.т.н.
(прізвище, ім'я по батькові, науковий ступень, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від " 25 " грудня 2026 року № 1832-с
2. Строк подання студентом роботи 10.06.2026 р.
3. Вихідні дані до роботи завдання на проєктування, кліматичні та геологічні умови місце забудови, функціональне призначення будівлі, територіальне місцезнаходження будівлі, нормативні вимоги до будівництва згідно існуючого законодавства, навчальна, нормативна та періодична література.
4. Зміст розрахунково– пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
1. архітектурна частина; 2. розрахункова– конструктивна частина; 3. організаційно–технологічна частина; 4.економічна частина.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов`язкових креслень) з
6. аркушів – архітектурна частина 2 аркуша, розрахункова– конструктивна частина 1 аркуша, 3. організаційно– технологічної частини 3 аркушів

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Юхименко А.І., доцент, к.т.н.		
Розділ 2	Юхименко А.І., доцент, к.т.н.		
Розділ 3	Юхименко А.І., доцент, к.т.н.		
Розділ 4	Юхименко А.І., доцент, к.т.н.		
Розділ 5	Юхименко А.І., доцент, к.т.н.		

7. Дата видачі завдання 06 січня 2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Архітектурно– будівельний розділ	01.03.2026	
2.	Розрахунково– конструктивний розділ	10.03.2026	
3.	Технологія будівельного виробництва	20.04.2026	
4.	Організація будівництва	05.05.2026	
5.	Економіка будівництва	20.05.2026	

Студент _____ (підпис) Князєв С. І. (прізвище та ініціали)

Керівник роботи/проєкту _____ (підпис) Юхименко А.І. (прізвище та ініціали)

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

АНОТАЦІЯ

Князєв Сергій Ігорович. Нове будівництво 4-х поверхової двосекційної житлової будівлі у м. Запоріжжя.

Кваліфікаційна робота для здобуття ступеня вищої освіти бакалавра за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник А.І. Юхименко. Інженерний навчально – науковий інститут ім. Ю.М. Потебні, Запорізького національного університету 2026.

У проєкті представлені такі основні розділи: архітектурно– будівельний, розрахунково– конструктивний, технологія зведення будівель, організація будівельного виробництва, економіка будівництва, охорона праці.

В архітектурній частині було визначено об'ємно– планувальне рішення будівлі, виконано теплотехнічний розрахунок стіни та покриття.

У конструктивній частині виконан розрахунок.

У організаційно технологічної частини була розроблена технологічна карта, для цього було розроблено калькуляцію трудових витрат, схему виконання та графік робіт. У розділі організація будівельного виробництва розраховано сітьовий графік для визначення тривалості будівельних робіт, розроблено майданчик під будівництво лабораторного центру з розташуванням складів і тимчасових будівель.

В розділі економіка будівництва виконано розрахунок кошторисної вартості будівництва у вигляді локального кошторису на загальнобудівельні роботи.

Ключові слова: проєкт, будівництво, архітектура, конструктивні рішення, технологія будівництва, організація будівництва, кошторис.

ABSTRACT

Knyazev Sergey Igorovich. New construction of a 4-story two-section residential building in Zaporizhia.

Qualified graduation work to achieve a higher level of bachelor's degree in specialty 192 – Construction and civil engineering, scientific ceramics specialist A.I. Yukhimenko. Basic Engineering – Scientific Institute named after. Yu.M. Potebnya, Zaporizhzhya National University 2026.

The project presents the following main sections: architectural and civil engineering, design and construction, civil engineering technology, civil engineering organization, civil engineering economics, security protection.

In the architectural part, the volumetric planning solutions were identified, and the thermal design of the walls and coating was determined.

The structural part of the vikonan has a design.

The organizational and technological part of the department had a separate technological map, for which it included the calculation of labor costs, the calculation scheme and the work schedule. The division of the organization of daily production has developed a network schedule for the allocation of daily work, and has divided the area under the laboratory center with the distribution of warehouses and timely work.

In the section of the economics of everyday life, there is a breakdown of the cost of living conditions in the view of the local cost of living on the back-office work.

Keywords: project, everyday life, architecture, constructive solutions, everyday life technology, everyday life organization, costs.

ЗМІСТ

1	АРХІТЕКТУРНО БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА	8
1.1	Загальна частина	8
1.2	Об'ємно– планувальні та архітектурно – конструктивні рішення	8
1.3	Техніко економічні показники будівлі	10
1.4	Стислий опис прийнятих елементів будівлі	10
1.5	Зовнішнє та внутрішнє оздоблення	15
1.6	Санітарне обладнання	16
1.7	Теплотехнічний розрахунок	17
1.7.1	Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни	17
1.7.2	Теплотехнічний розрахунок покриття	19
1.8	Розрахунок класу наслідків (відповідальності)	20
2	РОЗРАХУНКОВО– БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА	23
2.1	Розрахунок і конструювання сходового плитного маршу	23
2.2	Схема сходової клітки	23
2.3.	Розміри і маса елементів та характеристики матеріалів	24
2.4	Тимчасове навантаження	25
2.5	Розрахунок і конструювання маршу	25
2.6	Визначення розрахункових зусиль «Md», «VEd»	27
2.7	Визначення потрібної площі перерізу поздовжньої арматури маршу	28
2.8	Розрахунок маршу по похилому перерізу	29
2.9	Розрахунок східців маршу	32
2.10	Розрахунок на монтажні зусилля	33
2.11	Визначення перерізу арматури монтажних петель	35
3	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	36
3.1	Технологічна карта на монтаж плит покриття	36
3.1.1	Область застосування	36
3.1.2	Визначення засобів механізації	37

3.1.3	Калькуляція трудових витрат	38
3.1.4	Техніко-економічне порівняння засобів механізації	40
3.1.5	Організація та технологія виконання робіт	41
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ	49
4.1	Загальні положення	49
4.1.1	Проєктування організації робіт на об'єкті, вибір методів виконання робіт та основних будівельних машин	50
4.2	Сітьовий графік будівництва	51
4.3	Проєктування будгенплану	55
4.4	Розрахунок потреби у трудових ресурсах	58
4.3.1	Розрахунок тимчасових будівель	59
4.3.2	Розрахунок складських приміщень	59
4.3.3	Тимчасове забезпечення водопостачанням на будівельному майданчику	62
4.3.4	Тимчасове забезпечення електроенергією на будівельному	64
4.3.5	Розрахунок штучного охоронного освітлення будівельного майданчика	65
4.3.6	Техніко-економічні показники будівельного генерального плану	66
5	ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА	67
5.1	Загальні положення	67
5.2	Складання локального кошторису	67
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	78

1 АРХІТЕКТУРНО БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Загальна частина

Будівельний майданчик під нове будівництво 4-поверхового двосекційного житлового будинку розташований у м. Запоріжжя, в межах сформованого міського кварталу. Локація характеризується наявністю розвиненої інженерно-комунікаційної мережі та зручних транспортних сполучень, що оптимізує внутрішньогосподарську логістику на етапі будівництва та спрощує подальшу експлуатацію об'єкта. За геоморфологічними ознаками територія має спокійний рельєф із незначними ухилами поверхні; абсолютні висотні відмітки коливаються в діапазоні 78–123 м. Такий природний рельєф мінімізує обсяги земляних робіт та знижує витрати на вертикальне планування і підготовку основи під фундаменти. Відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія», майданчик належить до II кліматичного району. Комплексне розміщення об'єктів на ділянці є компактним і повністю відповідає чинним протипожежним та санітарно-гігієнічним нормативам. Проєктом благоустрою передбачено асфальтобетонне покриття внутрішньодворових проїздів та відмостки, мощення пішохідних доріжок тротуарною плиткою, а також комплексне ландшафтне озеленення шляхом влаштування газонів, квітників та висадки листяних насаджень.

1.2 Об’ємно– планувальні та архітектурно – конструктивні рішення

Проєктований житловий будинок зводиться за індивідуальним архітектурно-планувальним проєктом, що дозволяє оптимізувати внутрішній простір і забезпечити раціональну посадку об'єкта на ділянці з формуванням

затишної дворової зони. Будівля є двосекційною, має прямокутну конфігурацію у плані з габаритними розмірами в крайніх осях 30,00 × 12,00 м. Основні огороджувальні конструкції споруди запроєктовані з цегли, що гарантує високу міцність, довговічність, а також належні теплоізоляційні та акустичні характеристики житлових приміщень.

Висота житлових поверхів (у світлі конструкцій від підлоги до підлоги) становить 2,5 м, що забезпечує нормативний об'єм кімнат та умови для їхнього природного освітлення. Загальна висота будівлі від планувальної відмітки землі до конька покрівлі складає 13,70 м. Вхідні групи до житлових секцій організовані з боку головного фасаду в осях 1–6 та 7–12, що підкреслює архітектурну композицію фронтону. У підземній частині запроєктовано повноцінний підвальний поверх заввишки 2,1 м, призначений для розташування інженерно-технічної інфраструктури. Цей простір відведено під розведення, ревізію та обслуговування магістральних трубопроводів водопостачання, водовідведення, опалення, а також кабельних ліній електропостачання.

Категорія складності об’єкту – II, клас наслідків (відповідальності) об’єкту – СС1, прийнята ступінь вогнестійкості – II, довговічність огороджуючи і несучих конструкцій – II.

Експлікація приміщень зведена в таблицю 1.1.

Таблиця 1.1 – Експлікація приміщень

№ з/п	Найменування	Площа, м^2		Кількість квартир
		Жила	Загальна	
1	Трикімнатна квартира	42,29	69,35	8
2	Чотирикімнатна квартира	54,81	81,87	8
		97,10	151,22	16
		776,80	1209,76	

1.3 Техніко економічні показники будівлі

Техніко– економічні показників об'ємно– планувального рішення зведені в таблицю 1.4.

Таблиця 1.4 – Техніко – економічні показники об'ємно– планувального рішення

№ з/п	Найменування	Од. вим.	Значення
1	Площа забудови	$м^2$	481,28
2	Будівельний об’єм	$м^3$	1548,00
3	Загальна площа	$м^2$	1209,76
4	Житлова площа	$м^2$	776,80

1.4 Стислий опис прийнятих елементів будівлі

Конструктивна схема чотирьохповерхового житлового будинку – безкаркасна, з несними подовжніми та поперечними цегляними стінами. Підземна частина будівлі спирається на збірні залізобетонні фундаменти з блоків типу ФБС, покладених на монолітну армовану плиту-основу заввишки 300 мм. Для надійного захисту підвалу від капілярної вологи та ґрунтових вод передбачено двошарову вертикальну обмазувальну гідроізоляцію на основі бітумної мастики. Тримальні та самотримальні стіни завтовшки 510 мм та 380 мм зводяться з рядової силікатної цегли (згідно з ДСТУ Б В.2.7–80:2008) на будівельному розчині марки М100. Внутрішні міжкімнатні перегородки товщиною 120 мм виконуються зі звичайної керамічної цегли (відповідно до ДСТУ Б В.2.7–61:2008) на цементно-вапняному розчині марки М50 і встановлюються безпосередньо на міжповерхове перекриття. Перекриття споруди запроєктовано зі збірних залізобетонних багатопустотних плит

завтовшки 220 мм у чотирнадцяти типорозмірах. Плити спираються на цегляні стіни, фіксуються в муруванні сталевими Г-подібними анкерами, а шви між ними заповнюються щільним цементним розчином, що забезпечує монолітність та жорсткість усього горизонтального диска перекриття. Вертикальний зв'язок між поверхами та евакуаційні шляхи організовано через сходові клітки зі збірних залізобетонних елементів ребристої конструкції.

Вертикальний зв'язок між поверхами та евакуаційні шляхи забезпечуються сходовими клітками зі збірних залізобетонних елементів ребристої конструкції. Конструктивна схема сходів включає два базові елементи: сходові майданчики та сходові марші. Вузол спряження виконується шляхом спирання маршів на консольні виступи лобових ребер майданчиків із наступним жорстким зварюванням закладних деталей. Сходові марші запроєктовані з ухилом 1:2; геометричні параметри сходинок становлять 150 мм за висотою (підсходинка) та 300 мм за шириною (проступ), що відповідає чинним нормам пожежної безпеки та ергономіки. Приміщення має комбіноване освітлення: природне через фасадні віконні прорізи у денний час та штучне електричне у вечірній період. Для безпеки пересування вздовж маршів передбачено металеве огородження заввишки 900 мм із пластиковими поручнями.

Повна специфікація залізобетонних елементів для влаштування східців із зазначенням їх кількості та маркування наведена у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Специфікація залізобетонних виробів

Умовна марка	Марка, поз.	Розміри			Витрати бетону, $м^3$	Витр. сталі, кг	Маса кг	Кільк. шт	Примітка
		l	b	h					
Панелі перекриття									
П1	ПК72-15	7180	1490	220	1,07	43,23	2,675	120	
П2	ПК72-12	7180	1190	220	1,07	43,23	2,675	10	
П3	ПК72-10	7180	990	220	1,07	43,23	2,675	18	
П4	ПК30-15	2980	1490	220	0,82	39,82	2,19	16	
Продовження таблиці 1.5									

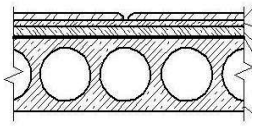
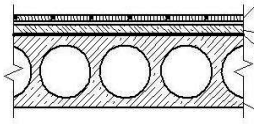
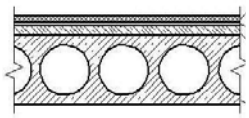
П5	ПК30-10	2980	990	220	0,82	39,82	2,19	16	
Сходові марші та площадки									
СМ	СМ28.12.144	2820	1200	–	0,61	17,16	1,53	5	
СП1	2СП30.12-4- к	3000	1200	–	0,54	22,13	1,35	6	
Фундаментні блоки									
ФБС-5	ФБС24.5	2380	500	580	0,679	–	1,63	48	
ФБС-5-12	ФБС12.5	1180	500	580	0,331	–	0,79	4	
ФБС-5-9	ФБС9.5	900	500	580	0,244	–	0,61	2	
ФБС-4	ФБС24.6	2380	400	580	0,543	–	3,41	22	
ФБС-4-12	ФБС12.6	1180	400	580	0,265	–	2,88	12	
ФБС-4-9	ФБС9.6	900	400	580	0,195	–	0,72	8	

У проєкті житлового будинку розроблено чотирисхилу (вальмову) кроквяну систему даху з нормативним кутом нахилу 30° для забезпечення швидкого відведення опадів. Проєктом передбачено влаштування чотирисхилої (вальмової) кроквяної системи з нахилом скатів 30°. Як фінішне покриття покрівлі прийнято бітумна черепиця виробництва «BRAAS». Несну основу даху формують крокви з антисептованого дерев'яного бруса перерізом 160 × 50 мм, які нижньою частиною спираються на мауерлат перерізом 150 × 150 мм, а у верхній точці фіксуються затяжкою конькового прогону розміром 160 × 100 мм. Кроквяні ноги обладнуються решетуванням із брусків 50 × 50 мм. Скріплення елементів дерев'яного каркаса виконується за допомогою цвяхових з'єднань або сталевих металевих зубчастих (шипованих) пластин. Для збирання та відведення атмосферних опадів запроєктована організована зовнішня система водостічних жолобів і труб.

Підлоги. Підлоги виконані згідно вимог**:** витривалі, жорсткі, не слизькі, гігієнічні, добрі в експлуатації, індустріальні, економічні.

Схеми та елементи підлоги, зводимо до таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Експлікація підлог

№ приміщ. по проекту	Тип підлоги	Схема підлоги, № вузла по серії	Елементи підлоги, іх товщина	Площа підлоги
5,6	Керамічні		1. Керамічна плитка t = 10 мм 2. Ceresit - CM12 t = 10 мм 3. Цементно – піщана стяжка t = 30 мм М 100 4. Мастикових гідроізоляція t = 3 мм 5. Плита перекриття t = 220 мм	261,36
2,3	Паркетні		1. Паркет на мастиці t = 20 мм 2. Цементно - піщана стяжка t = 30 мм М 100 3. Фарбувальна пароізоляція t = 0,05 мм 4. Плита перекриття t = 220 мм	776,80
1,4	Лінолеум		1. Лінолеум t = 4 мм 2. Клей КС t = 2 мм 3. Цементно - піщана стяжка t = 30 мм М100 4. Пінобетон, t = 45 мм 5. Плита перекриття t = 220 мм	136,64

Вимощення. Для захисту фундаментів та стін будівлі від підтоплення й перезволоження по всьому периметру облаштовується асфальтобітумне вимощення завширшки 1,5 м. Воно вкладається на ущільнену щебеневу підготовку завтовшки 150 мм. Поперечний похил вимощення становить 5% у напрямку від будівлі.

