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: **«Реконструкція будівлі залізничного вокзалу Запоріжжя-2 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
Білоног Андрій Сергійович
(прізвище та ініціали)
Науковий керівник професор, д.е.н. Анін В.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

2

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

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

Білоног Андрій Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) : Реконструкція будівлі залізничного вокзалу Запоріжжя-2 у м. Запоріжжя
керівник роботи Анін В.І., професор., д.е.н.
(прізвище, ім'я по батькові, науковий ступень, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від " 28 " 12 2025 року № 2028-с
2. Строк подання студентом роботи 16 червня 2026 р.
3. Вихідні дані до роботи завдання напроектування, кліматичні та геологічні умови місце забудови, функціональне призначення будівлі, теріторіальне 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	Анін В.І., професор, д.е.н.		
Розділ 2	Анін В.І., професор, д.е.н.		
Розділ 3	Анін В.І., професор, д.е.н.		
Розділ 4	Анін В.І., професор, д.е.н.		
Розділ 5	Анін В.І., професор, д.е.н.		

7. Дата видачі завдання 09.02.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфкаційної 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) Білоног А.С. (прізвище та ініціали)

Керівник роботи/проекту _____ (підпис) Анін В.І. (прізвище та ініціали)

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

АНОТАЦІЯ

Білоног Андрій Сергійович. Реконструкція будівлі залізничного вокзалу Запоріжжя-2 у м. Запоріжжя.

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

У проекті 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 виконано розрахунок несучих сталевих рам.

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 реконструкції з розташуванням складів і тимчасових будівель.

В розділі економіка будівництва виконано розрахунок кошторисної вартості будівництва у вигляді локального кошторису на загальнобудівельні роботи. Виконано розрахунок об'єктного кошторису та зведеного кошторисного розрахунку.

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

ABSTRACT

Bilonog Andriy Sergeyovich. Reconstruction of the Zaporizhzhia-2 railway station building in Zaporizhzhia.

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in specialty 192 - Construction and civil engineering, scientific supervisor V.I. Anin. Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu.M. Potebnia, Zaporizhia National University. 2026.

The project presents the following main sections: architectural and construction, calculation and construction, building construction technology, organization of construction production, construction economics, labor protection.

In the architectural part, the volume– planning solution of the building was determined, the heat– technical calculation of the wall and the coating was performed.

The structural part has the design of load-bearing steel frames.

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 everyday production has developed a network schedule for the allocation of waste of everyday work, the platform has been divided up for the reconstruction of warehouses and hours budivel.

In the section on construction economics, the estimated cost of construction was calculated in the form of a local estimate for general construction work. The calculation of the object estimate and the consolidated estimate calculation were performed.

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	14
1.6	Санітарне обладнання	14
1.7	Теплотехнічний розрахунок	15
1.7.1	Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни	15
1.7.2	Теплотехнічний розрахунок покриття	18
1.8	Розрахунок класу наслідків (відповідальності)	19
2	РОЗРАХУНКОВО– КОНСТРУКТИВНИЙ	22
2.1	Вихідні данні. Геометрична схема ферми	28
2.1.1	Розрахункові характеристики матеріалів	29
2.1.2	Підбір перерізів	31
2.1.2	Визначення розрахункових навантажень	31
2.2	Розрахунок вузлів ферми	34
2.3.	Конструювання ферми	36
3	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	45
3.1	Технологічна карта на на пристрій мансарди	45
3.1.1	Галузь застосування	45
3.2	Організація і технологія будівельного процесу	46
3.3	Технічне та економічне порівняння засобів механізації	48
3.4	Контроль якості при монтажу покрівельних робіт	49
3.5	Матеріально - технічні ресурси	52
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ	53
4.1	Загальні положення	53
4.2	Сітьовий графік будівництва	54
4.3	Проектування будгенплану	58
4.3.1	Розрахунок тимчасових будівель	62
4.3.2	Розрахунок складських приміщень	63
4.3.3	Розрахунок тимчасового водопостачання	66
4.3.4	Розрахунок тимчасового електропостачання	68
5	ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА	89
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	

1 АРХІТЕКТУРНО РІШЕННЯ ПРОЕКТУ

1.1. Загальна частина

Майданчик, виділений під зведення загальноосвітньої школи у місті Запоріжжя, розташований у межах сформованого житлового кварталу. Наявність розвиненої інженерно-транспортної інфраструктури та облаштованих під'їзних маршрутів забезпечує оптимальні умови для розгортання будівництва та подальшого функціонування закладу. Рельєф місцевості є відносно рівним, із мінімальними природними перепадами висот. Відповідно до нормативних положень ДСТУ–Н Б В.1.1–27:2010 «Будівельна кліматологія», географічний район проектування належить до II кліматичного району. Абсолютні позначки поверхні землі варіюються в діапазоні від 123 до 107 метрів, що дозволяє суттєво мінімізувати обсяги вертикального планування та земляних робіт.

1.2 Об'ємно– планувальні та архітектурно – конструктивні рішення

Будівля, що проектується – реконструкція одноповерхової будівлі залізничного вокзалу Запоріжжя-2, після реконструкції двоповерхова з мансардним поверхом, з розмірами в вісях 52,40 м × 18,20 м, з висотою поверху 4,50 та 8,50 м. Загальна висота будівлі – до 11,80 м, після 13,60 м.

Категорія складності об'єкту – II, клас наслідків (відповідальності) об'єкту – СС2, 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 $м^2$
1поверх		
1	Тамбур	16,00
2	Зал	138,00
3	Коридор	
4	Зал очікування	54,00
5	Кафе	38,50
6	Приміщення старшого касира Кабінет зберігання квитків	26,50
7	Офісне примішення	33,60
8	Сан/вузол	33,60
9	Зал касовий	28,80
10	Кімната персаналу	14,40
11	Автоматична камера зберігання	18,40
12	Приймальна медпункту	9,20
13	Приміщення поліції	6,30
14	Технічне приміщення,	54,60
Надбудова мансардного 2 поверху на відм. + 4,800		
15	Двомісни номера	85,40
16	Комора вбиральня інвентарю	3,00
17	Приймальна готелю	8,50
18	Хол готелю	88,60
19	Торговий зал буфета	38,50
20	Приймальна медпункту	10,90
21	Кабінет лікаря	11,40
22	Кабінет начальника станції	12,70
23	Дитяча кімната	23,70
24	Комната для матері	58,20
25	Зал очікування	52,20
26	Коридор	48,60

1.3 Техніко економічні показники будівлі

Техніко– економічні показників об'ємно– планувального рішення зведені в таблицю 1.2.

Таблиця 1.2 – Техніко – економічні показники об'ємно– планувального рішення

№ з/п	Найменування	Од. вим.	Значення
1	Площа забудови	$м^2$	946.40
2	Будівельний об’єм	$м^3$	2499,95
3	Загальна площа	$м^2$	735,28
4	Робоча площа	$м^2$	82,00

1.4 Стислий опис прийнятих елементів будівлі

Конструктивна схема будівлі – каркасна з подовжніми і поперечними цегельними стінами.

Фундаменти. За результатом обстеження будівлі, було виявлено, що фундамент бутовий (стрічковий), знаходяться в хорошому стані і посилення не потрібно

Фундаменти в будівлі стрічкові монолітні з бетонну класу С8/10. Позначка низу підошви фундаменту – 3,200 м. Плитна частина фундаменту монолітна з висотою – 300 мм, армована просторовими каркасами.

Стіни і перегородки. Зовнішні стіни будівлі - цегляні несучі, товщиною 640 мм. Для забезпечення вимог теплотехніки стіни утеплені, але зсередини, так як утеплення зовні зробити неможливо без втрати художньої виразності будівлі. Усередині пінополістирольні плити обшиваються пароізоляційним матеріалом,

набивається армована сітка і покривається шаром штукатурки. Товщина утеплювача визначається з теплотехнічного розрахунку.

Конструкція зовнішньої стіни показана на рисунку 1.1

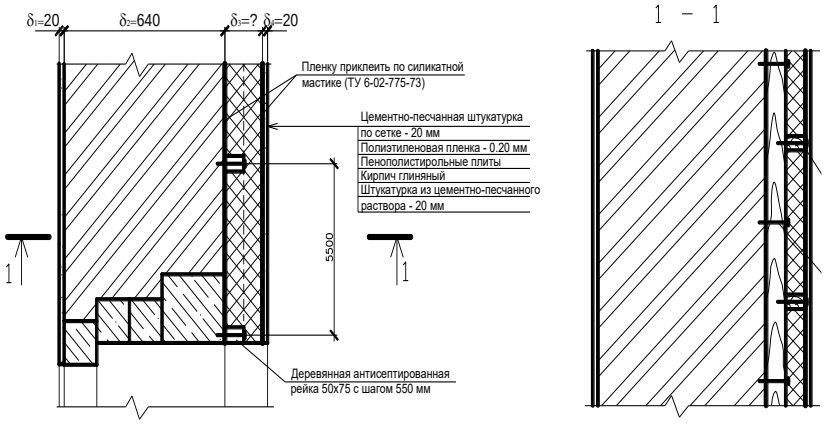


Рисунок 1.1–Перетин зовнішньої стіни

Вибір нових конструкцій і елементів в реконструйованій будівлі залізничного вокзалу проводиться в зв'язку з виконанням надбудови мансардного поверху та перепланірокі.

При виконанні надбудови пріоритет віддається полегшеним конструкціям з невеликою вагою, що дозволяє уникнути додаткового посилення існуючих несучих конструкцій.

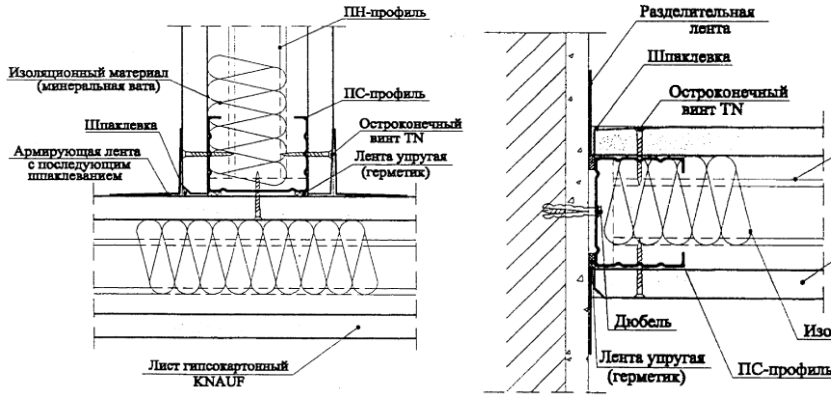
Перегородки прийняті цегляні товщиною 250 мм і перегородки системи «KNAUF» на металевому каркасі і облицюванням ГВЛ. Типи перегородок приймаються по [32], за призначенням приміщення, необхідного індексу звукоізоляції і максимальній висоті перегородки.

Для перегородок між робочими кабінетами приймаємо перегородку типу С111, що забезпечує індекс звукоізоляції 40 дБ, для перегородок між готельними номерами - типу С112 (рисунок 1.2). Технічні характеристики перегородок наведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Технічні характеристики перегородок на металевому каркасі

Марка	Максимальна висота, м	D, мм	d, мм	Шаг стоек, а, мм	Марка єлементів каркасу			$I_{В,}$ дБ
					направля-ющего	стоечного	Висота полки, мм	
С111	3,9	90	12,5	600	ПН 65	ПС 65	65	41
С112	3,3	100	25	600	ПН 50	ПС 50	50	48

Вузли кріплення перегородок наведені на рисуунку 1.2,1.3, і 1.4.



а) стик перегородок б) стик перегородки і зовнішньої стіни

Рисунок 1.2–Горизонтальний переріз

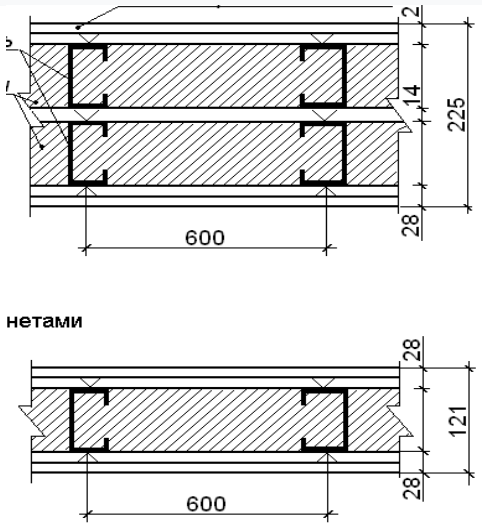


Рисунок 1.3–Горизонтальний переріз перегородок С111 (а) і С112

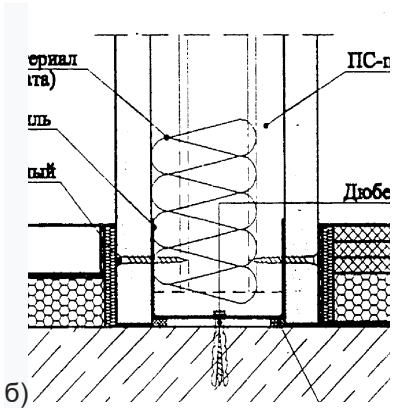


Рисунок 1.4–Примикання до конструкції підлоги

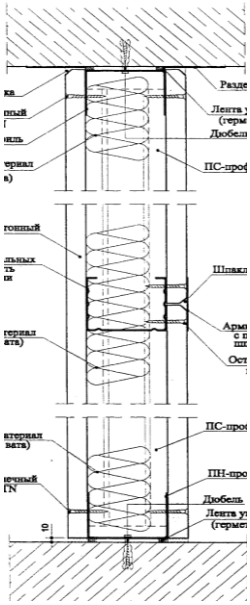


Рисунок 1.5 – вертикальне перетин

Плити перекриття та покриття. Перекриття в реконструйованій будівлі виконується з дерева. У слідстві тривалого терміну служби (65 років) виникає необхідність в заміні їх на збірне залізобетонне перекриття.

Вибір елементів конструкцій перекриттів визначається планувальним рішенням, а також навантаженнями, які впливають на перекриття.

Індивідуальні монолітні ділянки запроектовані із залізобетонних монолітних плит товщиною 150 мм, які за допомогою опалубки заливаються безпосередньо на місці будівництва.

Сходи. Оскільки в реконструйованій будівлі залізничного вокзалу передбачається надбудова на 1 поверх, то виникла необхідність в пристрої сходів. Через обмеженого простору і високого рівня перекриття, в даному проекті застосовуються сходи, що виконуються з несучих сталевих балок - косоурів з укладеними з ним залізобетонними збірними ступенями.

Дах і покрівля. Дах є - мансардний поверх. Покрівля з металевої черепиці типу «Scan». Система водовідведення зовнішня не організували.

Дах в будинку горищний, крокв'яний.

