

КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: Будівельний факультет
Кафедра: Промислового, цивільного і міського будівництва
Спеціальність: 192 Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма: Будівництво та цивільна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою _____

“ _____ ” _____ 20 ____ р.

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТОВІ

Сахненко Олександр Іванович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: "Проектування будівництва трьохпролітної будівлі збирально-зварювального цеху"

затверджена наказом по університету від “ _____ ” _____ 20 ____ р. № _____

2. Термін здачі студентом закінченої роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

Місце будівництва – м. Суми.

Будівля одноповерхова трьохпролітна каркасного типу зі збірного залізобетону, загальна висота – 19,90 м, розміри в плані 108×102 м.

Фундаменти – монолітні залізобетонні.

Зовнішні стіни – залізобетонні стінові панелі.

Покрівля - рулонна.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік розділів, що їх належить розробити): Архітектурно-будівельний розділ (об'ємно-планувальне і конструктивне рішення будівлі, опис генплану, теплотехнічний розрахунок).
Розрахунково-конструктивний розділ (розрахунок з/б плити покриття).
Технологія будівництва (порівняння варіантів, технологічна карта на улаштування монолітних фундаментів). Організація будівництва (сітьовий графік, будгенплан, охорона праці і безпека життєдіяльності).

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
Архітектурно-будівельний розділ (генплан, фасади, плани, розрізи) – 1 лист.
Розрахунково-конструктивний розділ (проекування залізобетонної плити покриття) – 1 лист. Технологія будівництва (технологічна карта на улаштування монолітних фундаментів) – 1 лист. Організація будівництва (сітьовий графік, будгенплан) – 1 лист.

6. Дата видачі завдання _____

Керівник _____
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва розділів магістерської роботи	Термін виконання розділів роботи	Примітка
1.	Архітектурно-будівельний		
2.	Розрахунково-конструктивний		
3.	Технологія будівництва		
4.	Організація будівництва		

Студент-дипломник _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

1. Загальна характеристика запроектованої будівлі

Назва будівлі – трьохпролітна будівля збирально-зварювального цеху.

Конструктивний тип будівлі – каркасна будівля із залізобетонним каркасом.

Клас будівлі – II.

Ступінь довговічності – II.

Ступінь вогнестійкості – II.

Географічний пункт будівництва – м. Суми.

Кліматичний район за фізико-географічними характеристиками – II.

2. Опис технологічних процесів

Функціональне призначення збирально-зварювального цеху полягає в серійному або штучному виготовленні просторових металоконструкцій, формуванні зварних вузлів та фінішному складанні великогабаритних елементів.

Технологічне ядро виробничого корпусу сформоване з ліній заготівельно-розкрійного обладнання, спеціалізованих складальних стапелів, а також постів напівавтоматичного, автоматичного та ручного дугового зварювання в середовищі захисних газів. Залежно від складності виробів, структуру цеху доповнюють роботизовані зварювальні комплекси та установки плазмового чи лазерного різання металопродукції.

Внутрішня топологія підприємства передбачає чітке розмежування на складальні лінії, зварювальні дільниці та інженерно-технічні зони. До складу допоміжної інфраструктури інтегровано лабораторію неруйнівного контролю та дефектоскопії швів, централізовану станцію забезпечення технічними газами, комору зварювальних матеріалів і флюсів, а також дільницю зачищення та підготовки крайок під зварювання.

Логістична схема цеху оптимізована шляхом організації закритих майданчиків під розвантаження сировинного прокату (двотаври, швелери, листи) та виокремлення зон тимчасового деponування готових металовиробів перед їх відправленням на фарбування. Переміщення важких конструкцій усередині корпусу координується роботою кранового господарства та рейкових візків.

Робочі місця керівного та лінійного персоналу, зокрема конструкторсько-технологічний відділ, органи з охорони праці та диспетчерська служба, винесені за межі активної зони зварювання і розташовуються в ізольованих кабінетах або на вбудованих антресольних поверхах з підвищеним рівнем шумо- та світлоізоляції.

3. Генеральний план

Просторове розташування та інфраструктурне забезпечення збирально-зварювального цеху на майданчику підприємства регламентується положеннями ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій». При розробці схеми планування пріоритет надавався раціональній логістиці технологічних потоків, протипожежному захисту об'єкта та дотриманню

жорстких санітарно-екологічних розривів, пов'язаних із газовиділенням при зварюванні.

Функціональне зонування ділянки передбачає диференціацію на дві автономні території: вхідну (передзаводську) та промислову (виробничу). Соціально-побутове ядро вхідного сектора формують офісний корпус управління, будівля громадського харчування та паркувальні зони для легкового й службового транспорту. Натомість промисловий сектор, крім безпосередньо корпусу ЗЗЦ, об'єднує відкриті та закриті майданчики для довгомірного металопрокату, блоки технічних газів, ремонтно-механічні вузли та інші об'єкти забезпечення.

Посадка будівельних об'ємів відносно панівної рози вітрів виконувалася з розрахунком створення умов для ефективного розсіювання технологічних викидів через системи аерації. Крім того, така орієнтація усуває ризик утворення критичних снігових наметів на покрівлях та внутрішніх дорогах у зимову пору.

Переміщення вантажів здійснюється колісним транспортом. Мережа внутрішніх транспортних артерій запроектована з шириною проїжджої частини від 6,0 до 10,5 м, що дозволяє безпечно маневрувати довгомірним тягачам із металоконструкціями; радіуси кривизни поворотів зафіксовані на відмітці 12 м.

Програма інженерного впорядкування території передбачає укладання капітального асфальтобетонного покриття на всіх дорогах, логістичних майданчиках та пішохідних зонах. З метою запобігання замочуванню ґрунтів основи, по всьому периметру споруди влаштовується однометрова водонепроникна асфальтова відмостка.

Екологічний та естетичний благоустрій території реалізується через ландшафтне проектування, яке включає створення пилозахисних смуг із декоративних дерев і чагарників, а також організацію стійких до промислових умов газонів із багаторічних трав і квіткових композицій. Комплекс розрахованих техніко-економічних параметрів генерального плану деталізовано в таблиці 1.

Таблиця 1 – Техніко-економічні показники за генпланом

№	Найменування	Од. вимір.	Площа, м ²	Примітка
1	Площа ділянки	м ²	40000	
2	Площа забудови	м ²	7488	
3	Площа мощення	м ²	5785,72	
4	Площа озеленення	м ²	28166	
5	Коефіцієнт мощення	%	0,14	
6	Коефіцієнт озеленення	%	0,68	
7	Щільність забудови	%	0,18	

4. Об'ємно – планувальне рішення будівлі

Архітектурний комплекс збирально-зварювального цеху сформований із двох взаємопов'язаних одноповерхових корпусів різного функціонального призначення.

Головний виробничий корпус має габаритні параметри в плані 72×36 м. Споруда спроектована за двопрогоноюю схемою прямокутної конфігурації, що створює оптимальні умови для послідовного розгортання ліній розкрою, збирання та зварювання металоконструкцій. Така просторова організація мінімізує зворотні логістичні потоки важких напівфабрикатів і виробів.

Другий корпус із лінійними розмірами в осях 96×12 м виконує супутні та заготівельно-складські функції. Подовжена форма цієї будівлі дозволяє раціонально розмістити зони довготривалого зберігання прокату, ділянки комплектації, а також централізовані рампи подачі захисних газів.

Для нівелювання внутрішніх напружень та компенсації лінійних розширень матеріалів від коливань температур, у довгому створі головного корпусу закладено поперечний деформаційний шов по осі «10». У допоміжному блоці аналогічний конструктивний розділ виконано по осі «К», що зумовлено специфікою його геометрії та тримальної схеми.

Контур будівель обладнано великогабаритними технологічними воротами, розрахованими на проїзд великовантажного транспорту зі зварними конструкціями. Для безпеки праці та оптимізації трафіку, рух персоналу локалізовано через автономні хвіртки, ізольовані від транспортних шляхів.

Внутрішні технологічні переміщення, кантування великогабаритних стапелів та завантаження зварювальних постів забезпечуються інтегрованими мостовими кранами відповідної вантажопідйомності, робоча зона яких охоплює всі прольоти.

Будівельна сітка каркаса базується на уніфікованому кроці опорних колон, який становить 6 м, що дозволяє застосувати раціональні залізобетонні або сталеві рамні елементи. Взаємне розташування колон і координаційних осей виконано за принципами суворої модульної координації, що гарантує високу точність збирання тримальних систем на будівельному майданчику.

Основні техніко-економічні показники будівлі зведені в таблицю 2.

Таблиця 2 – Техніко-економічні показники будівлі

№	Найменування	Од. вимір.	Значення
1	Площа забудови	м ²	7488
2	Будівельний об'єм	м ²	54172,8
3	Корисна площа	м ²	3613,36
4	Планувальний коефіцієнт	%	0,965
5	Об'ємний коефіцієнт	%	14,99

5.Конструктивне рішення будівлі

Обидва корпуси збирально-зварювального цеху реалізовані на основі повнокаркасної конструктивної системи із тримальним залізобетонним остовом.

Статична стійкість та геометрична незмінність споруд у поперечному створі гарантуються функціонуванням плоских багатопролітних рам. Ці рами утворені за рахунок жорсткого міцного защемлення бази колон у стаканах підземних основ, а також їхнього безпосереднього спряження з кроквяними ригелями покриття за допомогою розрахункових вузлів кріплення. Ця сукупність елементів утворює єдину рамну систему, яка здатна ефективно перерозподіляти вертикальні й горизонтальні зусилля.

У поздовжньому векторі тримальну здатність та стійкість остова формує просторовий блок, який об'єднує залізобетонний обв'язувальний пояс із фундаментних балок, жорсткі підкранові конструкції та металеві зв'язкові ферми. Додатковим діафрагмуючим елементом виступає суцільний горизонтальний диск покрівлі. Жорсткість цього диска досягається за рахунок приварювання опорних ребер великопанельних плит покриття до закладних деталей верхнього поясу кроквяних конструкцій з подальшим моноліченням швів.

Інтегрована просторова схема каркаса розрахована на тривале сприйняття комбінованих постійних, атмосферних, а також інтенсивних динамічних навантажень від кранового господарства, що є критично важливим для безпечного функціонування постів великовузлового збирання та зварювання металоконструкцій.

5.1 Колони

Параметри та геометрія вертикальних опорних елементів остова визначаються на основі статичних розрахунків, закладених у вихідному завданні. Архітектурна форма збірних залізобетонних колон безпосередньо залежить від об'ємно-просторових габаритів виробничого корпусу, а також від режимів роботи й масогабаритних параметрів внутрішньоцехових мостових кранів.

За морфологією поперечного перерізу елементи поділяють на суцільні (одногілкові) та наскрізні (двогілкові), тоді як за просторовою позицією в сітці осей розрізняють ряди крайніх, внутрішніх (середніх) та торцевих чи пристінних (фахверкових) стійок. Ключовими критеріями для призначення поперечних розмірів стійок виступають: висотна відмітка до низу кроквяних ферм, прогони відсіків, віддалі між осями по довжині будівлі ЗЗЦ та граничний тиск від коліс крана. Ці чинники інтегрально гарантують стійкість остова до деформацій.

З метою монтажу стінового заповнення та перерозподілу горизонтального вітрового тиску на рівні огородження, в одноповерхових корпусах зварювального профілю інтегрують допоміжний фахверк. Стійки фахверка встановлюють по лініях торців, а також розкріплюють ними

поздовжні стіни між головними колонами каркаса за умов використання стінових панелей фіксованої 6-метрової довжини.

Роль фахверкової системи полягає у стабілізації положення огорожувальних стін, сприйнятті їхньої маси та передачі вітрового напору на диски покриття й підземні конструкції. Залежно від металомісткості та специфіки споруди, фахверк виконується з монолітного/збірного залізобетону або прокатних сталевих профілів.

Для даного збирально-зварювального цеху запроєктовано збірні залізобетонні фахверкові стійки прямокутного профілю з лінійними вимірами 600×400 мм, тримальна спроможність яких повністю відповідає розрахунковим експлуатаційним зусиллям. Повна довжина цих елементів узгоджена з вертикальним кроком будівельних об'ємів корпусу.

Номенклатурний перелік підібраних залізобетонних колон зведено в таблицю 3.

1КД156		6	30 50	16950	15600	500	1300
Колони середнього ряду залізобетонної будівлі							
2КД156		6	30 50	16950	15600	600	1900
Фахверкові колони залізобетонної будівлі							
9КФ175-1		6	30 50	17500	-	600	400

5.2 Фундаменти

Опорою для вертикальних елементів остова обох корпусів збирально-зварювального цеху обрано блочні залізобетонні підстави гніздового (стаканного) типу. Цей конструктивний підхід мінімізує матеріаломісткість нульового циклу та забезпечує високу швидкість монтажу тримальних конструкцій промислової будівлі.

Будова стовпчастих опорних блоків передбачає наявність верхнього розподільчого короба (підколонника зі стаканом) та нижнього плитного масиву, профільованого в один або кілька уступів залежно від розрахункового тиску на ґрунт. Омонолічування нижнього торця колони у внутрішній порожнині стакана дрібнофракційним бетоном створює жорстке защемлення вузла, необхідне для сприйняття згинальних моментів.

Стандартизація опалубних форм вимагає підпорядкування лінійних розмірів підшови та підколонників координатній метриці з кроком 300 мм. Обріз верхньої грані підколонника зафіксовано на єдиній відмітці $-0,150$ м від рівня чистої підлоги. Проектні зазори між внутрішніми стінками гнізда та тілом колони закладені з розширенням догори (150 мм у верхній зоні та 100 мм на дні стакана), що оптимізує точність інструментальної вивірки опор.

Геометрія верхньої частини фундаменту підбирається під переріз відповідної колони, тоді як контур підшови розраховується за сукупними зусиллями від маси покриття та кранових візків ЗЗЦ. Через значну вантажну площу, закладену на внутрішні ряди, площа підстави під центральні колони перевищує параметри периферійних (крайніх) опор у 1,5–2 рази.

Під легкі стійки торцевого та пристінного фахверка монтуються полегшені одноступінчасті блоки з габаритами оголовка $0,9 \times 0,9$ м, міцність яких розрахована виключно на локальну масу стін та динаміку вітрового фронту.

У створах поперечних і поздовжніх ліній температурного розділу (зокрема, по осях «10» та «К») під парні колони зводиться інтегрований монолітний фундамент. Проектування площі його основи виконується методом інтегрування розрахункових поверхонь під кожну стійку з додаванням габаритів міжвісного проміжку та округленням до найближчого модульного значення (300 мм). За наявності осадових швів суміжні блоки розділяються на незалежні підземні структури.

Координатна прив'язка підземних підшов повністю дублює геометричне положення відповідних стійок каркаса. При цьому для оптимального сприйняття згинальних моментів від мостових кранів ЗЗЦ блоки орієнтують так, щоб довга сторона їхньої основи розташовувалася вздовж прольоту (у поперечному напрямку), а коротка — вздовж стін (у поздовжньому напрямку).

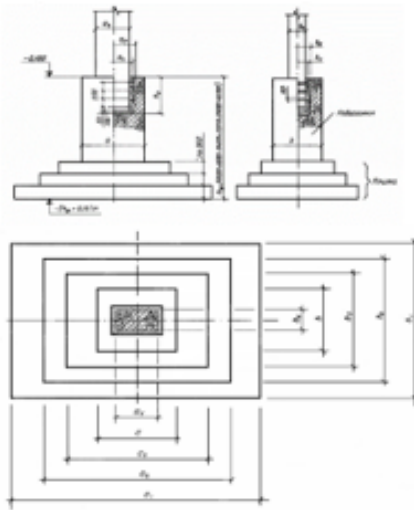
Виходячи з кліматичних параметрів середовища та фізико-механічних властивостей ґрунтових пластів будівельного майданчика, лінія закладення нижньої грані фундаментів зафіксована на проектній позначці $-2,550$ м, що гарантує стабільність підземного контуру.

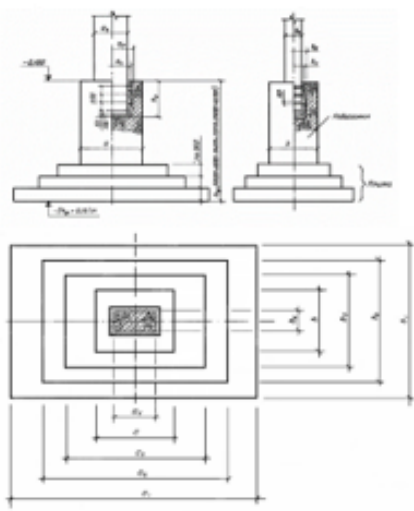
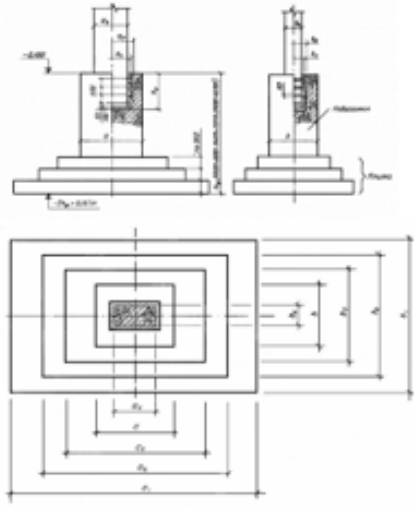
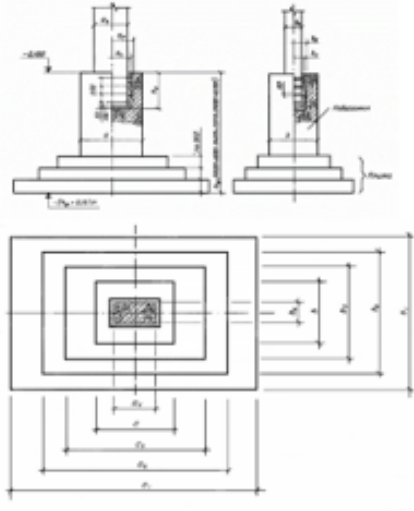
Сприйняття навантажень від фасадного огородження по периметру обох корпусів покладено на збірні фундаментні балки. Монтаж цих елементів виконується з обпиранням на локальні бетонні стовпчики, зведені на верхніх площадках (уступах) основних фундаментів. Для вирівнювання рівнів, по верхньому обрізу підземних блоків на товщину захисних стін виконується монолітна бетонна набетонка, що доходить до висотної відмітки +0,030 м.

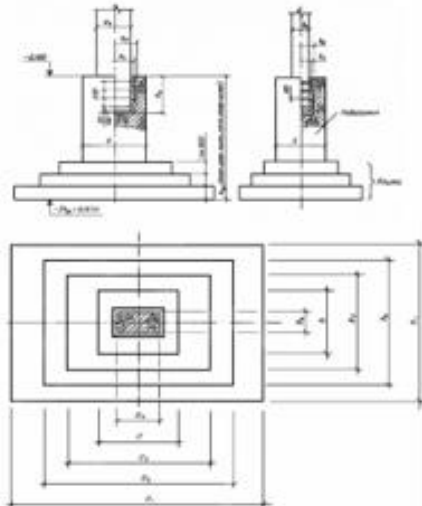
У створах прорізів для в'їзду великовагового транспорту, що транспортує металоконструкції, розрізна балочна система переривається. Замість фундаментних балок тут бетонується суцільна монолітна залізобетонна плита завтовшки 500 мм і протяжністю 6 м (на ширину кроку колон). У товщу цього масиву закладається група анкерних болтів, призначених для жорсткої фіксації металевих рам технологічних воріт.

Відсікання капілярної вологи та захист нижніх ярусів стін від замочування реалізується за допомогою горизонтального гідроізоляційного бар'єра. Цей шар улаштовується по верхній площині фундаментних балок і виконується у вигляді щільної цементної стяжки завтовшки 30 мм (цементно-піщаний розчин у пропорції 1:2).

Таблиця 4 – Збірні фундаменти стаканного типу

Марка фундамен-ту	Ескіз	Перері з колони, м	Розміри стакану і підколоники, м	Розміри сходин, м	Висота східця фундаменту, м
1	2	3	4	5	6
під колони крайнього ряду окремої залізобетонної будівлі					
ФБ 61-66		0,6×0,4	1,2×1,2 0,9×0,9	3,3×2,4 2,7×1,8 1,8×1,8	0,3
під фахверкові колони окремої залізобетонної будівлі					

ФБ 61-66		0,6×0,4	1,2×1,2 0,9×0,9	3,3×2,4	0,3
під колони крайнього ряду залізобетонної будівлі					
ФД 51-55		1,3×0,5	2,1×1,2 1,8×0,9	4,2×2,7 3,5×2,1 3,0×2,1	0,3
під колони середнього ряду залізобетонної будівлі					
ФЕ 31-35		1,9×0,6	2,7×1,2 2,4×0,9	4,8×3,0 4,2×2,4 3,6×1,8	0,3
під фахверкові колони залізобетонної будівлі					

ФБ 61-66		0,6×0,4	1,2×1,2 0,9×0,9	3,3×2,4	0,3
----------	---	---------	--------------------	---------	-----

5.3 Фундаментні балки

Функціональна роль збірних фундаментних балок полягає в акумулюванні навантажень від фасадних і внутрішніх перегородок збирально-зварювального корпусу з наступною їхньою точковою передачею на підземні блоки.