Вікна і двері. Для заповнення віконних прорізів житлового будинку запроєктовано металопластикові блоки індивідуального виготовлення «Вікна-Люкс», укомплектовані енергоефективними двокамерними склопакетами. Теплоізоляція та герметизація монтажних швів у місцях спряження віконних рам із цегляним муруванням виконується за технологією тришарового ущільнення з використанням поліуретанової монтажної піни та ізоляційних стрічок, що унеможливлює утворення містків холоду. Внутрішні підвіконня

прийняті пластиковими зносостійкими, а з зовнішнього боку передбачено влаштування відливів з оцинкованої сталі для відведення атмосферних опадів та захисту фасадних поверхонь. Внутрішні та зовнішні віконні укоси підлягають обов'язковому оштукатурюванню цементно-піщаним розчином і вирівнюванню. Заповнення вхідних та міжсекційних дверних прорізів передбачено одно- і двостулковими металопластиковими дверними блоками індивідуального виробництва фабрики «Vist».

Специфікація елементів заповнення прорізів зведена в таблицю 1.5.

Таблиця 1.5 – Специфікація елементів заповнення прорізів

Марка	Позначення	Кількість по фасаду					Розміри,мм
		1– 12	12– 1	А– І	І– А	Кільк.	
Вікна та вітражі							
ВК– 1	«Вікна–Люкс»	16	16	8	8	48	2010 ×1510
ВК– 2		16	24	–	–	40	1510 ×1510
ВК– 3		14	–	–	–	14	1810 × 910
Двері							
Д– 1	«Vist»	2	–	–	–	2	2400×1210
Д– 2		9	12	3	3	27	2100×910
Д– 3		–	–	–	–	27	2100×1210
Д– 4		–	–	–	–	27	2100×1010
Д– 5		–	–	–	–	23	2100×910
Д– 6		–	–	–	–	57	2100×810
Д– 7	Індивід.	–	–	–	–	54	2100×910

Перемички. Для перекриття віконних та дверних отворів у будівлі передбачено використання збірних залізобетонних брускових перемичок серії ПБ. Монтаж елементів виконується на заздалегідь підготовлений шар цементно-піщаного розчину марки не нижче М100. Глибина спирання перемичок на стінові простінки становить не менше 150 мм для самонесучих (або ненесучих) стін, а для несучих конструкцій, що сприймають навантаження від міжповерхового перекриття, цю величину

збільшено до 250 мм задля забезпечення надійної анкеровки та запобігання сколюванню кладки. Під час встановлення суворо контролюється правильність орієнтації виробів, оскільки робоче армування розташоване у нижній розтягнутій зоні бруска. З метою ліквідації містків холоду та запобігання промерзанню стін, у вузлах зовнішніх отворів між залізобетонними перемичками додатково закладається шар ефективного теплоізоляційного матеріалу з екструдованого пінополістиролу.

Специфікацію елементів зводимо до таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Специфікація залізобетонних брускових перемичок

Умов. марка	Марка поз.	Розміри, мм			Витрати бетону, $м^3$	Витрати сталі, кг	Маса т	Кільк.
		l	в	h				
Плити перекриття та покриття								
1	ПР 27	2700	120	140	0,045	3,03	0,115	65
2	ПР 24	2450	120	140	0,041	2,10	0,105	10
3	ПР 31	3100	120	220	0,082	3,10	0,205	35
4	ПР 18	1800	120	140	0,030	0,68	0,65	280
5	ПР 19	1950	120	140	0,033	1,08	0,85	32
6	ПР 15	1550	120	140	0,026	0,58	0,65	62

1.5 Зовнішнє та внутрішнє оздоблення

Архітектурне рішення фасадів базується на комбінації лицьової цегли та ділянок із фактурної декоративної штукатурки світло-бежевого кольору. Цокольна частина будівлі облицьована аналогічною високоякісною цеглою, що забезпечує візуальну цілісність об'єму. Використана штукатурна суміш має підвищену гідрофобність і стійкість до температурних коливань, захищаючи захисні конструкції від атмосферних впливів і передчасного руйнування. Внутрішнє оздоблення приміщень виконане з урахуванням санітарно-гігієнічних та експлуатаційних вимог. Поверхні стін у житлових

кімнатах вирівняні штукатурними сумішами та оклеєні шпалерами. У приміщеннях із вологим режимом роботи (санвузли, кухні) передбачено облицювання стін керамічною плиткою, стійкою до вологи та хімічних засобів. Оздоблення стель в усіх приміщеннях передбачає влаштування екологічного вапняного побілу, що забезпечує належну паропроникність конструкцій.

1.6 Санітарне обладнання

Опалення. Опалення та водопостачання здійснюється з основних опалювальних мереж, з нижньою проводкою в підвалі. Конвектори виконують функції опалювальних пристроїв. Окремий опалювач виготовляється для всієї будівлі для регулювання та врахування теплоносія.

Спроєктована будівля передбачає природну вентиляційну систему у повітряних свердловинах, які проникають у будівлю по всій висоті.

Водопостачання. Подача холодної води здійснюється з внутрішньочвертного колектора з одним входом. Вода подається через власний головний трубопровід.

Навколо будівлі розташована основна система пожежного господарства та питної води з колодязями, в яких встановлені пожежні гідранти.

Каналізація. Каналізація здійснюється всередині двору з підключенням до колодязів внутрішньоблочної каналізації.

Джерело живлення. Електропостачання здійснюється з міської підстанції з двома кабелями – основним і резервним. Усі комутаторні щити розташовані на першому поверсі. Приміщення живляться через спільний розподільчий щит і електричний лічильник, встановлений на кожному поверсі.

1.7 Теплотехнічний розрахунок будинку

Метою теплотехнічного розрахунку є визначення необхідної товщини утеплювача для зовнішніх стін та покриття.

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огороджувальної конструкції, знаходимо в таблиці 1 згідно ДБН В.2.6– 31– 2021 «Теплова ізоляція будівель».

Для II температурної зони R_{qmin} складає: для стін – 3,5 м^2 × К/Вт, та для покриття опалюваних горищ – 6,0 м^2 × К/Вт.

1.7.1 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Конструкція стіни та розрахункові коефіцієнти, зводимо до таблиці 1.7.

1. Згідно ДБН В.2.6– 31– 2021 «Теплова ізоляція будівель», обов'язковим є виконання умови (1.1):

$$R_{\Sigma} \geq R_{q\,min} \qquad (1.1)$$

де R_{Σ} – приведений опір теплопередачі непрозорої огороджуючої конструкції, м^2 · К/Вт;

R_{qmin} – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огороджуючої конструкції, м^2 · К/Вт.

Термічний опір теплопередачі непрозорої огороджуючої конструкції визначаємо за формулою 1.2:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^{n} R_i + \frac{1}{\alpha_з}, \qquad (1.2)$$

де $\alpha_в$, $\alpha_з$ – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхні огороджуючої конструкції, Вт/(м^2 · К), які приймаються згідно додатку Е [1];

R_i – термічний опір і– го шару конструкції, м^2 · К/Вт, що знаходиться за формулою 1.3:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i} \quad , \tag{1.3}$$

де δ_i – товщина і– го шару конструкції, м;

λ_i – теплопровідність матеріалу і– го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації (згідно додатку Л), Вт/(м · К).

Необхідні дані для перевірки зводимо до таблиці 1.7

Таблиця 1.7 – Конструкція стіни

Конструкція стіни	Розрахункові характеристики матеріалів
	1 шар – штукатурка – розчин складний (пісок, вапно, цемент), ρ_0 = 1700 кг/м^3 δ_1 = 0,02 м; $\lambda_1^Б$ = 0,87 Вт/м·К. 2 шар – цегляна кладка – глиняна звичайна цегла на цементно– піщаному розчині: ρ_0 =1800 кг/м^3; δ_2 = 0,51 м; $\lambda_2^Б$ = 0,81 Вт/м·К. 3 шар – плити з мінеральної вати на синтетичному зв'яжучому гофрованої структури ρ_0 = 175 кг/м^3; δ_3 – ? $\lambda_3^Б$ = 0,065 Вт/м·К. 4 шар – штукатурка – розчин складний (пісок, вапно, цемент), ρ_0=1700 кг/м^3; δ_4 = 0,03 м; $\lambda_4^Б$ = 0,87 Вт/м·К.

Розрахункова товщина утеплювача δ_3, м, визначається за формулою 1.3:

$$\delta_3 = (R_{q\,min} - \frac{1}{a_{внутр.}} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \frac{\delta_4}{\lambda_4} - \frac{1}{a_{зовн.}}) \times \lambda_3 \tag{1.3}$$

δ_3 = (3,5– 0,11– 0,023– 0,80– 0,035– 0,043)× 0,065 = 2,49 × 0,065 = 0,17 м

Товщину утеплювача приймаємо згідно існуючої номенклатури виробів − 170 мм.

Необхідний термічний опір шару утеплювача $R_{\Sigma пр}$ (м^2×К)/Вт, визначається за формулою 1.4:

$$R_{\Sigma пр} = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_н}, \quad (1.4)$$

Підставляючи знайдені значення до формули 1.2, визначимо термічний опір шару утеплювача:

$$R_{пр} = 0,11+0,023+0,80+2,61+0,035+0,043 = 3,61 \text{ м}^2\times\text{К/Вт}$$

Згідно вимог для зовнішніх огороджувальних конструкцій опалюваних будівель і споруд обов'язкове виконання умови 1.4:

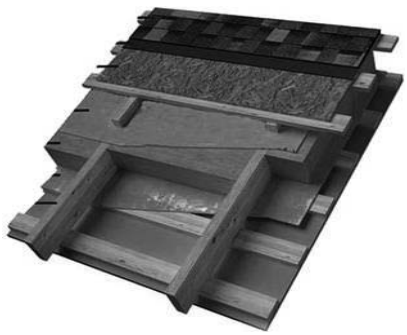
$$R_{\sum пр} \geq R_{q\,min} \quad (1.5)$$

$$R_{пр} = 3,61 \text{ м}^2\times\text{К/Вт} > R_{qmin} = 3,5 \text{ м}^2\times\text{К/Вт}$$

Умова виконується, тип конструкції обрано вірно.

1.7.2 Теплотехнічний розрахунок покриття

Таблиця 1.7 – Конструкція покриття

Конструкція покриття	Розрахункові характеристики матеріалів
	1 шар – бітумно-полімерні покрівельні , ρ_0 = 1400 кг/м^3 δ_1 = 0,035 м; $\lambda_1^Б$ = 0,27 Вт/(м^{2o}С). 2 шар – пергамін, ρ_0 = 600 кг/м^3 δ_2 = 0,003 м; $\lambda_1^Б$ = 0,17Вт/(м^{2o}С). 3 шар – листи OSB- фанера клеєна: ρ_0 =600 кг/м^3; δ_3 – 0,18 м; $\lambda_3^Б$ = 0,18 Вт/(м^{2o}С). 4 шар – утеплювач: мати зі скляного штапельного волокна, одержаного ЦФДС (вміст зв'яжучого за масою від 3,5 % до 4,0 %): ρ_0 =10 кг/м^3; δ_4 – ? $\lambda_3^Б$ = 0,053 Вт/(м^{2o}С). 5 шар – пароізоляція «RockWoll»: ρ_0 =175 кг/м^3; δ_5 – 0,001 м; $\lambda_3^Б$ = 0,95 Вт/(м^{2o}С). 6 шар – дерев'яний брус сосна поперек волокон: ρ_0=500 кг/м^3; δ_6 = 0,165 м; $\lambda_4^Б$ = 0,18 Вт/(м^{2o}С).

Для здійснення теплотехнічного розрахунку приймаємо значення коефіцієнтів тепловіддачі внутрішньої $\alpha_в$ = 7,6 та зовнішньої $\alpha_з$ = 23,0 Вт/(м^2 ·К)

Підставляючи відповідні значення у формулу 1.1, визначимо опір теплопередачі для кожного шару покриття конструкції:

$\delta_4 = (6{,}0\text{-}0{,}13\text{-}0{,}15\text{-}0{,}009\text{-}1\text{-}0{,}01\text{-}0{,}92\text{-}0{,}043) \times 0{,}053 = 3{,}73 \times 0{,}053 = 0{,}19$ м.

Товщину утеплювача приймаємо згідно існуючої номенклатури виробів − 200 мм.

Необхідний термічний опір шару утеплювача $R_{\Sigma пр}$ (м^2×К)/Вт, визначається за формулою 1.4:

Підставляючи знайдені значення до формули 1.2, визначимо термічний опір шару утеплювача:

$R_{пр} = 0{,}13 + 0{,}15 + 0{,}009 + 1 + 0{,}01 + 0{,}92 + 3{,}77 + 0{,}043 = 6{,}04$ м^2×К/Вт

Згідно вимог для зовнішніх огороджуючих конструкцій опалюваних будівель і споруд обов'язкове виконання умови 1.4:

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{q\,min} \qquad (1.5)$$

$$R_{пр} = 6{,}04 \text{ м}^2\text{×К/Вт} > R_{qmin} = 6{,}0 \text{ м}^2\text{×К/Вт}$$

Умова виконується, тип конструкції обрано вірно.

1.8 Розрахунок класу наслідків (відповідальності) на тему: Нове будівництво 4-х поверхової двосекційної житлової будівлі у м. Запоріжжя

1. Визначаємо кількість осіб, які постійно перебувають на об'єкті N1,

Розрахункова кількість мешканців у житловому будинку залежить від площі квартир (за нормою 21 м^2 на людину плюс 10,5 м^2 на сім'ю)

Тип квартир	Площа квартир	Кількість квартир на будинок	Загальна площа квартир на будинок	Розселення на квартиру (розрахунковий коефіцієнт на заселення)	Розселення на будинок
3	69,35 (58,85+10,5)	8	554,80	58,85/21=2,80	8×2,80 = 22,42
4	81,87 (71,37+10,5)	8	654,96	71,37/21=3,40	8×3,40 = 27,20
Всього		16	1209,76		50

Кількість людей, які постійно перебувають в будинку N1 становить 50 осіб. За кількістю осіб, які постійно перебувають на об’єкті , житловий будинок зараховується до класу наслідків (відповідності) СС1.

2. Тимчасове перебування людей у житлових будинках не нормоване і в будь–якому випадку не повинно перевищувати 50 % від людей, що постійно перебувають у будинку, тобто N2 становитиме 25 осіб.

За кількістю осіб, які періодично перебувають на об’єкті, житловий будинок зараховується до класу наслідків (відповідальності) СС1

3. Кількість осіб, які перебувають зовні об’єкта N3 складається з осіб які постійно і тимчасово перебувають на об’єкті:

N3 = 50+25 = 75 осіб

За кількістю осіб, які перебувають зовні об’єкта, житловий будинок зараховується до класу наслідків (відповідальності) СС1

4. Для визначення обсягу можливого економічного збитку визначають вартість спорудження житлової будівлі.

Згідно з розрахунком кількість квадратних метрів в будинку дорівнює – 1209,76 м^2.

Розрахункова вартість 1 м^2 приймається – 24928,00 грн. за м^2 площі квартири.

Примітка. За основу взято опосередкований показник вартості житла у м.Запоріжжя відповідно до наказу Мінрегіонбуду № 60 від 15.01.2026.

Розрахункова вартість будинку складає:

1209,76 × 24928,00 = 30156,89 тис. грн.

Прогнозовані збитки визначаються за формулою:

$$Ф = 0{,}225 \sum_{i=1}^{n} Pi$$

Ф= 0,225 × 30156,89 = 6785,30 тис. грн

Обсяг можливого економічного збитку у мінімальних заробітних платах складає:

6785,30 тис. грн / 8,647 тис.грн = 784,70 м.р.з.п

де 8647 грн. це мінімальний розмір заробітної плати який слід уточнювати на момент виконання розрахунку відповідно до Закону України «Про Державний бюджет України». Розміри мінімальної заробітної плати на 2026 рік затверджено Законом України «Про Державний бюджет України на 2026 рік» від 03.12.2025 № 4695–IX

Відповідно до таблиці 1 ДСТУ 8855:2019 житловий будинок зараховується до класу наслідків (відповідальності) СС1. Будинок не розташований в охоронній зоні об’єктів культурної спадщини і не є об’єктом культурної спадщини. Приймаємо, що відмова будинку не впливає на припинення роботи об’єктів транспорту, зв’язку, енергетики.

Висновок: За критеріями таблиці 1, Нове будівництво 4-х поверхової двосекційної житлової будівлі у м. Запоріжжя відноситься до класу наслідків (відповідальності) СС1.

2 РОЗРАХУНКОВО– БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

2.1. Розрахунок і конструювання сходового плитного маршу

Для розрахунку і конструювання збірного або монолітного залізобетонного сходового маршу плитного типу застосовують чітку інженерну послідовність. На першому етапі збирають вихідні геометричні дані на основі архітектурно-планувальних рішень. Визначають висоту і ширину маршу, а також стандартні габарити сходинок (найчастіше ширину проступу 300 мм і висоту підсходинка 150 мм). На основі цих параметрів обчислюють кут нахилу маршу, а товщину несучої плити попередньо приймають у межах однієї двадцятої чи однієї тридцятої від її загального прольоту.