Горище утеплюванне. В рівні крокв укладають теплоізоляційний матеріал – мінераловатні плити, які підшивають гіпсокартонними листами.

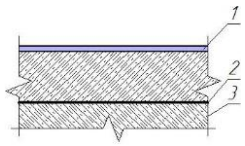
З'єднання несучих елементів даху – будівельними скобами і болтами. Всі дерев'яні конструкції оброблені антисептиком і антипіреном.

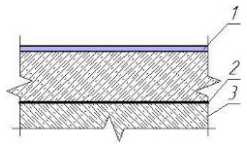
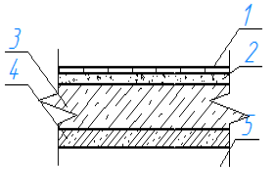
Покрівельний матеріал – металочерепиця, яка кріпиться на бруски (контробришітка), яка накладається на обрешітку яка закріплюється до крокв. Водовідвід з даху – зовнішній організований по металевім желобам.

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

Найменування приміщення	Схема підлоги	Елементи підлоги, їх товщина	Площа підлоги, $м^2$
15,20, 21, 22,23		1. Лінолеум t = 4 мм 2. Клей КС t = 2 мм 3. Цем.- піщ. стяжка, t = 30 мм М100 4. Плита перекриття, t = 220 мм	202,30

Продовження таблиці 1.4			
8,17,19		1. Керамічна плитка, t = 10 мм 2. Ceresit – CM12 t =10 мм 3. Мастика, t = 3 мм 4. Плита перекриття, t = 220 мм	64,10
18,25,26		1. Бетон мозаїчний t = 10 мм, 2. Зтяжка збетонна, t = 20 мм 3. Бетон, t = 70 мм 4. Плита перекриття , t =220 мм	98,10

Вікна і двері. Скління в будівлі виконується пластиковими віконними блоками та алюмінієвими вітражними системами фірми «Harvest Industries». Віконні блоки закріплюються до бокових граней прорізу, в які влаштовані металеві анкерні бовти.

Стики між віконними блоками і стінами задуваються теплоізоляційною монтажною піною.

З зовнішньої сторони по низу віконного прорізу влаштовується злив з оцинкованої сталі для відводу атмосферних опадів. З внутрішнього боку влаштовується пластикове підвіконня.

Двері в будівлі зовнішні, вітражні.

Внутрішні двері – глухі, одно – та двохстулкові дерев'яні за ДСТУ EN 14351– 1:2020. Над віконними та дверними прорізами влаштовують збірні залізобетонні брускові перемички, які опираються на стіни на 150 мм.

Специфікація елементів заповнення прорізів зведена в таблицю 1.5.

Таблиця 1.5 – Специфікація елементів заповнення прорізів

Поз.	Марка	Кількість по фасадам				Кіл.	Розміри, мм
		1-3	3-1	А-В	В-А		
Вікна							
В1	Індив. вигот.	10	3	-	1	14	1010×1810
В2	Індив. вигот.	-	-	4	-	4	910×1810
В3	Індив. вигот.	-	-	-	4	4	1010×810
Двері							
Д1	ДОН 24-10	1	-	-	-	1	2410×910
Д2	ДОН 24-14	-	-	-	1	1	2410×1410
Д3	ДВО 21-10	-	-	-	-	6	2110×1010
Д4	ДВГ 21-10	-	-	-	-	6	2110×1010
Д5	ДВГ 21-9	-	-	-	-	6	2110×910

1.5 Зовнішнє та внутрішнє оздоблення

Проект реконструкції орієнтований на підвищення енергоефективності будівлі, захист тримальних конструкцій від атмосферних чинників та створення сучасного архітектурного вигляду залізничного вузла.

Навісна вентильована фасадна система: Облицювання основної площі зовнішніх стін виконується плитами з великоформатного керамограніту за допомогою підсистеми з нержавіючої сталі або анодованого алюмінію. Утеплення стін реалізується гідрофобізованими плитами з мінеральної вати на основі базальтових порід у два шари із обов'язковим влаштуванням вітрозахисної паропроникної мембрани.

Оздоблення цокольної частини: Зважаючи на високе механічне та експлуатаційне навантаження, цоколь будівлі на висоту не менше одного метра від рівня відмостки лицюється плитами з натурального полірованого або термообробленого граніту темно-сірих відтінків. Влаштовується надійна вертикальна та горизонтальна гідроізоляція.

Світлопрозорі конструкції та вхідні групи: Заміна старих віконних блоків та вітражів здійснюється на сучасні енергоефективні алюмінієві системи із двокамерними аргононаповненими склопакетами. Скло у складі пакетів приймається гартованим типу «триплекс» із низьким коефіцієнтом емісії (і-скло). Головні вхідні портали обладнуються автоматичними розсувними телескопічними дверима, що інтегруються із повітряно-тепловими завісами.

Реставраційні та декоративні роботи: На ділянках фасадів, що підлягають збереженню або мають історичну цінність, проводиться повне розчищення від старих нашарувань фарби, відновлення автентичних елементів ліпнини, рустів та карнизів спеціальними реставраційними сумішами. Фінішне покриття цих зон виконується високоякісними силіконовими або силікатними фасадними фарбами, які мають високі показники паропроникності, водовідштовхування та стійкості до ультрафіолетового випромінювання.

Вимощення. По периметру будівлі по піщаній основі товщиною 100 мм влаштовується асфальтне вимощення завширшки 1,5 м для запобігання змочування стін та фундаментів. Схил вимощення 5%.

1.6 Інженерні системи: Опалення, водопостачання та водовідведення

Система опалення та вентиляції. Проєктоване опалення будівлі вокзалу є водяним, двотрубним, із примусовою циркуляцією теплоносія, що реалізується за допомогою високоефективних насосних груп у приміщенні індивідуального теплового пункту (ІТП). Як основні опалювальні прилади в адміністративних, побутових та службових приміщеннях встановлюються сталеві панельні радіатори з нижнім підключенням, обладнані автоматичними термостатичними клапанами для локального регулювання температури. У зонах з екстремальним пасажиропотоком та високими вітражними склінням (головний вестибюль, операційні та касові зали) монтуються вбудовані в підлогу водяні конвектори з примусовим обдувом для відсікання холодних повітряних мас. Головні вхідні портали додатково комплектуються вертикальними та горизонтальними

повітряно-тепловими завісами з водяним підігрівом, які автоматично вмикаються при відкриванні дверей і перешкоджають вихолоджуванню залів. Для підтримання нормативного мікроклімату в санітарно-побутових приміщеннях і душових модулях застосовується комбінована схема: рушникосушки інтегруються в систему гарячого водопостачання, а загальний температурний режим підтримується електричними нагрівальними приладами з високим класом вологозахисту (не нижче IP24).

Система водопостачання. Внутрішнє водопостачання вокзального комплексу розподіляється на господарсько-питне, протипожежне та технологічне. Підключення здійснюється від централізованих міських мереж двома незалежними вводами з облаштуванням комерційного вузла обліку води (лічильника з дистанційною передачею даних). Для гарантування стабільного тиску у пікові години навантаження на вводах монтується автоматизована модульна насосна станція підвищення тиску з частотним регулюванням. Магістральні трубопроводи та стояки виконуються з довговічних поліпропіленових або зшитих поліетиленових труб (PEX), ізольованих трубним утеплювачем для запобігання утворенню конденсату та теплових втрат. Підготовка гарячої води реалізується за замкнутою циркуляційною схемою через швидкісні пластинчасті теплообмінники в ІТП, а для літнього періоду (під час профілактичних зупинок тепломереж) передбачається резервна система – встановлення містких ємнісних електричних водонагрівачів (бойлерів) сумарним об'ємом, що повністю покриває потреби душових блоків та кімнат матері і дитини. Подача води до кінцевих споживачів у громадських зонах здійснюється через безконтактні сенсорні змішувачі з лімітованим часом витоку, що оптимізує розхід ресурсів.

Система каналізації (водовідведення). Водовідведення будівлі вокзалу розділене на три самостійні внутрішні мережі: побутову (господарсько-фекальну), виробничу (для підприємств громадського харчування та буфетів) та дощову (внутрішні водостоки).

Збирання та відведення стічних вод від санітарних приладів виконується самопливом за допомогою розтрубних безшумних пластикових труб (ПВХ або ПП підвищеної щільності).

Стояки побутової каналізації виводяться вище покрівлі для вентиляції системи через вентиляційні клапани (аератори). Стічні води від кухонних блоків кафе та ресторанів перед скиданням у загальновуличну мережу проходять первинне очищення в локальних сепараторах жиру (жировловлювачах), встановлених у підвальному приміщенні.

Для відведення стоків із душових зон використовуються лінійні та точкові нержавіючі трапи із вбудованими комбінованими затворами (гідрозатвор + сухий затвор), які повністю блокують проникнення каналізаційних газів у приміщення навіть при тривалій відсутності проливання води.

Відведення талих і дощових вод із покрівлі здійснюється через систему внутрішніх водостічних лійок із підігрівом, які підключаються до зовнішньої мережі дощової каналізації.

1.7 Теплотехнічний розрахунок у місті Запоріжжя

1.7.1 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

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

Конструкція стіни та розрахункові коефіцієнти, зводимо до таблиці 1.6.

1. Згідно ДБН В.2.6 – 31 – 2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність 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.

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огороджувальної конструкції, знаходимо в таблиці 1.

Для температурної зони II R_{qmin} складає: для стін – 4,0 м^2 × К/Вт, та для покриття опалюваних горищ – 6,0 м^2 × К/Вт.

Термічний опір теплопередачі непрозорої огороджуючої конструкції визначаємо за формулою 1.2:

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

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:

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

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 1.6

Таблиця 1.6 – 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:

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

δ_3 = (4,0– 0,11– 0,024– 0,57– 0,217– 0,043)× 0,062 = 3,036 × 0,062 = 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:

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

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

$R_{пр}$ = 0,11+0,024+0,57+0,217+3,22+0,043 = 4,19 м^2×К/Вт

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

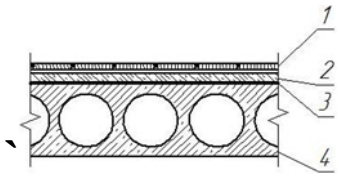
$$R_{\Sigma пр} \geq R_{q\,min} \qquad (1.5)$$

$R_{пр} = 4{,}19$ м^2×К/Вт > $R_{qmin} = 4{,}0$ м^2×К/Вт

Умова виконується, тип конструкції обрано вірно.

1.7.2 Теплотехнічний розрахунок перекриття

Таблиця 1.7 – Конструкція перекриття

Конструкція перекриття	Розрахункові характеристики матеріалів
	1 шар – цементно-піщаний розчин М100, $\rho_0 = 1800$ кг/м^3 $\delta_1 = 0{,}03$ м; $\lambda_1^Б = 0{,}87$ Вт/м·К. 2 шар – утеплювач – мати прошивні із мінеральної вати теплоізоляційні: $\rho_0 = 125$ кг/м^3; $\delta_2 = ?$ $\lambda_2^Б = 0{,}070$ Вт/м·К. 3 шар – пароізоляція – (в розрахунок не включається) 4 шар – залізобетонна багатопустотна плита перекриття: $\rho_0 = 2500$ кг/м^3; $\delta_4 = 0{,}22$ м; $\lambda_4^Б = 2{,}04$ Вт/м·К.

Виконання розрахунку:

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі зовнішніх стін житлових будинків для II температурної зони становить: $R_{q\,min} = 4{,}0$ м^2·К/Вт.

Для здійснення теплотехнічного розрахунку приймаємо значення коефіцієнтів тепловіддачі внутрішньої $\alpha_в$=8,7 та зовнішньої $\alpha_з$=23,0 Вт/(м^2 ·К) поверхонь огороджувальної конструкції, що проектується.

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

$\delta_3 = (4{,}0 - 0{,}11 - 0{,}034 – 0{,}107 - 0{,}043) \times 0{,}070 = 3{,}706 \times 0{,}070 = 0{,}259$м

Приймаємо товщину утеплювача $\delta_у = 0{,}26$ м =260 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:

$R_{пр}$ = 0,11 +0,034 +0,107 +3,71+ 0,043= 4,01 м^2×К/Вт

Виконуємо перевірку виконання обов'язкової умови проектування огороджувальних конструкцій за теплотехнічними вимогами за формулою 1.1

$$R_{\Sigma\,пр} \geq R_{q\,min}$$

$$4{,}01 > 4{,}0\ (м^2 \cdot К) / Вт$$

Прийнята конструкція перекриття задовольняє теплотехнічним вимогам.

1.8 Розрахунок класу наслідків (відповідальності)

1. Загальна характеристика будівлі: будівля, що проектується – реконструкція одноповерхової будівлі залізничного вокзалу Запоріжжя-2, після реконструкції двоповерхова з мансардним поверхом, з розмірами в вісях 52,40 м × 18,20 м, з висотою поверху 4,50 та 8,50 м.

Загальна висота будівлі – до 11,80 м, після 13,60 м.

2. Кількість осіб, які постійно працюють – 50, кількість осіб, які постійно працюють в адміністративних приміщеннях, – 5. Загальна кількість N1= 55 осіб.

За кількістю осіб, які постійно перебувають на об'єкті, відноситься до класу наслідків (відповідальності) СС2.

3. Кількість осіб, які періодично перебувають на об'єкті, N2=27 осіб. За кількістю осіб, які періодично перебувають на об'єкті, до класу наслідків (відповідальності) СС1.

4. Кількість осіб, які знаходяться зовні об'єкта, приймається

N3 = (N1+ N2) =55+ 27= 83 осіб, N3 складає менше 100 осіб.

За характеристикою «Можлива небезпека для життєдіяльності людей, які перебувають зовні об'єкта» відноситься до класу наслідків (відповідальності) СС1.

5. Для визначення обсягу можливого економічного збитку визначають орієнтовну вартість спорудження.

За об’єктом-аналогом та або/ за орієнтовною вартістю будівлі складає 24, 920 тис. грн.

1907,36 × 24,928 = 47546,67 тис. грн.

Прогнозні збитки для архіву визначаються: тис. грн.

0,225* 47546,67 = 10 698 тис. грн.

Обсяг можливого економічного збитку у мінімальних заробітних платах складає: 10 698 / 8, 647 = 1237,2 м. р .з. п.

Враховуючи розмір можливого економічного збитку, об’єкт відноситься до класу наслідків (відповідальності) СС2.

Відмова будівлі не впливає на припинення роботи об’єктів транспорту, зв’язку, енергетики загальнодержавного, регіонального чи місцевого рівня.

За всіма наведеними розрахунками характеристик можливих наслідків відмови відповідно до таблиці 1 зараховується до класу наслідків СС 2 .

2 РОЗРАХУНКОВО КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1 Вихідні данні. Геометрична схема ферми

Запроектувати будівельну металеву ферму промислової будівлі при слідуючих даних: прольот ферми 24 м, крок ферм у поздовжньому напрямку.