Позиціонування балочних елементів у проєктне положення реалізується через влаштування опорних бетонних подушок (підбетонки) з габаритами перерізу 0,32×0,60 м. З огляду на використання уніфікованих балок висотою 0,4 м у поєднанні з 6-метровим кроком колон, верхня межа підбетонки зафіксована на фіксованій відмітці –0,450 м. Конструктивний рівень верхньої грані самої фундаментної балки зупиняється на позначці –0,030 м, тобто на 30 мм нижче від нульової лінії підлоги, що оптимізує сполучення з фінішними шарами покриття та створює бар'єр для поверхневої вологи.

З метою захисту балочного поясу від руйнівних вертикальних зусиль під час пучення ґрунтів, під їхньою підшвою та по бічних площинах формують амортизаційне засипання з крупнофракційного піску або металургійного шлаку. Для збереження стабільного теплового контуру та захисту пристінних робочих зон ЗЗЦ від промерзання, всередині опалювального периметра укладають шар теплоізоляційного підсипання завширшки від 1 до 2 м. Відведення поверхневих стікань від зовнішнього периметра будівлі та захист підземних елементів від замочування покладається на суцільне однометрове асфальтобетонне вимощення, що має ухил у межах 3–5% у бік від фасаду.

Номенклатурна довжина виробів диференціюється залежно від архітектурної прив'язки на майданчику (елементи поділяються на кутові, проміжні та ті, що межують із лініями температурних розрізів), а також безпосередньо залежить від прольоту між колонами та габаритів оголовків підколонників. Такий підхід забезпечує високий рівень типізації елементів нульового циклу.

Таблиця 5 – Збірні фундаментні балки

Марка балки	Ескіз	Крок колони, м	Розміри, м
ФБ6-41		6	0,3×0,2

5.4 Кроквяні та підкроквяні конструкції

Перекрыття простору обох корпусів збирально-зварювального цеху реалізовано шляхом інтеграції збірних залізобетонних кроквяних балок, які виступають головними лінійними елементами покриття.

Позиціонування балочних конструкцій передбачає їхнє безпосереднє спирання на оголовки тримальних вертикальних опор для перекрыття розрахункових прольотів промислової споруди. Застосування типізованих та уніфікованих профілів спрощує ведення монтажних робіт із кранів і гарантує збалансований розподіл внутрішніх напружень у тримальному диску покрівлі. Сполучення кроквяних ригелів із колонами каркаса є комбінованим: фіксація здійснюється через суміщення інтегрованих сталевих пластин балки з випускними анкерними болтами опорних стійок. Остаточна стабілізація вузлів у проектному положенні досягається виконанням повного комплексу зварювальних робіт на монтажних майданчиках, що забезпечує монолітність з'єднань і синхронну роботу елементів остова під навантаженням.

Архітектурна схема ЗЗЦ виключає потребу у влаштуванні підкроквяних систем, оскільки крок балок повністю збігається з кроком опорних колон. Водночас вузли кріплення потенційних допоміжних підкроквяних елементів розраховані на фіксацію до оголовків колон за допомогою зварних з'єднань, що виконуються стельовим швом.

Обрана конфігурація верхнього ярусу каркаса є оптимальною для умов заготівельно-зварювального виробництва, оскільки вона ефективно протидіє динамічним імпульсам, максимізує просторову стійкість покриття та повністю відповідає нормам типізації залізобетонних виробів.

Таблиця 6 – Збірні кроквяні та підкроквяні конструкції

[illegible]

5.5 Підкранові балки

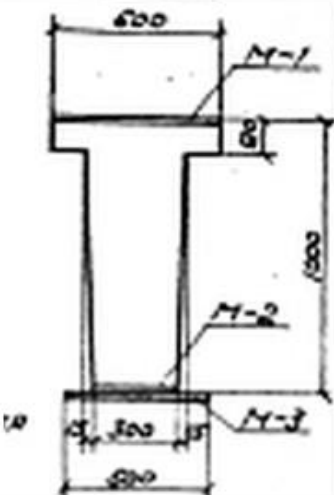
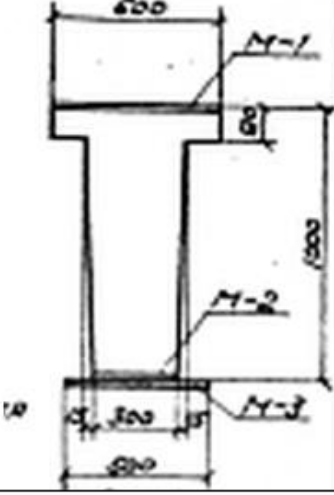
Внутрішня логістика та кантування великовагових елементів у прольотах збирально-зварювального цеху забезпечуються опорними мостовими кранами, вантажопідйомність яких за завданням становить $\backslash(Q = 30\backslash\text{div}50\backslash)$ тонн (специфікація наведена в таблиці 7). Траєкторію та опору для курсування цього обладнання формує лінійний комплекс підкранових балок із змонтованими поверх них напрямними рейками. Окрім забезпечення безпосереднього транзиту вантажопідйомних мостів, балочний пояс інтегрований у загальний остов будівлі як елемент жорсткості, що суттєво обмежує поздовжні деформації колонад.

У рамках 6-метрової сітки колон для кранових навантажень до 50 тонн доцільним є впровадження збірних залізобетонних балок розрізної статичної схеми, що суттєво спрощує виробничий цикл та подальший монтаж. Елементи мають оптимізований тавровий профіль, при цьому габаритна висота виробів під 6-метрові кроки опор становить 800 або 1000 мм залежно від динамічного режиму роботи крана на конкретній ділянці ЗЗЦ.

Залежно від локалізації на трасі підкранові балки типізують на серединні (рядові), торцеві (що замикають колію біля крайніх стін) та температурні (розташовані у створах деформаційних розрізів, зокрема по осі «10»). Конструктивна диференціація між цими модифікаціями полягає у кроці, орієнтації та кількості сталевих закладних пластин, призначених для інтеграції з тримальними опорами.

Вузли спряження балок із колонами фіксуються після інструментальної перевірки їхніх просторових координат. Нижня опорна зона закріплюється комбінацією анкерного з'єднання та зварювання, тоді як верхнє розкріплення виконується пластинчастими металевими накладками, привареними у вертикальному положенні до закладних деталей обох елементів. Монтаж рейок по верхньому обрізу балок передбачає використання притискних кріплень із гнучкими прокладками, які ефективно демпфують динамічні удари та коливання під час транспортування великих зварних вузлів. Для захисту та безпеки персоналу на кінцевих ділянках підкранових шляхів монтуються капітальні тупикові упори, що блокують аварійний вихід мостового крана за межі робочої зони.

Таблиця 7 – Підкранові балки

Марка балки	Ескіз	Довжина, мм	Розміри, мм
Окрема залізобетонна будівля			
БКНВ 6-4с		5950	1000×600
Залізобетонна будівля			
БКНВ 6-4с		5950	1000×600

5.6 Зв'язки

Конфігурація та щільність мережі вертикальних зв'язкових конструкцій підпорядковані загальним геометричним параметрам корпусу, висотній відмітці тримальних стійок, інтеграції підйомно-транспортних мостів, а також типу й конструктивній висоті опорних вузлів кроквяних балок чи ферм.

У створах прольотів збирально-зварювального цеху, де функціонують важкі мостові крани, геометрична стабільність у поздовжньому напрямку досягається монтажем жорстких зв'язкових порталів або хрестових систем у нижньому ярусі колон (під лінією підкранових балок). Ці жорсткі диски локалізують переважно всередині центрального кроку кожного окремого температурного блоку (рис. 1), при цьому самі підкранові балки трансформують у поздовжні елементи-розпірки, які передають зусилля гальмування кранів на зв'язки. Якщо архітектурно-технологічне компонування зварювальних постів або стапелів заважає розміщенню розкріплювальних конструкцій по центру відсіку, нормативи дозволяють переносити їх у будь-який сусідній прогін між колонами.

За умов впровадження підкроквяних систем, останні автоматично перебирають на себе функції лінійних розпірок верхнього поясу каркаса, що дозволяє відмовитися від проектування спеціальних додаткових розпірних елементів у цьому рівні. Окрім базового розкріплення за лінією тримальних колон, загальна конструктивна схема ЗЗЦ включає допоміжні системи вертикальних зв'язків у межах світлоаераційних ліхтарних надбудов, а також у зонах підвішування колій легкого консольного чи балочного транспорту. Цей комплекс зв'язкових блоків гарантує просторову міцність покрівельного покриття та безвідмовну роботу всього залізобетонного каркаса під динамічними навантаженнями.

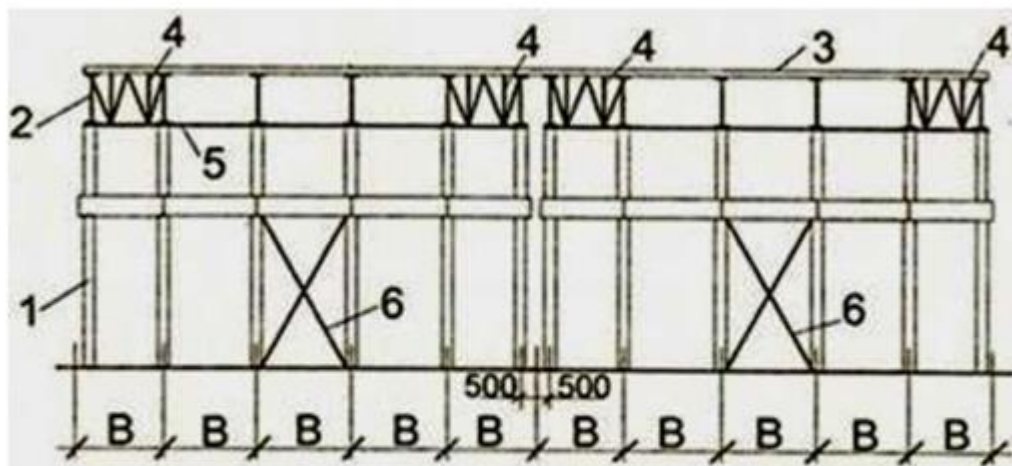


Рис. 1

1 - колона; 2 - ригель; 3 - диск покриття; 4 - вертикальні зв'язки-ферми; 5 - розпірки; 6 - вертикальні зв'язки по колонах

5.7 Плити покриття

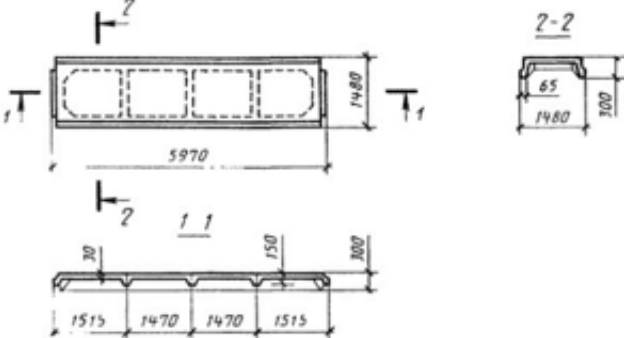
Роль тримального настилу під пошарове укладання покрівельного килима виконують великорозмірні залізобетонні плити покриття, що монтуються безпосередньо на поперечні кроквяні елементи (параметри виробів наведено в таблиці 8). Оскільки будівельний крок кроквяних балок або ферм у корпусах ЗЗЦ становить 6 м, проєктне рішення базується на панелях габаритами 3×6 м та 1,5×6 м. Базовим конструктивним елементом є 3-метрові плити, лінійні розміри яких ідеально суміщаються з віддаллю між вузлами тримальних ферм, що оптимізує передачу вертикальних зусиль на залізобетонний остов.

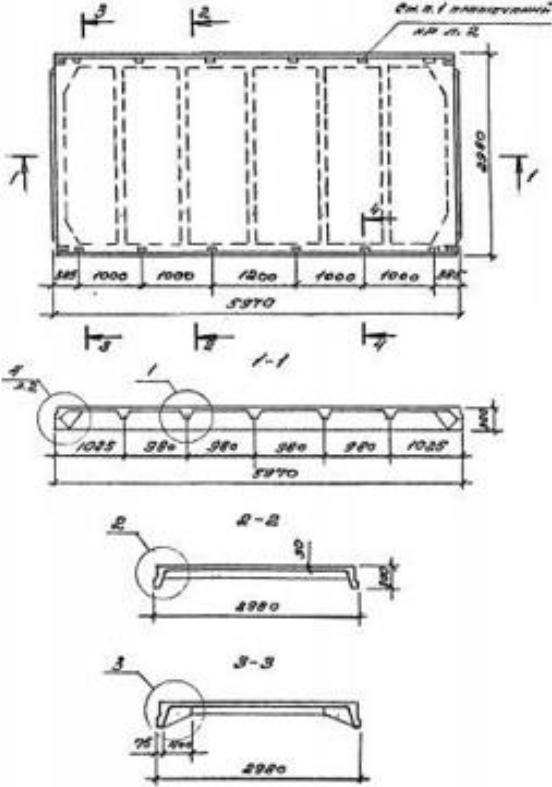
Настил завширшки 1,5 м виконує допоміжну функцію та закладається локально в зонах підвищеного снігонакопичення — переважно вздовж ліній ендов, де через формування снігових мішків виникає критичний тиск, який перевищує граничну міцність стандартних 3-метрових панелей. У рамках цього проєкту вузькі плити також інтегруються в покриття допоміжного блоку, де їх використання обумовлене специфічними просторовими параметрами та технологічною схемою споруди.

На кінцевих ділянках головних поздовжніх ребер кожної плити передбачені анкерні закладні деталі. Через ці металеві вузли за допомогою монтажного зварювання здійснюється жорстка фіксація настилу до верхнього поясу кроквяних ферм. Усі зазори та міжпанельні шви після завершення зварювальних робіт ретельно заливаються цементно-піщаним розчином марки М100. Це забезпечує монолітність усього ярусу покриття та його роботу як єдиної просторової діафрагми.

На приторцевих ділянках прольотів та в створах температурних розрізів (зокрема, по осях «10» та «К») точки фіксації та закладні пластини зміщені всередину будівлі на 500 мм. Такий крок ув'язаний з особливостями прив'язки каркаса і гарантує безперешкодну компенсацію лінійних деформацій у вузлах сполучення.

Таблиця 8 – Плити покриття

Марка плити	Ескіз	Довжина, мм	Розміри, мм
1	2	3	4
Окрема залізобетонна будівля			
ПНС-10...13		5970	1490×300
Залізобетонна будівля			

ПНС-1...4		5970	2960×300
-----------	---	------	----------

5.8 Стінове огороження

Формування захисного контуру обох корпусів збирально-зварювального цеху покладено на великопанельні стінові елементи. Застосування таких виробів є найбільш збалансованим інженерним рішенням для закриття контуру промислових об'єктів з фіксованим 6-метровим інтервалом між тримальними колонами. Проектні габарити фасадних плит повністю стандартизовані: вертикальний розмір становить 1,2 або 1,8 м, а поздовжня

протяжність відповідає кроку опор і дорівнює 6 м, що спрощує логістику та прискорює темпи зведення коробки будівлі ЗЗЦ.

Початкова (базова) лінія стінового заповнення ув'язується з нульовою відміткою готової підлоги виробничих приміщень, створюючи рівну лінію фасаду. При розкладці елементів по висоті враховуються нормативні монтажні зазори: верхня межа стінового поля під опорними вузлами даху закладається з відступом 0,6 м до низу кроквяних балок, а в зоні розташування самих балок стіна закінчується на 0,3 м нижче рівня їхньої верхньої грані. Ці проміжки необхідні для компенсації прогинів і зручності ведення кранового монтажу покрівлі.

Зважаючи на використання залізобетонного остова, для стін обрано самонесучі залізобетонні панелі, типорозміри яких строго підпорядковані будівельному укрупненому модулю 300 мм. Робоча висота рядових проміжних плит становить 1,2 та 1,8 м, тоді як для фінішних фризів, підкарнизних або парапетних елементів передбачені габарити 0,9 та 1,5 м. Висота стартового цокольного ярусу зафіксована на позначці 1,2 м, проте цей розмір може коригуватися у бік збільшення, якщо цього вимагає специфіка розташування зварювальних постів чи іншого великогабаритного обладнання біля стін.

У кутових зонах промислового корпусу, а також у створах деформаційних розрізів (по осях «10» та «К»), де тримальні колони мають нормативний зсув від поперечних осей на 500 мм, дефіцит простору перекривається монтажем подовжених кутових панелей або спеціальних вставок-добірників. На торцевих ділянках прольотів стіновий настил фіксується до додатково змонтованих стійок торцевого фахверка, що гарантує загальну просторову стійкість і опірність огороження вітровим навантаженням.

Особлива увага в проєкті ЗЗЦ приділена ізоляційній надійності міжпанельних стиків. Величина горизонтальних швів закладена рівною 15 мм, тоді як вертикальні зазори між 6-метровими плитами становлять 20–30 мм. Оскільки в процесі експлуатації зварювального корпусу стіни піддаються коливанням температур та усадочним процесам, матеріали заповнення стиків підібрані з високими показниками еластичності, гідрофобності та стійкості до ультрафіолету. Для бездоганної ізоляції швів впроваджуються пружні профільні джгути («герніт» або «пороізол»), які ззовні перекриваються шаром вологостійких герметизуючих мастик. Цей комплекс створює довговічний демпферний бар'єр проти продування та промерзання стін.

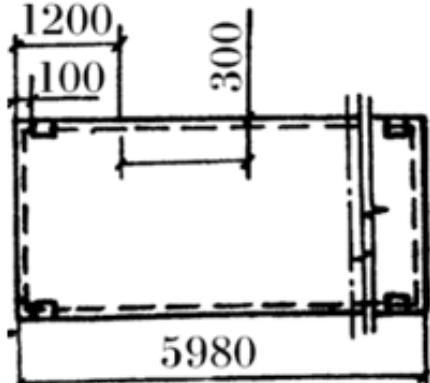
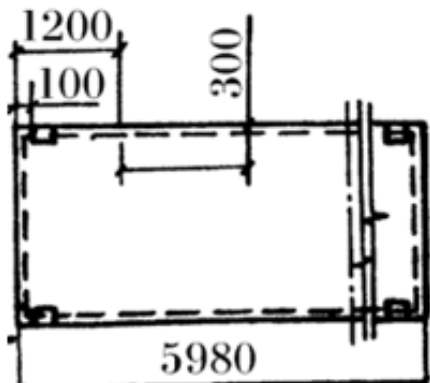
Захисний периметр будівлі сформований у вигляді самонесучої панельної системи з одношарових легкобетонних елементів завтовшки 200 мм (таблиця 9). Такий вибір товщини забезпечує відмінний теплозахист зварювальних дільниць за високих темпів швидкісного індустріального монтажу. Сполучення стінового огороження із залізобетонними колонами каркаса виконується рухомим — через зчепи з двох сталевих кутиків профілем 125×16 мм ($L = 100$ мм). Вони приварюються до суміщених закладних деталей колони й стіни за допомогою гнучких пластинчастих анкерів. Цей тип

вузла надійно тримає масу стіни, але дозволяє остову безпечно сприймати вібраційні імпульси від мостових кранів без появи тріщин на фасаді.

Стінові блоки постачаються на об'єкт з максимальним рівнем заводської підготовки. Обидва боки панелі (зовнішній і внутрішній) захищені інтегрованими фактурними шарами з цементно-піщаної суміші товщиною по 20 мм. Це виключає потребу в капітальному штукатуренні стін безпосередньо на майданчику, значно здешевлюючи оздоблювальний етап.

У створах технологічних прорізів, де монтуються ворота для вивезення металоконструкцій та двері для персоналу, великопанельна структура переривається штучною кам'яною кладкою. Локальні ділянки стін навколо рам зводяться з повнотілої цегли марки М100 на будівельному розчині М50. Загальна товщина цегляних вставок становить 380 мм (у півтори цегли), що гарантує високу статичну стійкість і міцність огороження в зонах інтенсивних механічних та ударних впливів від транспорту.

Таблиця 9 – Стінове огороження

Марка	Ескіз	Довжина, мм	Розміри, мм
1	2	3	4
Окрема залізобетонна будівля			
ПС6-1...7		6000	1800 x 200
Залізобетонна будівля			
ПС6-1...7		6000	1800 x 200

5.9 Вікна

Природна інсоляція виробничих прольотів збирально-зварювального цеху та формування естетичного вигляду його фасадів покладається на світлопрозорі конструкції стін. Залежно від нормативних вимог до освітленості зварювальних постів і складальних стапелів, скління виконується у вигляді дискретних віконних блоків або суцільних стрічкових вітражів (рис.

2), які дозволяють гнучко регулювати рівень природного світлового потоку в цеху.