2.2 Схема сходової клітки по серії 1.151.1-6.1

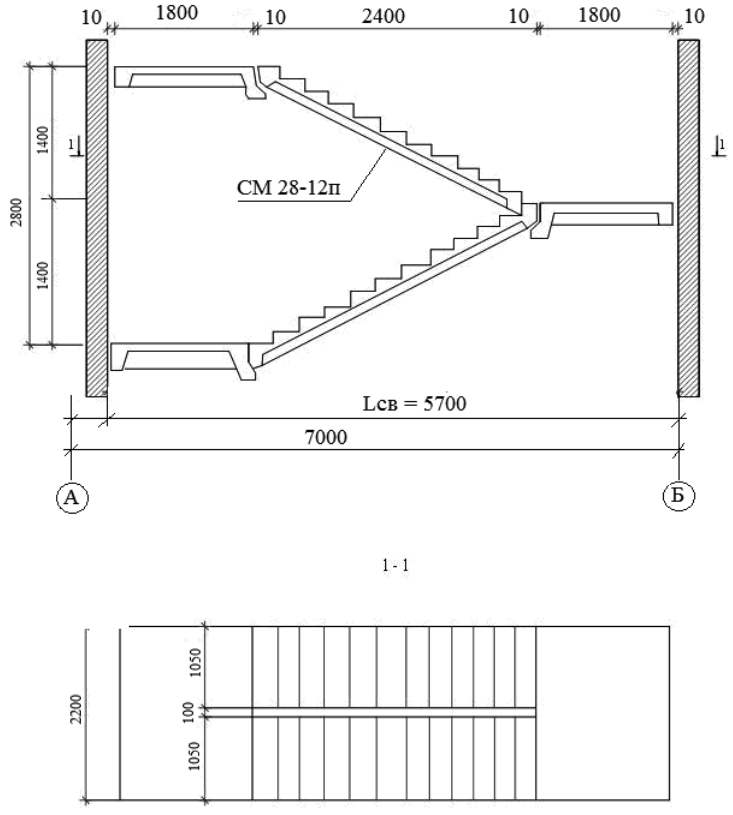


Рисунок 2.1 – Розріз і план сходової клітки

2.3 Розміри і маса елементів та характеристики матеріалів

а) Марш СМ 28-12п 120 × 272см; маса 1520кг;

б) Металеві поручні огородження, маса 50кг.

Площадка виготовляється з важкого бетону класу С 20/25.

Робоча арматура із сталі класу А 400С для маршу і площадки.

Монтажна арматура із сталі класу А 240С.

Зварна сітка із холоднодеформованого дроту класу Вр-1.

Бетон важкий класу С20/25

Розрахунковий опір бетону стиску f_{cd}=14,5 МПа = 1,45 кН/см^2.

Розрахунковий опір бетону розтягу f_{crd} =1,05 МПа = 0,105 кН/см^2.

Коефіцієнт умови роботи γ_{c2}=0.9.

Фактичний модуль потужності бетону E_{cm}=30000 МПа=3000 кН/см^2.

Арматура стержневого класу А400С

Розрахунковий опір розтягу повздовжньої арматури

d=6-8 мм, f_{yd}=355 МПа = 35,5 кН/см^2.

d=10-40 мм, f_{yd}=365 МПа = 36,5 кН/см^2.

Модуль потужності арматури E_s=200000 МПа=20000 кН/см^2.

Арматура стержневого класу А240С

Розрахунковий опір розтягу повздовжньої арматури

f_{yd}=255 МПа = 25,5 кН/см^2

Дротова холоднодеформована арматура класу Вр-1

Розрахунковий опір розтягу арматури ⦸ 4 мм

f_{yd}=365 МПа = 36,5 кН/см^2 f_{ywd}=265 МПа.

Розрахунковий опір розтягу арматури ⦸ 5 мм

f_{yd}=360 МПа = 36,0 кН/см^2 f_{ywd}=260 МПа.

Модуль потужності арматури E_s=170000 МПа=17000 кН/см^2.

2.4 Тимчасове навантаження:

а) рівномірне розподілене $\upsilon_н$ = 3,0 кН/м^2 з коефіцієнта надійності по навантаженню γ_f=1,2;

б) зосереджене навантаження $V_п$=1,0 кН з коефіцієнтом γ_f=1,2

$$f_{max} = \frac{1}{200} \quad (2.1)$$

$$V_{sep}=1,0 \text{ кН} \quad (2.2)$$

Величина граничного прогину від зосередженого вантажу прийнята 0,7мм.

2.5 Розрахунок і конструювання маршу

На першому етапі призначають геометричні розміри маршу та класи міцності конструктивних матеріалів. Розрахунковий проліт приймають як горизонтальну відстань між осями опорних зон на майданчиках, яка для стандартного кроку стін становить три метри. Кут нахилу маршу визначають через відношення висоти підсходинка у 150 міліметрів до ширини проступу у 300 міліметрів, що дає кут 26,57 градуса та косинус кута рівний 0,894. Товщину несучої плити маршу попередньо закладають у межах однієї тридцятої від її прольоту, тобто 100 міліметрів. Для проєктування обирають важкий бетон класу С20/25 із розрахунковим опором стиску 11,5 мегапаскаля та робочу гарячекатану арматуру класу А400С із розрахунковим опором розтягу 365 мегапаскалів. Усі подальші обчислення виконують для умовної розрахункової смуги плити завширшки один метр (1000 міліметрів).

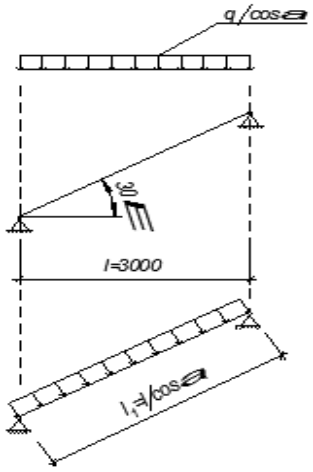


Рисунок 2.2 – Розрахункова схема маршу по «M_d»

$$tq\alpha = \frac{h}{l_0} = \frac{1400}{22333} = 0{,}57 \qquad (2.3)$$

$$\cos\alpha = \cos 3\,0^0 58^1 = 0{,}857$$

1. Визначення розрахункового прольоту маршу

$$L_0 = L_n - \frac{c_1}{2} - \frac{c_2}{2} = 2400 - \frac{64}{2} - \frac{70}{2} == 2400 - 32 - 35 = 233 \text{ мм} \qquad (2.4)$$

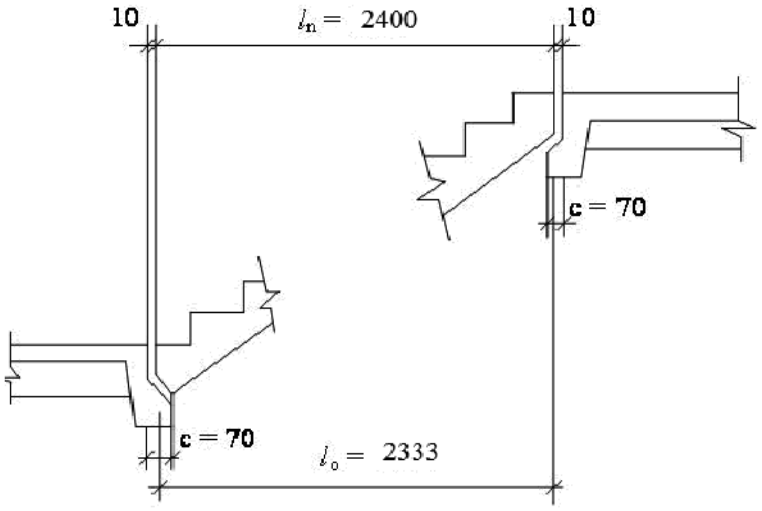


Рисунок 2.3 – Фактична схема опори маршу

2. Визначення навантажень на 1 п.м горизонтальної проекції маршу

Навантаження на 1 п.м горизонтальної проекції маршу зводимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Навантаження на марш

Навантаження	Підрахунок	Характерис-тичне кН/м	γ_f>1	Розрахункове кн/м
Постійне				
від маси марша	15,2/2,333) x 0,95= 6,189	6,189	1,1	6,81
від маси поручнів	0,5/2,333 x 0,95=0,2	0,2	1,1	0,22
Тимчасове	3,0 x 1,2 x 0,95=3,42	3,42	1,2	4,1
Разом		q_n=9,81		q_n=11,13

2.6 Визначення розрахункових зусиль «M_d», «V_{Ed}»

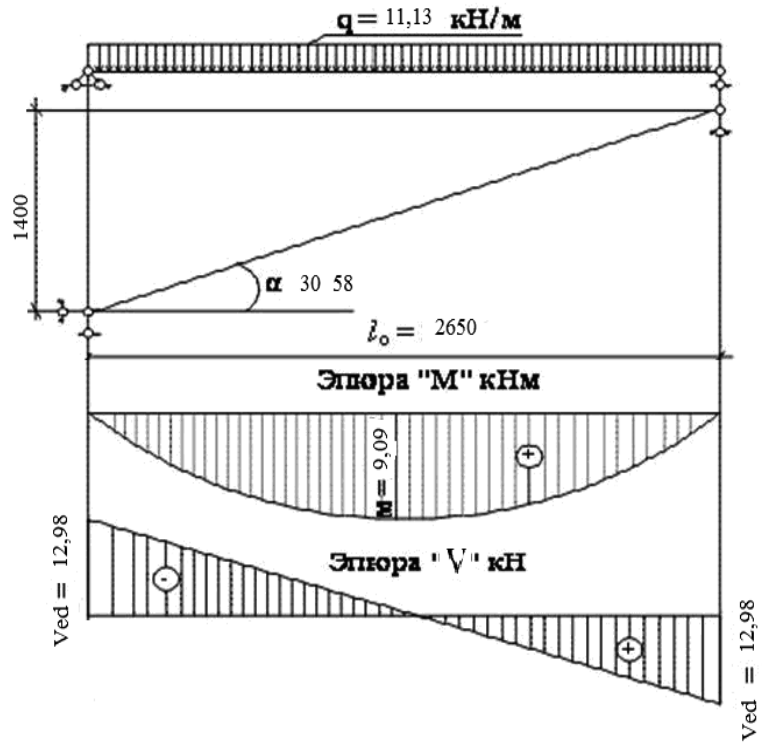


Рисунок 2.4 – Розрахункова схема опори, епюра «M_d», «V_{Ed}»

1. Розрахунковий вигинний момент:

$$M_{\mathbf{d}} = M = \frac{q \times l_0^2}{8} = \frac{11{,}13 \times 2{,}333^2}{8} = 7{,}57 \text{ кНм} \quad (2.5)$$

2. Розрахункова поперечна сила:

$$V_{Ed} = \frac{q \times l_0}{2} = \frac{11{,}13 + 2{,}333}{2} = 12{,}98 \text{ кНм} \quad (2.6)$$

2.7 Визначення потрібної площі перерізу поздовжньої арматури маршу

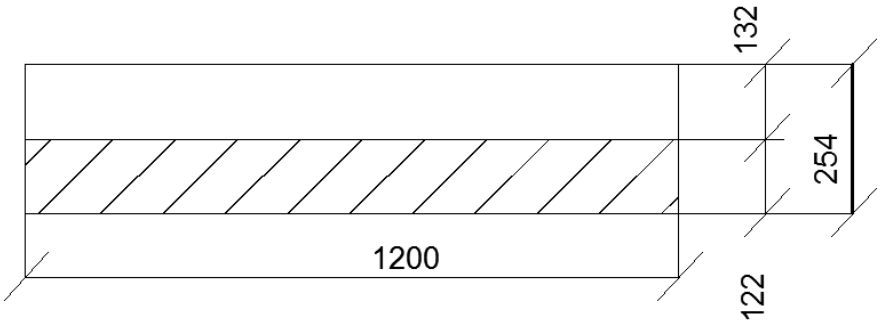


Рисунок 2.5 – Фактичний переріз маршу

Приймаємо a = 2,0 см і визначаємо робочу висоту маршу:

$$d = h - a = 12.2 - 2.0 = 10.2 \text{см} \quad (2.7)$$

Визначаємо табличний коефіцієнт α_m :

$$\alpha_m = \frac{M}{f_{cd} \times \gamma_{c2} \times b \times d^2} = \frac{7570}{14.5 \times 0{,}9 \times 120 \times 10^2} = 0{,}046 \quad (2.8)$$

В залежності від класу бетону С20/25 і робочої арматури класу А400С визначаємо граничне значення, коефіцієнти α_{fc} , ξ_{fc} :

$\alpha_R = 0{,}604;\ \ \xi_R = 0{,}422;$

Перевіряємо умову:

$\alpha_R = 0{,}604 .. \prec .. \alpha_R = 0{,}604$;

Умова виконується, достатньо одиночного армування.

В залежності від величини $\alpha_т$ =0,046 беремо ξ=0,976

Визначаємо потрібну площу перерізу повздовжньої арматури:

$$A_S = \frac{M_d}{f_{yd} \times \xi \times d} = \frac{7570}{355 * 0{,}976 * 10{,}7} = 2{,}14 \text{см}^2 \quad (2.9)$$

Приймаємо 8 Ǿ6 А400С; $A_S = 2{,}26$ см^2

2.8 Розрахунок маршу по похилому перерізу

На першому етапі обчислюють максимальне опорне зсувне зусилля, яке позначається як розрахункова поперечна сила V_{Ed}. Для шарнірно обпертої однопрогонової балочної моделі сходового маршу пікове навантаження виникає безпосередньо на межі опорної зони (у місці примикання до сходового майданчика). Розрахункове значення сили дорівнює добутку повного рівномірно розподіленого навантаження q_d = 10,0 кН/м на довжину розрахункового прольоту l_0 = 3,0 м, поділеному навпіл. Таким чином, максимальна поперечна сила V_{Ed} становить 15,0 кілоньютонів (або 15 000 Ньютонів) на один метр ширини сходової плити.

$0{,}6 \times \gamma_{c2} \times f_{ct}d \times b \times d = 0{,}6 \times 0{,}9 \times 1{,}05 \times 120 \times 10{,}2 \times 100 = 6940$Н =6,94 кН $\prec V_{Ed} \times cos\,\alpha = 12{,}98 \times 0{,}8575 = 11{,}13$ кН (2.10)

Висновок: поперечну арматуру необхідно ставити по розрахунку.

Перевіряємо умову:

$$V_{Ed} \prec 0{,}3 \times \varphi_{W1} \times \varphi_{b1} \times \gamma_{c2} \times f_{cd} \times b \times d \quad (2.11)$$

де φ_{c1} = коефіцієнт, враховуючий міцність бетону.

Коефіцієнт φ_{c1} визначається за формулою:

$$\varphi_{c1} = 1 - 0{,}006 \times f_{cd} = 1 - 0{,}006 \times 1{,}45 = 0{,}913 \quad (2.12)$$

де φ_{w1} = коефіцієнт, враховуючий вплив поперечної арматури.

$$\varphi_{W1} = 1 + \eta \times \alpha \times \rho_w \quad (2.13)$$

Для вертикальних хомутів $\eta = 5$;

$$\alpha = \frac{E_S}{E_b} = \frac{2{,}0\times10^5}{3{,}0\times10^4} = 6{,}7 \quad (2.14)$$

Вертикальні хомути з проволоки Ǿ4BpI

$$\rho_W = \frac{A_{sw}}{b\times S_w} = \frac{3\times0{,}126}{120\times20} = 0{,}0002 \quad (2.15)$$

$$\varphi_{W1} = 1 + \eta \times \alpha \times \rho_w = 1 + 5 \times 6{,}7 \times 0{,}0002 = 1{,}007 \quad (2.16)$$

$0{,}3 \times \varphi_{w1} \times \varphi_{c1} \times \gamma_{c2} \times f_{cd} \times b_b \times d = 0{,}3 \times 1{,}007 \times 0{,}913 \times 0{,}09 \times 0{,}9 \times 14{,}5 \times 120 \times 1{,}02 \times 100 = 440568$ Н = 440,57 кН $\succ M \times \cos\alpha = 11{,}13$кН (2.17)

Висновок: міцність перерізу на стиснення забезпечено (розміри маршу достатні).

Армування поперечною арматурою:

Поперечну арматуру беремо з дроту Ǿ4 Вр-I з кроком $S_w = 200$ мм по всій довжині маршу.