Склад покрівлі: профліст Т45-1000-0,7, теплоізоляційний шар із мінераловатних плит «R×CKW××L» -100 мм, Z- образний прогон, пароізоляція - плівка «R×CKW××L», профліст С20-750-0,8, прогони **[**20 з кроком 3 м.

Місто будівництва – м. Запоріжжя.

Розрахунковий район по сніговому покрову II.

Матеріал ферми – сталь марки ВСт3пс6 по ДСТУ EN 10025-2:2022 та ДСТУ EN 10025-2:2022 З'єднання стержнів у вузлах ферми – зварне. Електроди марки Є42, Є42А.

По степені відповідальності промислова будівля відноситься до II класу.

Коефіцієнт надійності за призначенням конструкцій γ=0,95.

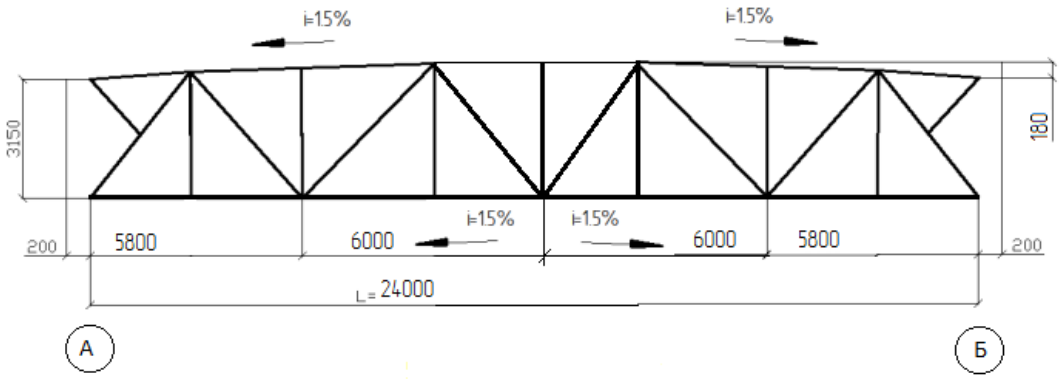


Рисунок 2.1 – Геометрична схема ферми без скорочення

2.2 Розрахункові характеристики матеріалів

Розрахунковий опір прокатної сталі марки ВСт3пс6-С240

R_y=235 МПа=23,5 кН/см^2

Нормативний опір прокатної сталі

$R_{ип}$ =370 МПа=37 кН/см^2

Розрахунковий опір кутового шва зрізу по металу шва електродами Е42, Е242А або зварний дріт Св08

R_{Wf}=180 МПа=18 кН/см^2

Розрахунковий опір кутового шва зрізу по металу межі сплавлення

R_{WZ}=0,45×$R_{ип}$ =0,45×370=166,5 МПа=16,65 кН/см^2

Ручне зварювання

γ_f×R_{Wf} =0,7×180=126 МПа=12,6 кН/см^2

ρ_Z×R_{WZ}=1×1,66,5=166,5 МПа=16,65 кН/см^2

Збір навантаження на 1 м^2 ферми зводимо в таблицю 2.1

Таблиця 2.1 - Навантаження на 1 м^2 ферми

Вид навантаження	Підрахунок $T \times \rho \times q_{зт} \times \gamma_п$	Нормативне кН/см^2	$\gamma_{f>1}$	Розрахункове кН/см^2
Постійне Профілірований настил Т45-1000-0,7	0,1×0,95	0,095	1,05	0,1
Теплоізоляційний шар із мінераловатних плит «R×CK×W×L» t=100мм (ρ=0,3т/м^3).	0,1×0,3×9,81× ×0,95	0.2796	1.2	0,3355
Паробар'єр із плівки «R×CK×W×L»	0,01×0,95	0,0095	1.2	0,0114
Профільований настил С20-750-0,8	1,5×0,95	0,143	1,05	0,15
Прогони із швелера [20 з кроком 3 м	0,1×0,95	0,095	1,05	0,1
Металева ферма із зв'язками (орієнтовано)	0,25×0,95	0,238	1,05	0,25
Разом постійне:		$q_п$=0,86		q=0,95
Тимчасове				

Система вентиляції з трубопроводів	0,5×0,95	0,475	1,2	0,57
	$\frac{Q+G_{\delta}}{S+L}=$	0,25	1,2	0,3
Снігове (с=1)	$\frac{2+1.8}{6\bullet 24}\bullet 9{,}81\bullet 0{,}95$		1,14	
м. Запоріжжя	1,72×0,95	1,63		1,86
Разом тимчасове:		$S_н$=2,36		S =2,73
Повне		$q_п$=3,22		Q=3,68
В тому числі постійне і тривалодіюче		$Q_{1п}$		Q_1

2.4 Визначення розрахункових навантажень

Визначаємо вузлове навантаження. Довжина панелі ферми 3,0 м. Навантаження передається безпосередньо на вузли ферми. Схил верхнього поясу ферми 1,5%. кут а=$4^0 48^1$ і cosα =0,996.

Послідовно визначаємо :

Зусилля

$$F_1 = \ell_1 \bullet \frac{b_1}{2} \bullet (\frac{q}{cos\alpha} + S) = 6 \bullet \frac{2}{3} \bullet (\frac{0{,}95}{0{,}996} + 2{,}73) = 33{,}2 \text{ кН}$$

Зусилля

$$F_2 = \ell_1 \bullet b_1 \bullet (\frac{q}{cos\alpha} + S) = 6 \bullet 3 \bullet (\frac{0{,}95}{0{,}996} + 2{,}73) = 66{,}4 \text{ кН}$$

Опорні реакції від повного завантаження ферми

$$R_A = R_b = \frac{2\bullet F_1 + 7\bullet F_2}{2} = \frac{2\bullet 33{,}2 + 7\bullet 66{,}4}{2} = 265{,}6 \text{ кН}$$

Зусилля в елементах ферми визначаємо графічним методом –побудовою діаграм Максвелла – Кремони. Будуємо одну діаграму при повному завантаженні вузлів ферми постійним і тимчасовим навантаженням. В

полігональних фермах з трикутними габаритами, як правило, найбільш незручне її завантаження. При побудові діаграми беремо масштаб в 1 см – 33,2 кН

Значення зусиль в стержнях ферми зводимо в таблицю 2.2.

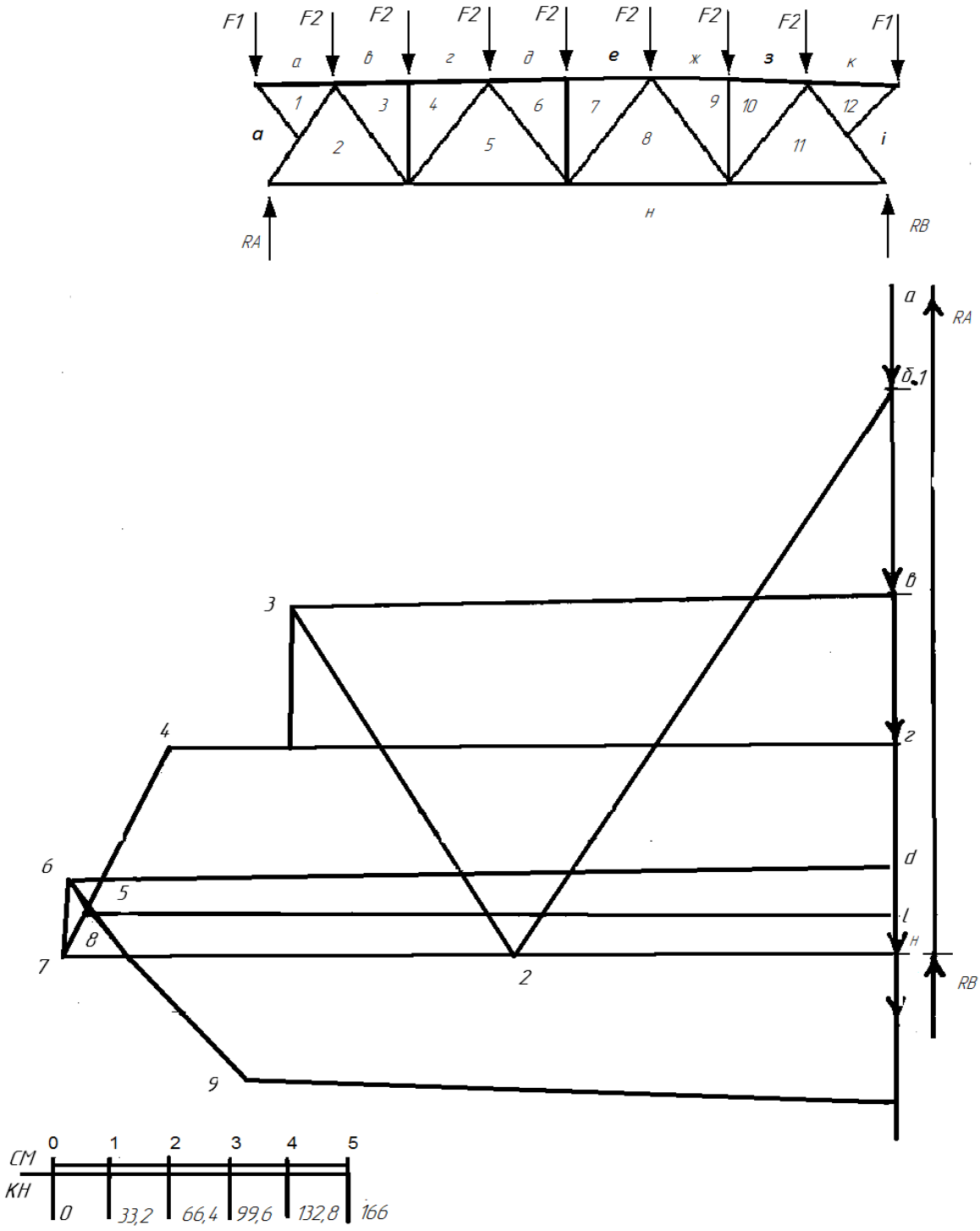


Рисунок 2.2 - Геометрична схема ферми

Діаграма Максвелла - Кремони

Таблиця 2.2 - Зусилля в стержнях ферми

Елементи ферми	Позначення стержнів на діаграмі	Розрахункові зусилля, кН. при	
		Стиску	Розтягу
Верхній пояс	б-1 в-3 2-4 д-6	0 -392,4 -392,4 -500,0	
Нижній пояс	2- λ 5- λ		+234,8 +480,0
Розкосини	1-а 1-2 2-3 4-5 5-6	-37,5 -335,4 -218,0 -127,5 -30,2	
Стійки	3-4 6-7	-67,1 -40,3	

2.3 Підбір перерізів

Верхній пояс $N_{мах}$ =-500 кН

Потрібна площа перерізу кутників при φ ≈ 0,7 коефіцієнта поздовжнього вигіну і γ_c=0,95 і коефіцієнта роботи умови складає

$$А_{п}^{потр} = \frac{N_{max}}{\varphi \bullet R_Y \bullet \gamma_c} = \frac{500,0}{0,7 \bullet 23,5 \bullet 0.95} = 32,0 \text{ см}^2$$

З врахуванням конструктивних вимог із таблиці сортименту беремо рівнополочні кутники з 2 ⌟ ⌞140•10; А=27,3×2=54,6 см$^{2.}$ Фасонку беремо товщиною $t_{фл}$ = 12 мм.

Радіуси інерції перерізу верхнього пояса дорівнюють:

i_x =4,33 см; i_y = 6,19 см

Перевірка гнучкості:

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{301}{4,33} = 70 \quad \prec \lambda_{Гр} = 120;$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{600}{6,19} = 97 \quad \prec \lambda_{Гр} = 120.$$

Умови виконуються.

По таблиці 1 додаток ІУ (л-5) знаходимо коефіцієнт поздовжнього вигону $\varphi x = 0,754$; $\varphi y = 0,563$

Перевірка міцності по нормальним напруженням

$$G_{max} = \frac{N_{3,i-11,12,13}}{\varphi_y \bullet A} = \frac{500,0}{0,563 \bullet 54,6} = 16,3 \cdot kH/cm^2 \prec R_y \bullet \gamma_c = 23,5 \bullet 0,95 = 22,3 \cdot kH/cm^2$$

Умова виконуються, міцність забезпечена.

Нижній пояс. Максимальне зусилля розтягу в стержні 10-У; $N_{мах}$ = 480,0 кН. Коефіцієнт умови роботи $\gamma_c = 0,95$.

Потрібна площа поверхні перерізу складає

$$A_n^{потр} = \frac{N_{max}}{R_y \bullet \gamma_c} = \frac{480,0}{23,5 \bullet 0,95} = 21,5 \text{ см}^2$$

З врахуванням конструктивних вимог із таблиці сортаменту беремо: рівнополочні кутники з 2 ⌟ ⌞ 125•9; А=24,3•2=48,6 см^2; i_x=3,85 см; i_y=5,58 см.

Перевірка гнучкості

$$\gamma_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{600}{3,85} = 156 \prec \gamma_{Гр} = 400;$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{600}{5,58} = 107,5 \prec \lambda_{Гр} = 400.$$

Умови виконується.

Перевірка міцності по нормальним напруженням:

$$G \frac{N_{10\neg y}}{\varphi_y \bullet A} \frac{480,0^2}{48,6}^{2}{}_{y_c \ max}$$

Умова виконуються міцність забезпечена.

Аналогічно виконується рахунок інших елементів ферми.

Підбір перерізів елементів ферми зводимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 - Підбор перерізів елементів ферми

Елемент	Позначення стержня	Розрахункове зусилля кН - стиск + розтяг	Прийнятий переріз	Площа А см^2	Розрахункова довжина, см		Радіус інерції см		Гнучкість		φ_{min}	γ_c	Напруження	
					l_x	l_y	i_x	i_y	λ_x	λ_y			Фактична	Розрахункове
Верхній пояс	б-1	0	┐ ┌140•10 конструктивно	54,6	301	600	4,33	6,12	70	97				
	в-3	-392,4	┐ ┌140•10	54,6	301	600	4,33	6,12	70	97	0,563	0,95	12,8	22,3
	г-4	-392,4	┐ ┌140•10	54,6	301	600	4,33	6,12	70	97	0,563	0,95	12,8	22,3
	д-6	-500,0	┐ ┌140•10	54,6	301	600	4,33	6,12	70	97	0,563	0,95	16,3	22,3
Нижній пояс	2-л	+234,8	┐ ┌125•10	48,6	600	600	3,85	5,48	156	107,5	-	0,95	4,83	22,3
	5-л	+480	┐ ┌125•10	48,6	600	600	3,85	5,48	156	107,5	-	0,95	9,9	22,3
Розкосини	1-а	-37,5	┐ ┌70•5	13,72	210	210	2,16	3,64	97	64	0,544	0,95	5,0	22,3
	1-2	-335,4	┐ ┌110•8	34,4	334	334	3,39	4,56	98,5	67	0,543	0,95	18,0	22,3
	2-3	-218,0	┐ ┌90•7	24,6	340	428	3,4	4,43	97	103,6	0,511	0,95	17,34	22,3
	4-5	-127,5	┐ ┌90•7	24,6	340	433	3,4	4,56	97	104,8	0,511	0,95	10,14	22,3
	5-6	-30,2	┐ ┌90•7	24,6	350	438	3,49	3,64	100,3	106,1	0,48	0,95	2,56	22,3
Сітки	3-4	-67,1	┐ ┌90•7	24,6	259	324	3,49	3,64	74,2	78,5	0,48	0,95	5,68	22,3
	6-7	-40,3	┐ ┌90•7	24,6	259	324	3,49	3,64	74,2	78,5	0,48	0,95	3,41	22,3

2.5 Розрахунок вузлів ферми

При розрахунку вузлів ферми визначають розміри зварних швів і призначають розміри фасонок з таким розрахунком, щоб на них розмістились усі зварні шви стержнів.