Великі вертикальні габарити корпусів ЗЗЦ та наявність усередині важкого кранового господарства зумовлюють розкладку світлових прорізів у кілька ярусів за висотою (переважно у два або три рівні). Багоярусне засклення ефективно вирішує проблему затінення центральних зон прольотів та вирівнює рівень освітленості робочих місць. Для заповнення прорізів застосовують індустріальні металеві віконні модулі або великорозмірні сталеві панелі, здатні тривалий час чинити опір експлуатаційним навантаженням та вібраціям від мостових кранів.

Жорсткість світлопрозорих конструкцій гарантується внутрішнім металевим каркасом, який складається з вертикальних імпостів, змонтованих з кроком 1,5 або 2,0 м. Ці стійки з'єднуються за допомогою монтажного зварювання із закладними деталями залізобетонних панелей-перемичок стінового огороження. До імпостів за допомогою нарізних болтових з'єднань фіксуються стулкові рами глухого типу, а також поворотні чи відкидні фрамуги (із бічним, верхнім чи нижнім шарнірним підвісом), призначені для природного провітрювання зварювального корпусу. Для захисту від капілярної вологи та затікання дощової води, над рухомими фрамугами передбачено встановлення профільованих металевих козирків (відливів).

Для інтеграції у фіксовану 6-метрову сітку колон каркаса використовуються уніфіковані сталеві віконні панелі з номінальними габаритами 6×1,2 м та 6×1,8 м. За загальної висоти віконного поля, що не перевищує 20 м, блоки монтується вертикальними колонами послідовно один на один із фіксацією між собою метизами М12. У зонах, де висота скління переходить межу 20 м, конструктивна схема підсилюється введенням горизонтальних ригелів із фасонного сталевого прокату, які беруть на себе масу вищерозташованого віконного масиву та тиск вітрового фронту. Листове скло заздалегідь окантовується еластичними гумовими ущільнювачами (профілями) і в глухих секціях монтується безпосередньо в металеву обойму рами, що мінімізує передачу структурного шуму та забезпечує повну герметичність заповнення.

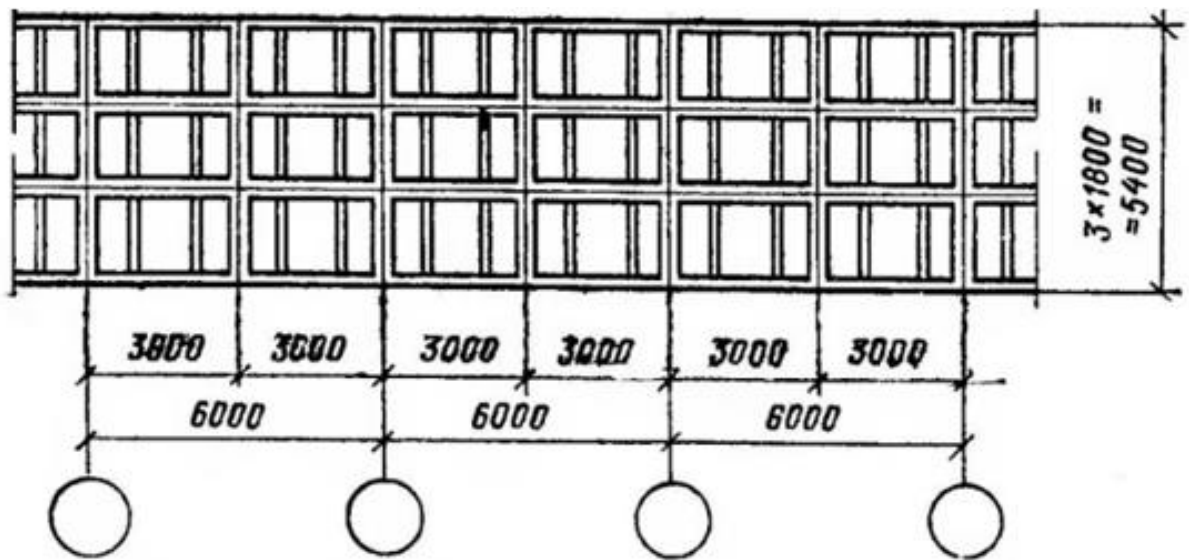


Рис.2

5.10 Ворота

Транспортний доступ і переміщення великовантажних автомобілів, що доставляють довгомірний прокат та вивозять готові металовироби, забезпечуються влаштуванням двостулкових розпашних воріт. Для безперешкодного маневрування та проїзду безрейкових транспортних засобів різної тонажності габарити технологічного прорізу зафіксовані на уніфікованих відмітках 3,6×4,2 м (рис. 3), що повністю відповідає нормативним параметрам для великогабаритного зварювального виробництва.

Головним тримальним елементом в'їзного вузла є металева П-подібна обв'язувальна рама, зібрана з верхнього поперечного ригеля та двох опорних вертикальних стійок. Вертикальні стійки монтуються безпосередньо на капітальний монолітний бетонний підземний блок і жорстко фіксуються в проєктному положенні групою розрахункових анкерних болтів, що виключає перекоси конструкції при частих циклах відкривання. Обойма рами винесена на зовнішню площину стінового огородження, завдяки чому вивільняється корисна внутрішня площа збирального прольоту і спрощується розвантаження транспорту кранами.

З метою енергозбереження, мінімізації протягів та утримання стабільного мікроклімату на зварювальних ділянках, повне розчинення масивних стулок воріт для переміщення людей є неефективним. З огляду на це, в полотно однієї зі стулок інтегрована автономна пішохідна хвіртка з притискним механізмом. Це ізолює людські потоки, забезпечуючи швидкий та безпечний доступ персоналу ЗЗЦ до робочих місць.

Інженерне впорядкування прибрамної зони розраховане на постійні колісні навантаження. Зі сторони вулиці перед прорізом влаштовується монолітний бетонний пандус із шорсткою зносостійкою поверхнею та похилим профілем. Його геометрія нівелює висотний перепад між

планувальним рівнем землі підприємства та нульовою лінією чистої підлоги цеху, гарантуючи плавний та безпечний рух транспорту у будь-яку пору року.

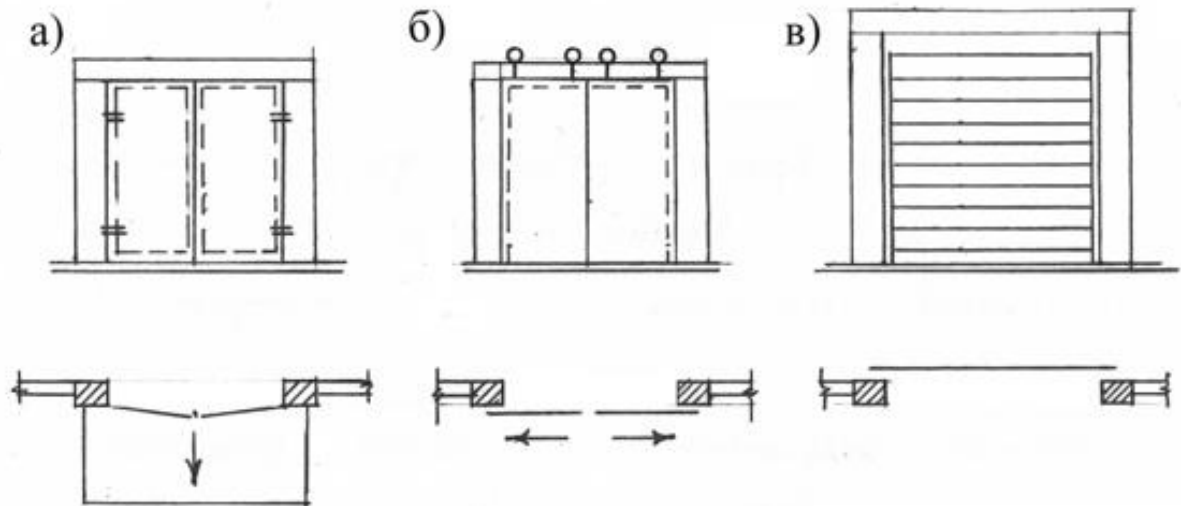


Рис.3 – Види воріт: а) розпаяні; б) розсувні в) підйомні

5.11 Покрівля та система водовідводу

Влаштування покрівлі над обома корпусами збирально-зварювального цеху передбачено за схемою суміщеного невентильованого покриття із рулонним гідроізоляційним настилом (рис. 4). Верхній захисний бар'єр формується шляхом послідовного наплавлення двох шарів рулонної бітумно-полімерної мембрани. Зовнішній шар покрівлі захищений капітальною броньованою засипкою з дрібнофракційного очищеного гравію, який рівномірно втоплюється в шар розігрітої в'язучої бітумної мастики. Ця багатошарова структура надійно протидіє кліматичним чинникам та температурним коливанням.

На підготовчу вирівняну площину збірних залізобетонних плит покриття попередньо наноситься суцільна пароізоляційна мембрана з одного шару ізоляційного рулонного матеріалу на мастичній основі. Її призначення — повне блокування дифузії внутрішніх водяних парів, що утворюються під час виробничих процесів у ЗЗЦ, у товщу покрівельних шарів.

Особливому контролю підлягають вузли вертикальних спряжень покрівельного килима із парапетними стінами та деформаційними розрізами. У цих зонах основна гідроізоляція підсилюється настилом трьох допоміжних шарів рулонного матеріалу, які розкочуються з взаємним нахлестом полотен у межах 100–150 мм. Усі додаткові шари піднімаються по вертикальних площинах огородження на висоту не менше ніж 250 мм. Фіксація цього пирога до залізобетонних стінових панелей здійснюється механічним способом — металевими дюбелями з інтервалом 600 мм через притискну сталеву полосу профілем 40×4 мм. Для захисту вузла від стікання дощової води зверху монтується захисний фартух із профільованої оцинкованої сталі, а фінішна

лінія стику по всьому периметру ретельно герметизується еластичними атмосферостійкими мастиками.

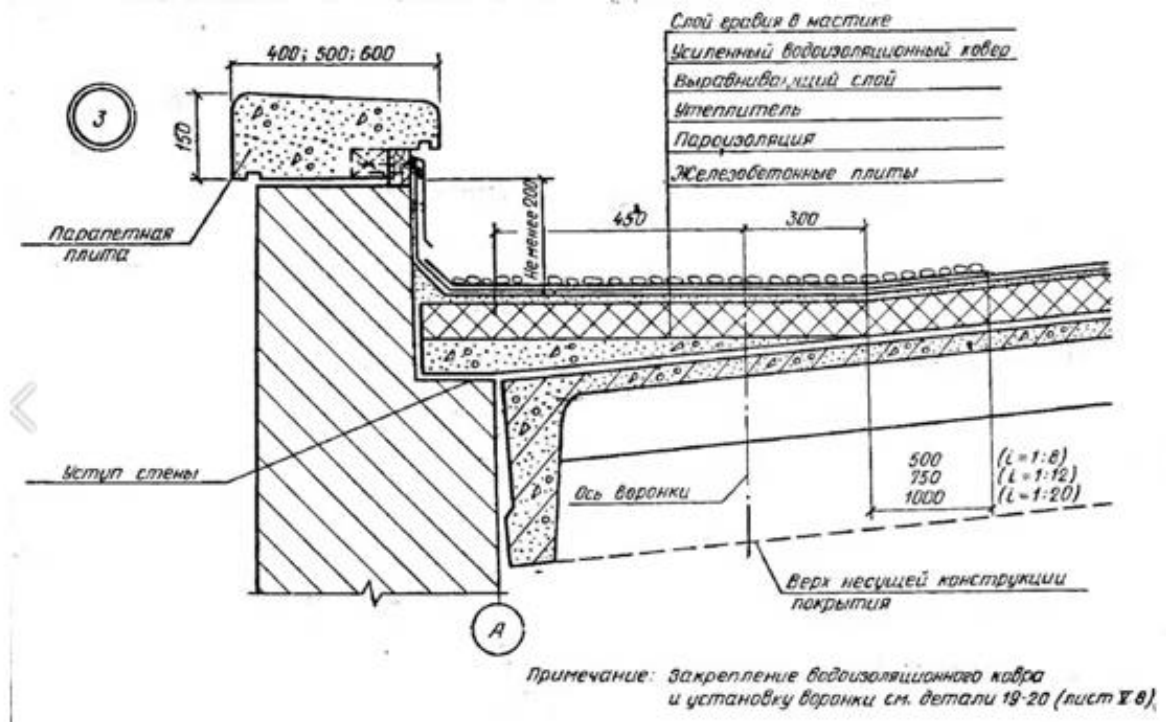


Рис. 4 – Фрагмент покрівлі: 1. наплавлений рубероїд 15мм; 2. цементний розчин 40мм; 3. ефективний утеплювач 120мм; 4. пароізоляція обмазна 5мм; 5. залізобетонна плита 300мм.

Утилізація атмосферних опадів з покрівельного простору корпусів ЗЗЦ реалізується шляхом улаштування внутрішньої організованої водостічної системи, яка є оптимальною для багатопролітних промислових об'єктів великої площі (рис. 5). Спеціалізовані водоприймальні лійки монтують у геометрично занижених точках покрівельного килима — уздовж ліній ендов. Щоб гарантувати швидке та безперешкодне відведення зливних і талих вод без утворення застоїв, максимальний поздовжній інтервал між суміжними лійками обмежений відстанню 44–48 метрів.

Просторова посадка водоприймальних пристроїв у дискові покриття чітко підпорядкована загальній координаційній сітці споруди. Вузли встановлення лійок закладені із фіксованими ексцентриситетами: зміщення від поздовжніх координаційних осей становить 450 мм, а від поперечних осей — 500 мм. Така сувора прив'язка дозволяє безперешкодно пропустити вертикальні стояки водостічних мереж крізь плити покриття без порушення цілісності тримального залізобетонного каркаса будівлі цеху.

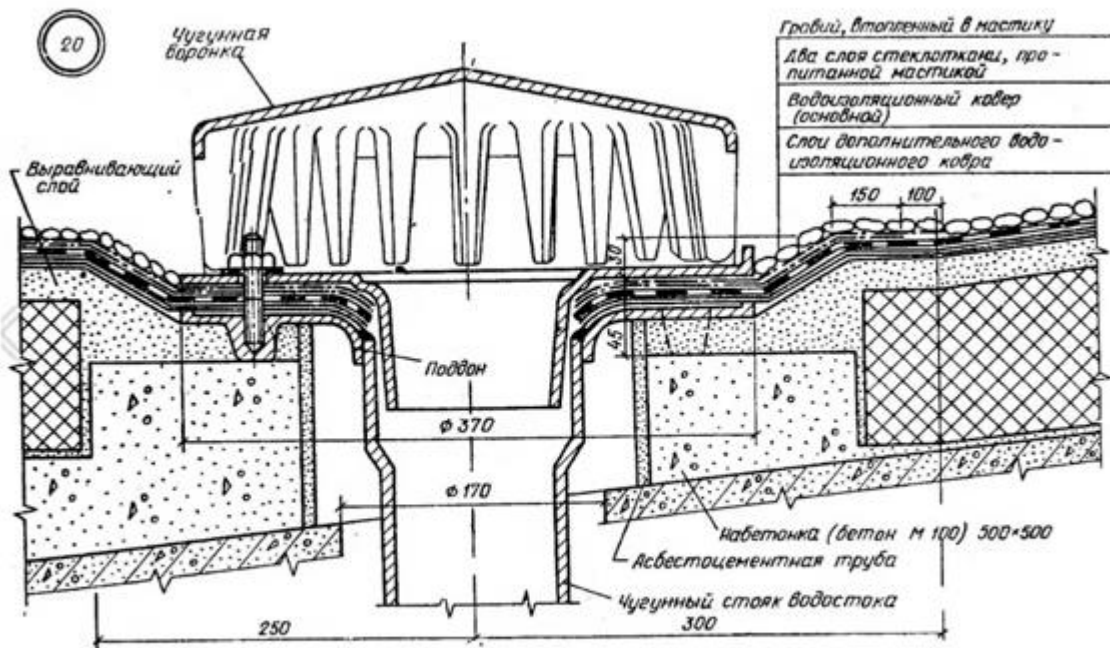


Рис. 5 – чавунна воронка.

5.12 Ліхтарі

Аераційні надбудови покрівлі є критично важливим елементом інженерного забезпечення збирально-зварювального цеху, оскільки вони одночасно вирішують завдання глибокої інсоляції та видалення зварювальних аерозолів і газів із робочої зони. Залежно від функціонального навантаження ці конструкції класифікують на інсоляційні (світлові), вентиляційні (аераційні) або комбіновані (світлоаераційні). Конкретні параметри ліхтарних ліній підбираються на основі тепло- та газовиділення від зварювальних постів, а також з урахуванням кліматичної карти району забудови (рис. 6).

Проектом ЗЗЦ передбачено монтаж двоярядних світлоаераційних ліхтарів із базовим поперечним габаритом 6 м. Вертикальне стрічкове заклення фрамуг має висоту 1750 мм. Для організації інтенсивного регульованого повітрообміну стулки ліхтарів інтегровані з автоматизованою системою електроприводів, яка забезпечує дистанційне відкривання віконних блоків на кут до 70° від вертикальної осі. Це створює потужну природну тягу для евакуації відпрацьованого повітря.

Продовжні нитки ліхтарів орієнтують строго вздовж прольотів виробничого корпусу, що оптимізує геометрію верхнього ярусу каркаса. Керуючись вимогами пожежної безпеки промислових об'єктів та зручністю обслуговування механізмів, безперервна довжина однієї ліхтарної секції обмежена межею 84 м. За потреби збільшення світлоаераційного фронту надбудови розділяють технологічними проміжками, величина яких дорівнює або є кратною 6-метровому кроку кроквяних балок. З аналогічних безпекових

міркувань ліхтарні лінії не доводять до приторцевих стін будівлі на відстань 6 м.

Поперечні розміри ліхтарів жорстко прив'язані до величини прольотів: секції завширшки 6 м орієнтовані на 12- та 18-метрові відсіки, тоді як прольоти завдовжки 24 м обладнуються ширшими 12-метровими надбудовами. Основу просторового остова ліхтаря утворюють поперечні сталеві рами (шпангоути), зв'язані в єдиний блок системою поздовжніх зв'язків, прогонів під скління, бортових панелей та крокви. Конструкція покрівельного покриття над ліхтарями повністю повторює структуру основного пирога будівлі цеху, що забезпечує монолітність, вологонепроникність та однорідність експлуатаційних параметрів усього даху.

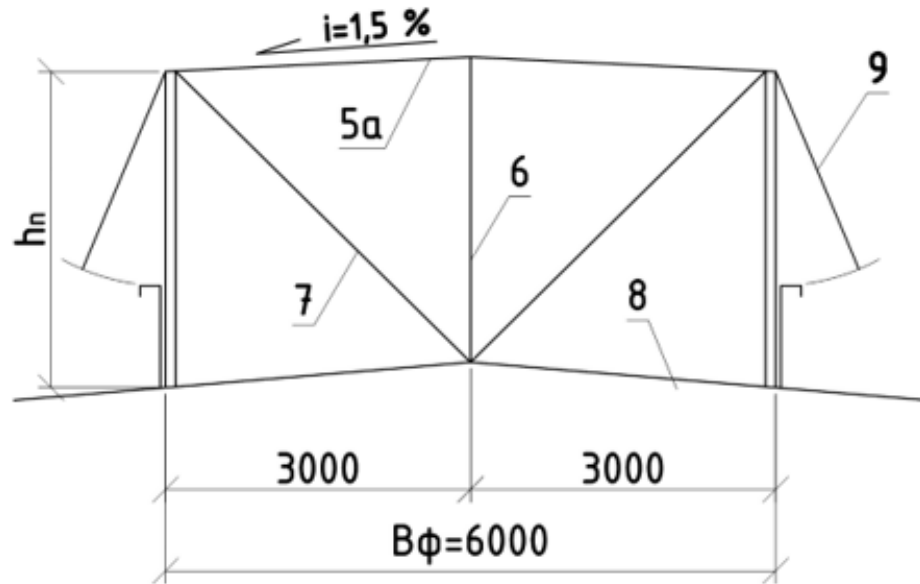


Рис.6 – світло аераційний шириною 6м.

5a – ригель із двох швелерів; 6 – стійка із двох куточків; 7 – розкіс із двох куточків; 8 – верх несучої конструкції покриття; 9 – засклена палітурка ліхтаря (рис.7).

У випадках, коли надпокрівельна світлоаераційна система має трикутну, пірамідальну, купольну або трапецієподібну геометрію, її відносять до категорії zenітних ліхтарів. За просторовою схемою компонування на даху збирально-зварювального корпусу такі конструкції монтуються або у формі дискретних (точкових) ліхтарних блоків, або у вигляді протяжних безперервних світлових стрічок, інтегрованих у площину покрівлі за розрахунковою сіткою.

Головними експлуатаційними перевагами zenітних ліхтарів, порівняно з традиційними масивними П-подібними надбудовами, є значно вищий коефіцієнт природної освітленості (КПО), мінімальна власна вага, що розвантажує тримальний залізобетонний каркас цеху, конструктивна лаконічність та низька кошторисна вартість.