Монтажна арматура з дроту Ǿ4 Вр-I і Ǿ5 Вр-I

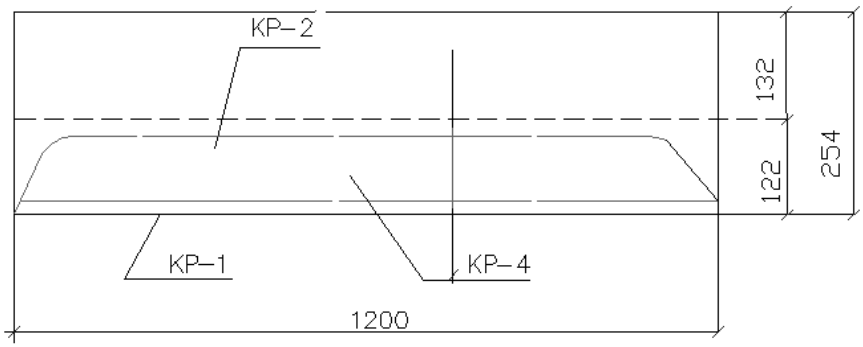
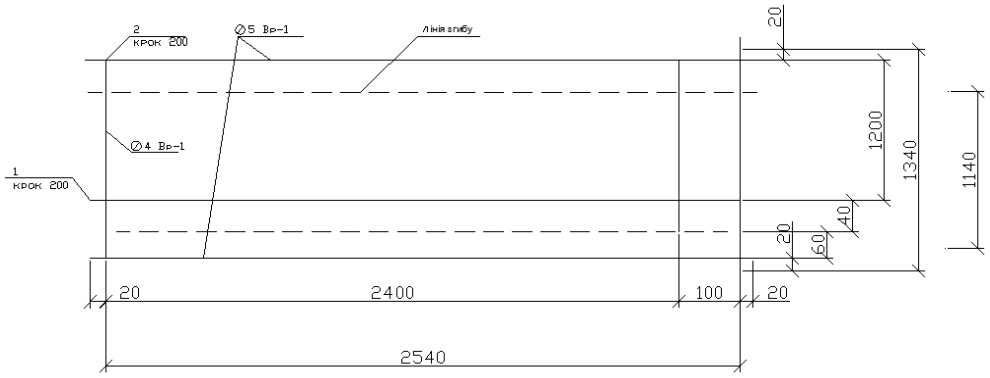
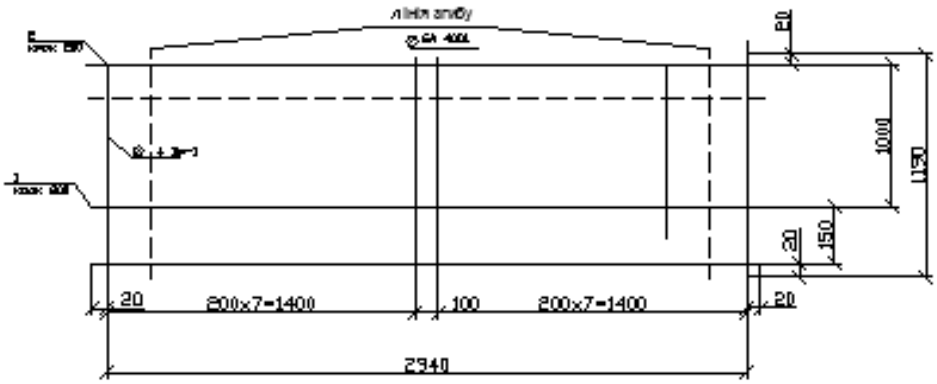


Рисунок 2.6 – Армування маршу

Каркас Кр-2



Каркас Кр-1



Каркас Кр-4

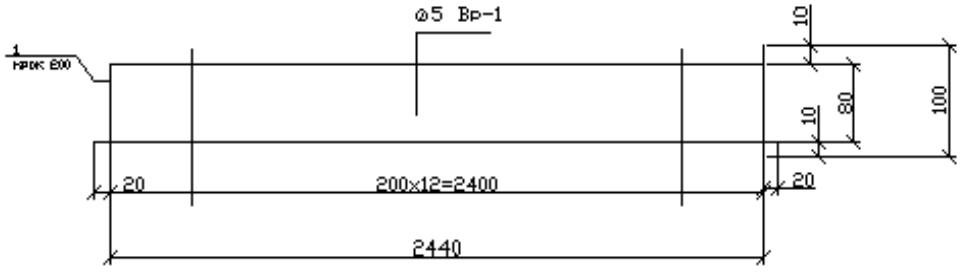


Рисунок 2.7– Арматурні вироби

Перевірка міцності маршу по похилому перерізу:

Конструювання поперечної арматури можна вважати задовільним, коли, виконується умова $V_{Ed} \times \cos\alpha \prec V_{swd}$;

$$V_{swd} = \sqrt{8 \times (1 + \varphi_f) \times f_{ctd}} \times \gamma_{c2} \times b \times d^2 \ * q_W =$$

$$= \sqrt{8 \times (1 + 0) \times 1{,}05 \times 10^3 \times 0{,}9 \times 1{,}2 \times 0{,}102^2 \times 5{,}04 \times 10^4 10^{-3}} =$$

$68.97\text{кН} > V_{ED} \times cos\,\alpha = 11{,}13\ \text{КН}$ (2.18)

де $\varphi_f = 0$ (прямокутний переріз)

$$q_{sw} = \frac{f_{ywd} \times A_{sw}}{S} = \frac{265 \times 0{,}38 \times 10^2}{2} = 5{,}04 \times 10^4 \text{Н/м}$$ (2.19)

Висновок: міцність маршу по похилому перерізу забезпечена.

2.9 Розрахунок східців маршу

Розрахунок східців (сходинок) схотового маршу виконується для перевірки їхньої міцності та жорсткості від дії локальних зосереджених або рівномірно розподілених навантажень. Конструктивно сходинка працює як окрема балка трикутного або трапеціїподібного перерізу, що спирається на тримальну плиту маршу.

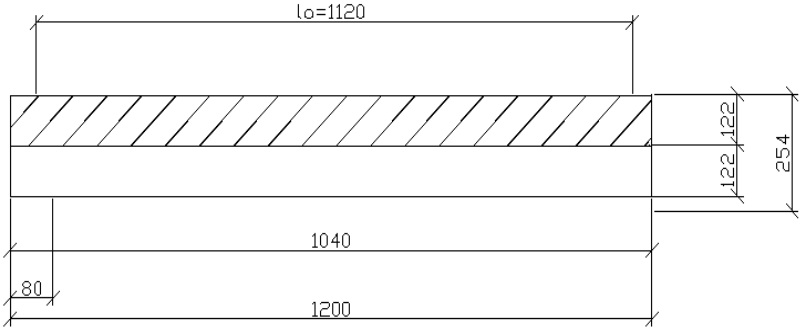


Рисунок 2.8 – Розрахункова схема східців маршу

Розрахунковий прольот східців:

$$l_0 = 120 - 8 = 112\text{см} \quad (2.20)$$

де 8 см мінімальна опора для бетонних поверхонь.

Розрахункове навантаження, діюче перпендикулярно плоскості маршу.

$$P_1 = P \times \cos^2 \alpha;\ 11{,}13 \times 0{,}8575^2 = 8{,}19\ \text{кН/м} \quad (2.21)$$

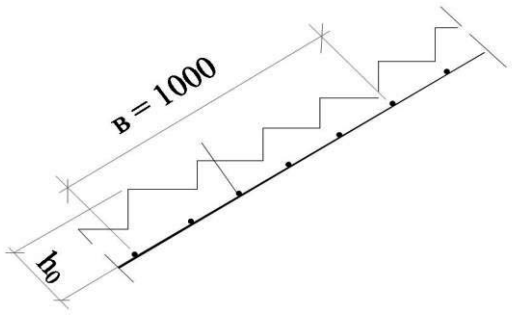
Для армування східців маршу приймаємо зварну сітку:

$\frac{\Theta 5Вр-I-200}{\Theta 4Вр-I-200}$ 2540 × 1340 з $A_S = 0{,}63$ см^2 поперечної арматури на 1м.

Несуча здатність східців:

$$Ф=M=f_{yd} \times A_S \times (d - a) = 370 \times 10^6 \times 0{,}63 \times 10^{-4} \times (0{,}144 - 0{,}012) \times 10^{-3} = 3{,}1\text{кН} \quad (2.22)$$

Умова виконується, міцність східців маршу забезпечена:



d=13,2+1,2=14,4 см

Рисунок 2.9 – Розрахунковий переріз східців маршу

2.10 Розрахунок на монтажні зусилля

При підніманні, монтажі і складуванні розрахунковий прольот маршу:

$$L_0 = L_m - L_{on} = 2720 \times 2 \times 500 = 1720 \text{ мм} \quad (2.23)$$

де 2720 мм – повна довжина маршу

500 мм – відстань від краю до петлі

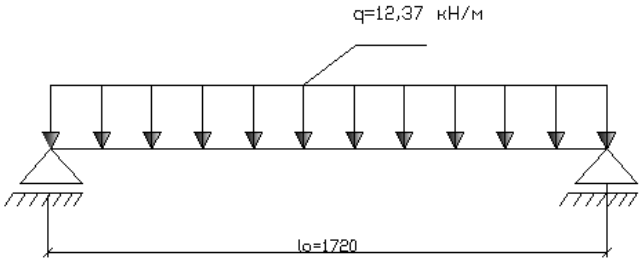


Рисунок 2.10 – Розрахункова схема

Визначаємо розрахункове навантаження:

Ураховуємо власну масу маршу з коефіцієнтом динамічності $\gamma_f = 1{,}4$

$$q = \frac{\gamma_f \times \sigma}{l_0} = \frac{1{,}4 \times 15.2}{1{,}72} = 12{,}37 \text{кНм} \quad (2.24)$$

Визначаємо розрахунковий вигинний момент:

$$Mc = \frac{q \times l_0^2}{8} = \frac{12{,}37 \times 1{,}72}{8} = 4{,}57 \text{ кНм} \quad (2.25)$$

Несуча здатність маршу при знятті його піддону при 70% розрахунковій міцності бетону, складає:

$$|M| = f_{cd} \times \gamma_{c2} \times b_f \times d^2 \times \aleph\gamma_f \times \alpha_0 \quad (2.26)$$

де $\gamma_f = 0{,}7, \gamma_{c2} = 1{,}0$, так як навантаження короткодіюче;

$$\xi = \frac{f_{yd} \times A_S}{f_{cd} \times \gamma_{c2} \times \gamma_f \times b_f \times d_.} = \frac{280 \times 2{,}26}{14{,}5 \times 1 \times 0{,}7 \times 120 \times 10{,}2} = 0{,}051 \quad (2.27)$$

Що відповідає $\alpha_0 = 0{,}05$

$M=14{,}5 \times 10^6 \times 1 \times 0{,}7 \times 1{,}2 \times 10{,}2^2 \times 0{,}05 \times 10^{-3} = 64{,}34$ кНм > $M_c = 4{,}57$ кНм

Умова виконується, міцность при знятті маршу з піддону забезпечена.

2.11 Визначення перерізу арматури монтажних петель

Число петель – 4 (робочих петель 3)

Зусилля, прикладене на одну петлю:

$$N_1 = \frac{1{,}4 \times 1{,}5 \times 15{,}2}{3} = 10{,}64\text{кН} \qquad (2.28)$$

Приймаємо для петель сталь класу А240 С

Переріз петлі:

$$A_s = \frac{N_1}{f_{yd}} = \frac{10{,}64 \times 10^4}{225 \times 10^5} 0{,}473\text{см}^2 \qquad (2.29)$$

Приймаємо Ø 12 А240 С

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Технологічна карта на монтаж плит покриття

3.1.1 Область застосування

Область застосування технологічної карти розробляється на монтаж збірних залізобетонних багатопустотних плит перекриття для зведення житлових будівель із цегляними стінами. Цей документ регламентує організацію праці при влаштуванні покриття із пустотних плит стандартних розмірів (довжиною від 3,0 до 7,2 метра та шириною 1,0; 1,2 чи 1,5 метра) за допомогою автомобільних, гусеничних або баштових кранів відповідної вантажопідйомності.

Карта розрахована на виконання робіт у звичайних кліматичних умовах при температурі повітря вище 0°С у дві або одну зміну, а для роботи в зимовий період або в сейсмічних районах вимагає додаткових технологічних рішень. До складу процесів, що охоплюються картою, входять: вхідний контроль якості та складування плит на приоб'єктному майданчику, підготовка опорних поверхонь стін чи ригелів із нанесенням шару цементно-піщаного розчину, стропування плит чотиривіткових стропами за монтажні петлі або із застосуванням траверс, подача та укладання плит у проектне положення, інструментальне вивірення горизонтальності й суміщення осей, анкерування плит між собою та зі стінами, зварювання закладних деталей, а також ретельне замонолічування міжплитних швів і закладення торцевих пустот бетонною сумішшю для забезпечення жорсткості та теплоізоляції диска покриття.

Визначення об’ємів робіт зведемо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Визначення об’ємів робіт

Умовна марка	Марка, поз.	Розміри			Витрати бетону, $м^3$	Витр. сталі, кг	Маса кг	Кільк шт	Примітка
		l	b	h					
Панелі перекриття									
П1	ПК72-15	7180	1490	220	1,07	43,23	2,675	120	
П2	ПК72-12	7180	1190	220	1,07	43,23	2,675	10	
П3	ПК72-10	7180	990	220	1,07	43,23	2,675	18	
П4	ПК30-15	2980	1490	220	0,82	39,82	2,19	16	
П5	ПК30-10	2980	990	220	0,82	39,82	2,19	16	

3.1.2 Визначення засобів механізації

Визначення засобів механізації для монтажу пустотних плит перекриття полягає у розрахунку необхідних технічних параметрів та підборі конкретної моделі монтажного крана, а також комплекту допоміжного вантажопідйомного обладнання та інструментів для безпечного ведення робіт. Основний вибір робиться за трьома критичними параметрами крана: вантажопідйомністю (Q), висотою підйому гака (H) та вильотом стріли (L).

1. Розрахунок необхідних технічних параметрів крана для правильного вибору крана виконуються наступні інженерні розрахунки:

Необхідна вантажопідйомність $Q_{необх}$:

$$Q_{необх}=m_{пл}+m_{стр} \quad (3.1)$$

$m_{пл}$ – маса найважчої пустотної плити (зазвичай від 1.5 до 3.5 тонн залежно від довжини);

$m_{стр}$ – маса вантажозахоплювального пристрою (чотиривіткового стропа або траверси, приблизно 0.1 - 0.3 т).

Необхідна висота підйому гака $H_{необх}$:

$$H_{необх} = h_{буд} + h_{зап} + h_{пл} + h_{стр} \quad (3.2)$$

$h_{буд}$ – висота будівлі (рівень опори плити на останньому поверсі);

$h_{зап}$ – запас безпеки для переміщення плити над існуючими конструкціями (мінімум 0.5 м);

$h_{пл}$ – товщина плити перекриття (0.22 м);

$h_{стр}$ – висота стропа у натягнутому стані (від гака крана до петлі плити, зазвичай 2.5 - 3.5 м);

Необхідний виліт стріли $L_{необх}$: Відстань від осі обертання крана до найвіддаленішої точки укладання плити на будівлі з урахуванням безпечної відстані від бровки котловану або стіни.

$$Q_{кр} = 3{,}03 + 0{,}5 = 3{,}08 \text{ т.} \quad (3.3)$$

2. Висоту підйому гака знаходимо за формулою:

$$H_к = 9{,}9+0{,}5+0{,}22+5=15{,}6 \text{ м} \quad (3.4)$$

Приймаємо кран з вилітом стріли 14 м з висотою підйому крюка 15,6 м.

3.1.3 Калькуляція трудових витрат

Калькуляція трудових витрат зведена в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Калькуляція трудових витрат

№	Найменування процесу	Од. вим.	Обсяг робіт	Обґрунтування	Норма часу		Трудомісткість		Склад ланки	Серед. Розряд робіт
					л-год	м-год	л-дн	м-зм		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Розвантаження інвентарю	100 підйомів	0,05	1-6	5,6 11,2	-	0,035 0,07	-	Маш.6р-1 Такелажник 2р-2	3,3
2	Розвантаження плит перекриття	100п	3,7	1-6	6,64 13,28	-	2,24 4,5	-	Маш.6р-1 Такелажник 2р-2	3,3
3	Прийом ц/п розчину	т	1,75	1-6	0,54 0,25	-	0,12 0,06	-	Маш.6р-1 Такелажник 2р-2	3,3
4	Укладка плит перекриття до 10 м	шт	27	4-1-7	0,72 0,18	-	17,64 4,41	-	Монтажник 3р-2 Машиніст 6р-1 Такелажник 2р-2 Маш.6р-1	4
5	Укладка плит перекриття до 15м	шт	180	4-1-7	0,88 0,22	-	3,52 0,9	-		4
6	Завантаження інвентарю	100 підйом	0,05	1-6	6,27 11,2	-	0,035 0,07	-		3,3

3.1.4 Техніко-економічне порівняння засобів механізації

З метою зменшення собівартості виробництва робіт необхідно вибрати найбільш економічно вигідний монтажний кран.