Діючі в стержні зусилля передаються на обушок і перо кутника не одинаково, так як вісь стержня зміщена в сторону обушка. Для рівнополочних кутників розподіл сили N беремо так: на обушок 0,7 N, на перо 0,3 N.

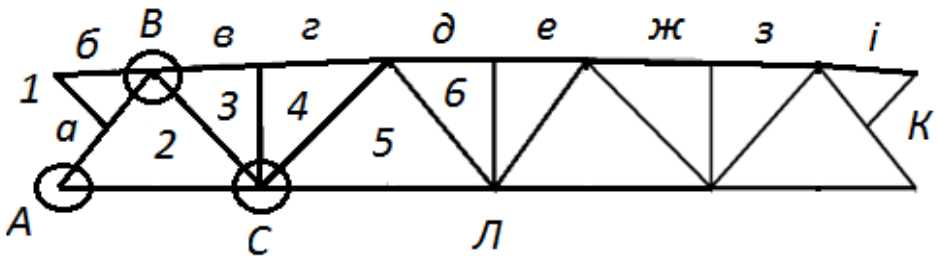


Рисунок 2.3 - Геометрична схема вузлів ферми

Опорний вузол А

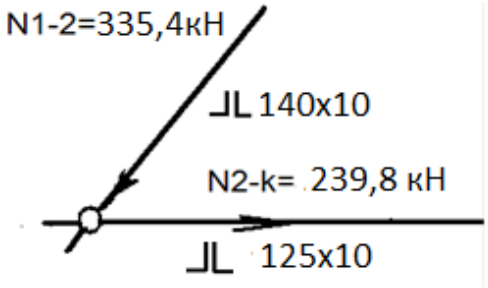


Рисунок 2.3 - Розрахунковий вузол А

В опорному вузлі А сходяться стержні 1-2 і 2-л розрахуємо прикріплення опорного роскосу 1-2, розрахункове зусилля $N_{1\text{-}2}$=335,4 кН, переріз із 2 ∟ 140•10.

Зварювання ручне: коефіцієнти

$\beta_f = 0{,}7; \quad \beta_z = 1; \quad \gamma_{Wf} = \gamma_{Wz} = 1$

Товщина шва у обушка K_{fb}=10 мм, у пера K_{fp}=8 мм.

Потрібна довжина зварних швів:

$$l_{wb} = \frac{K \cdot N_{1--2}}{2 \cdot \beta_f \cdot K_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c} = \frac{0,7 \cdot 335,4}{2 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 18 \cdot 1 \cdot 1} = 9,8 \text{ см}$$

Довжина зварного шва з обліком добавки 1-2 см на не провар шва по кінцям дорівнює $l_{wb} = 9,8 + 1,2 = 11$ см. Мінімальна довжина зварного шва $l_{wb} = 6.0$ см.

$$l_{wp} = \frac{(1-K) \cdot N_{1-2}}{2 \cdot \beta_f \cdot K_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c} = \frac{(1-0,7) \cdot 335,4}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18 \cdot 1 \cdot 1} = 5,3 \text{ см}$$

Довжина зварного шва з обліком добавки $l_{wb} = 5,3 + 1,7 = 7$ см.

Фактична довжина зварних швів береться по розміром фасонного листа і не менше мінімальної довжини відповідно конструктивних вимог.

Для закріплення нижнього пояса 5-л (2 ∟ 125•10) до фасонки при $K_{fb} = 10$мм і $K_{fp} = 8$ мм, конструктивна довжина зварних швів дорівнює:

$$l_{wb} = \frac{0,7 \cdot 480}{2 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 18 \cdot 1 \cdot 1} = 13,1 + 1,9 = 15,0 \text{ см.}$$

$$l_{wp} = \frac{0,3 \cdot 480}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 18 \cdot 1 \cdot 1} = 7,0 + 1,0 = 8,0 \text{ см.}$$

Фактичну довжину зварних швів беремо по розмірам фасонного листа і не менш мінімальної довжини відповідно конструктивним вимогам.

Розглядаємо вузол В (рисунок 2.4)

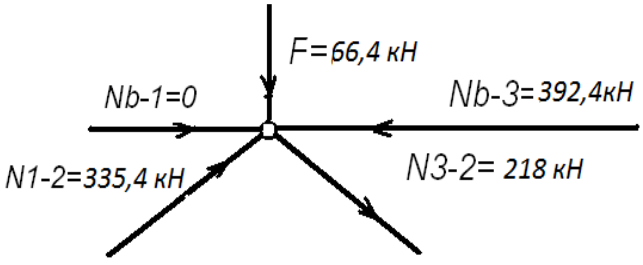


Рисунок 2.4 - Розрахунковий вузол В

Вузлове навантаження F=66,4 кН. Для закріплення к фасонне роскосини 2-3 із 2 ∟125•8 при **N**=218 кН, беремо $K_{fb} = 8$ мм, і $K_{fp} = 6$ мм,

Розрахункова довжина зварних швів

$$l_{wb} = \frac{0,7 \bullet 218}{2 \bullet 0,7 \bullet 0,8 \bullet 18} = 7,6 + 1,4 = 9,0 \text{ см.}$$

$$l_{wp} = \frac{0,3 \bullet 218}{2 \bullet 0,7 \bullet 0,6 \bullet 18} = 4,3 + 1,7 = 6,0 \text{ см.}$$

Розкосину 1-2 зварюємо швами $l_{wb} = 10$ см і $l_{wp} = 0,10$ см, визначених по опорному вузлу А. При конструюванні вузла В довжина фасонки дорівнює 630 мм (дивись креслення ферми на аркуші №3). Закріплення к фасонкі стержнів пояса б-1 і в-3 розраховуємо по формулі

$$A_w = \Sigma\beta_f \bullet k_f \bullet l_w = \sqrt{[(N_2 - N_1)^2 + F_c]/R_w \bullet \gamma_{wf} \bullet \gamma_c}$$

При $N_f = N_{в\text{-}3} - N_{б\text{-}1} = 392,4 - 0 = 392,4$ кН

Розрахункова довжина швів: $l_{wb} = l_{wp} = 32 + 1 = 33$ см.

Потрібна довжина зварних швів з обліком вузлового навантаження

Беремо у обушка і у пера $F_c = 66,4$ кН

$$k_f = \sqrt{\frac{(N_2 - N_1)^2 + F_c^2}{R_{wf} \bullet \gamma_{wf} \bullet \gamma_c}} / \Sigma\beta_\gamma \bullet l_w = \sqrt{\frac{(392,4 - 0)^2 + 66,4^2}{18 \bullet 1 \bullet 1}} / 0,7 \bullet 4 \bullet 33 = 1,0 \text{ см}$$

Беремо у обушка $K_{fb} = 10$ ·мм, а у пера $K_{fp} = 8$ мм,

Розрахункова довжина зварних швів для закріплення до фасонки в інших вузлах виконується аналогічно.

Враховуючи незначне навантаження в вузлах ферми розрахункова довжина зварних швів не перевищує мінімальну довжину їх по конструктивним вимогам.

Фактична довжина зварних швів береться по розмірам фасонного листа з врахуванням конструктивних вимог.

2.6 Конструювання ферми

Конструювання ферми починають з розбивки вістових ліній стержнів. Всі вони у вузлах повинні пересікатися в одній точці – центрі вузла. Контурні лінії стержнів наносять, відступає від вісі на відстані, визначної центром ваги профілю кутника. В зварних фермах розбивочні вісі співпадають з центром ваги кутників. Відстають від обушка кутників до розбивочної вісі приймається кратним 5 мм.

Креслення ферми показано на аркуші 3 графічної частини проекту.

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Технологічна карта на на пристрій мансарди

3.1.1 Галузь застосування

Технологічна карта розроблена на пристрій мансарди цегляного одноповерхового будинку.

До складу робіт, що розглядаються картою, входять:

– монтаж металевих рам;
– зварювальні работи;
– встановлення дерев'яних конструкцій;
– установка утеплювача;
– установка покрівельного покриття.

Роботи виконуються в літній період і ведуться у дві зміни.

Дані по нормам трудовитрат взяті з відповідних збірників .

3.1.2 Організація і технологія будівельного процесу

До початку монтажу несучих сталевих рам повинні бути виконані наступні види робіт:

- демонтована стара конструкція даху;
- виконані роботи по заміні плит перекриттів;
- розібрані деякі частини цегляної кладки;
- виконана бетонна підготовка під підлоги;
- доставлені в зону монтажу конструкцій необхідні монтаж-ні пристосування, інвентар і інструменти;
- підготувати сталеві раму до монтажу;

- по верху стіни встановлені закладні деталі з болтами для тимчасового кріплення несучих елементів покриття;

- підготовлена будівельний майданчик і склад зі стендом.

Доставлені на об'єкт металоконструкції слід розклейте-дивать на складі відповідно до їх найменування та номенклатурі.

Складування і зберігання здійснюють на спеціально відведеній спланованій площадці на дерев'яних інвентарних підкладках і прокладках.

Перед початком монтажних робіт, на стенді по укрупнительной збірці здійснюється складання і зварювання сталевих деталей в несучу раму, очищають отвори опорних плит від іржі, бруду і задирок.

До монтажу металевої рами дозволяється приступити тільки після підготовки заставних деталей, перевірки опорних вузлів та інструментальної перевірки відповідності їх положення в плані.

Монтаж рам виконується за допомогою гусеничного крана МКГ - 20 зі стрілою 32,5 м.

Технічні характеристики монтажного крана:

Марка МКГ - 20

Довжина стріли, м 32,5

Вантажопідйомність, т: 30

максимальна 10: мінімальна 1,5

Виліт стріли, м:

максимальна 17: мінімальна 6,5

Висота підйому гака, м:

максимальна 32: мінімальна 29

Зі стенду по укрупнительной збірці готові сталеві рами доставляються до місце монтажу за допомогою бульдозера і причепа. Рами влагоджуються на причіп штабелями в 4 ряди. Підвіз рам проводиться в положенні, коником до крану, що забезпечує їх переклад з горизонтального положення у вертикальне.

Установка металевих рам проводиться на попередньо підготовлені закладні деталі, з одночасною вивірянням вертикальності рам теодолітом.

Стропування і підйом рам проводиться за допомогою траверси з напівавтоматичними захватами з вантажопідйомністю 6 т. Монтажники переконавшись в справності вантажозахоплювальних пристроїв, починають роботу з монтажу рами. Тимчасове закріплення рам на закладні деталі проводиться за коштами болтів і кондукторів ПК. Проектстальконструкції вагою 146 кг. Вивірка положення рам перед заварюванням до закладних деталей, проводиться за допомогою схилів. Після вивірки положення рам і закріплення її в проектному положенні проводиться зварювання закладних деталей металевої рами і стіни.

Напрямок монтажу рам і рух монтажного крана, а також місця його стоянок показані на аркуші 14 (ТХ-1). Кран, переміщаючись, уздовж зовнішньої стіни заднього фасаду, на стоянці: 1 встановлює 17 рами, 2 - 21 рам, 3 - 17 рам.

Раціональна організація, методи і приймання праці робітників зі стропування рам, підйому і подачі до місця її установки, наведення, орієнтування та встановлення, закріплення рам до закладних деталей за допомогою кондуктора, Розстропування, зварювання закладних деталей, а також інструмент, інвентар, пристосування і післяопераційний графік монтажу рам прийняті відповідно до карт трудових процесів будівельного виробництва.

На установку зварних металевих рам повинен бути складений акт огляду прихованих робіт.

При виконанні робіт необхідно дотримуватись правил тех-ніки безпеки, наведені в главі ДСТУ по техніці безпеки в будівництві. Вказівки з техніки безпеки для монтажних робіт викладена в 6 розділі справжнього дипломного проекту.

Після закінчення робіт по монтажу і закріплення металоконструкцій приступають до робіт по влаштуванню покрівель з металочерепиці.

Для пристрою покрівлі використовуються профільовані листи металочерепиці.

Зберігати листи металочерепиці, що надійшли з заводу на будівельний майданчик, потрібно в такий спосіб: привезені листи металочерепиці в заводській упаковці повинні бути покладені на рівному місці на бруси товщиною до 20 см з кроком до 0,5 м . Якщо монтаж покрівлі планується на термін більше 1 місяця, листи металочерепиці варто перекласти рейками. Висота стійки листів не більше 1 м.

Перед початком влаштування покрівлі з металочерепиці зробити контрольний обмір скатів з встановленням плоскостності і їх перпендикулярності по відношенню до ліній коника і карнизів. Цей процес є контрольним тому, що він буде визначальному до дотримання якості укладання металочерепиці.

Решетування під листи металочерепиці виконується з антисептованих дощок перетином 50 × 100 мм з відстанню по осях: для листів Класик (тип I) відстань від крайньої лати - 300 мм, наступні відстані між осями - 350 мм.

Вихідна на карниз дошка повинна бути на 10 -.15 мм товщі інших.

Обрешітку слід укладати зверху на вільно уло-ваний, на поздовжні бруски, гідропароізоляціонний матеріал для забезпечення вентиляції під покрівельними листами (між гідроізоляційним матеріалом і металочерепицею) і запобігання конденсату з нижньої сторони покрівельного листа.

Матеріал гидропароїзоляциі повинен вбирати вологу з боку теплоізоляції. Для хорошої вентиляції Гідропароізоляція робиться так, щоб струмінь холодного повітря безперешкодно могла пройти від карниза під коник даху. Вентиляційні отвори влаштовуються в найвищому місці покрівлі.

Гідропароізоляціонний матеріал (прокладку) встановлюють внахлест (100-150 мм) від карниза до коника. Повітря для вентиляції потрапляє під профільний лист від карниза до коника.