Як світлопрозоре наповнення в zenітних системах використовують сучасні ударостійкі матеріали. Найбільш поширеними у промисловому

будівництві є герметичні багатокамерні склопакети, армоване або профільне скло, а також легкі полімерні сполуки (листовий полікарбонат, акрилове органічне скло та модифіковані склопластики), які стійкі до вібраційних та температурних навантажень зварювального виробництва.

Технологія монтажу zenітних світлових комплексів передбачає використання спеціальних залізобетонних плит покриття з заздалегідь відформованими прорізами, розміри яких точно відповідають габаритам світлового проходу. На ці отвори встановлюють тримальні опорні стакани, виготовлені із листового сталевого прокату завтовшки 2–3 мм і захищені шаром ефективної мінераловатної або пінополістирольної теплоізоляції. Вертикальний габарит опорних металевих стаканів підбирається з розрахунком того, щоб нижній край світлопрозорого наповнення піднімався над фінішною лінією гравійної засипки покрівлі щонайменше на 300 мм, що виключає затікання талої води та занесення ліхтарів снігом.

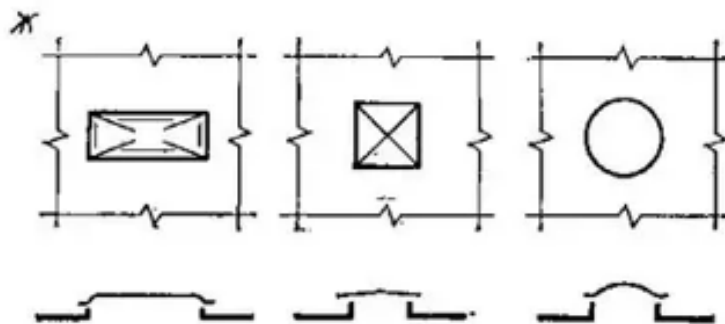


Рис.7 – zenітні ліхтарі прямокутної, квадратної та круглої форми.

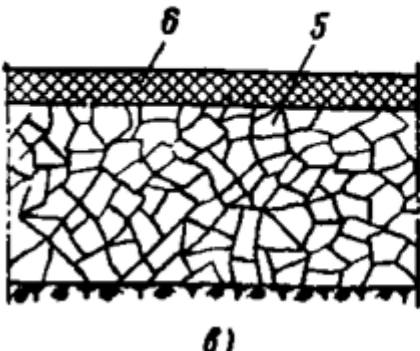
5.13 Підлоги

Проектування та розрахунок конструктивних параметрів підлогових покриттів базуються на комплексному аналізі специфіки заготівельно-зварювального виробництва. Ключовою метою є формування зносостійкого, термічно та механічно міцного індустріального настилу, здатного тривалий час без деструкції витримувати значні динамічні й точкові статичні навантаження від важких складальних стапелів, колісних автотранспортувачів, а також термічний вплив від розжарених бризок металу та зварювальної дуги.

У розрізі вертикального профілю кожна підлогова конструкція є багатокомпонентною системою, яка об'єднує фінішний (робочий) шар, тримальну підстильну основу, сполучний прошарок, вирівнювальний залізобетонний шар (стяжку), гідроізоляційні мембрани та природний чи ущільнений ґрунтовий базис.

Конструктивні модифікації підлог диференційовані за зонами корпусу ЗЗЦ з огляду на експлуатаційний профіль кожної ділянки (ділянки механізованого зварювання, зони складування металопрокату, лабораторії контролю якості та службово-побутові приміщення). Вичерпні відомості щодо пошарової структури, специфікації матеріалів і точних геометричних товщин

для кожного типу приміщень систематизовані в таблиці експлікації підлог (табл. 10) та деталізовані у графічній частині проєкту.

Схема підлоги або, тип підлоги за серією	Дані елементів підлоги (назва, товщина, основа тощо), мм	Площа, м ²
	Асфальтобетон - 40 Бетонна підготовка - 100 Щебінь - 100 Грунт ущільнений	3744

5.14 Опорядження будівлі

Технологія фасадних робіт на об'єкті мінімізована завдяки застосуванню стінових елементів високого ступеня фабричної підготовки. Залізобетонні захисні панелі інтегруються в контур будівлі ЗЗЦ із заздалегідь нанесеним у заводських умовах лицьовим фактурним шаром із щільного цементного розчину завтовшки 20 мм. З огляду на це, зовнішні оздоблювальні процеси безпосередньо на майданчику зводяться до інженерної обробки стиків. Монтажні зазори проходять цикл комплексної гідроізоляції та заповнюються щільним цементно-піщаним складом, після чого застигли шви підлягають декоративному розшиванню для формування чіткої та естетичної геометрії фасаду промислового корпусу.

Внутрішнє інженерне опорядження робочих зон, зварювальних прольотів та складських ділянок підпорядковане специфіці зварювального процесу, який супроводжується виділенням дрібнодисперсного пилу та кіптяви. Для покриття поверхонь вертикальних залізобетонних колон, внутрішніх площин стін та міжпанельних стиків диска покриття (стелі) застосовується суцільне вапняне фарбування (побілка). Такий мінеральний фінішний шар відзначається високою паропроникністю, хімічною пасивністю та вираженими антисептичними властивостями. Крім того, світлий відтінок побілки підвищує коефіцієнт дифузного світловідбивання в цеху, суттєво покращуючи загальну освітленість на постах великовузлового збирання металоконструкцій.

6. Розрахунок природного освітлення

Вихідні дані для розрахунку:

глибина приміщення $B = 18\text{м}$;

висота приміщення $H = 19,9\text{м}$;

розряд зорових робіт – IV;

тип світлових прорізів – одинарні ліхтарі;

тип засклення – листове.

Площа засклення становить $S_{\text{в,реал.}} = 979,2\text{м}^2$; $S_{\text{л,реал.}} = 361,9\text{м}^2$;

Інтер'єр приміщення: стеля – біла, стіни – бежеві, підлога – сіро-коричнева.

Коефіцієнти відбиття поверхонь: $p_1 = 0,7$; $p_2 = 0,5$; $p_3 = 0,3$;

1. Визначення площі засклення

Площа світлових прорізів при боковому освітленні приміщень за формулою:

$$S_{\text{в}} = \frac{D_{\text{н}}}{100 \times m} \times \frac{K_{\text{з}} \times \eta_{\text{в}} \times K_{\text{буд}}}{\tau_0 \times r_1} \times S_{\text{п}};$$

$$S_{\text{в}} = \frac{1,5}{100 \times 1,05} \times \frac{1,3 \times 10,8 \times 1}{0,783 \times 1,05} = 632,3\text{м}^2;$$

- при верхньому освітленні приміщень за формулою:

$$S_{\text{л}} = \frac{D_{\text{н}}}{100 \times m} \times \frac{K_{\text{з}} \times \eta_{\text{л}}}{\tau_0 \times r_1 \times K_{\text{л}}} \times S_{\text{п}};$$

$$S_{\text{л}} = \frac{1,5}{100 \times 1,05} \times \frac{1,3 \times 7,8}{0,783 \times 1,15 \times 1,2} = 347,5\text{м}^2;$$

$S_{\text{п}} = 2592$ – площа підлоги цеху;

$D_{\text{н}} = 1,5$ – нормоване значення КПО, яке визначається за таблицями 5.1, 5.2 чи додатками Д, Ж, %;

$m = 1,05$ – коефіцієнт світлового клімату світлопрорізу, який визначається за таблицею М.1 і рисунком М.1;

$K_{\text{з}} = 1,3$ – коефіцієнт запасу, який приймається за таблицею 5.3;

$\eta_{\text{в}} = 10,8$; $\eta_{\text{л}} = 7,8$ – коефіцієнт, що враховує світлову активність вікон і ліхтарів, які визначаються за таблицями М.2, М.3 або М.4;

$K_n = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує тип ліхтаря, який визначається за таблицею М.5;

$K_{\text{буд}} = 1$ – коефіцієнт, що враховує затінювання вікон протилежними будинками, який визначається за таблицею М.6;

$r_1 = 1,05$; $r_2 = 1,15$ – коефіцієнти, що враховують підвищення КПО за рахунок світла, відбитого від внутрішніх поверхонь приміщення, які визначаються за таблицями М.7 або М.8;

τ_0 – загальний коефіцієнт світлопропускання, який визначається за формулою:

$$\tau_0 = \tau_1 \times \tau_2 \times \tau_3 \times \tau_4 \times \tau_5 = 0,783;$$

$\tau_1 = 0,87$ – коефіцієнт світлопропускання матеріалу, який визначається за таблицею М.9;

$\tau_2 = 1$ – коефіцієнт, що враховує втрати світла у рамах світлопрорізу;

$\tau_3 = 1$ – коефіцієнт, що враховує втрати світла у несучих конструкціях, який визначається за таблицею М.10 (при боковому освітленні $\tau_3 = 1$);

$\tau_4 = 1$ – коефіцієнт, що враховує втрати світла у сонцезахисних пристроях, який визначається за таблицею М.11 (при відсутності сонцезахисних пристроїв $\tau_4 = 1$);

$\tau_5 = 0,9$ – коефіцієнт, що враховує втрати світла у захисній сітці, яка встановлюється під ліхтарями; за її наявності $\tau_5 = 0,9$, інакше $\tau_5 = 1$.

Середній коефіцієнт відбиття:

$$p_{\text{ср}} = \frac{0,5p_1 + S_1 + p_2 + S_2 + p_3 + S_3}{S_1 + S_2 + S_3} = 0,4;$$

S_1 – площа стелі;

S_2 – площа стін;

S_3 – площа підлоги;

Перевірка достатності прийнятої площі засклення виконується шляхом порівняння розрахункового та фактично запроєктованого значення площі світлопрозорих конструкцій.

Розрахункова площа засклення визначається на підставі вимог забезпечення нормативного значення коефіцієнта природної освітленості з урахуванням світлотехнічних характеристик приміщення, геометричних параметрів будівлі та відповідних коефіцієнтів умов освітлення. Дане значення відображає мінімально необхідний рівень світлопропускання для забезпечення нормативних умов праці.

Фактично прийнята площа засклення встановлюється на основі конструктивних та архітектурних рішень проєкту та може бути прийнята з урахуванням уніфікації елементів огорожувальних конструкцій.

Умова перевірки має вигляд:

$$S_{\text{реальне}} \geq S_{\text{розрахункове}}$$

Виконання зазначеної нерівності означає, що прийнята в проєкті площа світлопрозорих конструкцій забезпечує не менший рівень природного освітлення, ніж передбачено розрахунком, і, відповідно, відповідає нормативним вимогам.

Таким чином, за умови виконання даної нерівності проектне рішення щодо площі засклення вважається коректним та таким, що забезпечує необхідні світлотехнічні умови експлуатації приміщення.

7. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни промислової будівлі

Вихідні дані:

1. Район будівництва: м. Суми.
2. Призначення будівлі: механічний цех з ремонту сільськогосподарських машин.
3. Конструкція стіни: бетонна стінова панель (залізобетонна) (рис. 8).

Розрахунок:

1. Район будівництва знаходиться в І-й температурній зоні.
2. Мінімально допустиме значення опору теплопередачі зовнішньої стіни визначимо після розрахунку її теплової інерції.
3. **Розрахункові значення температури й вологості повітря в приміщенні дорівнюють:**
 $t_e = 16\text{ }^{\circ}\text{C}$ та $\varphi_e = 55\%$ відповідно.
4. Вологісний режим – нормальний.
5. Зовнішня стіна експлуатується в нормальних експлуатаційних умовах (умови Б).
6. Обчислимо теплову інерцію огорожувальної конструкції. (5):

$$D = R_1 s_1 + R_2 s_2 + R_3 s_3 = 16,2 > 1,5.$$

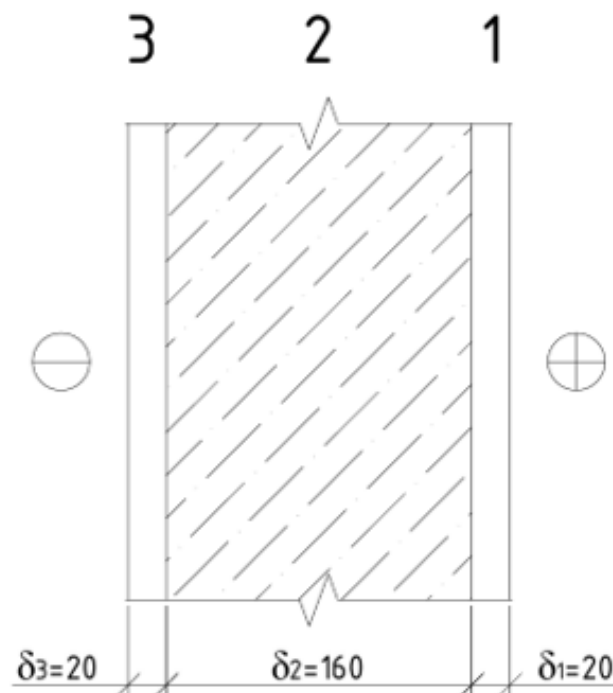


Рис.8 – Розрахункова схема зовнішньої стіни

Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів шарів стіни (табл.11)

№ шару	Найменування матеріалу	Густина, $\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Товщина шару, $\delta, \text{м}$	Розрахункові коефіцієнти		Термічний опір шару, $R = \frac{\delta}{\lambda}, \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}$
				Теплопровідність $\lambda, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \times \text{К}}$	Теплозасвоєння $S, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$	
1.	Фактурний шар, цементно піщаний розчин	1600	0,02	0,81	9,76	$\frac{0,02}{0,81} = 0,025$
2.	Залізобетон	2400	0,16	1,92	18,9	$\frac{0,16}{1,92} = 0,083$
3.	Фактурний шар, цементно піщаний розчин	1600	0,02	0,81	9,76	$\frac{0,02}{0,81} = 0,025$

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі конструкції стіни промислової будівлі визначається з урахуванням кліматичної (температурної) зони – у даному випадку першої, нормального вологісного режиму приміщень та теплової інерції огорожувальної конструкції DDD. За цих умов нормативне значення становить: $R_q = 1,7 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}$. Цей показник відображає необхідний рівень теплоізоляційних властивостей огорожувальної конструкції для забезпечення нормативного теплового захисту будівлі.

Опір теплопередачі огорожувальної конструкції $R_{\Sigma \text{пр}}$ розраховуємо :

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{1}{8,7} + 0,025 + 0,83 + 0,025 + \frac{1}{23} = 1,038 \left(\frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}} \right),$$

Оскільки $R_{\Sigma \text{пр}} = 1,38 \left(\frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}} \right) < R_{q \text{ min}} = 1,7 \left(\frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}} \right)$, то умова не виконується. Щоб підвищити опір теплопередачі стіни, передбачено влаштування зовнішнього шару теплоізоляції. Як утеплювач приймаються мінераловатні плити на синтетичному зв'язуючому з такими характеристиками: густина $\rho = 225 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, коефіцієнт теплопровідності $\lambda = 0,054 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \times \text{К}}$, коефіцієнт теплозасвоєння $S = 0,88 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$.

Товщину теплоізоляційного шару визначають за різницею між нормативним і фактичним опором теплопередачі з урахуванням теплопровідності матеріалу: $\delta = (R_{q\ min} - R_{\Sigma\ пр}) \times \lambda = (1,7 - 1,038) \times 0,054 = 0,035\text{м.}$ З урахуванням конструктивного запасу приймаємо товщину утеплювача $\delta = 0,04\text{м.}$

У результаті введення теплоізоляційного шару теплову інерцію огорожувальної конструкції збільшено до $D = 16,2$, що перевищує попередньо розраховане значення. Відповідно, мінімально допустимий опір теплопередачі залишається незмінним і становить: $R_q = 1,7 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}.$

Перевірка виконується шляхом розрахунку фактичного опору теплопередачі конструкції $R_{\Sigma\ пр}$ та його порівняння з нормативним значенням для даного типу огорожувальної конструкції.

$$R_{\Sigma\ пр} = \frac{1}{8,7} + 0,025 + 0,83 + 0,025 + \frac{1}{23} + \frac{0,04}{0,054} = 1,779 \left(\frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}} \right);$$

Оскільки $R_{\Sigma\ пр} = 1,779 \left(\frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}} \right) > R_{q\ min} = 1,7 \left(\frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}} \right)$, то умова (4) виконується.

1. Розрахунок плити 3 х 6 м

1.1 Вихідні данні

Клас бетону В35, бетон важкий($\rho = 2500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$)

$$R_{bt,ser} = 1.8 \text{ МПа} = 0.18 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$R_b = 15.5 \text{ МПа} = 1.55 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$R_{bt} = 1.1 \text{ МПа} = 0.11 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$E_b = 32500 \text{ МПа} = 3250 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

Коефіцієнт умов роботи $\gamma_{b2}=0.9$

З врахуванням γ_{b2} розрахункові опори:

$$R_b \cdot \gamma_{b2} = 1.8 \cdot 0.9 = 1.62 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$R_{bt} \cdot \gamma_{b2} = 0.11 \cdot 0.9 = 0.099 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

Напружувана арматура-стержнева термічно зміцнена класу Ат- IV.

$$R_{s,n} = 590 \text{ МПа} = 59 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$R_s = 510 \text{ МПа} = 51 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$E_s = 190000 \text{ МПа} = 19000 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

Натяг арматури виконують на упори механічним методом. Спуск натягу арматури виконують при міцності бетону:

$$R_{bp} = 0.7B = 0.7 \cdot 30 = 21 \text{ МПа} = 2.1 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} > 11 \text{ МПа} > 50\%B$$

Напруження для стержневої арматури приймаємо:

$$\sigma_{sp} = 0.95R_{s,ser} = 0.9 \cdot 59 = 53.1 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \text{ (для механічного способу на тяжіння арматури)}$$

Ненапружувана стержнева арматура класу А- III, $R_s = 365 \text{ МПа} = 36.5 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$ та дротова холоднотягнута періодичного профілю Вр-I діаметром 5мм, $R_s = 36 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$.

Поперечна арматура з арматурного дроту Вр-I діаметром 3мм, $R_{sw} = 27 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$.

Рибиста панель відноситься до III категорії вимог до тріщиностійкості конструкції.

$$\text{При Ат- IV} \begin{cases} [a_{\text{ср1}}] = 0,4 \text{ мм} \\ [a_{\text{ср2}}] = 0,3 \text{ мм} \end{cases}$$

Максимально допустимий прогин елементів покриття при прольотах

$$6 < l \leq 7.5 \Rightarrow [f] = 3 \text{ см}$$

Будівля будується в першому сніговому районі $S_n = 0,8 \text{ кН/м}^2$, та відноситься до II класу надійності за призначенням $\gamma_n = 0.95$.

1.2 Призначення розмірів плити

Номінальний розмір плити 3х6м. Конструктивний розмір: 2,98х5,97м. Товщина полиці $h_f = 25 \text{ мм}$. Висота панелі $h \geq 1/20 = 6000/20 = 300 \text{ мм}$.

Приймаємо $h = 300 \text{ мм}$. Попередньо призначаємо ширину середніх поперечних ребер: знизу-50мм, зверху-100мм. Висота середніх поперечних ребер-150мм. Висота торцевих поперечних

ребер - 200 мм.

Ширина прокольних ребер: знизу-75мм, зверху-105мм. Приведена ширина повздовжнього

ребра - 80мм, а двох-160мм.