Техніко-економічне порівняння варіантів виконується за собівартістю одиниці продукції. Розглянемо два варіанти засобів механізації для монтажу плит покриття.

Для визначення собівартості одиниці продукції необхідно знати вартість машино-зміни кожного крана, яка визначається за формулою, собівартість одиниці продукції знаходиться за формулою:

Варіант 1 МКГ-25:

$В_{ЭП}$ = 3,22 ; $В_{П}$ = 5,41; $В_{Эпер}$ = 28,23;

$$C_{м-час} = 3{,}22 + \frac{5{,}41}{39{,}7} + 28{,}23 = 31{,}6 \quad (3.5)$$

$$\tilde{N}_{\text{ðàáîò}} = \frac{1.08 \times 39{,}7 \times 31{,}6 + 1{,}7 \times 4087{,}004 + 0{,}4}{274{,}55} = 19{,}8 \quad (3.6)$$

Варіант 2 МКТ-40:

$В_{ЭП}$ = 4,97 ; $В_{П}$ = 4,06; $В_{Эпер}$ = 36,79;

$$C_{м-час} = 4{,}97 + \frac{4{,}06}{39{,}7} + 36{,}79 = 41{,}86 \quad (3.7)$$

$$\tilde{N}_{\text{ðàáîò}} = \frac{1.08 \times 39{,}7 \times 41{,}86 + 1{,}7 \times 4087{,}004 + 0{,}4}{274.55} = 21{,}42 \quad (3.8)$$

Висновок: до впровадження робіт приймаємо 1 варіант - монтажній кран МКГ-25 як найбільш економічно вигідний.

3.1.5 Організація та технологія виконання робіт

Панелі перекриттів укладають після встановлення та постійного закріплення всіх стінових елементів на захватці і завантаження на монтуємий поверх необхідних деталей і конструкцій для добудовних робіт. До місця укладання панелі подають в горизонтальному положенні.

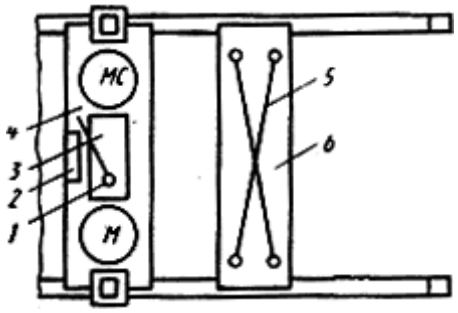
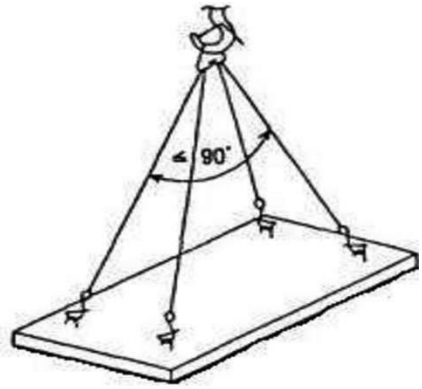


Рисунок 3.1 – Схема організації робочого місця при монтажі панелі перекриття

МС-робоче місце робітника, який виконує монтажні роботи, старшого в ланці; М-робоче місце робітника, який виконує монтажні роботи;

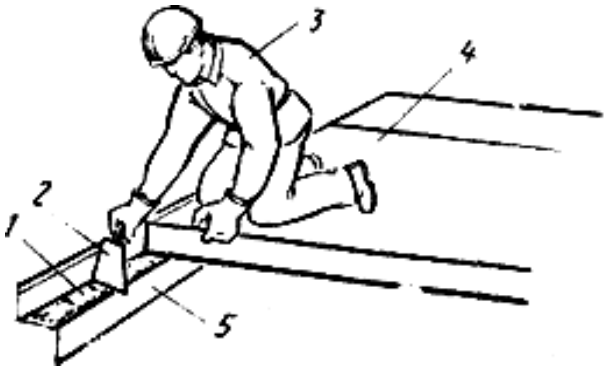
1 - розчинна лопата, 2-ящик з ручним інструментом, 3 - ящик-контейнер з розчином, 4 - змонтована панель, 5 - чотиригілковий строп, 6 - вмонтовується панель.



Монтажні роботи розпочинаються з очищення залізобетонного елемента від залишків бетону, бруду та криги, після чого виконується його кріплення за допомогою чотиригілкового стропа. Плиту опускають на попередньо підготовлений шар цементного розчину. Під час встановлення

першої панелі монтажники працюють зі спеціальних столиків-драбин. Наступні плити укладають, перебуваючи безпосередньо на вже змонтованих елементах перекриття. Для контролю горизонтальності конструкції використовують будівельний рівень, який прикладають безпосередньо до поверхні плити.

Демонтаж панелей виконується у зворотному порядку. Робітники здійснюють стропування плити, відходять на безпечну відстань і дають команду кранівнику почати підйом. На висоті 300 мм від рівня перекриття процес тимчасово зупиняють для очищення нижньої поверхні від залишків розчину та фінальної перевірки надійності фіксації. Після цього елемент переміщують на майданчик складування.



1 - розчинна постіль, 2-кельма, 3 - робітник, який виконує монтажні роботи, старший у ланці, 4 - змонтована панель, 5-стіна.

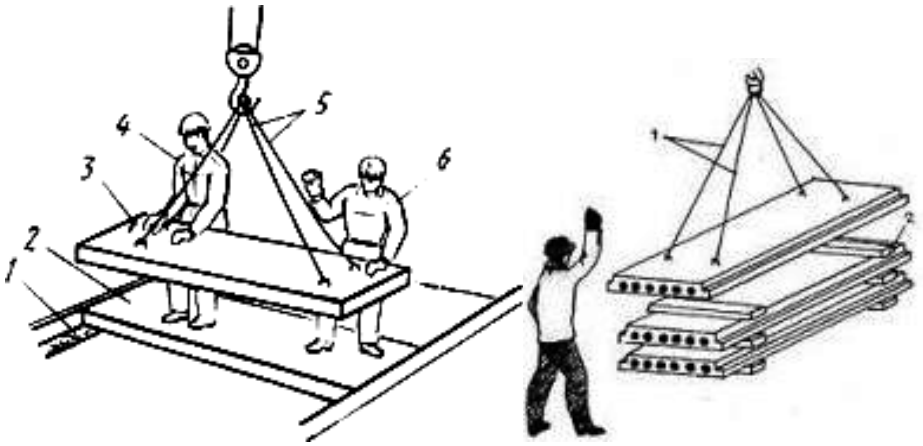
Рисунок 3.2 – Підготовка місця установки панелі

3. Операції з підготовки опорної зони (робоче місце монтажників)Очищення монтажного горизонту: Монтажник за допомогою скарпеля та молотка сколює з опорної поверхні напливи застиглого бетону й полій, після чого ретельно очищає місце майбутнього укладання плити від залишків бруду металевою щіткою.

Влаштування розчинної постелі: Ланковий (старший монтажник) за

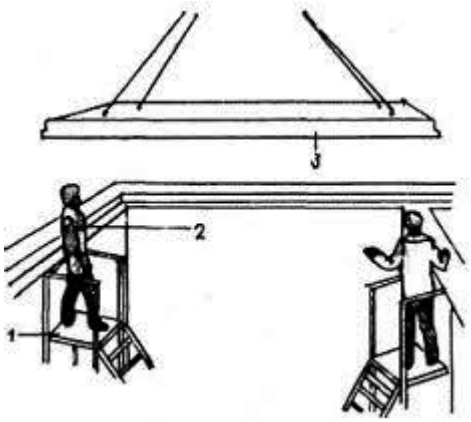
допомогою лопати набирає цементно-піщаний розчин із ящика-контейнера, рівномірно розподіляє його на полицях ригеля (або опорній зоні стіни), після чого кельмою остаточно розрівнює суміш шаром заданої товщини.

Укладання та прояснення панелі (рисунок 3.3), виконавці: робітник, який виконує монтажні роботи (старший у ланці) і робітник, який виконує монтажні роботи.



1 - постіль, 2-встановлена панель, 3 - вмонтовується панель, 4 - робітник, який виконує монтажні роботи, 5-строп, 6-робітник, який виконує монтажні роботи, старший у ланці.

Рисунок 3.3 – Підготовка місця установки панелі



4. Процес укладання та вивірення плити перекриття (спільні дії монтажників)Сигнал до подачі: Ланковий (старший монтажник) подає команду машиністу крана на переміщення плити до місця монтажу.

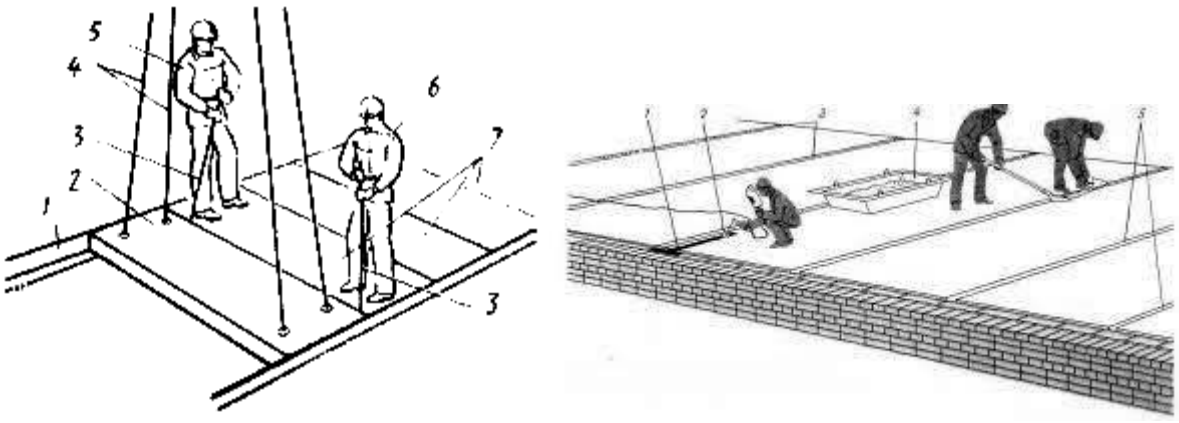
Приймання та орієнтування вантажу: Перебуваючи на раніше змонтованій конструкції, обидва монтажники приймають плиту, коли вона перебуває на висоті 200–300 мм від рівня горизонту, і розвертають її у проєктне положення.

Команда на посадку: Ланковий сигналізує кранівнику про необхідність повільного та плавного опускання залізобетонного елемента.

Супровід конструкції: Під час безпосереднього опускання плити обидва робітники притримують її, контролюючи точність посадки на опорні зони.

Контроль та регулювання висотних позначок: Ланковий перевіряє горизонтальність укладеної панелі за допомогою будівельного рівня; у разі виявлення перекосів монтажники спільно усувають їх, регулюючи товщину цементної постелі.

Вивірення та рихтування в плані: Старший монтажник візуально та інструментально оцінює точність розташування плити на осях, після чого робітники за допомогою монтажних ломів зміщують елемент у потрібному напрямку до повної відповідності проєкту (рис. 3.4)



1 - стіна, 2-уклатання панелі, 3 - монтажний лом, 4 - чотиригілковий строп, 5-робітник, який виконує монтажні роботи, старший у ланці, 6-робітник, який виконує монтажні роботи, 7-змонтовані панелі.

Рисунок 3.4 – Вивірка панелі

5. Розстропування та звільнення вантажозахоплювальних пристроїв

Послаблення стропів: Ланковий (старший монтажник) подає сигнал машиністу крана про необхідність послабити натяг гілок чотиривіткового стропа.

Звільнення гаків: Обидва монтажники виводять гаки з монтажних петель залізобетонної плити. Під час подальшого підйому стропа краном за командою ланкового, робітники притримують вільні гілки, щоб запобігти їх зачепленню за конструкції.

6. Основні вказівки та специфіка монтажу початкового елемента. Монтаж збірних залізобетонних елементів перекриття виконується за допомогою гусеничного монтажного крана МКГ-25 з суворим дотриманням його паспортних вантажовисотних характеристик.

Встановлення найпершої плити перекриття має особливий технологічний регламент і здійснюється у такій послідовності:

Організація підмощування: Виконується встановлення та фіксація інвентарних монтажних вишок (столиків-драбин).Підготовка горизонту: Проводиться точна розмітка проєктних осей та підготовка опорних майданчиків.

Координація крана: Ланковий вказує машиністу крана точну зону опускання залізобетонного елемента, після чого монтажники відходять на безпечну відстань.

Контроль траєкторії: Подається команда на спуск плити над зоною встановлення; робітники утримують елемент від розгойдування та орієнтують його за допомогою спеціальних монтажних багрів.

Посадка на рейки: Монтажники піднімаються на риштування вишок, точно наводять панель на проєктні позначки та дають сигнал кранівнику плавно опустити вантаж.

Перевірка та демонтаж кріплень: Фахівці візуально оцінюють якість і щільність спирання плити на основу, після чого виконують розстропування

конструкції.

Завершення циклу: Обидва робітники відходять у безпечну зону майданчика, і ланковий сигналізує машиністу крана про підйом порожнього стропа для наступного робочого циклу.

Допустимі відхилення зведено в таблицю 3.3

Таблиця 3.3 – Допустимі відхилення, мм

Різниця відміток лицьових поверхонь двох суміжних панелей по довжині	мм
до 4 м	5
більше 4 м	10
Зсув в плані панелей щодо їх проєктного положення на опорних поверхнях	13

При реалізації звичайного цегляного будинку проєкт повинен бути головним орієнтиром в укладанні плит перекриття, оскільки містить масу найважливіших нюансів.

При зведенні класичного цегляного будинку проєктна документація є єдиним суворим орієнтиром для монтажу плит перекриття, оскільки вона визначає параметри надійності всієї будівлі. Головним фактором тут виступає величина спирання залізобетонних панелей на несучі стіни. Для цегляної кладки цей показник має складати не менше 100 – 120 мм, а оптимально –150 мм. Недостатнє обпирання може спровокувати руйнування та сколювання цегли під вагою перекриття, а надмірне – призведе до появи містків холоду та надмірних навантажень на торці елементів.

Проєкт також чітко регламентує схему анкерування плит, яка зв'язує їх між собою та із зовнішніми стінами у єдиний жорсткий горизонтальний диск. Для цього використовуються Т-подібні сталеві анкери, які кріпляться за монтажні петлі та закладаються в цегляну кладку під час зведення наступного поверху. Крім того, креслення вказують на необхідність

обов'язкового глушіння торцевих пустот плит бетонними вкладишами або розчином з боку зовнішніх стін. Це захищає конструкцію від промерзання крізь стіну і значно підвищує міцність самої плити на зминання у зоні найбільшого тиску. Точне дотримання вказівок проєкту щодо марки цементного розчину для підготовчої постілі (зазвичай не нижче М100) та товщини шва гарантує рівномірну передачу вертикальних навантажень і виключає появу тріщин у стінах будинку під час його подальшої експлуатації.

Головна вимога безпеки під час монтажу пустотних плит перекриття в цегляному будинку – категорична заборона на перебування людей під плитою під час її переміщення, а також на перебування монтажників на першій плиті до її повного закріплення.

Перед початком робіт весь персонал зобов'язаний пройти цільовий інструктаж з охорони праці, отримати наряд-допуск на виконання верхолазних робіт та одягнути повний комплект засобів індивідуального захисту: каски, захисні рукавиці, спецодяг та взуття на нековзній підошві. Майданчик у радіусі дії стріли гусеничного крана МКГ-25 вважається небезпечною зоною і має бути огороджений захисними знаками, а присутність сторонніх осіб на ньому повністю виключається.

Під час підготовки елементів до підйому такелажник перевіряє цілісність монтажних петель, очищає плиту від бруду і криги та здійснює стропування виключно справним чотиригілковим стропом із карабінами, що мають запобіжні заскочки. Підйом плити виконується плавно, без ривків; на висоті 200–300 мм від землі підйом обов'язково зупиняють для фінальної перевірки надійності стропування та рівномірності натягу всіх чотирьох гілок. Переміщення плити до будівлі здійснюється на висоті не менше ніж 0,5 метра над верхом існуючих цегляних стін, при цьому для запобігання розгойдуванню вантажу у повітрі такелажники зобов'язані використовувати довгі гнучкі канатні відтяжки або багри. Встановлення найпершої плити перекриття монтажники виконують із інвентарних риштувань чи вишок-тур,

встановлених на надійну основу всередині будівлі. Монтажникам суворо заборонено ставати на щойно укладену першу плиту, доки вона не буде вивірена, повністю опущена на розчинну постіль і звільнена від стропів. Монтаж наступних панелей дозволяється виконувати, перебуваючи на вже надійно покладених та заанкерованих попередніх плитах. При цьому робітники, які перебувають на висоті понад 1,3 метра, повинні обов'язково використовувати запобіжні страхуючі пояси, закріплені карабінами за спеціально передбачені проєктом надійні конструкції або страхувальні канати.