Капілярна канавка кожного листа повинна бути накрита по-наступним листом. У листах різного типу капілярна канавка знаходиться наступним чином: у листа «Сіріус Л» - на правому краї.

Закріплення листів над капілярними канавками в місцях нахлестов показана.

Кріплення листів металочерепиці починати з закріплення трьох-чотирьох листів Гвинти на конику, вирівняти їх строго по карнизу, потім кріпити остаточно по всій довжині.

Для цього встановити перший лист і прикріпити його одним вин-те самонарізний у коника. Потім укласти другий лист так, щоб нижні краї становили рівну лінію. Скріпити накладання одним Гвинти по верху хвилі, під першою поперечною складкою.

Якщо виявиться, що листи не стикуються, слід спочатку при-підняти лист від іншого, потім, злегка нахиляючи лист і рухаючись від низу до верху, укладати складку за складкою і скріплювати Гвинти до верху хвилі під кожною поперечною складкою.Скріпити 3 - 4 листи між собою і вийшов рівний ниж-ний край вирівняти строго по карнизу, потім скріпити листи до обре-шеткі остаточно.

Профільні листи кріпити гвинтами самонарезающими з пофарбованої восьмигранной головкою з ущільнювальною шайбою, які ввинчивают в прогин хвилі профілю під поперечною хвилею перпендикулярно до листів. Використовуються, як правило, гвинти розмірами 4,5×19 мм і 4,8 × 25,35 мм.

На кожен квадратний метр профілю встановлювати 7 гвинтів самонарезающих, враховуючи, що по краю лист кріпиться тільки в кожній другій хвилі.

У місцях поздовжніх нахлестав листів металочерепицю рекомендується скріплювати між собою за допомогою гвинтів самонарезающих розміром 4,5 (4,8) × 19 мм з кроком через одну хвилю. В місцях нахлеста листів металочерепиця по довжині рекоменду-ється забезпечити "перехлест" листів не менше 200 мм.

Після укладання листів металочерепиці рекомендується встановити зверху декоративну планку. Планку встановлювати строго по шнуру, крок гвинтів 200-300 мм.

Коник даху повинен закриватися коньковимі елементами після установки всіх рядових листів металочерепиці і закріплення ущільнювальної прокладки. Конькові елементи повинні закріплюватися гвинтами самонарезающими на кожній другій профільній хвилі.

Між коником і листами металочерепиці рекомендується встановлювати спеціальну профільну прокладку ущільнювача. Коньковую планку встановлювати строго по шнуру, крок гвинтів 200-300 мм. Профільна ущільнювальна прокладка кріпиться до обрешітки тонкими оцинкованими цвяхами.

Скочування снігу над входом в будівлю явище небезпечне, тому на відстані близько 350 мм від карниза під другим поперечним малюнком слід закріпити спеціальне снігозатримувальні пристрій. Кріплення слід здійснити крізь лист до решетування більшим Гвинти або болтом.

Всі місця зрізу, відколів і пошкоджень захисного шару повинні бути пофарбовані для запобігання листа металочерепиці від кромочной корозії.

Робота по влаштуванню мансарди виконується ланкою монтажників: 5 разр. - 1 чол., 4 розр. - 1 чол., 3 розр. - 1 чол .;

- машиніст крана 6 розр. - 1 чол .;
- ланкою зварників: 4 розр. - 2 чол .;
- ланкою платників: 5разр. - 1, 3 розр. - 1;
- і ланкою ізолювальників: 3 розр. - 1, 2 розр. -1.

Калькуляція трудових витрат наведена в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 - Калькуляція трудових витрат

Обгрунтування	Найменування робіт	д. зм	объем робіт	Норма часу и на ед. ізм., чел.-ч.	Витрати труда на весь объем робіт, чел.-ч.	Расценка на ед. ізм., грн.-коп.	Основна заробітнаплата, грн.-коп.
5-1-6 табл.2;1.б табл.2;3.б	Монтаж стропильних рам і окремих елементів конструкції за допомогою крана МКГ-20	шт.	55	0,3 0,1	16,5 5,5	0 – 24 0 – 10,6	13 – 20 5 – 83
22-1-1	Монтаж кроквяної рам и окремий елементів конструкції за допомогою крана МКГ-20	на 10 м шва	1,2	3,9	4,68	3 – 08	3 – 70
7-14 табл.1;13	Укладання плит пінополістиролу товщиною 200 мм з ущільненням подтеской нерівностей	100 м^2 слоя	0,9	18	196,2	12 – 06	131 – 45
6-9 табл.6;1	Укладання прогонів із брусів	100 м прогонов	6,2	27	167,4	21 – 74	134 – 79
11-39 табл.2;1	Укладання гідроізоляції (поліетиленова плівка)	100 м^2	10,9	4,5	49,05	3 – 22	35 – 10
6-9 табл.2;1.г	Укладання обрешітки по прогонах з кроком 350 мм	100 м^2 ската стелі	10,9	13,5	147,15	9 – 07	98 – 86
7-2 п.4.а	Укладання листів металочерепиці	100 м^2 покрит я	10,9	46	501,4	46	501 – 40
-	обслуговування монтажного крана	чел.-ч	-	-	7	0 – 55	26 – 95

У процесі підготовки і виконання покрівельних робіт проверяют:

– якість листів металочерепиці;

– відсутність подряпин, деформацій, вигинів, надламів, розміри по довжині;

– якість виконання обрешітки - перетин обрешетін, відстань між латами і відповідність проектному рішенню;

– наявність прокладки гідроізоляційного матеріалу;

– наявність торцевих, коникових, карнизних планок;

– готовність всіх конструктивних елементів для виконання кровельного робіт;

– правильність виконання всіх примикань до виступаючих конструкції;

– правильність виконання вентиляційного каналу;

– правильність виконання коника, ендови, карнизів;

– правильність установки і закріплення сходів, перехідних містків, сходів на даху, правильність влаштування системи водовідведення.

Приймання робіт повинна супроводжуватися ретельним оглядом її поверхні і особливо в розжолобках, на карнизних ділянках, у місцях пристрої коника, всієї водовідвідної системи.

Виконана покрівля з металочерепиці повинна задовольнив рять наступним вимогам: всі листи металочерепиці, в тому числі коньковие елементи повинні бути щільно прикріплені до обрешітки, без перекосів, з дотриманням нахлесток, з дотриманням розміру виносу обрешітки. На поверхні листів металочерепиці не повинно бути пошкоджень, зламів, вм'ятин, подряпин.

Виявлені під час огляду готової покрівлі виробничі дефекти повинні бути виправлені до здачі будинку в експлуатацію.

Приймання готової покрівлі повинна бути оформлена актом з оцінкою якості робіт.

Приймання виконаних робіт підлягає огляду актам прихованих робіт, в тому числі виконаної пароізоляції, теплоізоляції, гідроізоляційного шару (якщо ці еле-ти конструкції є), пристрій антен, розтяжок, стійок, мансардних вікон.

Вимоги до якості покрівель і предмети контролю наведені в таблиці 3.

Всі покрівельні роботи слід виконувати відповідно до вимог затвердженого проекту виконання робіт, з яким він повинен бути ознайомлений, проект виконання робіт повинен перебувати на будівельному майданчику.

Забороняється проводити покрівельні роботи "під час гололеда, туману, що виключає видимість в межах фронту робіт, грози і вітру швидкістю 15 м / с і більше.

При виконанні робіт на вологих покрівлях, а також при роботі на даху з ухилом більше 20° незалежно від ухилу покрівельник повинен користуватися: запобіжними поясами і страхувальними канатами товщиною не менше 15 мм; місця закріплення карабіна повинні бути вказані майстром чи виконробом; канати для закріплення поясів не повинні тертися на гострих 1ранях будівельних конструкцій, а в таких місцях слід укласти запобіжні підкладки; нековзною взуттям (повстяної, валяной)

Допуск робочих на даху здійснюється тільки після перевірки справності несучої основи.

У зв'язку з можливим падінням з даху інструменту, матеріалів необхідно влаштовувати вздовж зовнішніх стін будівель огорожу зони відповідно до ДСТУ.

Щодня після закінчення роботи дах слід очищати від залишків матеріалу і сміття, завантажуючи останні в контейнери або бачки, і опускати їх на землю за допомогою крана або лебідок. Скидати сміття з даху не допускається.

Пускач або рубильник для включення електромеханізмів повинен перебувати в ящику, що замикається на замок. При догляді з робочого місця все електромеханізми і електроінструмент повинні знеструмлюватиметься.

При роботі на схилах із значним ухилом (більше 20 °) при відсутності огороджувальних парапетів або решіток, необхідно користуватися запобіжними поясами, прив'язуючи їх до стійкої конструкції будівлі. При

роботі на звісах покрівлі прив'язування необхідно незалежно від величини ухилу даху.

Елементи і деталі покрівель з металочерепиці подавати на робочі місця в заготовленому вигляді.

Під час перерв у роботі інструмент і матеріали повинні бути закріплені на даху або прибрані. Усі працюючі на об'єкті повинні бути забезпечені захисними касками.

При виконанні робіт, на які видається наряд-допуск, покрівельник повинен пройти поточний інструктаж, який реєструється в наряді-допуску.

Після кожного виду інструктажу покрівельник повинен пройти перевірку знань, засвоєних їм при інструктажі, яку здійснює особа, яка проводила інструктаж.

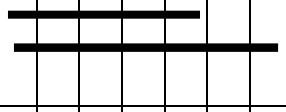
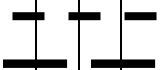
Покрівельник, що не засвоїв інструктаж або виявив під час перевірки знань з безпеки праці незадовільні знання, до самостійної роботи не допускається, він зобов'язаний знову пройти інструктаж і перевірку знань.

На дахах з ухилом від 0° до 30°, обладнаних парапетами або огорожами, дозволяється працювати без прив'язування. При роботі на звісах покрівлі слід застосовувати переносне запобіжний огорожу.

Графік виконання робіт наводиться в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Графік виконання робіт

Найменування робіт	Од. вим.	Обсяг робіт	Трудоем. на од. вим. чол. см	Трудоем. на од. вим. чол. -см	Склад бригади (ланки),які використовують механізми	робочі зміни							
						2	4	6	8	10	12	14	16
Монтаж стропильних рам і окремих елементів конструкції за допомогою крана МКГ-20	шт.	55	16,5	0,7	Монтажники: 5-ого разр.-1 4-ого разр.-1 3-ого разр.-1 Кран МКГ-20								
Односторонняя сварка соединений со скосом кромок и углом разделки 50° (тип шва С17), нижняя	на 10 м шва	1,2	4,68	0,3	Сварщик: 4-ого разр.-2								

Укладання плит пінополістиролу товщиною 200 мм.	100 м^2 слоя	10,9	196,2	12,3	ізолювальник: 3-ого разр.-1 2-ого разр.-1	
Укладання прогонів з дерев'яних брусів	100 м прогонов	6,2	167,4	10,5	Плотник: 5-ого разр.-1 3-ого разр.-1	
Укладання гідроізоляції (поліетиленова плівка)	100 м^2	10,9	49,05	3,1	ізолювальник :3-ого разр.-12-ого разр.-1	
Укладання обрешітки по прогонах з кроком 350 мм	100 м^2	10,9	147,15	9,2	Плотник: 5-ого разр.-1 3-ого разр.-1	
Укладання листів металочерепиці	100 м^2 покриття	10,9	501,4	15,7	покрівельники: ізолювальник 3-ого разр.-1 2-ого разр.-1 Плотник: 5-ого разр.-1 3-ого разр.-1	
Обслуговування монтажного крана	-	-	-	7	Машинист 6-ого разр.-1	

3.1.3 Контроль якості при монтажу покрівельних робіт

Контроль якості покрівельних робіт починається з вхідного контролю матеріалів та перевірки опорної основи. Перед початком монтажу дерев’яних або металевих крокв перевіряють геометричні параметри тримальних стін, мауерлатів або залізобетонного поясу. Відхилення верхньої площини мауерлата чи опорного контуру від горизонталі не повинно перевищувати 10 міліметрів на всю довжину будівлі. Всі дерев’яні елементи (кроква, обрешітка, контробрешітка) проходять перевірку на наявність сертифікатів, вологість (яка не повинна перевищувати 20 відсотків) та обов’язкову глибоку обробку вогнебіозахисними сполуками, що фіксується окремим актом.

Під час операційного контролю каркасу покрівлі головну увагу приділяють кроку та рівності кроквяних ніг. Граничне відхилення кроку встановлення крокв від проектного положення допускається в межах плюс-

мінус 20 міліметрів. Відхилення площини кроквяних ніг від вертикалі не повинно бути більшим за 2 міліметри на один метр висоти. Особливо ретельно перевіряють вузли з'єднання: глибину врубок у деревині (не більше 1/3 висоти бруса), щільність прилягання елементів та кількість і тип кріплень (цвяхів, саморізів, шпильок або пластин).

Етап улаштування ізоляційних шарів вимагає безперервного нагляду, оскільки ці роботи є прихованими. Пароізоляційну та гідроізоляційну мембрани укладають із обов’язковим напуском смуг не менше 100-150 міліметрів, а всі стики ретельно проклеюють спеціальними стрічками. Мембрана повинна мати проектний натяг без провисань (для супердифузійних плівок) або з контрольованим провисом не більше 20 міліметрів (для звичайних гідробар'єрів), щоб забезпечити стік конденсату. Теплоізоляційні плити контролюють на щільність укладання в міжкроквяному просторі: зазори між плитами утеплителя понад 2 міліметри не допускаються, а самі плити повинні перекривати стики попереднього шару для виключення містків холоду. Порушення цілісності гідроізоляції навколо димарів та вентиляційних шахт є критичним браком.

Контроль монтажу решетування та фінішного покриття оцінює площинність та надійність кріплення. Крок обрешітки перевіряється за шаблоном під конкретний тип покрівельного матеріалу (черепиця, профнастил) з точністю до 2 міліметрів. Хвилястість та нерівності площини обрешітки не повинні перевищувати 5 міліметрів при перевірці двометровою рейкою. При монтажі металочерепиці чи профнастилу перевіряють щільність прилягання листів у місцях напуску, правильність розташування покрівельних саморізів (строго в нижню хвилю з гумовою прокладкою EPDM) та відсутність механічних пошкоджень захисного полімерного шару. На фінальному приймальному етапі оцінюють геометричну прямину коника, карнизів та розжолобків (ендов), де відхилення від прямої лінії не повинно перевищувати 10 міліметрів на всю довжину фасаду, після чого складаються акти прихованих робіт на ізоляцію та виконавчі схеми покрівлі.

Контроль якості при монтажу метолевої рами в таблиці 3.2.