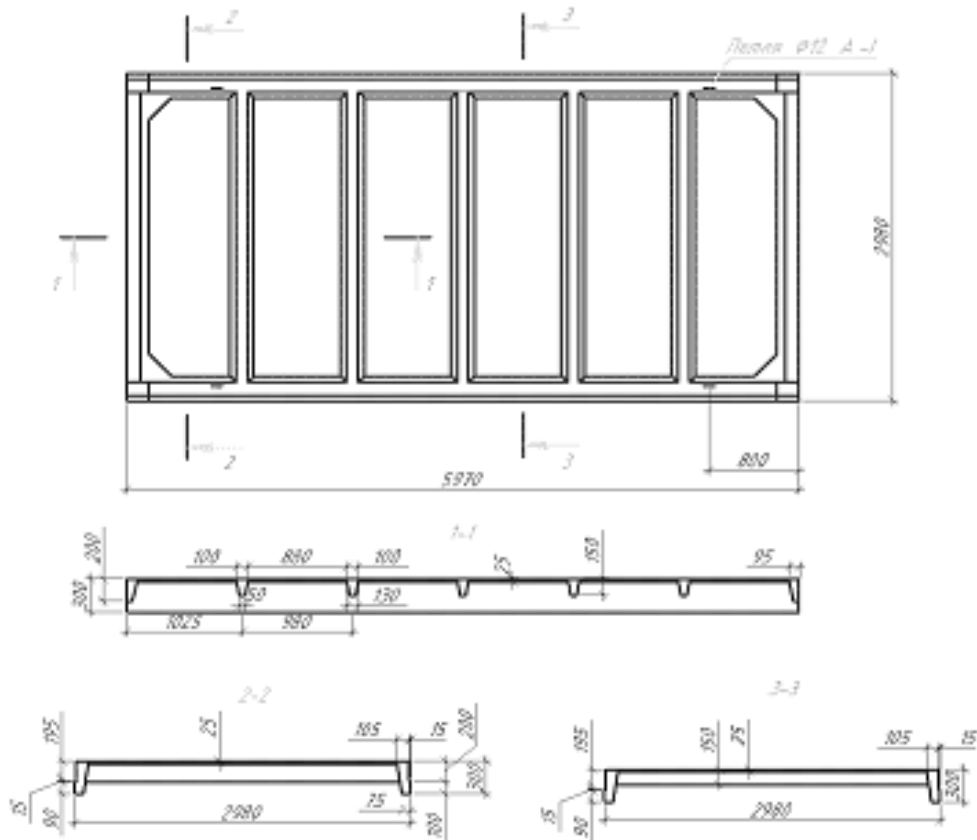


Рис. 1. Опалубочне креслення ребристої панелі 3х6 м

Таблиця навантажень			
Вид навантаження	Характеристичне кН/м ²	Коеф надійності за навантаженням γ_f	Граничне кН/м ²
Постійне			
трьохшаровий рубероїдний килим на мастиці	0,15	1,2	0,18
цементна стяжка 2см 0,02 * 20	0,4	1,3	0,52
утеплювач - пінобетонні плити 12 см	0,6	1,2	0,72
пароізоляція-два шари пергаменту на мастиці	0,1	1,2	0,12
ребриста панель з приведеною товщиною 5,3см	1,33	1,1	1,46
Σ	2,58		3
Змінне			
Тимчасове від снігу довготривале (30%)	0,24	1,04	0,25
Короткочасне від снігу	0,56	1,04	0,58
Від пилу	0,2	1,2	0,24
$P_n =$	3,58	$P =$	4,07

1.3 Розрахунок полиці

Розрахункове навантаження на 1м² полиці:

- Постійне:

$$\text{Від ваги покриття: } g_1 = 0,18 + 0,52 + 0,72 + 0,12 = 1,54 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

Від ваги полиці панелі товщиною 2,5см($\rho=25\text{Н/м}^3$):

$$g_2 = \delta \cdot \rho \cdot \gamma_f = 0,025 \cdot 25 \cdot 1,1 = 0,69 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

$$\text{Снігове навантаження та пилове: } S = 0,25 + 0,58 + 0,24 = 1,07 \frac{\kappa H}{\text{м}^2}$$

- Повне:

$$P_1 = g_1 + g_2 + S = 1,54 + 0,69 + 1,07 = 3,3 \kappa H / \text{м}^2$$

В розрахунку згинального моменту в полиці, розглядаємо її як багатопролітну нерозрізну балку та враховуємо перерозподіл зусиль, викликаний пластичними деформаціями. Крім того, враховуємо коефіцієнт надійності $\gamma_n = 0,95$ згідно з призначенням будівлі:

$$M = \frac{P_1 \cdot l_0^2 \cdot \gamma_n}{11} = \frac{3,3 \cdot 0,88^2 \cdot 0,95}{11} = 0,221 \kappa H \text{м} = 22,1 \kappa H \cdot \text{см}$$

l_0 – відстань між поперечними ребрами в проясненні.

Корисна товщина полки плити:

$$h_0 = h - a = \frac{h_f'}{2} = \frac{2,5}{2} = 1,25 \text{ см}$$

Знаходимо α_m при $b = 100 \text{ см}$:

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{22,1}{1,95 \cdot 0,9 \cdot 100 \cdot 1,25^2} = 0,091 \Rightarrow \zeta = 0,950$$

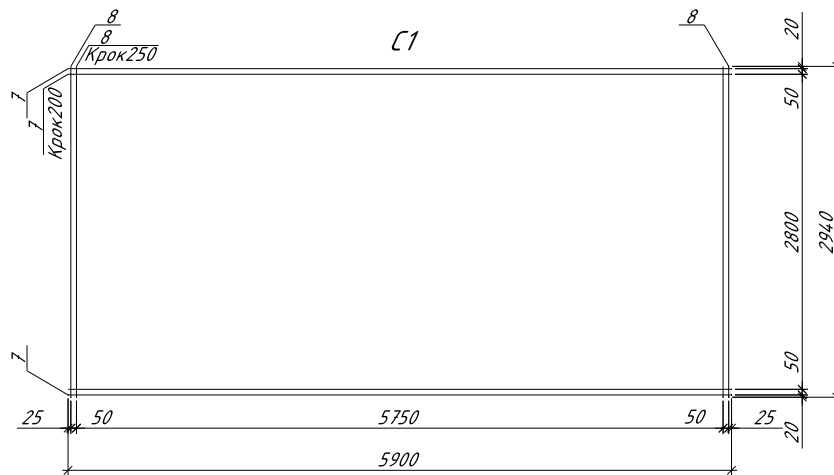
Площа перерізу арматури Вр-I на полюс 1м:

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h_0} = \frac{22,1}{36 \cdot 0,950 \cdot 1,25} = 0,5 \text{ см}^2$$

Приймаємо сітку **C1** (рис. 2):

$$\frac{4Bp - I - (x200) + 100}{4Bp - I - (x250) + 100} \cdot 2940 \cdot 5900 \cdot \frac{C1}{20} \quad [2, \text{додаток 6}]$$

З площею перерізу поздовжньої арматури на 1 м при кроці стержнів 200 мм $A_s = 4 \cdot 0,126 = 0,504 \text{ см}^2$, де 0,126 - площа перетину стержня діаметром 4 мм.



1.4 Розрахунок поперечних ребер

Ребра запроектовані з кроком $l_1=98$ см і розраховуються як балки таврового перерізу з защемленою опорою.

Постійне навантаження з урахуванням ваги 1м ребра:

$$g = (g_1 + g_2)l_1 + g_3\gamma_f = (1,54 + 0,69) \cdot 0,98 + \left(\frac{0,1 + 0,05}{2}\right)(0,15 - 0,025) \cdot 25 \cdot 1,1 = 2,45 \text{ кН} / \text{м}^2$$

$$\text{Снігове навантаження та від пилу: } S = 1,04 \cdot 0,98 = 1,02 \text{ кН} / \text{м}^2$$

$$\text{Повне навантаження: } p_2 = g + S + d = 2,45 + 1,02 + 0,24 = 3,71 \text{ кН} / \text{м}^2$$

Згинальні моменти у прольоті та на опорі:

$$M = \frac{p_2 l_0^2 \gamma_n}{16} = \frac{3,71 \cdot 2,9^2 \cdot 0,95}{16} = 1,85 \text{ кН} \cdot \text{м} = 185 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

$$l_0 = 2980 - \frac{80}{2} - \frac{80}{2} = 2900 \text{ мм}$$

Поперечна сила:

$$Q = \frac{p_2 l_0 \gamma_n}{2} = \frac{3,71 \cdot 2,9 \cdot 0,95}{2} = 5,11 \text{ кН}$$

Корисна висота ребра $h_0=h-a=15-2,5=12,5$ см. Розрахунковий переріз поперечного ребра-тавровий з полицею в стиснутій зоні:

$$b'_f = 98 \text{ см} < b_p + 2(l / 6) = 10 + 2(290 / 6) = 106,7 \text{ см}$$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \gamma_{b2} b \cdot h_0^2} = \frac{185}{1.95 \cdot 0.9 \cdot 98 \cdot 12,5^2} = 0,008$$

$$\eta = 0,995$$

$$\xi = 0,01$$

уточняєм:

$$x = \xi \cdot h_0 = 0,01 \cdot 12,5 = 0,13 \text{ см} < h'_f = 2,5 \text{ см}$$

Нейтральна вісь проходить в межах полиці. Потрібна площа перерізу арматури (робочої)
А- III:

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{185}{36,5 \cdot 0,995 \cdot 12,5} = 0,41 \text{ см}^2$$

Приймаємо 1 стержень діаметром 8 А- III, $A_s = 0,503 \text{ см}^2$.

Так як опорні та прольотні моменти рівні, то верхній стержень КР2 приймаємо як і нижній:

1 стержень **Ø 8 А- III**, $A_s = 0,503 \text{ см}^2$.

Перевіримо несучу здатність перерізу ребра на поперечну силу з умови роботи бетону на розтяг:

$$0,6 R_{bt} \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0 = 0,6 \cdot 0,11 \cdot 0,9 \cdot \frac{5+10}{2} \cdot 12,5 = 6,19 \text{ кН} > Q = 5,11 \text{ кН}$$

Отже розрахунок поперечної арматури не потрібен. Встановлюємо конструктивно поперечні стержні **Ø 3 Вр-I** з кроком 150 мм.

1.5 Розрахунок повздовжніх ребер

Розрахунковий проліт панелі при ширині опори 10 см.

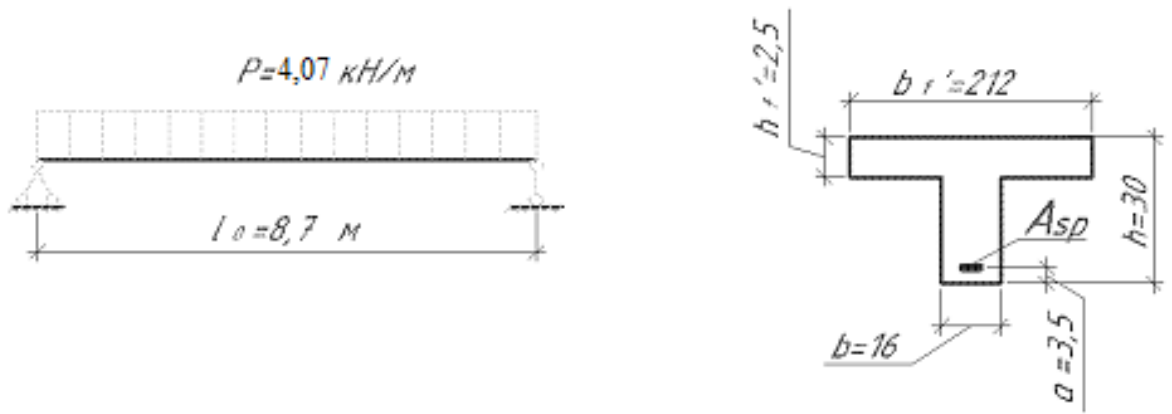
$$l_0 = l - 2 \frac{10}{2} = 587 \text{ см}$$

Повне розрахункове навантаження (див. табл 1): $p = 4,07 \text{ кН/м}^2$

Приведена ширина двох повздовжніх ребер $b = 16 \text{ см}$.

$$\text{Розрахункова ширина полиці таврового перерізу: } b'_f = \frac{l_0}{6} \cdot 2 + b = \frac{587}{6} \cdot 2 + 16 = 212 \text{ см}$$

Максимальний згинальний момент:



$$M = \frac{p \cdot l_0^2 \cdot b_n \gamma_n}{8} = \frac{4.07 \cdot 5.87^2 \cdot 3 \cdot 0.95}{8} = 49.96 \text{ кН} \cdot \text{м} = 4996 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

b_n -номінальна ширина панелі.

Робоча висота ребра: $h_0 = h - a = 30 - 3.5 = 26.5 \text{ см}$

Розраховуємо випадок таврового перерізу:

$$M \leq R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b_f' \cdot h_f' \cdot (h_0 - 0.5h_f')$$

$$M = 4996 \text{ кН} \cdot \text{см} < 1.55 \cdot 0.9 \cdot 212 \cdot 2.5 (26.5 - 0.5 \cdot 2.5) = 20742 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

Отже умова забезпечується.

Нейтральна лінія проходить в межах полиці, тобто $x < h_f'$.

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b_f' \cdot h_0^2} = \frac{5400}{1.55 \cdot 0.9 \cdot 212 \cdot 26.5^2} = 0.022$$

$$\xi = 0.023; \gamma_{s6} = 1.2$$

Необхідна площа перерізу арматурою арматури класу Ат-IV ($=51 \text{ кН/см}^2$) при $\gamma_{s6} = \eta = 1.2$:

$$A_{sp} = \frac{\xi \cdot b_f' \cdot h_0 \cdot R_b \cdot \gamma_{b2}}{\gamma_{s6} \cdot R_s} = \frac{0.023 \cdot 212 \cdot 26.5 \cdot 1.55 \cdot 0.9}{1.2 \cdot 51} = 3.27 \text{ см}^2$$

Приймаємо **2 Ø 16 Ат-IV**, $A_s = 4.02 \text{ см}^2$ і розміщуємо по одному стержню в кожному ребрі.

$$\text{Коефіцієнт армування: } \mu = \frac{A_{sp}}{b \cdot h_0} = \frac{4.02}{16 \cdot 26.5} = 0.0095$$

$$\text{Процент армування: } \mu\% = \mu \cdot 100 = 0.95\% > 0.05\%$$

Розрахунок міцності по перерізам, нахиленим до повздовжньої вісі.

Поперечна сила в опорних перерізах повздовжніх ребер:

$$Q = 0,5 \cdot b_n \cdot p \cdot l_0 \cdot \gamma_n = 0,5 \cdot 3 \cdot 4,07 \cdot 5,87 \cdot 0,95 = 34,04 \text{ кН}$$

Вплив зв'язів стиснутої полиці:

$$\varphi_f = \frac{0,75(3h'_f)h'_f}{b \cdot h_0} = \frac{0,75 \cdot 3 \cdot 2,5 \cdot 2,5}{16 \cdot 26,5} = 0,03 < 0,5$$

$$B = \varphi_{b2}(1 + \varphi_f)R_{bt} \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2 = 2(1 + 0,03) \cdot 0,11 \cdot 0,9 \cdot 16 \cdot 26,5^2 = 2546,1 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

В розрахунковому нахиленому перерізі:

$$Q_b = Q_{sw} = Q / 2, \text{ тоді } c = \frac{B}{0,5 \cdot Q} = \frac{2546,1}{0,5 \cdot 34,04} = 149,6 \text{ см} > 2h_0 = 2 \cdot 26,5 = 53 \text{ см}$$

Приймаємо $c=53$ см, тоді

$$Q_b = \frac{B}{c} = \frac{2546,1}{53} = 48,04 \text{ кН} > Q = 34,04 \text{ кН},$$

тобто поперечна арматура за розрахунком не потрібна.

При $h \leq 450$ мм на при опорних ділянках повздовжніх ребер, рівних $\frac{1}{4}$ прольоту, поперечні стержні встановлюємо конструктивно $\emptyset 3$ Вр-I з кроком

$$s_1 = h / 2 = 30 / 2 = 15 \text{ см}. (s_1 \leq 15 \text{ см}). \text{ На іншій частині прольоту: } s_2 = \frac{3}{4}h = \frac{3}{4}30 = 22,5 \text{ см}.$$

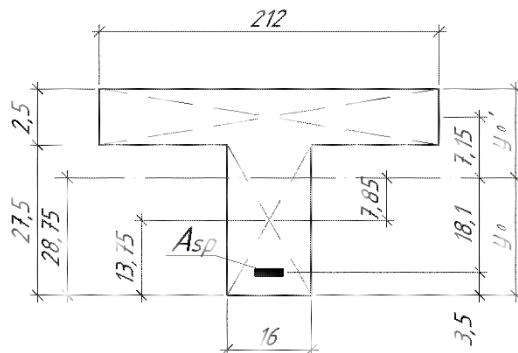
Приймаємо $s_1=15$ см, $s_2=20$ см. (де s_1 та s_2 приймаються кратні 5 см в бік зменшення)

Поперечні стержні з'єднуємо у каркас **КР1** спеціальними монтажними повздовжніми стержнями **2Ø8 А- III**.

1.6 Розрахунок панелі на утворення тріщин

Геометричні характеристики приведенного перерізу:

$$\text{Коефіцієнт приведення для напружуваної арматури } \alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{19000}{2900} = 6,55$$



Площа приведенного перерізу:

$$A_{red} = \sum A_{bi} + \alpha \cdot A_{sp} = 212 \cdot 2,5 + 27,5 \cdot 16 + 6,55 \cdot 3,08 = 990 \text{ см}^2$$

Статичний момент приведенного перерізу відносно нижньої грані:

$$S_{red} = \sum S_{bi} + \alpha \cdot S_{sp} = 212 \cdot 2,5 \cdot 28,75 + 27,5 \cdot 16 \cdot 13,75 + 6,55 \cdot 3,08 \cdot 3,5 = 21358 \text{ см}^3$$

Відстань від нижньої грані перерізу до центра ваги:

$$y_0 = \frac{S_{red}}{A_{red}} = \frac{21353,58}{988,88} = 21,6 \text{ см}$$

Відстань від верхньої грані перерізу до центра ваги:

$$y'_0 = h - y_0 = 30 - 21,6 = 8,4 \text{ см}$$

Момент інерції приведенного перерізу:

$$\begin{aligned} I_{red} &= \sum I_{bi} + \alpha \cdot A_{sp} (y_0 - a)^2 = \\ &= \frac{212 \cdot 2,5^3}{12} + 212 \cdot 2,5 \cdot 7,15^2 + \frac{16 \cdot 27,5^3}{12} + 16 \cdot 27,5 \cdot 7,85^2 + 6,55 \cdot 3,08 \cdot 18,1^2 = 88822 \text{ см}^4 \end{aligned}$$

Ексцентриситет прикладання сил обтиску:

$$e_{op} = y_0 - a = 21,6 - 3,5 = 18,1 \text{ см}$$

Визначення втрат попереднього напруження арматури.

Перші втрати напруження:

-від релаксації напруг в арматурі:

$$\sigma_1 = 0,03 \sigma_{sp} = 0,03 \cdot 53,1 = 1,59 \text{ кН / см}^2$$

-від різниці температур напружуваної арматури і натяжних пристроїв(при $\Delta t = 65^\circ \text{C}$):

$$\sigma_2 = 1,25 \cdot \Delta t = 1,25 \cdot 65 = 81,3 \text{ МПа} = 8,13 \text{ кН / см}^2$$

-від деформації анкерів:

$$\sigma_3 = E_s \frac{\lambda}{l} = 19000 \frac{0,2}{700} = 5,43 \text{ кН / см}^2$$

-від швидкоплинної повзучості:

$$p_1 = A_{sp} (\sigma_{sp} - \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 - \sigma_5) = 3,08(53,1 - 1,59 - 8,13 - 5,43) = 116,89 \text{ кН}$$

$$\sigma_{bp} = \frac{p_1}{A_{red}} = \frac{116,89}{990} = 0,12 \text{ кН / см}^2 \text{ при :}$$

$$\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = \frac{0,12}{2,1} = 0,057 < \alpha = 0,25 + 0,25 \cdot R_{bp} = 0,78$$

$$\sigma_4 = 0,85 \cdot 40 \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = 0,85 \cdot 40 \cdot 0,057 = 1,94 \text{ МПа} = 0,19 \text{ кН / см}^2$$

Перші втрати дорівнюють:

$$\sigma_{los1} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4 = 1,59 + 8,13 + 5,43 + 0,19 = 15,34 \text{ кН} / \text{см}^2$$

Другі втрати:

-від усадки бетону В30: $\sigma_b = 35 \text{ МПа} = 3,5 \text{ кН} / \text{см}^2$

-від повзучості бетону:

$$p_1 = A_{sp} (\sigma_{sp} - \sigma_{los1}) = 3,08(53,1 - 15,34) = 116,3 \text{ кН}$$

$$\sigma_{bp} = \frac{p_1}{A_{red}} = \frac{116,3}{990} = 0,12 \text{ кН} / \text{см}^2 \text{ при}$$

$$\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = \frac{0,12}{2,1} = 0,05 < 0,75$$

$$\sigma_6 = 150 \cdot \alpha \cdot \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = 150 \cdot 0,85 \cdot 0,05 = 6,37 \text{ МПа} = 0,64 \text{ кН} / \text{см}^2$$

де $\alpha = 0,85$ – для бетону, підданому тепловій обробці при атмосферному тиску

Другі втрати дорівнюють:

$$\sigma_{los2} = \sigma_5 + \sigma_6 = 3,5 + 0,64 = 4,14 \text{ кН} / \text{см}^2$$

Повні втрати:

$$\sigma_{los} = \sigma_{los1} + \sigma_{los2} = 15,91 + 4,14 = 19,48 \text{ кН} / \text{см}^2$$

Сила обтиску при:

$$P = A_{sp} (\sigma_{sp} - \sigma_{los}) = 3,08(53,1 - 19,48) = 103,5 \text{ кН}$$

Момент опору перерізу відносно нижніх волокон:

$$W_{red} = \frac{I_{red}}{y_0} = \frac{88822}{21,6} = 4112 \text{ см}^3$$

Відстань від ядрової точки, найбільш віддаленої від розтягнутої зони до центра ваги зведеного перерізу:

$$r_y = 0,85 \frac{W_{red}}{A_{red}} = 0,85 \frac{4112}{990} = 3,5 \text{ см}$$

Пружнопластичний момент опору перерізу з полицею в стиснутій зоні:

$$W_{pl} = 1,75 \cdot W_{red} = 1,75 \cdot 4112 = 7196 \text{ см}^3$$

Згинаючий момент при утворенні тріщини:

$$M_{crc} = R_{bt,ser} \cdot W_{pl} + M_{rp} = 0,18 \cdot 7196 + 2235,6 = 3531 \text{ кН} \cdot \text{м} = 35,31 \text{ кН} \cdot \text{см} :$$

$$M_{rp} = p(e_{op} + r_y) = 103,5(18,1 + 3,5) = 2235,6 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