Звільнення гаків стропа (розстропування) дозволяється проводити лише після того, як плита всією площиною опорних зон лягла на цегляні стіни чи ригелі, її положення перевірено рівнем, а натяг канатів крана повністю послаблений машиністом. Усі зварювальні роботи з анкерування та скріплення плит між собою виконуються з використанням захисних щитків, а робочі місця зварника обладнуються первинними засобами пожежогасіння. Монтажні роботи негайно припиняються у разі погіршення видимості (туман, снігопад, сутінки), при грозі, ожеледиці або якщо швидкість вітру перевищує 15 метрів на секунду (а для монтажу великопанельних конструкцій – понад 10 метрів на секунду).

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Загальні положення

Цей розділ присвячений розробці проєкту організації будівництва (ПОБ) для зведення будівлі загальноосвітнього навчального закладу. У складі ПОБ обґрунтовано календарні строки, послідовність будівельно-монтажних робіт, потребу в кадрових ресурсах, машинах та механізмах, а також визначено комплекс організаційних заходів для забезпечення безпеки та ефективності виробництва.

Моделювання сітьового графіка виконано на основі прийнятої організаційно-технологічної схеми, що дозволило встановити взаємозв'язок і тривалість основних та допоміжних процесів. Розраховані часові параметри стали базою для побудови графіків руху робочої сили, роботи техніки, постачання матеріалів та конструкцій. Інформаційною базою для планування слугували відомості обсягів робіт, ресурсні відомості, кошторисна документація та локальні технологічні карти. Важливою складовою розділу є проєктування будівельного генерального плану (БГП). Як ключовий елемент проєктно-технологічної документації, БГП визначає оптимальне розміщення монтажних кранів, тимчасових споруд, складських майданчиків, транспортних шляхів та меж небезпечних зон. Усі рішення прийняті з дотриманням вимог діючих ДБН, охорони праці, пожежної та екологічної безпеки.

Головна функція БГП полягає в оптимізації внутрішньомайданчикової логістики, виключенні зайвих перевантажень матеріалів, мінімізації простоїв техніки та створенні належних санітарно-побутових умов для персоналу. Економічна ефективність розгортання будівельного містечка досягається за рахунок максимального використання постійних інженерних мереж та мобільних інвентарних будівель контейнерного типу. Кінцева мета розробки

БГП – створення інфраструктури майданчика, яка забезпечує безперервність робіт, рівномірне завантаження ресурсів та здачу об'єкта у визначені строки.

Кількісні параметри процесів та трудовитрати прийняті за даними локального кошторису, сформованого у програмному комплексі АВК–5 (детальні розрахунки наведені у розділі 5 «Економіка будівництва»). На основі цих даних розроблено відомість визначення номенклатури та обсягів будівельних робіт».

4.1.1 Проєктування організації робіт на об'єкті, вибір методів виконання робіт та основних будівельних машин

Проєкт організації робіт на об'єкті, а також вибір технологічних методів і провідних будівельних машин обґрунтовано на основі детального аналізу об'ємно-планувальних та конструктивних рішень будівлі.

Для оптимізації будівельного процесу та забезпечення безперервності виконання робіт споруду розбито на дві рівноцінні за трудомісткістю захватки. Перша захватка охоплює конструкції в осях 1–6 (у межах буквених осей А–Д), а друга– в осях 7–12 (у межах буквених осей Е–І).

Під час зведення об'єкта прийнято комплексний підхід до монтажу будівельних конструкцій, що базується на таких організаційно-технологічних принципах:

Поздовжній напрямок розвитку монтажного потоку;

Комбінований спосіб послідовності встановлення конструктивних елементів;

Метод нарощування для послідовного зведення будівлі за висотою;

Обмежено-вільний спосіб приведення конструкцій у проєктне положення за допомогою монтажного оснащення;

Подача матеріалів та елементів до місця монтажу безпосередньо з приоб'єктного складу.

Для механізації земляних, підготовчих та монтажних робіт на майданчику передбачено використання комплексу основних будівельних машин і транспортних засобів. На підготовчому етапі розчищення території виконується трактором Т100, обладнаним навісним кущорізом КРТ–1Б. Основний обсяг земляних робіт із розробки ґрунту покладається на одноковшовий екскаватор марки ДЕ–3122 та бульдозер ДЗ–17. Ущільнення ґрунтових основ та зворотних засипок здійснюється причіпними дорожніми ковзанками масою 25 тонн. Основним технологічним обладнанням для зведення тримального каркаса будівлі та подачі матеріалів на висоту виступає раціонально підібраний комплект стрілових самохідних кранів.

4.2 Сітьовий графік будівництва

Обґрунтування та моделювання сітьового графіка будівництва базується на розробці безмасштабної сітьової моделі, головним завданням якої є встановлення чіткої технологічної взаємодії та раціональної черговості виконання кожної операції. Під час проєктування враховуються прийнята організаційно-технологічна схема зведення об'єкта та склад задіяного парку будівельних машин і механізмів. Для подальшої візуалізації графіка на часовій осі виконується трансформація безмасштабної моделі у масштабну з обов'язковим дотриманням правила безперервного потокового виконання робіт на окремих захватках. Інформаційним та розрахунковим підґрунтям для обчислення параметрів сітьової моделі є відомість визначення номенклатури та обсягів робіт (таблиця 4.1). Ця картка акумулює вичерпні дані про фізичні обсяги запланованих процесів, діючі нормативи часу, кошторисні трудовитрати та чисельно-кваліфікаційний склад робочих ланок. Безпосередній розрахунок усіх часових параметрів сітьового графіка здійснюється за допомогою стандартної табличної методики.

Таблиця 4.1 – Розрахунок обсягів робіт

№	Найменування робіт	Один. виміру	Обсяг робіт
1	Загально-будівельні роботи	%	5
2	Інженерна підготовка	%	4
3	Диспетчеризація	%	0,5
4	Планування площ бульдозерами потужністю 79 кВт	1000 м^2	2,134
5	Розробка ґрунту у відвал екскаваторами "зворотна лопата" з ківшом місткістю 0,5 м^3, група ґрунтів 2	1000 м^3	2,078
6	Розробка ґрунту з вантаженням на автомобілі - самоскиди екскаваторами одноківшовими з ківшом місткістю 0,65 м^3, група ґрунтів 2	1000м^3	0,442
7	Підчистка грунта вручну	100 м^3	0,663
8	Улаштування бет. підготовки	100 м^3	9,932
9	Монтаж стрічкових фундаментних плит	100 шт	2,64
10	Монтаж стрічкових фундаментних стінних блоків	100 шт	8,82
11	Улаштування горизонтальної гідроізоляції	100 м^2	12,96
12	Улаштування вертикальної гідроізоляції	100 м^2	2,2
13	Зворотна засипка пазух котловану бульдозером	1000 м^3	2,078
14	Ущільнення ґрунту електротрамбівками	100 м^3	20,78
15	Цегляна кладка зовнішніх стін	м^3	4534,8
16	Цегляна кладка внутрішніх стін	м^3	1133,2
17	Кладка перегородок з керамічної цегли	100 м^2	2,86
18	Монтаж плит перекриття	100 шт	3,7
19	Монтаж сходових маршів	100 шт	0,18
20	Монтаж сходових майданчиків	100 шт	0,18
21	Улаштування металопластикових віконних блоків	100 м^2	1,247
22	Улаштування металопластикових дверних блоків	100 м^2	3,308
23	Влаштування крокв	м^3	12,96

Продовження таблиці Таблиця 4.1			
24	Влаштування гідробар'єру	100 м^2	6,48
25	Влаштування бітумна черепиці	100 м^2	6,48
26	Влаштування теплоізоляції з жорстких мінераловатних плит	100 м^2	6,48
27	Підшивка стелі	100 м^2	5,06
28	Покращене тинькування стін, перегородок	100 м^2	24,12
29	Водоемульсійне фарбування стін, перегородок	100 м^2	24,12
29	Опоряджування стелі під фарбування	100 м^2	18,13
30	Водоемульсійне фарбування стелі	100 м^2	18,3
31	Облицювання стін керамічною плиткою	100 м^2	4,48
32	Обклеювання стін рідкими шпалерами	100 м^2	6,69
35	Ущільнення основ щебнем під підлогу	100 м^2	15,76
36	Влаштування цементно - піщаної стяжки	100 м^2	15,76
37	Улаштування гідроізоляції	100 м^2	0,69
38	Улаштування підлог з лінолеуму	100 м^2	1,37
39	Улаштування підлог з керамічної плитки	100 м^2	2,62
40	Улаштування підлог з паркету	100 м^2	7,77
41	Улаштування підлоги з фібробетону	100 м^2	7,128
	Разом:		
42	Неураховані роботи	%	10

Введемо наступні умовні позначення: i, j – код роботи; tij – тривалість виконання роботи i–j; tijрн – ранній початок роботи i–j; tijро – раннє закінчення роботи i–j; tijпн – пізній початок роботи i–j; tijпо – пізнє закінчення роботи i–j; Rijп – повний резерв часу роботи i–j; Rijс – вільний резерв часу роботи i–j.

Номер роботи	Початок роботи	Кінець роботи	Ресурс	Тривалість	Раніший початок	Ранішне закінчання	Пізнішній початок	Пізнішне закінчення	Загальний резерв, R	Частковий резерв	Критичний шлях	Тск	Nск
1	1	2	2	1	0	1	0	1	0	0	*	0	17
2	1	19	15	5	0	5	367	372	367	367		1	25
3	2	3	8	18	1	19	1	19	0	0	*	2	23
4	2	6	2	1	1	2	23	24	22	17		5	8
5	3	4	3	15	19	34	19	34	0	0	*	19	11
6	3	6	0	0	19	19	24	24	5	0		34	28
7	4	5	20	23	34	57	34	57	0	0	*	37	23
8	4	7	0	0	34	34	42	42	8	3		52	20
9	5	10	8	3	57	60	57	60	0	0	*	57	28
10	5	8	0	0	57	57	57	57	0	0	*	60	35
11	6	7	8	18	19	37	24	42	5	0		74	20
12	7	8	3	15	37	52	42	57	5	5		80	35
13	8	9	20	23	57	80	57	80	0	0		230	10
14	9	11	35	150	80	230	80	230	0	0		258	6
15	10	9	0	0	60	60	60	60	0	170		264	22
16	10	11	15	14	60	74	216	230	156	156		270	16
17	11	12	10	28	230	258	230	258	0	0		292	46
18	12	13	6	6	258	264	258	264	0	0		320	30
19	13	14	16	28	264	292	264	292	0	0		332	44
20	13	16	0	0	264	264	298	298	34	0		352	30
21	14	15	30	40	292	332	292	332	0	0		372	14
22	14	17	0	0	292	292	304	304	12	0		392	3
23	15	19	14	20	332	352	352	372	20	20		396	0
24	15	18	0	0	332	332	332	332	0	0			
25	16	17	6	6	264	270	298	304	34	22			
26	17	18	16	28	292	320	304	332	12	12			
27	18	19	30	40	332	372	332	372	0	0			
28	19	20	14	20	372	392	372	392	0	0			
29	20	21	3	4	392	396	392	396	0	0			

трудомісткість проєкту 4902 люд. дн
середня кількість робітників 17,00 люд.
максимальна кількість робітників 46 люд.
коефіцієнт використання ресурсів 1,47

4.3 Проєктування будгенплану

«Будівельний генеральний план (БГП) розроблено для раціонального організації простору майданчика, включаючи розміщення виробничих установок, складів, адміністративно-побутових приміщень, а також трасування тимчасових доріг та інженерних комунікацій (водопроводу, каналізації, електро- й теплопостачання).

– проєктування бгп виконано у такій технологічній послідовності:

– прив'язка будівельних машин із визначенням їхніх робочих і небезпечних зон;

– прокладання загальномайданчикових та приоб'єктних автодоріг;

– розміщення адміністративно-побутового містечка;

– організація складського господарства та виробничих будівель;

– трасування тимчасових мереж енерго- та водозабезпечення.

Усі об'єкти тимчасового господарства, а також типи й марки задіяних механізмів нанесені на план у вигляді нормативних умовних позначень. Зона обслуговування монтажного крана обмежена максимальним вилітом гака та довжиною підкранових колій. Межа небезпечної зони визначена як сума максимального виліту гака та додаткових 7 метрів (враховуючи висоту падіння вантажу до 20 метрів).Внутрішні автодороги запроєктовані по трасах майбутніх постійних доріг із забезпеченням вільного під'їзду транспорту та ліній освітлення до місць розвантаження. Відкриті та закриті склади розміщені на відстані 2 метрів від кромки узбіччя, а всередині складських зон передбачені поздовжні й поперечні проходи завширшки 1 метр.

Розташування побутового містечка обрано з урахуванням максимального наближення до об'єкта будівництва, пунктів харчування та точок підключення до комунікацій, що мінімізує кількість його переміщень протягом усього періоду виконання робіт». Будівельний генеральний план розроблений на стаді зведення надземної частини будівлі. Вихідними даними для його розробки є:

– робочі креслення об’єкта, конфігурація будівлі у плані, висотна прив’язка, генплан ділянки;

– дані гідрогеологічних та інженерно– економічних вишукувань;

– дані про необхідність та можливість постачання матеріалів напівфабрикатів, конструкцій, наявність марки машин та механізмів;

– дані о джерелі тимчасового водо– та електропостачання;

– діючі нормативні документи;

– ДБН А.3.1–5–2016 «Організація будівельного виробництва»;

– ДБН А.3.2–2–2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека в будівництві.

Організація санітарно–побутового обслуговування на майданчику

Проєктування та розгортання санітарно–побутової інфраструктури на території будівельного майданчика здійснюється у суворій відповідності до регламентів ДСТУ 9258:2023 [15]. Розрахунок необхідної кількості санітарно–технічних пристроїв (включаючи душові сітки, умивальники та інші побутові елементи) базується на класифікації груп виробничих процесів, наведеній у таблиці 4 ДБН В.2.2–28:2010 [28].

Для зведення об'єкта передбачено 24 робочих місця (без урахування ІТП, охорони та адмінперсоналу). Місткість побутових приміщень, душових та вбиралень розраховується за чисельністю працівників у найбільш завантажену зміну.

При облаштуванні душових застосовують переважно відкриті кабіни, проте до 20% від загальної кількості дозволяється проєктувати закритими. Для забезпечення гігієнічних вимог стіни й перегородки у гардеробах, душових і санвузлах на висоту 2 метри від підлоги облицьовують матеріалами, стійкими до гарячої води та дезінфекції. Вище цієї позначки стіни та стелі покривають вологостійкими фарбами. Блоки оснащують вологозахищеним електроопаленням, а також обов’язково підключають до мереж гарячого і холодного водопостачання та каналізації.

Керівництво роботами на об'єкті здійснюють виконроб, майстер та службовець, а загальна чисельність персоналу з робітниками становить 24 особи.

Для безпеки праці на майданчику виділено такі зони підвищеної небезпеки:

– зона роботи крана, межі якої визначаються розрахунком через ризик падіння вантажу

– зона падіння предметів з висоти вздовж усього периметра будівлі.

– робочі місця та проходи на висоті від 1,3 метра, які обладнуються захисним огородженням.

– логістична зона, що охоплює шляхи руху, маневрування та розвантаження автотранспорту.

До потенційно небезпечних зон також відносять ділянки або поверхи в межах захватки, над якими монтують чи транспортують великогабаритні елементи. Джерелом небезпеки є і місця розташування технічних апаратів, судин та комунікацій під тиском (склади балонів, газопроводи), які обов'язково маркуються попереджувальними знаками.

Під час зведення каркаса школи краном регулярно подаються на висоту просторові каркаси колон та арматурні сітки. Через динамічний характер цих робіт та ризик зриву чи падіння елементів виконується обов'язковий аналітичний розрахунок радіуса небезпечної зони для безпеки персоналу на майданчику.

Тимчасові автомобільні дороги на будівельному майданчику запроєктовані згідно з вимогами ДБН А.3.1–5:2016 та ДСТУ 9258:2023. Основним призначенням доріг є забезпечення безперешкодного під’їзду будівельної техніки, транспортування матеріалів і доступу до зон виконання робіт.

Траса тимчасової дороги виконується як одноколійна, з організацією роз’їзду на прямолінійних ділянках. Прийнята ширина полотна – 3,8 м, що

забезпечує рух вантажних автомобілів та спеціальної техніки. На кривих ділянках радіусом повороту 12 м передбачено розширення дороги до 5 м для безпечного маневрування. Дорога має ґрунтове покриття, ущільнене бульдозером і котком, що є економічно доцільним для даних умов будівництва й термінів експлуатації. Уздовж траси передбачено водовідвід за рахунок поперечного ухилу полотна.