Таблиця 3.3 – Контрольовані параметри

Код	Найменування процесів і конструкцій, що підлягають контролю	Технічні характеристики оцінки якості	Предмет контроляю	Способ контролю и інструмент	Час проведення контроля	Відповідальний за контроль
1	2	3	4	5	6	7
1	Обрешетка	відповідність проекту	Перетин і рівність поверхні; антисептування	Вимірювальний, рейка візуально	В процесі роботи	будівельний майстер
2	Укладка то технічні характеристики оцінки якості рцевой планки	Теж	Лінійність, якість кріплення	Візуально по шнуру	Теж	Теж
3	Укладка коньковой планки	Теж	Лінійність, якість кріплення	Теж	Теж	Теж
4	Укладання карнизної планки	Соответствие проекту	Лінійність, якість кріплення	Візуально по шнуру	В процесі роботи	будівельний майстер
5	Монтаж покрівельних листів	Теж	Щільність (відсутність зазорів)	Візуально	Теж	Теж
6	Дотримання нахлестов по ширині, по довжині	Теж	Прилягання листів один до одного	Вимірювальний, рулетка	Теж	Теж
7	Ендова	Теж	Наявність підкладки листа	візуально	Теж	Теж

Заміна металевої плоского даху на металочерепицю

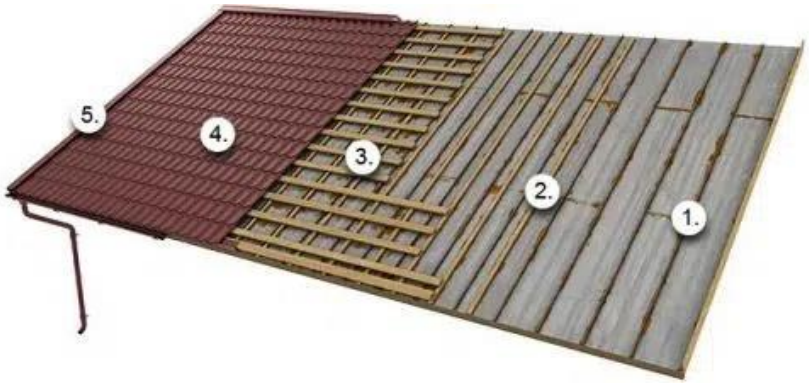


Рисунок 3.1 – Заміна металевої плоского даху на металочерепицю

1. Старий профіль залишаємо на місці.

2. Крокви кріпимо вертикально, заввишки від 32 мм.

3. Обрешітку монтуємо з кроком під обрану металочерепицю.

4. Кріпимо листи металочерепиці до обрешітки.

5. Встановлюємо необхідні аксесуари для покрівлі, а також системи водостічна, вентиляційна.



Рисунок 3.2 – Улаштування металевого даху металочерепицею



Рисунок 3.3 – Правильний порядок монтажу металочерепиці

При будівництві даху з металочерепиці шари «пирога» мають певний функціонал:

1. Зовнішнє покриття – металочерепиця. Воно захищає будинок від атмосферних опадів.

2. Віброізоляція. Складається з елементів, які гасять вібрацію та шум, що видається листами з металу у разі зовнішніх впливів.

3. Обрешітка. Каркас для укладання зовнішнього покриття роблять із дощок або брусків.

4. Контробрешітка. Обов'язкова контробрешітка під металочерепицю з рейок або брусків забезпечує наявність вентиляційного зазору для решетування.

5 Гідроізоляція. Для її пристрою використовують мембрану, що захищає від попадання вологи кроквяну систему та теплоізоляцію.

6. Зазор для вентиляції. Він не дає збиратися волозі у шарі матеріалу для утеплення.

7. Теплоізоляція Не допускає втрати тепла через дах, також є звукоізолятором.

8. Кроквяна конструкція.

9. Пароізоляція. Використовувана мембрана захищає шар утеплювача та систему крокв від вологих випарів, що йдуть від житлових приміщень.

10. Фінішне оздоблення житлової мансарди або горища.

3.1.4 Матеріально - технічні ресурси

Потреба в основних конструкціях і напівфабрикатах наводиться в таблицю 3.4.

Таблиця 3.4 - Потреба в основних конструкціях і напівфабрикатах

Найменування	Марка	Одиниця виміру	Кількість
рами		шт	55
дерев. прогони		$м^3$	3,1
решетування		$м^3$	3,1
плити пінополістиролу		$м^2$	1090
листи металочерепиці		$м^2$	1090
конькова планка напівкругла		м	48
гвинт самонарезающий		шт	8000
цвяхи		шт	8000

Потреба в машинах, устаткуванні, інструменті, інвентарі і пристроях наведені в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 - Потреба в машинах, устаткуванні, інструменті, інвентарі і пристроях

Наіменування	Тип	Марка	Кіль-кість	Технична характеристика
Монтажний кран	-	МКГ – 20	1	Оборудован 32,5 м
Зварювальний апарат			2	
Траверса з напівавтоматичними захватами	-	ПІ Промстальконструкція	1	Вантажо-підйомність 6 т., Вага 93 кг.
Кондуктор для тимчасового закріплення рам	-	ПК Промстальконструкція	30	Вагою 146 кг
Теодоліт	-	-	2	-
Схил	-	-	1	Вагою 400–600 г.
Рівень	-	-	1	-
Метр сталевий складний	-	-	1	-
Ключ збірний торцевий		Норм НР-56-57	3	
Скребок для зняття задирок		Норм НР-34-55	3	
Пояс монтажника		5718-67	3	
Каска захисна		9819-61	3	
Щітка сталева		-	2	
Електроножиці		С-424	1	

Продовження таблиці 3.5				
Ручні ножиці		107-00.000	1	
Електропила ручна		-	1	
Аерозольний балончик із фарбою		-	1	
Електродриль із насадкою для гвинтів		-	1	
Молоток сталевий		11042-72	1	
Щітка волосяна		-	2	
Пояс запобіжний		14185-69	4	
Окуляри захисні		ОЗ-3, 9802-61	4	

Потребность в эксплуатационных материалах приводится в таблицю 3.6.

Таблица 3.6 - Потребность в эксплуатационных материалах

Найменування	Одиниця виміру	Норма на годину роботи машини	Кількість на прийнятий обсяг робіт
Дизельное топливо	кг	5,9	288

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Загальні положення

У цьому розділі представлено розробку проєкту організації будівництва (ПОБ) для проведення реконструкції будівлі залізничного вокзалу. На основі ПОБ визначено календарні графіки, етапність виконання робіт, а також розраховано оптимальну потребу в кадрах, механізмах і спецтехніці, що забезпечує безпечне та ефективне ведення робіт в умовах діючого транспортного вузла.

Моделювання сітьового графіка спирається на загальну організаційно-технологічну схему, яка відображає чітку послідовність і тривалість основного та допоміжного виробничих циклів. Результати розрахунків дозволили сформувати графіки руху робочої сили, роботи будівельних машин, а також постачання матеріально-технічних ресурсів. Інформаційною базою для календарного планування стали проектно-кошторисні документи, специфікації обсягів робіт, ресурсні відомості та відповідні технологічні карти.

Важливою складовою розділу є будівельний генеральний план (БГП). Будучи невід'ємною частиною проектної документації, БГП фіксує точне просторове розміщення тимчасових інвентарних будівель, складських зон, монтажних кранів, під'їзних шляхів та небезпечних зон. Усі рішення БГП повністю узгоджені з вимогами діючих будівельних норм, правилами охорони праці, стандартами пожежної та екологічної безпеки.

Розробка БГП спрямована на раціоналізацію логістичних маршрутів, виключення зайвих вантажопотоків, мінімізацію простоїв технічних засобів і створення належних умов праці для будівельників. Зниження капітальних витрат на організацію тимчасової інфраструктури досягається за рахунок

першочергового використання існуючих інженерних мереж вокзалу та застосування мобільних контейнерних споруд.

Підсумкова мета проектування БГП полягає у формуванні оптимальної схеми організації будівельного майданчика, яка забезпечує безперервність технологічних процесів, рівномірне завантаження персоналу й техніки, а також гарантує завершення реконструкції у встановлені терміни.

Кількісні показники будівельних процесів та витрати праці взяті з локального кошторису, сформованого у програмному середовищі АВК-5 (детальні розрахунки представлені в розділі 5 «Економіка будівництва»). На підставі цієї кошторисної документації було розроблено відомість (картку) визначення номенклатури та обсягів робіт.

4.2 Сітьовий графік будівництва

Головною метою розробки безмасштабного сітьового графіка є фіксація точного технологічного взаємозв'язку та визначення оптимальної послідовності реалізації кожного етапу. Під час моделювання враховуються затверджена організаційно-технологічна концепція будівництва об'єкта та специфікація парку залучених будівельних машин і механізмів. Для подальшого відображення моделі в календарному часі виконується масштабування безмасштабної схеми з обов’язковим дотриманням принципу безперервності та потоковості виконання процесів на виділених захватках.

Математичний розрахунок часових параметрів сітьової моделі виконується за допомогою табличного методу. Інформаційним фундаментом для проектування графіка є заздалегідь складена відомість (картка) визначення робіт, яка містить узагальнені відомості про натурні обсяги, нормативні показники та підсумкові трудовитрати.

Інформаційним та розрахунковим підґрунтям для побудови цієї моделі є попередньо сформована картка визначення номенклатури та обсягів робіт таблиця4.1.

Таблиця 4.1 – Розрахунок обсягів робіт

№	Найменування робіт	Формула розрахунку	Один. вимір у	Обсяг робіт	Обгрунт ДСТУ	На од. л-год	Нормат. л-змін	Прийн. л-змін
I. Підготовчий цикл								
1	Загально-будівельні роботи		%	5			444,47	399,50
2	Інженерна підготовка		%	4			355,58	319,60
3	Диспетчеризація		%	0,5			44,45	39,95
II. Демонтаж								
4	Демонтаж рами лист. сталі пролетом до 24м	V=18,988	т	18,988	ПР9-02033-1	15,81	37,35	33,62
5	Розробка цегляних стін	V= 398,60 м^3	м^3	398,60	ПР6-10005	10,78	537,1	483,4
6	Разборка утеплювач	V =1430,52*0,5=715,26 м^3	м^3	715,26	ПР12-01008	15,23	1361,7	1225,1
7	Демонтаж плит покриття	V=22 шт	100 шт	0,22	Е 7-45-8	171,1	4,7	4,23
III. Надземний цикл								
8	Цегляна кладка зовнішніх стін	V =137,70 м^3	м^3	137,7	Е 8-6-1	7,17	123,42	111,07
9	Кадка газобетонних блоків внутрішніх стін та перегородок	V = 103,76*3,5=363,16 м^2	м^2	363,16	Е 8-20-1	5,98	271,46	244,31
10	Монтаж плит перекриття	V=56 шт	100 шт	0,56	Е 7-13-7	400,2	28,01	25,21
11	Монтаж сходових маршів	V =8 шт	100 шт	0,8	Е 7-21-3	8,47	0,84	0,76
12	Монтаж сходових майданчиків	V =6 шт	100 шт	0,6	Е 7-21-1	7,61	0,56	0,52

13	Монтаж металопластикових віконних блоків	F = 61,20 м^2	100 м^2	0,61	ЕН 10-20-4	145,43	11,10	9,9
14	Монтаж металопластикових дверних блоків	F = 52,50 м^2	100 м^2	0,52	ЕН 10-28-3	103,35	6,7	6,0
IV. Покрівля								
15	Монтаж стропільних рам і окремих елементів конструкції	V = 20,56 м^3	т	20,56	ПР-02033-4	26,37	67,8	61,00
16	Влаштування гідробар'єру	F = 1430,52 м^2	100 м^2	14,30	Е13-43-1	1064,03	1901,95	1711,8
17	Влаштування металевої черепиці	F = 1430,52 м^2	100 м^2	14,30	Е12-12-1	653,32	1167,8	1051,03
18	Влаштування теплоізоляції з жорстких мінераловатних плит	F = 1430,52 м^2	100 м^2	14,30	Е12-18-3	333,63	596,4	536,7
19	Підшивка стелі	F = 982,20 м^2	100 м^2	9,8	ЕН10-14-1	322,8	395,43	355,9
V. Опоряджувальний цикл								
20	Покращене тинькування стін, перегородок	$F_{тиньк}$=726,32 м^2	100 м^2	32,7	ЕН 15-45-8	3187,6	398,4	358,6
21	Водоемульсійне фарбування стін, перегородок	$F_{стін}$ =726,32 м^2	100 м^2	32,7	ЕН15-179-3	2104,3	263	236,7
22	Опоряджування стелі під фарбування	$F_{стелі}$=982,20 м^2	100 м^2	12,3	ЕН15-55-4	49,17	75,6	68,00
23	Облицювання стін керамічною плиткою	$F_{кер.п}$ =58,40 м^2	100 м^2	0,58	ЕН15-23-1	325,72	23,62	21,25

24	Обклеювання стін рідкими шпалерами	$F_{шп.}$=101,25 м^2	100 м^2	1,01	ЕН 15-252-2	110,91	14,00	12,60
	Підлога							
25	Влаштування цементно - піщаної стяжки	F = 500,96 м^2	100 м^2	5,00	ЕН 11-11-1	467,82	292,4	263,15
26	Улаштування гідроізоляції	F = 500,96 м^2	100 м^2	5,00	ЕН11-4-1	398,43	249,0	224,12
27	Улаштування підлог з лінолеуму	F = 114,70 м^2	100 м^2	1,14	ЕН11-39-1	121,62	173,3	156,0
28	Улаштування підлог з керамічної плитки	F = 186,4 м^2	100 м^2	1,864	ЕН 11-27-2	298,97	69,66	62,7
	Разом:						8081,30	7263,67
29	Неураховані роботи		%	10			808,13	726,37
	Всього по загально-будівельним роботам						8889,43	7990,04
	VI. Спеццикл							
30	Сантехнічні роботи		%	7			622,26	559,30
31	Електромонтажні роботи		%	3			266,68	239,70
32	Слаботочні роботи		%	0,5			44,45	39,95
	Всього по об'єкту						10667,3	9588,04

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.

4.3 Проектування будгенплану

Будівельний генеральний план (БГП) виступає базовим компонентом проектно-технологічного супроводу і є графічною моделлю майданчика, яка об'єднує всі вузли виробничої інфраструктури в єдиний комплекс. Цей документ детально регламентує просторове розміщення ключового транспортного, монтажного та вантажопідйомного обладнання із чітким окресленням меж небезпечних і робочих зон.

Додатково на плані БГП візуалізується локація тимчасових офісно-побутових, складських і допоміжних приміщень, інвентарних блок-контейнерів, а також мереж тимчасового забезпечення (систем енергопостачання, водоводу та тепломереж). Зазначена інфраструктура розгортається виключно на етапі виконання будівельно-монтажних процесів задля формування раціонального робочого середовища та підтримки стабільного темпу будівництва.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. 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.