Момент від повного нормативного навантаження:

$$M_n = \frac{p_n \cdot l_0^2 \cdot \gamma_n \cdot b_n}{8} = \frac{3,58 \cdot 5,87^2 \cdot 0,95 \cdot 3}{8} = 43,95 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$M_{crc} = 35,31 \text{ кНм} < M_n = 43,9 \text{ кНм}$ – тому в нижній частині панелі тріщини виникають, і виконується розрахунок на розкриття тріщин від тривалого нормативного навантаження.

$$P_{ln} = 2,58 + 0,3 = 2,88 \text{ кН} / \text{см}^2$$

$$M_{ln} = \frac{P_{ln} l_0^2 b_n}{8} = \frac{2,88 \cdot 5,87^2 \cdot 3 \cdot 0,95}{8} = 35,35 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Приріст напруг в розтягнутій арматурі від дії повного навантаження:

$$\sigma_{s1} = \frac{M_n - P(z_1 - e_{sw})}{W_s},$$

$$\text{де } z_1 = h_0 - 0,5h_f' = 26,5 - 0,5 \cdot 2,5 = 25,25 \text{ см}$$

$$W_s = A_{sp} \cdot z_1$$

$$e_{sw} = 0$$

Від дії тривалого навантаження:

$$\sigma_s = \frac{M_{ln} - P \cdot z_1}{W_s}$$

Потім визначається ширина розкриття тріщин від короткочасної дії повного навантаження:

$$a_{crc1} = 0,4$$

$$a_{crc2} = 0,3$$

Ширина розкриття тріщин від постійної і тимчасової тривалого навантаження:

$$a_{crc3} = 20(3,5 - 100\mu)\delta \cdot \eta \cdot \varphi_l \frac{\sigma_s}{E_s} \sqrt[3]{d} = 0,2 \text{ мм}$$

$$\varphi_l = 1,5$$

$$\text{де } \delta = \eta = 1.$$

Нетривала ширина розкриття тріщин:

$$a_{crc} = a_{crc1} - a_{crc2} + a_{crc3} = 0,4 - 0,3 + 0,2 = 0,3 = 0,3 \text{ мм}$$

Довготривала ширина розкриття тріщин:

$$a_{crc} = a_{crc3} = 0,3 \text{ мм}$$

1.6 Розрахунок панелі за прогином

$$M_{ln} = 3535 \kappa H \cdot cм,$$

$$P = N_{tot} = 103,5 \kappa H$$

$$z_1 = 25,25 cм$$

$$R_{bt,ser} = 0,18 \kappa H / cм^2$$

$$E_b = 3250 \kappa H / cм^2$$

$$E_s = 19000 \kappa H / cм^2$$

$$l_0 = 587 cм$$

$$M_{rp} = 2235,6 \kappa H cм$$

$$\gamma_{SP} = 1$$

$$W_{pl} = 7196 cм^3$$

$$e_{s,tot} = \frac{M}{N_{tot}} = \frac{3535}{103,5} = 34,15 cм$$

$$\varphi_m = \frac{R_{bt,ser} \cdot W_{pl}}{M - M_{rp}} = \frac{0,18 \cdot 7196}{3535 - 2235,6} = 1,01 \geq 1$$

Так як $\varphi_m \geq 1$, приймемо $\varphi_m = 1$

$e_{s,tot}$ - ексцентриситет сили N_{tot} відносно центру ваги площі перерізу арматури S.

Коефіцієнт, що характеризує нерівномірність деформацій розтягнутої зони на ділянці між тріщинами:

$$\psi_s = 1,25 - \varphi_{ls} \cdot \varphi_m - \frac{1 - \varphi_m^2}{(3,5 - 1,8\varphi_m)e_{s,tot} / h_0} = 1,25 - 0,8 \cdot 1 - \frac{1 - 1^2}{(3,5 - 1,8 \cdot 1) \cdot 34,15 / 26,5} = 0,48 \leq 1$$

Де φ_{ls} -коэф.,що враховує вплив довготривалого навантаження та рівний 0,8 при довготривалій дії навантаження.

Кривизна вісі при згині:

$$\begin{aligned} \frac{1}{r} &= \frac{M}{h_0 z_1} \left[\frac{\psi_s}{E_s A_{sp}} + \frac{\psi_b}{\lambda_b E_b A_b} \right] - \frac{N_{tot} \psi_s}{h_0 E_s A_{sp}} = \\ &= \frac{3535}{26,5 \cdot 25,25} \left[\frac{0,48}{19000 \cdot 3,08} + \frac{0,9}{0,15 \cdot 3250 \cdot 530} \right] - \frac{103,5 \cdot 0,48}{26,5 \cdot 19000 \cdot 3,08} = 3,24 \cdot 10^{-5} \frac{1}{cм} \end{aligned}$$

$$де \quad h_0 = 26,5 cм; \quad E_b = 32500 MPa = 3250 \frac{\kappa H}{cм^2}; \quad E_s = 190000 MPa = 19000 \frac{\kappa H}{cм^2};$$

$$A_b = b_f' h_f' = 212 \cdot 2,5 = 530 cм^2$$

Прогин панелі без впливу прогину від повзучості бетону внаслідок обтиску, що зменшує прогин:

$$f = \frac{5}{48} l_0^2 \left(\frac{1}{r} \right) = \frac{5}{48} \cdot 587^2 \cdot (-0,000324) = 1,2 cм < [f] = 3 cм \quad [3, п.4.36, c68]$$

Це означає, що деформативність плити задовольняє вимогам ДБН.

ЗВЕДЕННЯ МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ФУНДАМЕНТІВ

Додаткові вихідні дані:

- Марка фундаменту: Ф9.2.8;
- Розміри фундаменту: $a_1 = 3,6 \text{ м}$; $b_1 = 3,0 \text{ м}$; $a_2 = 2,7 \text{ м}$; $b_2 = 2,4 \text{ м}$;
 $a_n = 2,7 \text{ м}$; $b_n = 1,2 \text{ м}$.
- Об'єм фундаменту: 10 м^3 .

1. Проектування фундаментів

Схему розташування фундаментів здійснюємо з врахуванням утворення в будівлі деформаційних (температурних) швів, що обумовлює розбивку промислової каркасної будівлі на уніфіковані типові секції довжиною не більш 60 або 72 м. План фундаментів вказано на рис. 1.

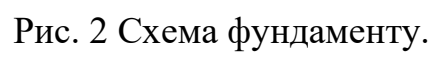
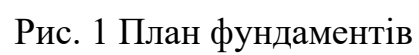
Визначення розмірів фундаментів.

а). Проектування розмірів фундаментів будівлі здійснюємо за додатком 7.3 [2], визначаємо розміри бази залізобетонних колон. Для спрощення розрахунків в курсовій роботі умовно приймаємо усі колон будівлі як для першого каркасу. Данні стосовно висоти підколонника (h) та питомої ваги арматури (g_a) приймаємо з додаткових вихідних даних.

Приймаючи до уваги висоту оголовка колони (H_1) – 16,8 м, крок колон (a_1) – 6 м та вантажопідйомність мостового крану (Q_1) – 30 т згідно додатку 7.3 [2] приймаємо для будівлі крайні колони 1КД168 з розміром бази колони 1300×500 мм у кількості 76 шт.

б). Визначення розмірів фундаментів будівлі здійснюємо за допомоги таблиці 3 [3]).

Приймаємо розмір для крайніх фундаментів Ф9.2.8: 1-ї ступені фундаменту $3,6 \times 3,0 \times 0,3(h)$ м, розмір 2-ї ступені фундаменту $2,7 \times 2,4 \times 0,3(h)$ м, підколонника $1,5 \times 1,2 \times 1,5(h)$ м, глибина стакану 1,2 м (див. рис. 2).



2. Визначення обсягів робіт

Площа щитів опалубки на Ф9.2.8

$$F_1 = 3,6 \times 0,3 = 1,08 \text{ м}^2 \text{ Кільк. 2 шт.}$$

$$F_2 = 3,0 \times 0,3 = 0,90 \text{ м}^2 \text{ Кільк. 2 шт.}$$

$$F_3 = 2,7 \times 0,3 = 0,81 \text{ м}^2 \text{ Кільк. 2 шт.}$$

$$F_4 = 2,4 \times 0,3 = 0,72 \text{ м}^2 \text{ Кільк. 2 шт.}$$

$$F_5 = 2,7 \times 1,5 = 4,05 \text{ м}^2 \text{ Кільк. 2 шт.}$$

$$F_6 = 1,2 \times 1,5 = 1,8 \text{ м}^2 \text{ Кільк. 2 шт.}$$

$$F_7 = 2,8 \text{ м}^2 \text{ (гніздоформувач) Кільк. 1 шт.}$$

2.1 Загальна площа щитів.

Щитів площею до 1 м²

$$F_{on} = (0,90 + 0,81 + 0,72) \times 2 \times 73 = 4,86 \times 73 = 354,78 \text{ м}^2$$

Щитів площею від 1 м² до 2 м²

$$F_{on} = (1,08 + 1,8) \times 2 \times 73 = 5,76 \times 73 = 420,48 \text{ м}^2$$

Щитів площею більше 2 м²

$$F_{on} = (4,05 \times 2 + 2,8) \times 73 = 10,9 \times 73 = 795,7 \text{ м}^2$$

2.2 Маса арматури.

Визначаємо, згідно запропонованої схеми армування (рис. 3), потребу в армовиробох. До складу монолітного залізобетонного фундаменту входять арматурні вироби трьох видів:

- плоска сітка С-1 (розташована в підшві фундаменту з дотриманням захисного шару), у відсотковому відношенні складає 60% до маси загальної кількості армовиробів:

- просторовий каркас К-1 (розташований у підколонику) - 30%;

- 2 плоскі сітки С-2 (розташовані у стакані) - 10%.

Приймаємо маси цих армовиробів згідно виконав наступні операції у послідовності:

- визначаємо потрібну підставу з [12];

За таблицею 2.5, по проекту, обсяг арматури на 100 т залізобетону – 3,3 т.

$$m_{арм} = (3,3 \times 8,86) / 100 = 0,292 \text{ т}$$

Розподіляємо отриману масу армовиробів на окремі арматурні елементи

$$m_{C-1}=0,292\times0,6=0,1752\text{ т}=175\text{ кг за кількістю }73\text{ шт.}$$

$$m_{K-1}=0,292\times0,3=0,0876\text{ т}=88\text{ кг за кількістю }73\text{ шт.}$$

$$m_{C-2}=0,292\times0,05=0,0146\text{ т}=15\text{ кг за кількістю }146\text{ шт.}$$

2.3 Площа підмосток.

$$F_{\text{під.}} = 1,4\text{ м}^2$$

2.4 Догляд за бетоном.

2.5.1 Площа поверхонь, що укривають рогожею.

$$F_{\text{вкр.}} = 3,6\times3,0\times73 = 5,4\times73 = 394,2\text{ м}^2$$

2.5.2 Площа поверхонь, що поливають водою.

$$F_{\text{пол.}} = 10,8\times12\times73 = 129,6\times73 = 9460,8\text{ м}^2$$

12- кількість поливів, разів.

2.6 Ізоляційні роботи.

2.6.1 Площа горизонтальних поверхонь, що ізолюють.

$$F_{\text{із.г.}} = (3,6\times3,0-2,7\times1,2)\times73 = 7,56\times73 = 551,88\text{ м}^2$$

2.6.2 Площа вертикальних поверхонь, що ізолюють.

$$F_{\text{із.в.}} = (4,9+5,8+10,9-2,8)\times73 = 18,72\times73 = 1366,56\text{ м}^2$$

2.7 За отриманими розрахунками складаємо відомість обсягів робіт (табл.1).

2.8 Виконують маркувальну схему ступінчастого фундаменту (рис. 3).

2.9 Складаємо специфікацію елементів опалубки стовбчастого фундаменту табл. 2, куди вносимо усі елементи комплекту опалубки, деревину (при улаштуванні доборів).

Відомість об'ємів робіт.

№ п/п	Назва процесів (операцій)	Одиниця виміру	Об'єм робіт на один елемент	Кількість Фундаментів.	Загальний об'єм робіт
1	2	3	4	5	6
1	Встановлення вручну арматурних сіток (С-1) в горизонтальному положенні масою до 0,3 т	шт.	1	73	73
		т	0,175		12,78
2	Встановлення краном арматурних каркасів (К-1) в вертикальному положенні масою до 0,3 т	шт.	1	73	73
		т	0,088		6,42
3	Встановлення сіток (С-2) вручну масою до 50 кг	шт.	1	73	73
		т	0,0292		2,132
4	Монтаж (демонтаж) опалубки: S до 1 м ² S до 2 м ² S більш 2 м ²	м ²	4,9	73	357,7
		м ²	5,8		423,4
		м ²	10,9		795,7
5	Збірка, переставляння підмостків.	м ²	1,4	73	102,2
6	Бетонні роботи	м ³	8,86	73	646,78
7	Укривання поверхонь рогожею	м ²	10,8	73	788,4
8	Поливання поверхні водою	м ²	130	73	9490
9	Фарбувальна гідроізоляція поверхонь горизонтальних вертикальних	м ²	7,56	73	551,88
		м ²	18,72		1366,56

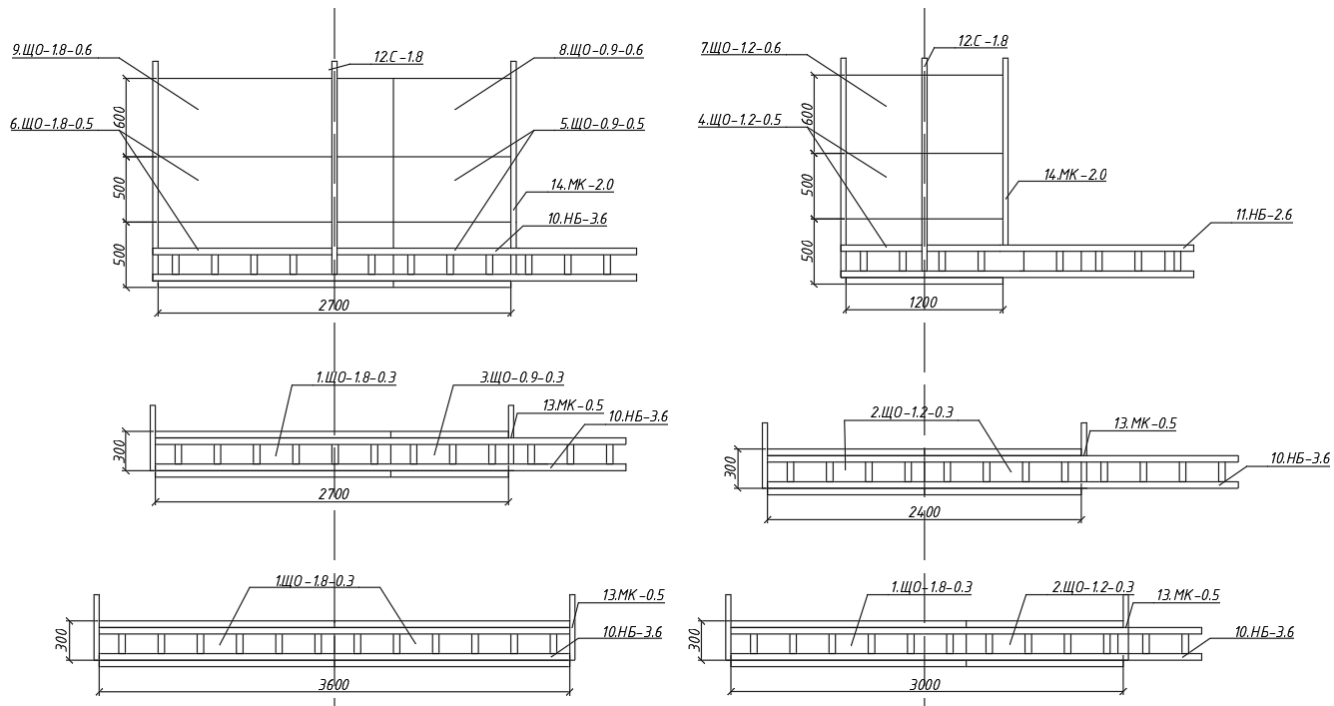


Табл. 2

Специфікація елементів опалубки ступінчатого фундаменту Ф9.2.8

№	Марка	Кількість
1	ЩО-1.8-0.3	8
2	ЩО-1.2-0.3	6
3	ЩО-0.9-0.3	2
4	ЩО-1.2-0.5	4
5	ЩО-0.9-0.5	4
6	ЩО-1.8-0.5	4
7	ЩО-1.2-0.6	2
8	ЩО-0.9-0.6	2
9	ЩО-0.9-0.6	2
10	НБ-3.6	10
11	НБ-2.6	2
12	С-1.8	4
13	МК-0.5	8
14	МК-2.0	4

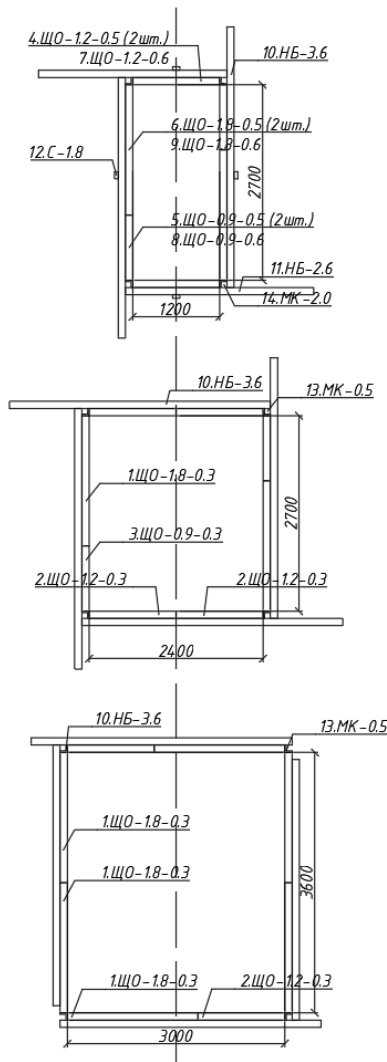


Рис. 3 Маркувальна схема ступінчатого фундаменту зі специфікацією елементів опалубки

3. Вибір методів виконання робіт та засобів механізації

Проведення бетонних робіт приймаємо за допомогою автобетононасосу. Обираємо автобетононасос з найменшими допустимими характеристиками, оскільки зона роботи знаходиться в безпосередньому наближенні. Приймаємо Б-156А з максимальною продуктивністю – $65 \text{ м}^3/\text{год}$, виліт стріли по горизонталі – 20 м, по вертикалі – 15,5 м.

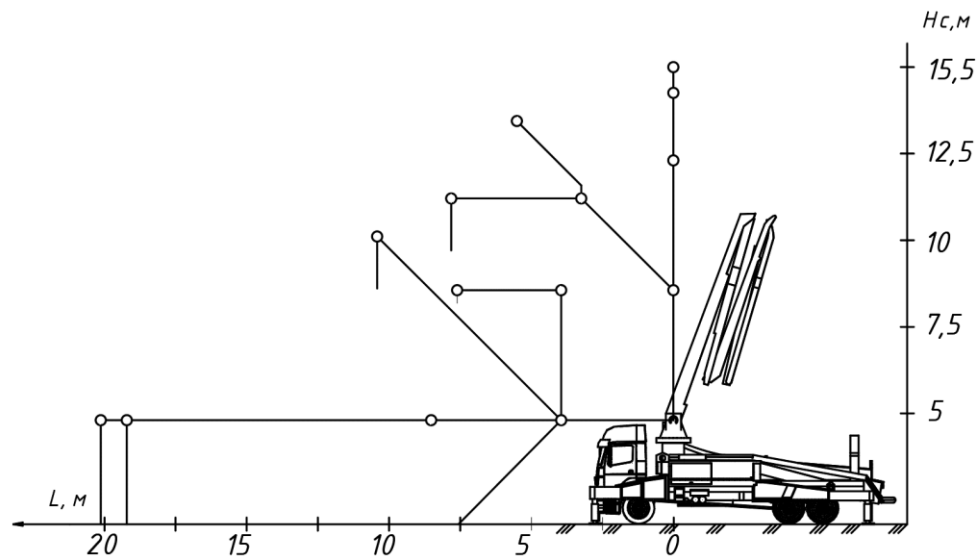


Рис.4 Зона дії маніпулятора автобетононасоса Б-156А

Для монтажу обираємо стріловий кран з мінімальними технічними характеристиками, оскільки кран буде використовуватись для допоміжних арматурно-опалубочних робіт. Приймаємо КС-1562А з вантажопід'ємністю 0,6 т при вильоті стріли 10 м на висоті 6 м.