На будгенплані позначено в'їзд і виїзд на існуючу зовнішню автодорогу, що забезпечує логістичний зв'язок будівельного майданчика з постачальниками матеріалів. Ділянки примикання виконані з плавними заокругленнями та достатньою оглядовістю. Тимчасова дорога забезпечує: рух автосамоскидів під час розробки ґрунту; під'їзд автокранів і транспорту для доставки конструкцій; під'їзд бетонозмішувачів, розчинонасосів та іншого транспорту; доступ аварійних служб у разі потреби; організацію технологічних маршрутів на всіх етапах будівництва.

4.4 Розрахунок потреби у трудових ресурсах

Чисельність працюючих визначаємо за формулою: 4.1

$$N_{общ} = N_{роб} + N_{ітр} + N_{служ}, \quad (4.1)$$

де $N_{общ}$ – загальна чисельність працюючих на будівельному майданчику;

$N_{роб}$ – чисельність робочих прийнята за графіком руху робочих;

$N_{ітр}$ – чисельність інженерно – технічних працівників;

$N_{служ}$ – чисельність службовців та молодшого обслуговуючого персоналу.

Для цивільного будівництва чисельність працюючих визначаємо у наступному співвідношенні: робітники – 75,0%, ІТП – 9%, службовці та МОП – 4,5%.

$N_{общ} = K \times (N_{роб} + N_{ітр} + N_{служ}) = 1{,}05 \times (39+8+4+1) = 54$ чол.

4.3.1 Розрахунок тимчасових будівель

Таблиця 4.2 – Розрахунок площі тимчасових будівель і споруд

№	Тимчасові будівлі і споруди	Кільк. робітників	Кільк. Користданні приміщ в %	Площа приміщення, м^2			Тип тимчасового приміщення	Розмір будівлі
				На 1-го працюючого	Норм	Прийн		
I. Адміністративно – господарчі								
1	Контора виконроба	4	100	4,0	16,0	420–0438	Конт. дер-металева	5,6×3,0×2,5
2	Прохідні будки	Без. розрахунку		-	8,0	8,0	Інд.	2,0×2,0×2,9
3	Інструментальна	Без. розрахунку		-	4,4	4,4	Конт. метал.	2,0×2,2×2,3
4	Навіс	По розрахунку			43,6	55,0	420–0634	11,0×5,0×3,0
5	Матеріальний	По розрахунку			134,2	164,0	Конт. метал.	9,6,0×17,1×2,5
II. Побутові								
6	Гардеробна	39	70	0,7	19,0	20,7	420–0421 420–01–6	7,4×3,1×3,1
7	Душова на 4 каб.	54	50	0,54	15,0	29,9	Конт. металева	10,5×3,1×4,0
8	Приміщення для їжі та відпочинку	54	50	1,0	27,0	29,6	420–01–6	10,6×3,1×4,0
9	Вбиральня	54	Інд. біо	3,5	12,0	12,25	Інд. біо	4,9×2,5×2,5
III. Виробничі								
10	Майстерня сантехніка	Без розрахунку			9,05	9,05	Пересувна дерево-металева	4,1×2,2×1,9
11	Майстерня електрика	Без розрахунку			9,05	9,05		4,1×2,2×1,9
	Разом:				297,3	358,65		

4.3.2 Розрахунок складських приміщень

Площа складів розраховується за кількістю матеріалів, що складуються.

Всі данні по розрахунку заносимо до таблиці 4.3

Таблиця 4.3 – Площа складів розраховується за кількістю матеріалів

№ п /п	Найменування матеріалів та виробів	Одиниці вимірювання	Загальна потреба	Продовжить. споживання, дні	Добовий витрата	Запас у днях	Продовжить. зберігання	Норма складування	Корисна площа	Коефіцієнт вчить проходи	Площа складів, м 2			Спосіб зберігання
											Відкритий	Склад	Навіс	
1	Сходові марші - майданчики	м 3	11,9	65	0,33	5	1,67	0,5	3,3	1,2	4,0			штабель
2	Перемички	м	86,7	65	0,1	5	0,5	0,5	1,00	1,2	1,2			штабель
3	Цемент	м 3	5,0	86	0,37	16	6,0	2	3,0	1,2		3,6		мішки
4	Пісок	м 3	4,0	86	0,47	15	7,0	4	1,75	1,2	2,1			навалом
5	Арматура, заставні деталі	т	197,47	74	4,58	12	55,0	0,8	68,75	1,2			82,5	штабель
6	Опалубка	м 2	2793,5	91	49,3	10	493	10	49,3	1,2	59,2			штабель
7	Лісоматеріали	м 3	1999,2	91	1,18	12	14,16	1,5	9,44	1,2			11,3	штабель
8	Болти, деталі кріплення	т	65,26	38	3,0	8	24,0	2,5	9,6	1,2		11,5		скриньки
9	Утеплювач	м 3	704,7	27	14,1	5	70,5	2,3	30,65	1,2			36,8	
10	Електроди	т	1,65	70	0,07	8	0,5	1,2	0,4	1,2		0,53		скриньки
11	Цегла	тис.	1182,9	42	1,90	5	9,5	0,7	13,5	1,2	16,3			піддон
12	Керамзит	м 3	35,41	3	11,8	5	59,0	4	14,75	1,2	17,7			навалом

14	Дверні блоки	м	704	20	41,5	10	415	44	9,4	1,2			11,3	
15	Віконні блоки	м ^{2}	563	38	25,5	10	255	45	5,7	1,2			6,8	
16	Лакофарбові матеріали	т	2626,2	77	0,18	4	0,74	0,8	0,92	1,2		1,1		
17	Паркет	м ^{2}	3110,0	6	40,8	5	204	20	10,2	1,2		12,2		
18	Шпалери	м ^{2}	9085	18	504,7	2	1009 4	23	43,8 8	1,2		52,7		
19	Плитка керамічна	м ^{2}	3110,0	63	49,5	6	297, 1	50	5,9	1,2			7,1	скриньки
20	Сталеві деталі лісів	т	0,886	23	0,04	5	0,2	0,3	0,65	1,2			0,8	
21	Поліетиленова плівка	м ^{2}	3009,0	42	110,5	5	552, 5	20	27,6	1,2		33,1		в рулонах
	Разом:										103	120	174	

4.3.3 Тимчасове забезпечення водопостачанням на будівельному майданчику

Забезпечення будівельного майданчика водою передбачається з тимчасового водопроводу, який підключається до існуючого водопроводу. Для протипожежних цілей проєктується на території майданчика постійний водопровід з пожежними гідрантами, які можуть використовуватися ви період будівництва.

Вода на будівельному майданчику витрачається на виробничі $Q_{вир}$, господарсько-побутові потреби $Q_{г-п}$, а також на випадки гасіння пожеж $Q_{пож}$.

Розрахунок проводиться для періоду будівництва з найбільш інтенсивним водоспоживанням окремо для виробничо-побутових потреб і для пожежогасіння.

Для виконання бетонних робіт в обсязі 828,6 м^3 потрібна питома витрата води 200 л на м^3. Добовий темп виконання робіт 82,86 м^3. Потреба у воді 82,86×200=16572 л.

Витрати води для виробничих потреб $Q_{вир}$ (л/с), визначається за формулою:

$$Q_{вир} = 1{,}2 \times \frac{Q_{ср} \times k_1}{8 \times 3600} \quad (4.2)$$

де 1,2-коефіцієнт на невраховані витрати;

$Q_{сер}$ - середні виробничі витрати води у зміну, $Q_{сер}$ =16572 л;

k_1 - коефіцієнт змінної нерівномірності витрат води.

$$Q_{вир} = 1{,}2 \times (\frac{16572 \times 1{,}6}{8 \times 3600}) = 1{,}1$$

Витрати води для господарсько-побутових потреб $Q_{г-п}$ (л/с), визначається за формулою:

$$Q_{\text{г-п}} = \frac{N_з}{3600} \times (\frac{n_1 \times k_1}{8} + n_2 \times k_2) \quad (4.3)$$

де $N_з$ – кількість робочих, що працюють в найбільш завантажену зміну, $N_з$ = 29 люд;

n_1 - норма споживання води на 1 люд. у зміну, n_1 =15 л;

n_2 - норма споживання води на прийом одного душу, n_2 =30 л;

k_1- коефіцієнт нерівномірності споживання води, k_1 = 3;

k_2- коефіцієнт, що враховує відношення робітників, що користуються душем, k_2=0,5.

$$Q_{\text{г-п}} = \frac{29}{3600} \times (\frac{15 \times 3}{8} + 30 \times 0{,}5) = 0{,}17$$

Витрата води на пожежогасіння слід приймати при площі будівельного майданчика до 30 га рівним $Q_{пож}$ =10 л/с.

Загальні витрати води $Q_{заг}$(л/с), визначається за формулою:

$$Q_{заг} = Q_{вир} + Q_{г-п} + Q_{пож} \quad (4.4)$$

$$Q_{заг} = 1{,}1 + 0{,}17 + 10 = 11{,}27$$

Діаметру трубопроводу D (мм), визначається за формулою:

$$D = 2 \times \sqrt{\frac{Q_{заг} \times 1000}{\pi \times \upsilon}} \quad (4.5)$$

де υ - швидкість руху води по трубах, υ=1,5- м/с.

$$D = 2 \times \sqrt{\frac{11{,}27 \times 1000}{3{,}14 \times 1{,}5}} = 98$$

Діаметр зовнішнього водопроводу приймаємо 100 мм. Водопровід виконується з алюмінієвих труб ДСТУ 8936:2019.

4.3.4 Тимчасове забезпечення електроенергією на будівельному майданчику

Електроенергія на будівельному майданчику споживається для живлення машин, тобто виробничих потреб, для зовнішнього та внутрішнього освітлення і на технологічні потреби.

Загальну необхідну потужність трансформаторів $P_р$ (кВт), необхідних для забезпечення електроенергією будівельного майданчика, слід визначати за формулою:

$$P_р = \alpha \times \left(\sum k_{1с} \times P_с + \sum k_{2с} \times P_{з.о.} + \sum k_з P_{в.о.}\right) \qquad (4.6)$$

де α - коефіцієнт, враховуючий втрати в мережі, α = 1,1;

$k_{1с}$, $k_{2с}$, $k_{3с}$ - коефіцієнти попиту енергії, $k_{1с}$ =0,7, $k_{2с}$ =0,8, $k_{3с}$ =0,9;

$P_с$ - силова потужність машини або установки, кВт;

$P_{з.о.}$ - силова потужність установки для зовнішнього освітлення, кВт;

$P_{в.о.}$ - силова потужність установки для внутрішнього освітлення, кВт.

Таблиця 4.4 – Силова потужність машини або установки

Найменування машин і механізмів	Кіл, шт.	Потужність, кВт	Загальна потужність, кВт
Кран	1	75	75
Підйомник	2	3,0	6
Штукатурна станція	1	35,3	35,3
Малярна станція	1	40	40
Зварювальний апарат	2	30	60
Поверхневий вібратор	2	0,4	0,8
Глибинний вібратор	2	0,75	1,6
Разом			218,7

Таблиця 4.5 – Розрахунок потреби будівництва в електроенергії

Найменування	Од. вим.	Кіл	Норми на од, кВт	Загальна потужність, кВт
Внутрішнє освітлення				
Контора виконроба	100 м^2	0,36	1,5	0,54
Диспетчерська	100 м^2	0,6	1,5	0,9
Столова	100 м^2	0,197	1,2	0,24
Санітарно-побутові приміщення	100 м^2	0,93	1,0	0,93
Закриті склади і навіси	100 м^2	0,5	0,3	0,15
Разом				2,76
Зовнішнє освітлення				
Освітлення будівельного майданчика	1000 м^2	12,9	0,35	4,48
Разом				4,48

$$P_р = 1{,}1 \times (0{,}7 \times 218{,}7 + 0{,}8 \times 2{,}76 + 0{,}9 \times 4{,}48) = 175{,}3 \text{ кВт}$$

Згідно отриманих даних приймаємо для тимчасового забезпечення будівельного майданчика електроенергією трансформатор типу ТМ-320,6 потужністю 320 кВт.

4.3.5 Розрахунок штучного охоронного освітлення будівельного майданчика

Кількість світильників (прожекторів), для штучного освітлення треба підбирати залежно від освітлюваної площі і потужності ламп розжарювання.

Кількість прожекторів П (шт), визначається за формулою:

$$П = \frac{E \times k \times S}{F \times n \times v \times z} \quad (4.7)$$

де Е - нормована освітленість, Е=2 лк;

k - коефіцієнт запасу, рівний 1.5;

S - освітлювана площа, S=12800 м^2;

F - світловий потік ламп розжарювання, F=18200;

n - к.к.д. прожекторів, n =0.38;

v - коефіцієнт використання світлового потоку, v = 0.8;

z - коефіцієнт нерівномірності освітлення, z=0.75.

$$П = \frac{2 \times 1{,}5 \times 12800}{18200 \times 0{,}38 \times 0{,}8 \times 0{,}75} = 9 \text{ шт.}$$

4.3.6 Техніко-економічні показники будівельного генерального плану

Техніко-економічні показники будівельного генерального плану, зводимо до таблиці 4.10.

Таблиця 4.10 – Техніко-економічні показники будівельного генерального плану

№ з/п	Найменування	Од. вим.	Кільк
1	Площа будівельного майданчику	м^2	12090,0
2	Площа забудови	м^2	1857,60
3	Протяжність тимчасових доріг	п.м.	120,4
4	Протяжність тимчасового водогону	п.м.	163,8
5	Протяжність тимчасової електромережі	п.м.	423,2
6	Площа тимчасових будівель і споруд	м^2	324,3
7	Площа складів	м^2	517,6

5 ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

5.1 Загальні положення

Для визначення кошторисної вартості будівництва складають інвесторську кошторисну документацію. Інвесторська кошторисна документація – це сукупність кошторисів (локальних, об’єктних та зведених кошторисних розрахунків), відомостей кошторисної вартості пускових комплексів, черг будівництва, зведень витрат, пояснювальних записок до них та відомостей ресурсів, складених на стадії розроблення проєктної документації. Основним нормативним документом визначення вартості у будівництві, є Кошторисні норми України. Настанови з визначення вартості будівництва, яка затверджена наказом Міністерства громад та територій від 01.11.2021 № 281 зі Зміною №1 від 30.04.2022 № 67 та Зміною № 2 від 01.12.2022 № 244, Зміною № 3 від 22.09.2023 № 854, Зміною № 4 від 20.03.2024 № 243.

5.2 Складання локального кошторису

Локальний кошторис – це первинний кошторисний документ і складається він на окремі види робіт щодо будівель на підставі обсягів, що визначалися під час розроблення проєктної документації. Локальний кошторис складають у поточному рівні цін на трудові та матеріально-технічні ресурси за формою, наведеною в додатку 1 [18]. Згідно з проєктною документацією складено локальний кошторис на будівельні роботи, що передбачають нове будівництво. У кошторисі враховано обсяги запроєктованих робіт, розцінки відповідно до чинних нормативів, а також визначено загальну вартість будівельних заходів.

Таблиця 5.1 -Локальний кошторис

Нове будівництво 4-х поверхової двосекційної житлової будівлі у м. Запоріжжя

Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-1
на Нове будівництво 4-х поверхової двосекційної житлової будівлі у м. Запоріжжя
Нове будівництво 4-х поверхової двосекційної житлової будівлі у м. Запоріжжя

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість	40053,571	тис. грн.
Кошторисна трудомісткість	243,868	тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата	5076,310	тис. грн.
Середній розряд робіт	3,4	розряд

Складений в поточних цінах станом на “11 червня” 2026 р.