Для реалізації запланованих робіт на об'єкті організовується місця для безпосередніх виконавців (сюди не входить адміністративно-управлінський апарат, ІТП та підрозділи охорони). Параметри, площа та склад гардеробних, душових комплексів і санвузлів визначаються на основі максимальної чисельності робітників, зайнятих у найбільш чисельну (пікову) зміну.

При влаштуванні душових передбачається монтаж переважно відкритих кабін, проте, відповідно до нормативів, до 20% від їхньої загальної кількості можуть бути закритими. Для підтримання належного санітарного режиму внутрішні стіни й перегородки у роздягальнях для спецодягу, душових блоках та санвузлах на висоту 2 метри від рівня підлоги покриваються вологостійкими матеріалами, які витримують систематичне миття гарячою водою та дезінфекцію. Верхні частини стін та стельові поверхні захищаються спеціальними гідрофобними фарбами чи сумішами.

Задля підтримання нормативного температурно-вологісного режиму побутові модулі оснащуються електричними приладами опалення у вологозахищеному виконанні. Інженерне облаштування душових кімнат і санвузлів обов'язково включає їх інтеграцію в загальні або автономні мережі гарячого й холодного водопроводу, а також у систему водовідведення.Організаційно-технічне керівництво всіма процесами на

майданчику покладається на команду менеджерів у складі одного виконроба, одного майстра дільниці та одного службовця. При цьому загальний штат працівників на об'єкті, враховуючи виробничий персонал.

З метою забезпечення належного рівня охорони праці та виключення випадків виробничого травматизму на території будівництва виконується обов'язкове зонування ділянок із підвищеним ризиком.Ключовим сектором є небезпечна зона роботи вантажопідіймального крана. У її межах під час транспортування будівельних елементів і матеріалів зберігається загроза падіння вантажу під дією динамічних чи техногенних факторів. Геометричні контури цієї зони, разом із характеристиками вантажозахоплювальних пристроїв, визначаються шляхом точних інженерних обчислень на стадії проектування.Додатково визначається зона ризику падіння предметів з висоти, яка встановлюється по всьому периметру вздовж зовнішнього контуру споруди, що зводиться. До окремої категорії зон підвищеної небезпеки віднесено всі робочі зони та пішохідні переходи до них, розташовані на позначці 1,30 метра і вище від поверхні землі або плит перекриття, що зобов'язує облаштовувати їх захисним інвентарним огородженням. Крім того, особливий контроль поширюється на логістичний сектор, який включає маршрути пересування, зони маневрування та розвантажувальні майданчики для автотранспорту.

До потенційно небезпечних зон також відносять окремі ділянки або цілі поверхи будівлі в межах однієї захватки, над якими безпосередньо здійснюється монтаж або транспортування великогабаритних елементів. Додатковим джерелом небезпеки на майданчику є місця розміщення технічних апаратів, судин та комунікацій, які функціонують під високим тиском, зокрема склади балонів із технологічними газами та газопроводи. Локації розташування такого обладнання та інженерних мереж обов'язково маркуються чіткими та добре помітними попереджувальними знаками безпеки.

У процесі зведення тримальних конструкцій загальноосвітньої школи виникає виробнича необхідність регулярного подавання вантажопідйомним краном на верхні робочі горизонти зварних просторових каркасів колон та в’язаних арматурних сіток. Зважаючи на динамічний характер цих операцій, навіть за умови застосування сертифікованих інвентарних стропів та правильного закріплення, зберігається ймовірність зриву або падіння елементів з висоти. Цей чинник обумовлює необхідність виконання точного аналітичного розрахунку радіуса небезпечної зони для забезпечення повної безпеки персоналу на суміжних ділянках будівельного майданчика.

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.

4.3.1 Розрахунок тимчасових будівель

Таблиця 4.2 – Розрахунок площі тимчасових будівель і споруд

№	Тимчасові будівлі і споруди	Кільк. робітників	Кільк. користуванн мприміщ в %	Площа приміщення, м²			Тип тимчасового приміщення	Розмір будівлі
				На 1-го працю ючого	Норм	Прийн		
I. Адміністративно – господарчі								
1	Контора виконроба	3	100	4,0	12	16,9	420-04-38	5,54×2,32×2
2	Прохідні будки	Без. розрахунку		-	8,0	8,0	Інд.	2,0×2,0×2,9
3	Інструменталь на	Без. розрахунку		-	4,4	4,4	420-01-3	2,0×2,2×2,3
4	Навіс	По розрахунку			99,61	70	420-0634	11,0×5,2×3, 0
5	Матеріальний	По розрахунку			1,4	4,0	420-01-3	2,0×2,0×2,5
II. Побутові								
6	Гардеробна	38	70	0,7	18,62	19,8	420-0421	6,6×3×2,1
7	Душова	38	50	0,54	10,26	10,32	420-01-6	4,45×2,32×2, 3
8	Приміщення для їжи	38	50	1,0	19,0	18,76	420-01-6	2,8×6,7×3,95
9	Убиральня	41	15	3,5	9,6	12,25	Індив. біо	2,0×3,0×2,3
III. Виробничі								
10	Майстерня сантехніка	Без розрахунку			9,05	9,05	420-0431	4,1×2,2×1,9
11	Майстерня електрика	Без розрахунку			9,05	9,05	420-0431	4,1×2,2×1,9
	Разом:					231,73		

4.3.2 Розрахунок складських приміщень

Площа складів розраховується за кількістю матеріалів, щоскладуються.

Всі данні по розрахунку заносимо до таблиці 4.3

Так як будівельний майданчик характеризується складними умовами виконання робіт, що не дозволяє організувати достатні площі для складування матеріалів, то матеріали підвозяться на будівельний майданчик.

Таблиця 4.3 – Площа складів розраховується за кількістю матеріалів

№	Конструкції, вироби, матеріали	Од. вим.	Загальні потреби	Тривалість. робіт	Витрати на добу	Число доби запас	Коєфіціент		Запас	Норма схову. на 1м^3	Корисну.площа складу	Коєф. використовують. складу	Загальна площа	Склад
							Нерівном. рух.	Нерівном. потреби.						
1	Щебінь	м³	2,85	1	2,85	2	1,1	1,3	8,15	4	2,0	0,5	4,1	Відкритий 105,3 м^2
2	Рулонні матеріали	м²	71,68	8	8,96	5	1,1	1,3	64,06	200	0,3	0,7	0,5	
3	Лакофарбові мат.	тн	0,0743	5	0,01	2	1,1	1,3	0,04	0,6	0,1	0,7	0,1	
4	Плитка	м²	2233,4	3	744,47	1	1,1	1,3	1064,59	70	15,21	0,7	21,7	
5	Паркет	м²	7,242	2	3,62	1	1,1	1,3	5,18	44	0,12	0,7	0,2	
6	Лінолеум	м²	65,28	4	16,32	2	1,1	1,3	46,68	170	0,3	0,7	0,4	Закритий 41,0 м^2
7	Декоративна суміш	тн	1,878	11	0,17	5	1,1	1,3	1,22	2,3	0,5	0,7	0,8	
8	Шпалери	м²	1,585	2	0,79	2	1,1	1,3	2,27	1000	0,0	0,7	0,0	
9	Шпатльовка	тн	75,78	19	3,99	5	1,1	1,3	28,52	0,5	57,0	0,7	81,5	
10	Клей	тн	0,0518	2	0,03	2	1,1	1,3	0,07	0,5	0,15	0,70	0,21	

4.3.2 Розрахунок тимчасового водопостачання

Загальна потреба у воді становить:

$$В_{пол} = 0,5\ (В_{пр} + В_{хоз} + В_{душ}) + В_{пож}\ , \qquad (4.1)$$

де: $В_{пр}$, $В_{хоз}$, $В_{душ}$, $В_{пож}$ – споживання води для виробництва, побутових потреб, на душу населення та пожежної безпеки.

$$Впр = \frac{\sum В^1мах \cdot К1}{8 \cdot 3600};$$

де: $\Sigma\ В^1_{мах}$ – це максимальне споживання води;

К1 = 1,5 – це коефіцієнт нерівномірного споживання води для будівельних робіт.

$$\Sigma В^1_{max} = В1 + В2 + В3 + В4 + В5;$$

де: В1 = 330 л/см – споживання води для цегляної кладки;

В2 = 440 л/см – споживання води для поливу цегляної кладки;

В3 = 300 л/см– це потреба у воді для двох транспортних засобів.

$$\Sigma V^1_{max} = 330 + 440 + 300 = 1070 \text{ л/см}$$

$$Вхоз = \frac{\sum В^2мах \cdot К2}{8 \cdot 3600};$$

де $\Sigma V^2_{мах}$– максимальне споживання води для другого зсуву;

К2 = 2 – це коефіцієнт нерівномірності споживання води для економічних потреб.

$$Впр = 1070 \times 1,5/8 \times 3600 = 1605/28800 = 0,05 \text{ л/с}$$

$$\Sigma В^2_{мах} = N_{общ} \cdot n1;$$

де: n1=20 л/особа – норма попиту на воду на 1 особу;

N = 41 осіб – максимальна кількість працівників за зміну;

$\Sigma V^2_{мах} = 41 \cdot 20 = 820$ л/см;

$В_{хоз}$ =820×2/8×3600 = 410/28800 = 0,014 л/с

$$Вдуш = \frac{\sum В^3 мах \cdot КЗ}{t \cdot 3600};$$

де: ΣV^2мах – це максимальна потреба у воді для другої зміни;

КЗ = 1– це коефіцієнт нерівномірного споживання води для душової установки;

$\Sigma В^3_{мах}$=Nrab · n1;

t = 4,5 хв = 0,75 год – тривалість роботи душового пристрою,

де:

$N_{раб}$ = 38 осіб – максимальна кількість працівників у зміні, які користуються душем;

$$\Sigma В^3_{мах} = 38 \cdot 20 = 740 \text{ л/см};$$

$$Вдуш = \frac{740 \cdot 1}{0,75 \cdot 3600} = 0,4 л/с;$$

$В_{пож}$ = 15 л/с – норма споживання води для гасіння пожежі;

$В_{общ}$ = 0,5 · (0,12 + 0,06 + 0,4) + 15 = 15,74 л/с.

Діаметр тимчасового трубопроводу визначається формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1000 \cdot Вобщ}{П \cdot V}}; \qquad (4.2)$$

де: V=1,5 м/с– це швидкість руху води через труби.

Визначте діаметр без урахування систем вогнегасіння:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1000 \cdot 15.74}{3,14 \cdot 1,5}} = 116мм;$$

Для пожежного гідранта ми використовуємо трубу діаметром 150 мм, але оскільки така лінія є непрактичною, ми враховуємо це у загальній системі водопостачання будівельного майданчика.

Всього = 0,12 + 0,06 + 0,4 = 0,58 л/с.

Ми приймаємо діаметр водопровідної труби – 150 мм.

4.3.3 Розрахунок тимчасового електропостачання

Розрахунок необхідної потужності тимчасового електропостачання здійснюється на основі даних споживачів електроенергії, залучених на будівельному майданчику, і узагальнено у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Розрахунок тимчасових навантажень електропостачання

Вхідні дані				Для довідки дано			Розрахункова потужність	
Назва цифрового підпису	Кількість	Номінал (встановлено) Потужність $P_н$, кВт		k_c	cosφ	tgφ	$P_р$, кВт	$Q_р$, квар
		один	усі					
Кран МКГ– 25	1	57	57	0,5	0,5	1,73	57	98,6
Зварювальний трансформатор ТДК – 300	3	13,8	27,6	0,3	0,4	2,29	12,4	28,4
Електроінструменти	10	1	10	0,25	0,4	2,29	2,5	5,7
Зовнішнє електричне освітлення	8	1	8	1,0	1,0	0	6,0	0
Кімнати для зручностей будівельників	7	2,5	12,5	0,9	1,0	0	11,2	0
Всього			115,1				122,1	132,7

Орієнтовна необхідна потужність від k=0,8:

$$S_P = 0.8\sqrt{122,1^2 + 132,7^2} = 0.8 \times 183.3 \approx 150 \text{ кВ;} \quad (4.3)$$

Поточний проєкт:

$$I_P = \frac{183.3}{\sqrt{3}\times 0.4} = 265 \text{ А} \quad (4.4)$$

Джерелом тимчасового живлення є існуючий TSS 5098. Живлення здійснюється за тимчасовою схемою шляхом прокладання кабелю 1 кВ від існуючої TSS 5098 до RP– 1 будівельного майданчика. Зовнішнє електричне освітлення має здійснюватися прожекторами PZS – 45, встановленими на тимчасових щоглах прожекторів уздовж периметру будівельного майданчика.

5 ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

Локальний кошторис є базовим первинним документом у складі кошторисної документації об’єкта, який визначає граничний ліміт коштів на виконання окремих видів будівельно-монтажних робіт, улаштування конструктивних елементів будівлі або інженерних мереж.

Нормативно-законодавче регулювання. На території України правові, організаційні та методологічні засади формування вартості будівництва регламентуються такими нормативно-правовими актами:

1. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» (зокрема Стаття 31, яка визначає загальні вимоги до розробки, затвердження та проведення обов’язкової експертизи проєктно-кошторисної документації для об’єктів різних класів наслідків).

2. Постанова Кабінету Міністрів України № 560 від 11.05.2011 р. «Про затвердження Порядку затвердження проектів будівництва і проведення їх експертизи».

3. Кошторисні норми України (КНУ) - «Настанова з визначення вартості будівництва», затверджена Наказом Міністерства розвитку громад та територій України від 01.11.2021 р. № 281 (із поточними змінами та доповненнями).