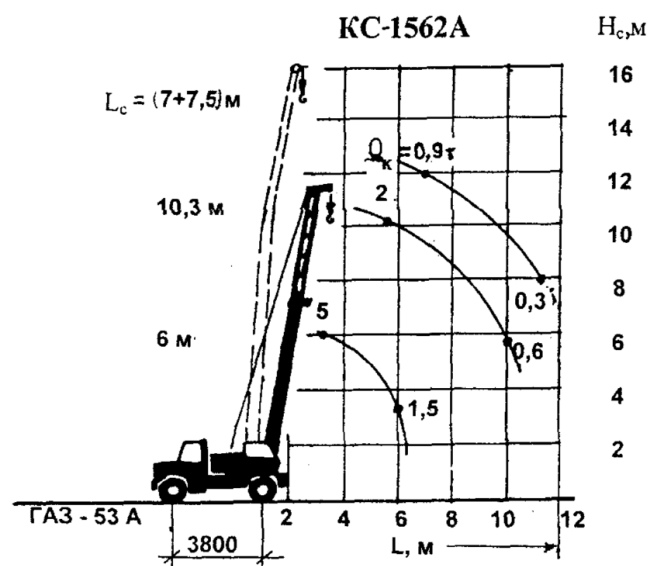


Рис.5 Вантажно-висотні характеристики крану КС-1562А [11]

Такелажне пристосування – обираємо чотириохілковий строп з вантажопід'ємністю більше 0,5 т. Приймаємо стропувальний пристрій під номером 290 з вантажопід'ємністю 1 т.

Для завантаження бетонної суміші у автобетононасос обираємо 2 автобетонозмішувачі СБ-127 щоб забезпечити автобетононасос постійним подаванням суміші.

Транспортування опалубочних елементів і арматури здійснюється двома бортовими автомобілями.

Ущільнення бетонної суміші шляхом вібрування здійснюється за допомогою глибинного вібратора. Обираємо два глибинні вібратори з мінімальними технічними характеристиками – ВЕРБ 66 з довжиною робочої частини 0,36 м та радіусом дії 0,25 м.

4. Калькуляція на зведення монолітних залізобетонних фундаментів

Табл. 3

№	Найменування процесу	Обг. норм	Об'єм робіт		Трудомісткість, люд-год.		Заробітна платня, грн.		Склад ланки	
			Один. виміру	К-сть	На од.	Всього	На од.	Всього	Професія, розряд	К-сть
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Встановлення арматурних сіток за допомогою крану (С-1) при масі до 100 кг.	Е4-1-44 Т.1	шт.	73	0,42	30,66	7,41	540,93	арматурник 4р. 2 р.	1 3
2	Встановлення арматурних каркасів (К-1) за допомогою кранів, при масі до 100 кг.	Е4-1-44 Т.2	шт.	73	1,21	88,33	21,33	1557,09	арматурник 4р. 2 р.	1 3
3	Встановлення арматурних сіток вручну (С-2) при масі до 20 кг.	Е4-1-44 Т.1	шт.	146	0,28	40,88	4,85	708,1	арматурник 3р. 2 р.	1 2
4	Встановлення щитів мет. опалубки окремо розташованих ступінчастих фундаментів	Е4-1-37 Т.2	м²	1576,8	0,39	614,95	7,67	12094,06	тесляр 4р. 3р.	1 1
5	Тс ж. розбирання	Е4-1-37 Т.2	м²	1576,8	0,21	331,13	3,70	5834,16	тесляр 3р. 2р.	1 1
6		Е6-3 Т.2	м²	102,2	0,12	12,26	2,08	212,58		1

	Переставляння підмостків								Тесляр 4р. 2р. Підс.роб. 1р.	1 1
7	Приймання бетонної суміші у бункер автобетононасосу	E-4-1-48 Т.3	1 м ³	646,8	0,11	71,15	1,85	1196,5 8	бетонник 2р.	1
8	Подавання бетонної суміші автобетононасосом до 10м3/год.	E-4-1-48 Т.5	100 м ³	6,47	27	174,6 9	453,7 4	2935,7	машиніст 4р.	1
					13,5	87,35			бетонник 2р.	1
9	Вкладання бетонної суміші у окремо розташовані фундаменти об'ємом до 10 м3	E4-1-49	1 м ³	646,8	0,33	213,4 4	6,09	3939,0 1	бетонник 4р. 2р.	1 1
10	Очищення бетоноводу нагнітанням води	E4-1-48 Т.6	100 м бетоноводу	0,2	6,3	1,26	120,5 3	24,11	машиніст 4р. слюсар 4р. бетонник 2р.	1 1 1
11	Вкривання бетонної поверхні рогожею	E4-1-54	100 м ²	7,88	0,2 1	1,65	3,53	27,82	бетонник 2р.	1
12	Поливка бетонної поверхні водою з шлангу за один раз	E4-1-54	100 м ²	94,9	0,1 4	13,29	2,35	223,02	бетонник 2р.	1
13	Зняття з бетонної поверхні рогожі	E4-1-54	100 м ²	7,88	0,2 2	1,73	3,70	29,16	бетонник 2р.	1
14	Фарбувальна гідроізоляція розрідженням бітумом вертикальних поверхонь вручну	E11-37	100 м ²	13,66	8,3	113,3 8	153,2 2	2092,99	гідроіз. 4р. 2р.	1 1
15	Те ж, горизонтальних	E11-37	100 м ²	5,52	4,8	26,5	88,61	489,13	гідроіз. 4р. 2р.	1 1
16	Разом					1735, 3		31904,4 4		
						87,35				

Табл.4

Технологічна нормаль

№	Найменування	Об'єм робіт		Трудомісткість		% виконання норми	Машини		Nл	А	Nр	Тривалість, дні
		Один. Виміру	К-ість	Норм. люд.-зм.	Прийнята люд.-зм.		Тип, марка	К-ість				
1	Арматурні роботи	шт.	292	20,81	20	104	КС-1562А	1	4	2	8	2,5
2	Встановлення опалубки	м ²	1576,8	79,73	76	105	КС-1562А	1	4	2	8	9,5
3	Демонтаж опалубки	м ²	1576,8	44,53	44	101	КС-1562А	1	4	2	8	5,5
4	Бетонні роботи	м ³	646,8	59,92	58	103	Б-126А	1	2	2	4	14,5
5	Догляд за бетоном	100 м ²	7,88	2,17	2	108	-	-	1	2	2	1,0
6	Гідроізоляція фундаментів	100 м ²	19,18	18,21	16	114	-	-	4	2	8	2,0

5. Техніко-економічні показники

5.1 Собівартість зведення залізобетонних фундаментів

$$C_0 = (1,08 \sum C_{\text{маш.-год. } i} \times T_i \times n_i + 1,53n) / V = \\ = (1,08 \times 1225,05 \times 87,35 \times 1 + 1,5 \times 31904) / 646,8 = 258,59 \text{ грн/м}^3$$

де $C_{\text{маш.-год. } i}$ – вартість експлуатації однієї машино-години конкретного механізму (кран або автобетононасос), грн.;

T_i – час роботи конкретного механізму, год.;

n_i – кількість механізмів, шт.;

$3n$ – зарплатня із калькуляції, грн.;

V – об'єм бетону, м³.

$C_{\text{маш.-год. } i}$ приймається згідно [10].

Корегуємо значення $C_{\text{маш.-год. } i}$ з урахування сьогоденішньої вартості палива (приймаємо 70 грн/кг).

Для автокрану з продуктивністю 65 м³/год. (шифр 270-0051) за час роботи витрачається 17,00 кг дизелю.

По обраному шифру з другої частини [10] виписуємо старе значення $C_{\text{маш.-год. } i}$ – 74,49 грн і стару вартість палива 39,44 грн.

Коригуємо значення $C_{\text{маш.-год. } i}$:

$$C_{\text{маш.-год. } i} = 74,49 - 39,44 + 17,00 \times 70 = 1225,05 \text{ грн.}$$

5.2 Трудомісткість влаштування 1 м³ бетонного фундаменту.

$$q = \frac{Q_{\text{руч}}}{V} = \frac{1735,3}{646,8} = 2,68 \text{ люд. - год./м}^3$$

5.3 Тривалість робіт згідно календарного графіку становить 23 дні.

Табл.5

Склад бригад та ланок

№	Спеціальність	Розряд	Кількість робітників		
			Цього розряду	У ланці	У бригаді
1	2	3	4	5	6
1	Арматурник	4р.	1	4	8
		3р.	1		

		2р.	3		
2	Тесляр	4р.	2	6	12
		3р.	2		
		2р.	2		
3	Бетонник	4р.	1	2	4
		2р.	1		
4	Ізолювальник	4р.	2	4	8
		2р.	2		

6. Охорона праці та забезпечення безпечного виконання робіт

Зведення монолітних залізобетонних споруд пов'язане з високим рівнем виробничого травматизму, що вимагає суворого дотримання комплексу захисних заходів. Правила безпеки регламентують кожен етап будівництва: від виготовлення й доставки бетонного розчину до збирання опалубки та підготовки арматурного каркаса.

Головні загрози та небезпечні фактори на об'єкті:

- **Робота на висоті:** виконання операцій на ділянках із перепадом рівнів понад 1,3 метра без захисних бар'єрів.
- **Логістика та спецтехніка:** інтенсивний рух бетоновозів, робота будівельних машин і транспортування матеріалів кранами.
- **Тимчасові конструкції:** загроза деформації або раптового руйнування риштувань та опалубних форм під тиском маси бетону.
- **Термічні ризики:** критичне нагрівання сталі під час електротермічного натягування арматурних стрижнів.
- **Шкідливе середовище:** негативний вплив надмірного шуму, локальної вібрації, недостатнього світла та погодних умов.
- **Електротравматизм:** ризик ураження струмом через несправність силового обладнання чи замикання в електромережі.

Заходи безпеки під час монтажу перекриттів та опалубки:

1. По всьому зовнішньому периметру опалубної системи обов'язково встановлюють суцільні захисні бар'єри.
2. Технологічні порожнечі та вікна в палубі щільно закривають суцільними дерев'яними чи металевими щитами.
3. Якщо отвір має залишатися відкритим через особливості суміжних робіт, його гирло захищають міцними ґратами.

Контроль перед початком бетонування:

До укладання розчину виконроб або інший відповідальний інженер зобов'язаний особисто перевірити тримальну здатність конструкцій. Перевірці підлягає надійність підтримувальних стійок, міцність засобів підмащування, стабільність бортових елементів, а також справність бункерів (цебер), бетоноводів та розподільчих стріл. Окремо керівництво перевіряє наявність у робітників усіх необхідних засобів індивідуального захисту (ЗІЗ).

Вимоги до арматурних робіт: Заготовку, різання та збирання об'ємних арматурних каркасів дозволено виконувати лише у спеціально обладнаних зонах чи на стендах. Робочим заборонено пересуватися по покладених арматурних сітках, доки блоки не будуть остаточно закріплені у проєктному положенні.

При зварюванні всередині замкнутих приміщень робочі зони обов'язково відокремлюють від евакуаційних шляхів та сусідніх постів за допомогою пересувних вогнетривких екранів.

Демонтаж формувальних систем дозволено починати тільки після забезпечення повної стійкості всіх деталей, що унеможливило їхнє випадкове перекидання чи падіння під час розбирання.

Опалубні щити для зведення вертикальних стін та пілонів необхідно надійно закріплювати на робочому ярусі за допомогою розпірних підкосів і гнучких розчалок.

Конструктив вертикальної опалубки має заздалегідь оснащуватися вбудованими інженерними елементами: навісними риштуваннями, підмостями та обладнаними захисними перилами драбинами.

Ці допоміжні пристосування покликані гарантувати безпечний підйом, спуск та переміщення будівельників до їхніх безпосередніх робочих місць на висоті.

7. Контроль якості виконання робіт

Укладання монолітного бетону у форму виконують рівномірними горизонтальними шарами однакової товщини без створення непередбачених розривів. Напрямок подачі розчину має бути постійним і послідовним для кожного нового ярусу.

Під час ущільнення суміші не можна допускати торкання булави вібратора до металевого каркаса, анкерів, стяжних гвинтів чи інших кріплень опалубки. Глибинний вібратор занурюють у бетон так, щоб його наконечник заходив у попередній шар на 50–100 мм. Крок перестановки внутрішніх ущільнювачів роблять не більшим за 1,5 радіуса їхньої дії. При роботі з поверхневими вібраційними майданчиками кожна нова позиція повинна перекривати вже оброблену ділянку щонайменше на 100 мм.

Наступний шар розчину дозволено заливати лише до того, як почне схвалюватися і втрачати пластичність попередній бетон. Максимальну тривалість паузи між укладанням суміжних шарів, яка дозволяє обійтися без створення холодного шва, визначає будівельна лабораторія. Кінцевий рівень бетонування фіксують на 50–70 мм нижче за верхню грань опалубних щитів.

Уся сталь, стрижнева та дротяна арматура, а також заводські сітки й закладні елементи мають чітко відповідати кресленням проєкту та державним стандартам. Розподіл об'ємних каркасів на дрібніші блоки для зручності монтажу, як і заміна діаметра чи класу сталі, узгоджуються з авторами проєкту та представниками технічного нагляду замовника.

Встановлення на арматурні каркаси тимчасових настилів, петель для підйому чи інших допоміжних деталей дозволено лише за технологічними картами ПВР та після схвалення проєктувальниками.

З'єднання робочої арматури без зварювання виконують внахліст або за допомогою спеціальних обтискних та гвинтових муфт, які забезпечують необхідну міцність стику. Перетини стрижнів скріплюють в'язальним відпаленим дротом. Для фіксації вузлів також можна використовувати заводські пластикові чи пружинні кліпси.

Монтаж, інструментальний контроль опалубки, зняття формотворчих елементів після набору бетоном необхідної міцності, а також очищення та змащування поверхонь спеціальними сумішами мають здійснюватися виключно відповідно до технологічних карт Проекту виконання робіт (ПВР).

8. Технологія виконання монолітних робіт

Зведення опалубних систем регулюється будівельними нормами, держстандартами та картами у складі Проекту виконання робіт (ПВР). Маркувальні креслення містять схеми поверхонь для опалублення, де кожному елементу присвоєно номер-марку. Там же вказані місця встановлення добірних деталей, їхні матеріали та загальний об'єм.

Перед монтажем інвентарних щитів геодезисти розбивають осі споруди, наносячи фарбою засічки на бетонну основу та нижні грані щитів. При влаштуванні фундаментів ці осі фіксують на дерев'яних кілках навколо підшви основи. Для зручності на спеціальних стендах збирають великі панелі або арматурно-опалубні блоки, поєднуючи сталевий каркас із формою перед підйомом.

Робочі площини багаторазової опалубки обов'язково чистять від залишків розчину. Щоб бетон не прилипав до форми і легше знімався, на палубу наносять гідрофобні мастила. Вирівнювання опалубки проводять шляхом точного суміщення осей основи та елементів форми. Вертикальність і стабільність конструкції забезпечують за допомогою підкосів та гвинтових відтяжок, після чого форму остаточно фіксують. На внутрішній бік щитів наносять відмітки, які показують верхню межу заливки бетону.

До початку бетонування змонтовану систему мають перевірити і прийняти майстер або виконроб. Під час контролю звіряють лінійні розміри, висотні позначки та прив'язку до геодезичних осей. Також оцінюють щільність стиків, відсутність щілин, надійність опорних риштувань, стійок і кріплень. Будь-які відхилення геометрії форм від проєкту не повинні виходити за межі нормативних допусків.

Протягом усього процесу бетонування за станом конструкцій постійно спостерігають. Якщо виявляються небезпечні деформації чи просідання, заливку негайно зупиняють до повного виправлення дефектів.

Арматурні роботи на будівельному майданчику включають розвантаження, вхідне приймання та складування металопрокату й готових конструкцій. Сюди також відносяться виготовлення нетипових деталей, укрупнення плоских сіток в об'ємні блоки та безпосереднє встановлення каркасів у проєктне положення. Фінальним етапом є інструментальна перевірка змонтованого металевих скелета з подальшим підписанням акта огляду прихованих робіт, який дає дозвіл на заливку бетону.

Арматурні елементи привозять на об'єкт партіями, які скомплектовані під конкретні монолітні конструкції. Усі матеріали обов'язково оглядають, звіряють маркувальні бирки та перевіряють супровідні документи на відповідність вимогам проєкту. Елементи зберігають на спеціальних стелажах, стапелях або облаштованих майданчиках із обов'язковим сортуванням за розмірами, марками та класами сталі.

Збирання каркасів без попереднього напруження виконують поштучно з окремих стрижнів, готових плоских сіток або об'ємних блоків, зважаючи на специфіку будівлі. Щоб захистити метал від корозії та створити нормативний захисний шар бетону, між арматурою та опалубкою встановлюють дистанційні елементи. Ці фіксатори виготовляють із щільного бетону, пластику чи металу, після чого фіксують на прутах або підкладають під нижні ряди арматури.

Якщо залізобетонні конструкції будуть експлуатуватися у сухому середовищі, захисний шар дозволяється створювати за допомогою випусків поперечних стрижнів, які впираються прямо в палубу опалубки.

Вибір схеми бетонування — горизонтальними, похилими, східчастими шарами, окремими блоками чи відразу на всю висоту опалубки — залежить від розмірів конструкції, рухливості розчину та характеристик обладнання. Пошарову заливку застосовують для якісної та рівномірної віброобробки всього об'єму матеріалу. При цьому оптимальна рухливість суміші становить від 0 до 10 см, зважаючи на масивність елемента та щільність армування.

Максимальну товщину кожного горизонтального шару визначають на основі технічних параметрів ущільнювачів. При роботі з важкими підвісними вертикальними вібротрамбовками товщину заливки роблять на 5–10 см меншою за довжину робочої частини пристрою. Метод віброущільнення підходить для сумішей із рухливістю від 0 до 9 см. Перевищення цих меж руйнує структуру матеріалу, оскільки вібрація змушує великий щебінь швидко осідати на дно, що призводить до розшарування бетону.

Стандартний час віброобробки однієї зони триває від 30 до 100 секунд, залежно від частоти й амплітуди коливань обладнання. Візуально завершення ущільнення визначають за повним припиненням осідання розчину, появою цементного молока на поверхні та завершенням виділення повітряних бульбашок. Навмисно подовжувати час вібрування понад норму заборонено, оскільки це також спричиняє розшарування компонентів суміші.

Улітку за помірного клімату та сухої теплої погоди конструкції на стандартному портландцементі вимагають вологого догляду протягом 7 діб. Для бетону на глиноземистому цементі цей період скорочується до 3 діб, а при використанні шлакопортландцементу тривалість зволоження збільшується до 14 діб.

Якщо середньодобова температура перевищує +15 °С, перші 3 дні бетон поливають кожні 3 години вдень і один раз уночі. Надалі відкриті поверхні зрошують щонайменше тричі на добу. Використання вологоутримувальних матеріалів (брезенту, мішковини чи спеціальних матів) дозволяє збільшити інтервали між поливами в 1,5 раза. Якщо ж на моноліт нанесено суцільні

пароізоляційні плівки або плівкоутворювальні розчини, додатково поливати його водою не потрібно.

Коли середньодобова температура повітря падає до $+5...0$ °С, штучне зволоження конструкцій повністю припиняють. Технологічні правила вимагають обов'язково затіняти бетон від прямого сонця влітку та захищати теплоізоляцією від промерзання взимку. Щоб не пошкодити структуру матеріалу, ходити по ньому, зводити опорні риштування чи монтувати наступні яруси опалубки дозволяється лише після того, як моноліт набере міцність не менше 1,5 МПа.

4.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ТА ВИБІР МЕТОДІВ ВИКОНАННЯ РОБІТ

Таблиця 1.1. Специфікація збірних елементів

№	Назва елементу	Марка елементу	Кіль- кість шт.	Розміри, мм			Об'єм, м ³		Вага, т.	
				Довжина	Ширина	Товщина	Одного елемента	Всіх елементів	Одного елемента	Всіх елементів
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Колона крайнього ряду	1КД180	36	19350	1300	500	8,72	313,92	21,6	777,6
		3КД132	32	14550	1300	600	5,0	160	12,5	400
2	Колона середнього ряду	4КД132	16	14550	1400	600	6,82	109,12	17,0	272
3	Фахверкова колона	9КФ175- 1	6	17500	600	400	3,8	22,8	9,51	57,06
		9КФ145- 1	12	14500	600	400	3,08	36,96	7,71	92,52
4	Підкранова балка 6 м	БКНВ6-4с	88	5950	600	1000	1,66	116,2	4,2	294
5	Кроквяні конструкції	ФС-18-18	16	17960	2450	250	3,11	49,76	7,8	124,8
		ФС-24-18	18	23940	2950	250	4,47	80,46	11,2	201,6
		ФС-30-16	16	30000	3450	350	6,7	107,2	16,7	267,2
6	Плити покриття	ПНС-1...4	352	5970	2960	300	1,07	376,64	2,3	809,6
7	Фундаментні балки	ФБ6-12	56	5050	450	400	0,6	33,6	1,5	84
8	Стінові панелі	ПС6-1...7 (II)	1046	6000	1200	200	0,4	418,4	1,0	1046
9	Стійки воріт	СВ	6	3600	400	400	0,576	3,45	1,44	8,64
10	Ригелі воріт	РВ	3	4400	400	700	1,232	3,69	3,08	9,24
Всього			1703					1832,2		4444,26

4.2 ВИЗНАЧЕННЯ ОБСЯГІВ РОБІТ

Обсяги робіт визначаються згідно основних креслень, якими виступають план, фасад, розріз, наведених додатків та розрахунків отриманих при проектуванні робіт з влаштування монолітних залізобетонних фундаментів і зведення каркасної будівлі із збірних залізобетонних конструкцій. Підрахунки обсягів робіт виконуємо в табличній формі (табл. 2.1).