№ п/п	Обґрунту-вання (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кіль-кість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуа-тації машин	Всього	заробіт-ної плати	експлуа-тації машин	не зайнятих обслуговуваним машин	
					заробіт-ної плати	в тому числі за-робітної плати			в тому числі за-робітної плати	тих, що обслуговують машини	
										на одини-цю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		А. Підземна частина									
		Розділ 1. Земляні роботи									
1	Е1-24-2	Розроблення грунту бульдозерами потужністю 59 кВт [80 к.с.] з переміщенням грунту до 10 м, група грунтів 2	1000м3	2,134	2142,88 -	2142,88 465,68	4573	-	4573 994	- 25,2195	- 53,82
2	Е1-12-14	Розроблення грунту у відвал екскаваторами "драглайн" або "зворотна лопата" з ковшом місткістю 0,5 [0,5-0,63] м3, група грунтів 2	1000м3	2,078	5831,08 329,03	5502,05 1280,95	12117	684	11433 2662	19,55 62,475	40,62 129,82

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	Е1-17-8	Розроблення грунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ходу з ковшом місткістю 0,65 [0, 5-1] м3, група грунтів 2	1000м3	0,442	7653,14 281,57	7363,45 1457,07	3383	124	3255 644	16,73 70,9322	7,39 31,35
4	Е1-27-2	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 59 кВт [80 к.с.] з переміщенням грунту до 5 м, група грунтів 2	1000м3	2,078	1501,66 -	1501,66 326,33	3120	-	3120 678	- 17,673	- 36,72
5	Е1-134-1	Ущільнення грунту пневматичними трамбівками, група грунтів 1, 2	100м3	20,78	619,28 339,29	279,99 83,44	12869	7050	5819 1734	18,36 5,1175	381,52 106,34
		Разом прямі витрати по розділу 1					36062	7858	28200 6712		429,53 358,05
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. **Всього будівельні роботи, грн.**					36062 4 14570 11112 77,18 2496 **47174**				
		Всього по розділу 1					**47174**				
		Б. Надземна частина **Розділ 1. Фундаменти**									
6	Е6-1-1	Улаштування бетонної підготовки	100м3	9,932	69945,46 3294,47	1898,95 520,67	694698	32721	18860 5171	195,75 25,4989	1944,19 253,26
7	*& Е6-1-20-11*	*Улаштування стрічкових фундаментів з ФБС*	*шт*	*264*	*21040,45* *7650,52*	*6016,04* *1651,75*	*5554679*	*2019737*	*1588235* *436062*	*408,9* *81,0124*	*107949,6* *21387,27*
8	& К581321-2012-1	Плити стрічкових фундаментів з/б марки ФБС24.5	шт	48	2118,07 -	- -	101667	-	- -	- -	- -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9	& К581321-2013-9	Плити стрічкових фундаментів з/б марки ФБС12.5	шт	4	572,27 -	- -	2289	-	- -	- -	- -
10	& К581321-2013-10	Плити стрічкових фундаментів з/б марки ФБС9.5	шт	2	1286,27 -	- -	2573	-	- -	- -	- -
11	& К581321-2013-12	Плити стрічкових фундаментів з/б марки ФБС24.6	шт	22	5162,27 -	- -	113570	-	- -	- -	- -
12	& К581321-2013-13	Плити стрічкових фундаментів з/б марки ФБС12.6	шт	12	4652,27 -	- -	55827	-	- -	- -	- -
13	Е8-4-7	Гідроізоляція стін, фундаментів бічна обмазувальна бітумна в 2 шари по вирівненій поверхні бутового мурування, цеглі, бетону	100м2	12,96	2554,41 691,11	79,14 24,65	33105	8957	1026 319	33,5 1,4763	434,16 19,13
14	Е8-4-2	Гідроізоляція стін, фундаментів горизонтальна обклеювальна в 1 шар	100м2	2,2	3988,88 444,57	147,59 45,97	8776	978	325 101	22,59 2,7531	49,7 6,06
		Разом прямі витрати по розділу 1					6567184	2062393	1608446 441653		110377,65 21665,72
		Разом будівельні роботи, грн.					6567184				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					2896345				
		всього заробітна плата, грн.					2504046				
		Загальновиробничі витрати, грн.					2088118				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					15845,2				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					512274				
		Всього будівельні роботи, грн.					**8655302**				
		Всього по розділу 1					**8655302**				
		Розділ 2. Каркас									
15	*Е8-6-1*	*Мурування зовнішніх простих стін з цегли керамічної при висоті поверху до 4 м*	*м3*	*5668*	*2281,05 139,31*	*71,31 23,04*	*12928991*	*789609*	*404185 130591*	*7,17 1,3039*	*40639,56 7390,51*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16	*Е8-7-5*	*Мурування перегородок неармованих з цегли керамічної товщиною в 1/2 цегли при висоті поверху до 4 м*	*100м2*	*2,86*	*23873,79* *3850,37*	*728,47* *234,48*	*68279*	*11012*	*2083* *671*	*191,18* *13,3468*	*546,77* *38,17*
17	*& Е7-44-10-1*	*Укладання перемичок масою до 3 т*	*100шт*	*4,84*	*1643,90* *406,88*	*1114,55* *357,88*	*7956*	*1969*	*5394* *1732*	*21,46* *20,4483*	*103,87* *98,97*
18	& К582811-150-1	Перемички з/б марки ПР27	шт	65	1534,07 -	- -	99715	-	- -	- -	- -
19	& К582811-150-2	Перемички з/б марки ПР24	шт	10	4084,07 -	- -	40841	-	- -	- -	- -
20	& К582811-150-3	Перемички з/б марки ПР31	шт	35	3880,07 -	- -	135802	-	- -	- -	- -
21	& К582811-150-4	Перемички з/б марки ПР18	шт	280	1228,07 -	- -	343860	-	- -	- -	- -
22	& К582811-150-5	Перемички з/б марки ПР19	шт	32	2554,07 -	- -	81730	-	- -	- -	- -
23	& К582811-150-6	Перемички з/б марки ПР15	шт	62	2962,07 -	- -	183648	-	- -	- -	- -
24	*Е7-45-5*	*Укладання панелей перекриття з обпиранням на дві сторони площею до 5 м2 [для будівництва в районах із сейсмічністю до 6 балів]*	*100шт*	*3,6*	*12211,60* *4818,50*	*3403,20* *1061,65*	*43962*	*17347*	*12252* *3822*	*239,25* *59,8922*	*861,3* *215,61*
25	& К584211-2001-1	Панелі перекриття з/б багатопустотні марки ПК72-15	шт	240	7839,76 -	- -	1881542	-	- -	- -	- -
26	& К584211-2001-2	Панелі перекриття з/б багатопустотні марки ПК72-12	шт	20	9315,55 -	- -	186311	-	- -	- -	- -
27	& К584211-2001-15	Панелі перекриття з/б багатопустотні марки ПК72-10	шт	36	7071,55 -	- -	254576	-	- -	- -	- -
28	& К584211-2021-555	Панелі перекриття з/б багатопустотні марки ПК30.15.8	шт	32	7332,36 -	- -	234636	-	- -	- -	- -
29	*Е7-47-4*	*Установлення сходових маршів без зварювання масою більше 1 т*	*100шт*	*0,18*	*13501,91* *6277,92*	*6925,16* *2277,25*	*2430*	*1130*	*1247* *410*	*319* *125,3406*	*57,42* *22,56*
30	& К589121-2544-555	Сходові марші залізобетонні марки СМ28.12.144	шт	18	10319,75 -	- -	185756	-	- -	- -	- -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
31	*Е7-47-2*	*Установлення сходових площадок масою більше 1 т*	*100шт*	*0,18*	*14885,46* *6921,11*	*7501,99* *2426,77*	*2679*	*1246*	*1350* *437*	*343,65* *134,2889*	*61,86* *24,17*
32	& К589121-М062-111	Сходові площадки залізобетонні марки 2СП30.12-4- к	шт	18	4654,67 -	- -	83784	-	- -	- -	- -
		Разом прямі витрати по розділу 2					16766498	822313	426511 137663		42270,78 7789,99
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. **Всього будівельні роботи, грн.**					16766498 15517674 959976 795940 6007,29 194242 **17562438**				
		Всього по розділу 2					**17562438**				
		Розділ 3. Прорізи									
33	*& ЕН10-20-3-1*	*Заповнення металопластикових віконних прорізів готовими блоками площею до 3 м2 в кам'яних стінах житлових і громадських будівель*	*100м2*	*1,247*	*798410,90* *2437,03*	*161,32* *95,58*	*995618*	*3039*	*201* *119*	*113,35* *5,3966*	*141,35* *6,73*
34	*ЕН10-28-2*	*Заповнення дверних прорізів готовими дверними блоками площею понад 2 до 3 м2 з металопластику у кам'яних стінах*	*100м2*	*3,308*	*561780,22* *1615,73*	*947,63* *237,24*	*1858369*	*5345*	*3135* *785*	*79,28* *11,055*	*262,26* *36,57*
		Разом прямі витрати по розділу 3					2853987	8384	3336 904		403,61 43,3
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					2853987 2842267 9288 7396 53,63 1733				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Всього будівельні роботи, грн.					**2861383**				
		Всього по розділу 3					**2861383**				
		Розділ 4. Покрівля									
35	*& Е7-12-2-1*	*Установлення в двохповерхових будівлях кроквяних балок прогоном до 6 м, масою до 3 т, при довжині плит покриття до 6 м, при висоті будівель до 35 м*	*м3*	*12,96*	*45421,66* *19084,03*	*23117,40* *6128,83*	*588665*	*247329*	*299602* *79430*	*862,75* *308,3708*	*11181,24* *3996,49*
36	Е12-20-3	Улаштування пароізоляції прокладної в один шар	100м2	6,48	1416,94 215,89	25,63 7,50	9182	1399	166 49	10,97 0,4017	71,09 2,6
37	*Е12-18-1*	*Утеплення покриттів плитами з пінопласту полістирольного на бітумній мастиці в один шар*	*100м2*	*6,48*	*323683,34* *543,13*	*127,82* *37,80*	*2097468*	*3519*	*828* *245*	*29,39* *1,9888*	*190,45* *12,89*
38	*& Е12-11-1-111*	*Улаштування покрівель із металочерепиці*	*100м2*	*6,48*	*478874,19* *2395,01*	*156,17* *46,04*	*3103105*	*15520*	*1012* *298*	*129,6* *2,4214*	*839,81* *15,69*
		Разом прямі витрати по розділу 4					5798420	267767	301608 80022		12282,59 4027,67
		Разом будівельні роботи, грн.					5798420				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					5229045				
		всього заробітна плата, грн.					347789				
		Загальновиробничі витрати, грн.					273435				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					1957,23				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					63278				
		Всього будівельні роботи, грн.					**6071855**				
		Всього по розділу 4					**6071855**				
		Розділ 5. Оздоблювальні роботи									
39	& ЕН15-36-1-1	Грунтування Ceresit CT17 розчином по каменю стін механізованим способом	100м2	42,25	2681,28 1708,33	73,61 53,82	113284	72177	3110 2274	77,23 3,7044	3262,97 156,51

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
40	& ЕН15-40-1-1	Високоякісне штукатурення декоративним розчином Ceresit CT60	100м2	42,25	7264,38 5518,87	42,33 31,84	306920	233172	1788 1345	235,95 2,1264	9968,89 89,84
41	*ЕН15-151-1*	*Просте фарбування стін по штукатурці і бетону клейовим розчином з підготуванням поверхонь всередині приміщень*	*100м2*	*42,25*	*274,89* *185,58*	*0,22* *0,19*	*11614*	*7841*	*9* *8*	*9,43* *0,0111*	*398,42* *0,47*
42	ЕН15-23-3	Гладке облицювання плитками керамічними глазурованими стін, стовпів, пілястрів і укосів [без карнизних, плінтусних і кутових плиток] з установленням плиток туалетної гарнітури по цеглі і бетону	100м2	4,48	17872,73 6826,45	10,13 6,85	80070	30582	45 31	338,95 0,3997	1518,5 1,79
43	*ЕН15-254-1*	*Оздоблювання стін рідкими шпалерами*	*100м2*	*6,69*	*382854,59* *2440,76*	*0,22* *0,19*	*2561297*	*16329*	*1* *1*	*111,91* *0,0111*	*748,68* *0,07*
44	& ЕН11-11-1-1	Улаштування стяжок цементнио-піщаних товщиною 20 мм	100м2	15,76	2206,11 1039,50	20,73 17,76	34768	16383	327 280	56,25 1,0323	886,5 16,27
45	& Е8-4-1-4	Гідроізоляція підлог	100м2	0,69	2546,47 1187,88	85,56 26,65	1757	820	59 18	60,36 1,596	41,65 1,1
46	*ЕН11-39-1*	*Улаштування покриттів з лінолеуму полівінілхлоридного на клеї "Бустилат"*	*100м2*	*1,37*	*85112,02* *1097,95*	*1,34* *1,15*	*116603*	*1504*	*2* *2*	*55,79* *0,0666*	*76,43* *0,09*
47	*ЕН11-38-1*	*Улаштування покриттів з ламінату на шумогідроізоляційній прокладці з проклеюванням швів клеєм*	*100м2*	*7,77*	*168363,52* *1690,21*	*12,93* *11,08*	*1308185*	*13133*	*100* *86*	*79,84* *0,6438*	*620,36* *5*
48	ЕН15-24-1	Облицювання керамічними глазурованими плитками поверхонь стін із карнизними, плінтусними та кутовими плиткам по цеглі та бетону у житлових будівлях	100м2	2,62	14206,23 6114,91	10,13 6,85	37220	16021	27 18	303,62 0,3997	795,48 1,05
		Разом прямі витрати по розділу 5					4571718	407962	5468 4063		18317,88 272,19
		Разом будівельні роботи, грн.					4571718				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					4158288				
		всього заробітна плата, грн.					412025				
		Загальновиробничі витрати, грн.					283701				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					1688,63				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					54593				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Всього будівельні роботи, грн.					**4855419**				
		Всього по розділу 5					**4855419**				
		Разом прямі витрати по надземній частині					36557807	3568819	2345369 664305		183652,51 33798,87
		Разом будівельні роботи, грн.					36557807				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					30643619				
		всього заробітна плата, грн.					4233124				
		Загальновиробничі витрати, грн.					3448590				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					25551,98				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					826120				
		Всього будівельні роботи, грн.					**40006397**				
		Всього по надземній частині					**40006397**				
		Разом прямі витрати по кошторису					36593869	3576677	2373569 671017		184082,04 34156,92
		Разом будівельні роботи, грн.					36593869				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					30643623				
		всього заробітна плата, грн.					4247694				
		Загальновиробничі витрати, грн.					3459702				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					25629,16				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					828616				
		Всього будівельні роботи, грн.					**40053571**				
		Всього по кошторису					**40053571**				
		Кошторисна трудомісткість, люд.год.					**243868**				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Кошторисна заробітна плата, грн.					**5076310**				

Таблиця 5.2 – Техніко–економічні показники

№	Показники	Од. виміру	Кількість
1	Тривалість будівництва об’єкта	дні/міс	396/13
2	Кошторисна вартість виконання будівельних робіт (локальний кошторис)	тис. грн.	40053,571
3	Вартість 1м^3 будівлі	грн.	7973,5
4	Вартість 1м^2 виробничої площі	грн.	33129,5
5	Трудозатрати на об’єкті	тис. люд.–год	243,868
6	Денний виробіток одного робочого	грн. люд.–день	1956,9
7	Коефіцієнт використання робочих по кількості	–	0,4

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН А.3.1–5:2016 Організація будівельного виробництва. [Чинний від 2017–01–01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2016. 49 с.

2. ДБН А.3.2–2–2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2012–01–01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 80 с.

3. ДБН В.1.2–2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об`єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зі змінами № 1 та № 2. [Чинний від 2020–06–01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2006. 20 с.

4. ДБН В.2.1–10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. На заміну ДБН В.2.1–10:2009. [Чинний від 2019–01–01]. Вид. офіц. Київ : НДІБК, 2019. 22 с.

5. ДБН В.2.2–4:2018 Будинки і споруди. Заклади дошкільної освіти. Зі Зміною № 1. [Чинний від 2022–09–01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 46 с.

6. ДБН В.2.2–40:2018 Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. Зі Зміною № 1 [Чинний від 2022–09–01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 70 с.

7. ДСТУ 8855:2019 Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності). [Чинний від 2019–12–01]. Вид. офіц. Київ : ДП УкрНДНЦ, 2019. 23 с.

8. ДСТУ 9243.7:2023 Система проєктної документації для будівництва. Правила виконання архітектурно–будівельних робочих креслень. [Чинний від 2024–04–01]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 2023. 75 с.

9. ДСТУ Б А.3.1–22:2013 Визначення тривалості будівництва об’єктів. [Чинний від 2014–01–01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2014. 31 с.

10. Кошторисні норми України. Настанова з визначення вартості будівництва. З урахуванням Змін № 1 – 5. Затверджено наказом Мінрегіону від 01.11.2021 № 281. [Чинний від 2026–10–03]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2021. 78 с.

11. Потапова Т. Е. Нормативно–технічні дані для проектів виконання комплексу робіт зі зведення надземної частини будівель та споруд : Довідник. Вінниця, 2006. 48 с.

12. Савйовський В. В. Технологія та організація будівництва : підручник. Київ : Центр навчальної літератури, 2013. 704 с.

13. Тугай О. А., Шило П. О., Григор О. В. Організація будівельного виробництва : підручник. Київ : КНУБА, 2007. 254 с.

14. Черненко В. К., Ярмоленко М. Г., Лівінський О. М. Технологія будівельного виробництва : підручник. Київ : Вища освіта, 2002. 431 с.

15. Менейлюк О. І., Борисов О. О. Організація будівництва : навчальний посібник. Одеса : ОДАБА, 2014. 312 с.