У цьому проєктуванні локальний кошторисний розрахунок розроблено для зведення та зведено у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Техніко-економічні показники

№	Показники	Од. виміру	Кількість
1	Тривалість будівництва об’єкта	дні/міс	227/8
2	Кошторисна вартість виконання будівельних робіт (локальний кошторис)	тис. грн.	102222,069
3	Вартість 1м^3 будівлі	грн.	2176,90
4	Вартість 1м^2 виробничої площі	грн.	20898,23
5	Трудозатрати на об’єкті	тис. люд.-год.	37,776
6	Денний виробіток одного робочого	тис. грн	673,060
7	Коефіцієнт використання робочих по кількості	-	0,4

Форма № 1

Реконструкція будівлі залізничного вокзалу Запоріжжя 2, м.Запоріжжя

Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-1
на Реконструкція будівлі залізничного вокзалу Запоріжжя 2, м.Запоріжжя
Реконструкція будівлі залізничного вокзалу Запоріжжя 2, м.Запоріжжя

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість	102222,069	тис. грн.
Кошторисна трудомісткість	37,776	тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата	673,060	тис. грн.
Середній розряд робіт	3,4	розряд

Складений в поточних цінах станом на “29 травня” 2026 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуваням машин	
					заробіт-	ної плати в тому числі заробітної плати			в тому	тих, що обслуговують машини	
										на одини-	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Розділ 1. Демонтаж									
1	ПР9-2027-1	Балки і ригелі одноповерхових будівель, висота будівлі до 25 м, демонтаж	т	18,988	568,30 184,50	353,97 94,23	10791	3503	6721 1789	12,96 4,5659	246,08 86,7
2	ПР6-10005	Розбирання стін відбійними молотками цегельних	м3	398,6	267,60 191,02	76,58 22,06	106665	76141	30524 8793	13,47 1,3532	5369,14 539,38
3	ПР12-1008	Розбирання утеплювача	м3	715,26	181,58 170,88	10,70 9,52	129877	122224	7653 6809	15,23 0,612	10893,41 437,74
4	*& Е7-45-8-111*	*Демонтаж панелей покриття ребристих площею до 10 м2 [для будівництва в районах із сейсмічністю до 6 балів]*	*100шт*	*0,22*	*7859,79* *3367,25*	*4186,95* *1346,63*	*1729*	*741*	*921* *296*	*171,1* *75,1226*	*37,64* *16,53*
		Разом прямі витрати по розділу 1					249062	202609	45819 17687		16546,27 1080,35
		Разом будівельні роботи, грн.					249062				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					634				
		всього заробітна плата, грн.					220296				
		Загальновиробничі витрати, грн.					232164				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					2104,54				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					68040				
		Всього будівельні роботи, грн.					**481226**				
		_ _									
		Всього по розділу 1					**481226**				
		Розділ 2. Каркас									
5	*Е8-6-1*	*Мурування зовнішніх простих стін з цегли керамічної при висоті поверху до 4 м*	*м3*	*137,7*	*8095,05* *139,31*	*71,31* *23,04*	1114688	*19183*	*9819* *3173*	*7,17* *1,3039*	*987,31* *179,55*
6	*& Е8-20-1-1*	*Мурування зовнішніх і внутрішніх стін з газобетонних блоків із повітряним прошарком при висоті поверху до 4 м*	*м3*	*363,16*	*9046,14* *189,68*	*58,25* *18,88*	3285196	*68884*	*21154* *6856*	*8,96* *1,063*	*3253,91* *386,04*
7	*Е7-13-7*	*Укладання в одноповерхових будівлях і спорудах плит покриття довжиною до 6 м, площею до 20 м2, при масі кроквяних і підкроквяних конструкцій до 10 т, при висоті будівель до 25 м*	*100шт*	*0,56*	*29859,85* *7875,94*	*11203,27* *3300,90*	16722	*4411*	*6274* *1849*	*400,2* *171,6704*	*224,11* *96,14*
8	К584211-2007	Панелі перекриття з/б багатопустотні марки ПК36.18-6Т серія 1.141-1 вип.60	шт	56	16428,72 -	- -	920008	-	- -	- -	- -
9	*Е7-21-3*	*Установлення сходових маршів при найбільшій масі монтажних елементів у будівлі до 5 т*	*100шт*	*0,08*	*17572,04* *8226,66*	*8585,83* *2831,72*	1406	*658*	*687* *227*	*423,4* *155,1297*	*33,87* *12,41*
10	& К589121-2544-333	Сходові марші залізобетонні марки ЛМ 27.12.14-4	шт	8	17459,75 -	- -	139678	-	- -	- -	- -
11	*Е7-21-1*	*Установлення сходових площадок з обпиранням на стіну при найбільшій масі монтажних елементів у будівлі до 5 т*	*100шт*	*0,06*	*10992,97* *4930,36*	*5626,61* *1852,75*	660	*296*	*338* *111*	*253,75* *101,7574*	*15,23* *6,11*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
12	& К589121-М062-555	Сходові площадки залізобетонні марки 1ЛП28.16-4Ш серія 1.152.1-8 вип.5	шт	6	8236,64 -	- -	49420	-	- -	- -	- -
		Разом прямі витрати по розділу 2					5527778	93432	38272 12216		4514,43 680,25
		Разом будівельні роботи, грн.					5527778				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					5396074				
		всього заробітна плата, грн.					105648				
		Загальновиробничі витрати, грн.					85026				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					623,35				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					20156				
		Всього будівельні роботи, грн.					**5612804**				
		Всього по розділу 2					**5612804**				
		Розділ 3. Покрівля									
13	*ПР9-2033-4*	*Рами та арки з листової сталі і сортового прокату: рами коробчастого перетину прольотом до 24 м, монтаж*	*т*	*20,56*	*5408,93 374,57*	*865,77 291,06*	*111208*	*7701*	*17800 5984*	*27,36 14,8839*	*562,52 306,01*
14	Е13-43-1	Обклеювання бетонних поверхонь поліетиленовою плівкою на бутилкаучуковому клею, перший шар	100м2	14,3052	6320,98 4491,69	14,35 5,75	90423	64255	205 82	203,06 0,3583	2904,81 5,13
15	*Е12-12-1*	*Улаштування покрівель двосхилих із металочерепиці "Монтерей"*	*100м2*	*14,3052*	*4507169,02 2304,09*	*106,07 28,14*	*64475954*	*32960*	*1517 403*	*124,68 1,4775*	*1783,57 21,14*
16	*Е12-18-3*	*Утеплення покриттів плитами з мінеральної вати або перліту на бітумній мастиці в один шар*	*100м2*	*14,3052*	*1059865,72 1313,51*	*119,82 35,62*	*15161591*	*18790*	*1714 510*	*63,67 1,8756*	*910,81 26,83*
17	ЕН10-14-1	Підшивання стелі дошками обшивки	100м2	9,822	10992,45 1548,63	16,72 4,18	107968	15211	164 41	82,77 0,195	812,97 1,92
		Разом прямі витрати по розділу 3					79947144	138917	21400 7020		6974,68 361,03
		Разом будівельні роботи, грн.					79947144				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					79786827				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		всього заробітна плата, грн.					145937				
		Загальновиробничі витрати, грн.					111030				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					756,46				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					24457				
		Всього будівельні роботи, грн.					**80058174**				
		Всього по розділу 3					**80058174**				
		Розділ 4. Прорізи									
18	*ЕН10-20-4*	*Заповнення віконних прорізів готовими блоками площею більше 3 м2 з металлопластику в кам'яних стінах житлових і громадських будівель*	*100м2*	*0,612*	*7520551,57* *1863,41*	*126,23* *74,79*	*4602578*	*1140*	*77* *46*	*86,67* *4,2229*	*53,04* *2,58*
19	*ЕН10-28-3*	*Заповнення дверних прорізів готовими дверними блоками площею більше 3 м2 з металлопластику у кам'яних стінах*	*100м2*	*0,525*	*5695878,30* *1220,35*	*876,92* *219,54*	*2990336*	*641*	*460* *115*	*59,88* *10,23*	*31,44* *5,37*
		Разом прямі витрати по розділу 4					7592914	1781	537 161		84,48 7,95
		Разом будівельні роботи, грн.					7592914				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					7590596				
		всього заробітна плата, грн.					1942				
		Загальновиробничі витрати, грн.					1538				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					11,1				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					359				
		Всього будівельні роботи, грн.					**7594452**				
		Всього по розділу 4					**7594452**				
		Розділ 5. Підлоги									
20	ЕН11-11-1	Улаштування стяжок цементних товщиною 20 мм	100м2	5,0096	2206,11 1039,50	20,73 17,76	11052	5207	104 89	56,25 1,0323	281,79 5,17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
21	ЕН11-4-1	Улаштування гідроізоляції обклеювальної ізолом на мастиці бітуміноль, перший шар	100м2	5,0096	4654,66 1065,95	3,34 2,87	23318	5340	17 14	51,1 0,1665	255,99 0,83
22	*ЕН11-39-1*	*Улаштування покриттів з лінолеуму полівінілхлоридного на клеї "Бустилат"*	*100м2*	*1,147*	*397232,02* *1097,95*	*1,34* *1,15*	*455625*	*1259*	*2* *1*	*55,79* *0,0666*	*63,99* *0,08*
23	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	1,864	17872,73 6826,45	10,13 6,85	33315	12725	19 13	338,95 0,3997	631,8 0,75
		Разом прямі витрати по розділу 5					523310	24531	142 117		1233,57 6,83
		Разом будівельні роботи, грн.					523310				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					498637				
		всього заробітна плата, грн.					24648				
		Загальновиробничі витрати, грн.					18791				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					128,61				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					4158				
		Всього будівельні роботи, грн.					**542101**				
		Всього по розділу 5					**542101**				
		Розділ 6. Стіни									
24	*& ЕН15-36-1-1*	*Грунтування Ceresit CT17 розчином по каменю стін механізованим способом*	*100м2*	*7,2632*	*24918,74* *1708,33*	*73,61* *53,82*	*180990*	*12408*	*535* *391*	*77,23* *3,7044*	*560,94* *26,91*
25	*ЕН11-9-1*	*Улаштування тепло- і звукоізоляції суцільної з плит або мат мінераловатних або скловолокнистих*	*100м2*	*7,2632*	*1047598,23* *629,05*	*4,46* *3,82*	*7608915*	*4569*	*32* *28*	*32,78* *0,222*	*238,09* *1,61*
26	*ЕН15-45-8*	*Поліпшене штукатурення вапняним розчином по каменю і бетону стін вручну*	*100м2*	*7,2632*	*4872,56* *2033,43*	*35,65* *29,24*	*35390*	*14769*	*259* *212*	*97,48* *1,9938*	*708,02* *14,48*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
27	*ЕН15-179-3*	*Поліпшене фарбування стін полівінілацетатними водоемульсійними сумішами по штукатурці*	*100м2*	*7,2632*	*2195,51* *1266,41*	*0,45* *0,38*	*15946*	*9198*	*3* *3*	*64,35* *0,0222*	*467,39* *0,16*
28	& Е8-4-1-1	Гідроізоляція стін, фундаментів горизонтальна цементна	100м2	0,584	2546,47 1187,88	85,56 26,65	1487	694	50 16	60,36 1,596	35,25 0,93
29	ЕН15-23-1	Гладке облицювання плитками керамічними глазурованими стін, стовпів, пілястрів і укосів [без карнизних, плінтусних і кутових плиток] без установлення плиток туалетної гарнітури по цеглі і бетону	100м2	0,584	13478,27 6560,00	10,13 6,85	7871	3831	6 4	325,72 0,3997	190,22 0,23
30	*ЕН15-252-2*	*Обклеювання стін шпалерами вологостійкими на тканинній основі по штукатурці і бетону, по листових матеріалах, гіпсобетонних і гіпсолітових поверхнях*	*100м2*	*1,0125*	*13719,51* *2260,35*	*0,22* *0,19*	*13891*	*2289*	*-* *-*	*110,91* *0,0111*	*112,3* *0,01*
31	*& ЕН15-36-1-2*	*Грунтування Ceresit CT16 розчином по каменю стін механізованим способом*	*100м2*	*1,0125*	*32629,94* *1708,33*	*73,61* *53,82*	*33038*	*1730*	*75* *54*	*77,23* *3,7044*	*78,2* *3,75*
		Разом прямі витрати по розділу 6					7897528	49488	960 708		2390,41 48,08
		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.**					7897528 7847080 50196 35783 223,4 7223 **7933311**				
		Всього по розділу 6					**7933311**				
		Разом прямі витрати по кошторису					101737736	510758	107130 37909		31743,84 2184,49
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі:					101737736				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					101119848				
		всього заробітна плата, грн.					548667				
		Загальновиробничі витрати, грн.					484333				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					3847,46				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					124393				
		Всього будівельні роботи, грн.					**102222069**				
		Всього по кошторису					**102222069**				
		Кошторисна трудомісткість, люд.год.					**37776**				
		Кошторисна заробітна плата, грн.					**673060**				

Склав ________________________ Білоног А.С.
[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив ________________________ Арутюнян І.А.
[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.3-19:2025. Залізниці колії 1520 мм. Норми проєктування. [Чинні від 2026-01-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2025.126 с.

2. ДБН В.2.3-20:2025. Залізниці колії 1435 мм. Норми проєктування. [Чинні від 2026-01-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2025.94 с.

3. ГБН В.2.3-37472062-2:2013. Службово-технічні будівлі і споруди станційно-вокзальних комплексів та зупинних пунктів залізничного транспорту. Проектування, будівництво. [Чинні від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство інфраструктури України, 2014. 84 с.

4. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. [Чинні від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 142 с.

5. ДБН В.2.2-9:2018. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. [Чинні від 2019-06-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 46 с.

6. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. [Чинні від 2019-12-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 174 с.

7. ДБН В.2.2-5:2023. Захисні споруди цивільного захисту. [Чинні від 2023-09-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України, 2023. 98 с.

8. ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. [Чинні від 2018-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 52 с.

9. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об’єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинні від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2017. 42 с.

10. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. [Чинні від 2019-03-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 96 с.

11. ДБН В.1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об’єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. [Чинні від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 36 с.

12. ДБН В.2.3-7:2018. Споруди транспорту. Метрополітени. Основні положення. [Чинні від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 124 с.

13. ДБН В.2.2-41:2019. Висотні будівлі. Основні положення. [Чинні від 2019-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 52 с.

14. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їхнього технічного стану. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2016. 44 с.

15. ДСТУ ISO 3864-1:2018. Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Частина 1. Принципи проектування знаків безпеки для робочих місць та місць громадського призначення (ISO 3864-1:2011, IDT). [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 24 с.

16. ДСТУ 7432:2013. Система керування безпекою дорожнього руху. Організація обслуговування пасажирів на об’єктах транспорту. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінекономрозвитку України, 2014. 20 с.

17. ДСТУ-Н Б В.1.1-39:2016. Конструкції будинків і споруд. Настанова щодо проектування захисту будівель і споруд від звуку та шуму. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2016. 65 с.

18. ДСТУ-Н Б В.2.6-146:2010. Настанова щодо проектування та влаштування віконних та дверних конструкцій. [Чинний від 2011-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 48 с.

19. ДСТУ ISO 7001:2006. Графічні символи громадського призначення (ISO 7001:2007, IDT). [Чинний від 2008-01-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2007. 112 с.

20. ДСТУ Б А.2.4-7:2009. Система проектної документації для будівництва. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень. [Чинний від 2010-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2010. 28 с.

21. ДСТУ-Н Б В.1.3-4:2013. Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Вимірювання геометричних параметрів будівель і споруд. Геодезичні методи. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2014. 32 с.

22. ДСТУ EN 13481-2:2019. Залізничний транспорт. Елементи залізничної колії сталеві. Кріплення пасажирських платформ та колійних споруд. Частина 2 (EN 13481-2:2012 + A1:2017, IDT). [Чинний від 2020-01-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. 36 с.

23. ДСТУ Б В.3.1-2:2016. Ремонт і підсилення несучих і огороджувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 67 с.

24. ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання. [Чинний від 2016-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2016. 138 с.