ВІДОМІСТЬ ОБСЯГІВ РОБІТ

Таблиця 2.1.

№ за/п	Найменування робіт	Об'єм робіт	
		Од. виміру	Кількість
1	2	3	4
1	Планування майданчика $(S \times 1,15) = (96 \times 24 + 84 \times 48) \times 1,15 = 6336 \times 1,15$	1000 м²	7,286
2	Зрізання рослинного шару товщиною 15 см $(S \times 0,15) = 6336 \times 0,15$	1000 м³	0,95
3	Розробка ґрунту екскаватором з ємк. ковша 0,5 м³ у відвал $(V_k = S \times h - V_r) = 6336 \times 2,55 - 2100$	1000 м³	14,06
4	Те ж з завантаженням в автосамоскиди	1000 м³	2,1

	$(V_r = V_{пф} + V_{фк} + V_{фо} + S \times (0,1 + 0,02)) = 109,9 + 990 + 240 + 6336 \times 0,12$		
5	Розробка ґрунту вручну (підчистка) (кільк.фунд. $\times S_{ф} \times 0,1$) = $1,5 \times 1,5 \times 18 + 4,2 \times 3 \times 84$) $\times 0,1$	100 м ³	1,099
6	Бетонна підготовка під фундаменти (кільк.фунд. $\times S_{ф} \times 0,1$) = $1,5 \times 1,5 \times 18 + 4,2 \times 3 \times 84$) $\times 0,1$	100 м ³	1,099
7	Влаштування монолітних фундаментів ($V_{фк} = \Sigma \text{кільк.фунд.} \times V_{ф}$) = = $18 \times 2,4 + 84 \times 11,27 = 52,2 + 587,85$	100 м ³	9,9
8	Влаштування фундаментів під обладнання ($V_{фо} = 80 \text{ м}^3 \times \text{кільк.прольотів}$) = 80×3	100 м ³	2,4
9	Гідроізоляція фундаментів вертикальна $18 \times 8,28 + 84 \times 20,7$	100 м ²	18,88
10	Гідроізоляція фундаментів горизонтальна $18 \times 1,44 + 84 \times 10,08$	100 м ²	8,73
11	Зворотна засипка бульдозером 80 л.с. ($V_{к}$)	1000 м ³	14,06
12	Ущільнення ґрунту при зворотній засипці ($V_{к}$)	1000 м ³	14,06
13	Монтаж колон	шт.	102
14	Монтаж підкранових балок	шт.	88
15	Монтаж конструкцій покриття (S)	м ²	6336
16	Монтаж конструкції огорожі ($S_o = P \times h$) = $156 \times 18 + 180 \times 13,2 + 84 \times 4,8$	м ²	5587
17	Влаштування пароізоляції в один шир (S)	100 м ²	63,36
18	Влаштування цементно-піщаної стяжки (t=20 мм) (S)	100 м ²	63,36
19	Влаштування утеплювача плитного (S)	100 м ²	63,36
20	Наклеювання тришарового рулонного килиму (S)	100 м ²	63,36
21	Оздоблення покрівельною сталлю ($0,7 \times L$) = $0,7 \times (240 + 180)$	100 м ²	2,94
22	Фарбування стін з середини приміщень (S_o)	100 м ²	55,87
23	Фарбування фасадів (S_o)	100 м ²	55,87
24	Фарбування заповнень віконних прорізів (30 % S_o)	100 м ²	16,76
25	Фарбування конструкцій покриття ($S \times 1,6$)	100 м ²	101,38
26	Ущільнення ґрунту щебнем (S)	100 м ²	63,36
27	Влаштування чорнової бетонної підлоги (t=100 мм) (S)	100 м ²	63,36
28	Влаштування чистої підлоги (t=20 мм) (S)	100 м ²	63,36
29	Засклення металевих рам промислових будівель (30 % S_o)	100 м ²	16,76
30	Сантехнічні роботи ($V_{буд.} \times 0,03$)	3%	1009,71
31	Електротехнічні роботи ($V_{буд.} \times 0,03$)	3%	1009,71
32	Благоустрій території ($V_{буд.} \times 0,01$)	1%	336,57
33	Підготовка до здачі		3 дні
34	Монтаж обладнання ($V_{буд.} \times 0,1$)	10%	5048,49
35	Пусконаладжувальні роботи ($V_{буд.} \times 0,005$)	0,5%	168,28

4.3 КАРТКА-ВИЗНАЧНИК СІТЬОВОГО ГРАФІКА

Таблиця 3.1.

№	Назва робіт та комплекс робіт	Обсяг робіт		Код роботи	Норма на одиницю виміру.		Трудомісткість на весь обсяг				Основні механізми		Виконавець		Число змін	Тривалість, дні
		Оди. виміру	Кількість		люд-год	маш-год	Люд-год		Маш-год		Наймен.	Кільк.	Бригада			
							Норм.	Прийн.	Норм.	Прийн.			Проф.	Кільк.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Планування майданчика	1000 м ²	7,286	РЭСН 1-30-1	-	0,6	-	-	4,37	8,0	ДЗ-19	1	Машиніст 6р-1	1	1	1
2	Зрізання рослинного шару	1000 м ³	0,95	РЭСН 1-24-2	-	19,55	-	-	18,57	16,0	ДЗ-19	1	Машиніст 6р-1	1	2	1
3	Розробка ґрунту екскаватором з ємкістю ківшу 0,5 м ³ у відвал I II III	1000 м ³	14,06 5,05 3,39 5,62	РЭСН 1-12-14	19,55	42,5	274,87 98,73 66,27 109,87	-	597,56 214,63 144,08 238,85	504 184 120 200	ЗО-4122, КАМАЗ 5511	1,5	Машиніст 6р-1, Водій 2кл.-5	1+5	2 2 2	11,5 7,5 12,5
4	Те ж з навантаженням в автосамоскиди I II III	1000 м ³	2,1 0,823 0,472 0,805	РЭСН 1-17-14	22,1	63,92	46,41 18,19 10,43 17,79	-	134,24 52,61 30,17 51,46	128 48 32 48	ЗО-4122, КАМАЗ 5511	1,5	Машиніст 6р-1 Водій 2кл.-5	1+5	2 2 2	3 2 3

5	Розробка ґрунту вручну (підчистка) I II III	100 м³	1,099 0,467 0,211 0,421	РЭСН 1-164-2	261,8	-	287,72 122,26 55,24 110,22	256 112 48 96	-	-	-	-	Землекоп 3р-1, 2р-1	2	2	3,5 1,5 3
6	Бетонна підготовка під фундаменти I II III	100 м³	1,099 0,467 0,211 0,421	РЭСН6-1-19	527,8	94,56	580,05 246,48 111,37 222,2	496 208 96 192	103,92 44,16 19,95 39,81	-	КС-2561Е	1	Бетонник 3р--2	2	2	6,5 3 6
7	Влаштування монолітних фундаментів I II III	100 м³	9,9 4,2 1,9 3,8	РЭСН 6-1-8	340,75	66,85	3373,43 1431,15 647,43 1294,85	2880 1216 576 1088	661,82 280,77 127,02 254,03	-	КС-2561Е	1	Бетонник 4р-2, 3р-4, 2р-2	8	2	9,5 4,5 8,5
8	Влаштування фундаментів під обладнання I II III	100 м³	2,4 0,8 0,8 0,8	РЭСН 6-4-5	268,25	39,45	643,8 214,6 214,6 214,6	576 192 192 192	94,68 31,56 31,56 31,56	-	КС-2561Е	1	Бетонник 4р-1, 3р-2, 2р-1	4	2	3 3 3
9	Вертикальна гідроізоляція фундаментів I II III	100 м²	18,88 7,95 3,64 7,29	РЭСН 8-4-7	33,5	1,11	632,49 266,33 121,94 244,22	544 224 112 208	20,95 8,82 4,04 8,09	-	-	-	Ізолявальник 4р- 1, 3р-1	2	2	7 3,5 6,5
10	Горизонтальна гідроізоляція фундаменту I II III	100 м²	8,73 3,71 1,67 3,35	РЭСН 8-4-3	31,76	3,24	277,27 117,83 53,04 106,4	240 96 48 96	28,28 12,02 5,41 10,85	-	-	-	Ізолявальник 4р-1, 3р-1	2	2	3 1,5 3

11	Зворотна засипка бульдозером 80 л.с. I II III	1000 м³	14,06 5,05 3,39 5,62	РЭСН 1-27-2	-	13,75	-	-	193,33 69,44 46,61 77,28	168 64 40 64	ДЗ-19	1	Машиніст бр-1	1	2	4 2,5 4
12	Ущільнення ґрунту при зворотній засипці I II III	1000 м³	14,06 5,05 3,39 5,62	РЭСН 1-132-4	-	16,76	-	-	235,65 84,64 56,82 94,19	200 72 48 80	Ду-50	1	Машиніст бр-1	1	2	4,5 3 5
13	Монтаж колон I II III	Шт.	102 42 20 40	Калькуляція	13,16	2,6	1342,32 552,72 263,2 526,4	1200 480 240 480	265,2 109,2 52 104	-	СКГ-50	1	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1	5	2	6 3 6
14	Монтаж підкранових балок I II III	Шт.	88 32 14 42	Калькуляція	5,89	1,17	518,32 188,48 82,46 247,38	480 160 80 240	102,96 37,44 16,38 49,14	-	СКГ-50	1	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1	5	2	2 1 3
15	Монтаж ферм покриття 18, 24, 30м Монтаж плит покриття I II III	Шт.	402 146 100 156	Калькуляція	4,27	0,89	1716,54 623,42 427 666,12	1440 520 360 560	357,78 129,94 89 138,84	-	СКГ-50	1	Монтажник 5р-1, 4р-2, 3р-1, Електрозварн. 5р-1	5	2	6,5 4,5 7

22	г) Наклеювання тришарового рулонного килиму I II III	100 м ²	63,36 23,04 15,12 25,2	РЭСН 12-2-1	30,1	-	1907,23 693,5 455,11 758,52									
23	д) Оздоблення покрівельною сталлю I II III	100 м ²	2,94 1,68 0,25 1,01	РЭСН 12-15-1	132,8	-	390,43 223,1 33,2 134,13									
	Σ (покрівельні роботи) I II III						9694,85 3606,53 2253,57 3834,75	8160 3040 1920 3200	-	-	-	-	Бригада покрівельників	20	2	9,5 6 10
24	Засклення металевих рам промислових будівель I II III	100 м ²	16,76 9,63 1,43 5,7	РЭСН 15-208-1	71,77	0,78	1202,87 691,15 102,63 409,09	1104 624 96 384	13,32 7,75 1,12 4,45	-	-	-	Бригада склярів 3р-6	6	2	6,5 1 4
25	Монтаж обладнання I II III			15%			5908,56 1969,52 1969,52 1969,52	5040 1680 1680 1680			МКТ-6-45	1	Монтажник 5р- 2, 4р-2, 3р-4, 2р-2	10	2	10,5 10,5 10,5
26	Електротехнічні роботи I II III			3%			1179,9 393,3 393,3 393,3	960 320 320 320					Ел.монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1	5	2	4 4 4

27	Сантехнічні роботи I II III			3%			1179,9 393,3 393,3 393,3	960 352 352 352					Сантехнік 5р-1, 4р-1, 3р-1, 2р-1	4	2	5,5 5,5 5,5
28	а) Фарбування стін з середини приміщень I II III	100 м²	55,87 32,11 4,75 19,01	РЭСН 15-152-1	15,18	-	848,11 487,43 72,11 288,57	-								
29	б) Фарбування фасадів I II III	100 м²	55,87 32,11 4,75 19,01	РЭСН 15-155-2	30,85	-	1723,59 990,59 146,54 586,46	-								
30	в) Фарбування заповнень віконних прорізів I II III	100 м²	16,76 9,63 1,43 5,7	РЭСН 15-176-3	163,02	-	2732,21 1569,88 233,12 929,21	-								
31	г) Фарбування конструкцій покриття I II III	100 м²	101,38 36,86 24,2 40,32	РЭСН 15-180-6	42,9	-	4349,19 1581,29 1038,18 1729,73	-								
	Σ (оздоблювальні роботи) I II III	100 м²	227,24 113,04 34,14 80,06	Калькуляція	Калькуляція	-	9653,11 4629,19 1489,95 3533,97	8064 3840 1280 2944	-	-	-	-	Маляр 4р-8, 2р-8	16	2	15 5 11,5

[illegible]

4.4 РОЗРАХУНКОВА МАТРИЦЯ

Таблиця 4.1

Початкова розрахункова матриця

Захватки	Планування майданчика та	Розробка грунту екскаватором	Розробка грунту вручну та бетонна підготовка	Влаштування монолітних фундаментів	Влаштування фундаментів під обпалання	Вертикальна та горизонтальна гідроізоляція	Зворотна засипка з ущільненням	Монтаж колон	Монтаж підкранових балок	Монтаж конструкцій покриття	Монтаж конструкцій огорожі	Влаштування покрівлі
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	0 2 2	0 14,5 14,5	0 10 10	0 9,5 10	0 3 9,5	0 10 3	0 8,5 10	0 6 8,5	0 2 6	0 6,5 6,5	0 22 6,5	0 9,5 22
II		14,5 9,5 24	10 4,5 14	9,5 4,5 5	3 3 11	10 5 -4	8,5 5,5 6,5	6 3 8	2 1 7	6,5 4,5 -3,5	22 3 -11	9,5 6 15,5
III		24 15,5 39,5	14,5 9 25	14 8,5 9,5	6 3 16,5	15 9,5 -6	14 9 10,5	9 6 14	3 3 12	11 7 -5	25 11,5 -7	15,5 10 21
ΣT_{ij}	2	39,5	23,5	22,5	9	24,5	23	15	6	18	36,5	25,5
Зміни	1, 2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Робітники	1	6	2	8	4	2	2	5	5	5	5	20
max T _o	2	25	10	16,5	3	10,5	14	12	2	6,5	22	

Продовження таблиці 4.1.

Захватки	Засклення проїомів		Сантехнічні роботи		Електротехнічні роботи		Уцільнення щебнем та улаштування чорнової підлоги		Монтаж обладнання		Влаштування чистої підлоги		Оздоблювальні роботи		Пусконаладжувальні роботи	Благоустрій території	Здача об'єкту
	13		14		15		16		17		18		19		20	21	22
I	0	6,5	0	5,5	0	4	0	12,5	0	10,5	0	5,5	0	15			
	3	6,5	6,5	5,5	5,5	4	4	12,5	12,5	10,5	10,5	5,5	5,5	15			
II	6,5		5,5		4		12,5		10,5		5,5		15				
	1		5,5		4		8,5		10,5		3,5		5				
	9	7,5	2	11	7	8	4,5	21	10,5	21	15,5	9	-6	20			
III	7,5		11		8		21		21		9		20		0	0	0
	4		5,5		4		14		10,5		5,5		11,5		2	2	3
	18	11,5	0,5	16,5	8,5	12	-9	35	14	31,5	22,5	14,5	-5,5	31,5	2	2	3
ΣT_{ij}	11,5		16,5		12		35		31,5		14,5		31,5		2	2	3
Зміни	2		2		2		2		2		2		2		1	2	2
Робітники	6		4		5		5		10		10		16		10	10	10
max T _o	18	6,5	8,5		4		14		22,5		5,5						

Таблиця 4.2.

Розрахункова матриця

Захватки	Планування майданчика та зрізання рослинного шару	Розробка ґрунту екскаватором	Розробка ґрунту вручну та бетонна підготовка	Влаштування монолітних фундаментів	Влаштування фундаментів під обладнання	Вертикальна та горизонтальна гідроізоляція фундаменту	Зворотна засипка з ущільненням	Монтаж колон	Монтаж підкранових балок	Монтаж конструкцій покриття	Монтаж конструкцій огорожі	Влаштування покрівлі
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	0 2 2	2 14,5 0 16,5	27 10 10,5 37	37 9,5 0 46,5	53,5 3 7 56,5	56,5 10 0 66,5	67 8,5 0,5 75,5	81 6 5,5 87	93 2 6 95	95 6,5 0 101,5	101,5 22 0 123,5	123,5 9,5 0 134
II		16,5 9,5 26	37 4,5 11 41,5	46,5 4,5 5 51	56,5 3 5,5 59,5	66,5 5 7 71,5	75,5 5,5 4 81	87 3 6 90	95 1 5 96	101,5 4,5 5,5 106	123,5 3 17,5 126,5	134 6 7,5 140
III		26 15,5 41,5	41,5 9 0 50,5	51 8,5 0,5 59,5	59,5 3 0 62,5	71,5 9,5 9 81	81 9 0 90	90 6 0 96	96 3 0 99	106 7 7 113	126,5 11,5 13,5 138	140 10 2 150
ΣT_{ij}	2	39,5	23,5	22,5	9	24,5	23	15	6	18	36,5	25,5
Зміни	1, 2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Робітники	1	6	2	8	4	2	2	5	5	5	5	20

Продовження таблиці 4.2

Захватки	Засклення проїомів	Сантехнічні роботи	Електротехнічні роботи	Ущільнення щербем та улаштування чорнової підлоги	Монтаж обладнання	Влаштування чистої підлоги	Оздоблювальні роботи	Пусконаладжувальні роботи	Благоустрій території	Здача об'єкту
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
I	142,5 6,5 8,5 149	149 5,5 0 154,5	157,5 4 3 161,5	161,5 12,5 0 174	175,5 10,5 1,5 186	198 5,5 12 203,5	203,5 15 0 218,5			
II	149 1 9 150	154,5 5,5 4,5 160	161,5 4 1,5 165,5	174 8,5 8,5 182,5	186 10,5 3,5 196,5	203,5 3,5 7 207	218,5 5 11,5 223,5			
III	150 4 0 154	160 5,5 6 165,5	165,5 4 0 169,5	182,5 14 13 196,5	196,5 10,5 0 207	207 5,5 0 212,5	223,5 11,5 11 235	235 2 237	237 2 239	239 3 242
ΣT_{ij}	11	15	12	35	30	14,5	31,5	2	2	3
Зміни	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
Робітники	6	4	5	5	10	10	16	10	10	10

4.5 РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СІТЬОВОГО ГРАФІКА

Загальна тривалість будівництва об'єкту — результат розрахунку матриці та сітьового графіку:

$$T_3 = 242 \text{ днів.}$$

Коефіцієнт щільності потоку, характеризує ступень використання фронтів робіт спеціалізованими бригадами, визначаємо як відношення сумарної тривалості робіт до тієї ж величини з урахуванням організаційних перерв:

$$K_{\text{щ}} = \frac{\sum T_{ij}}{\sum T_{ij} + \sum T_o} = 404,5 / (404,5 + 236) = 0,632$$

Коефіцієнт суміщення робіт K_c , що характеризує величину суміщення робіт, які включені у потік, визначаємо як різницю між одиницею і відношенням тривалості потоку до сумарної тривалості усіх робіт:

$$K_c = 1 - \frac{T_3}{\sum T_{ij}} = 1 - (242 / 404,5) = 0,402$$

Коефіцієнт змінності:

$$K_{\text{зм}} = \frac{T_{\text{зм}}}{T_{\text{дн}}} = (702,5 / 404,5) = 1,73$$

де $T_{\text{зм}} = 1 \cdot 1 + 1 \cdot 2 + 2 \cdot 34,5 + 2 \cdot 13 + 2 \cdot 15 + 2 \cdot 9 + 2 \cdot 16,5 + 2 \cdot 20,5 + 2 \cdot 18 + 2 \cdot 5,5 + 2 \cdot 18 + 2 \cdot 36,5 + 2 \cdot 25,5 + 2 \cdot 11 + 2 \cdot 15 + 2 \cdot 12 + 2 \cdot 35 + 2 \cdot 30 + 2 \cdot 14,5 + 2 \cdot 31,5 + 1 \cdot 2 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 3 = 702,5$ — загальна кількість змін;

$T_{\text{дн}} = 404,5$ (днів) — загальна кількість.

Коефіцієнт нерівномірності руху робітників:

$$K_n = \frac{Q_{\text{макс}}}{Q_{\text{сер}}} = (72 / 26) = 2,77$$

де $Q_{\text{макс}} = 72$ робітника — максимальна денна чисельність робітників;

$N = 1 \cdot 1 + 1 \cdot 2 + 12 \cdot 25 + 16 \cdot 10 + 32 \cdot 4,5 + 20 \cdot 9 + 16 \cdot 3 + 24 \cdot 3 + 28 \cdot 3 + 12 \cdot 3 + 4 \cdot 4,5 + 8 \cdot 11,5 + 18 \cdot 2,5 + 14 \cdot 9 + 10 \cdot 3 + 20 \cdot 2 + 30 \cdot 1 + 20 \cdot 3 + 10 \cdot 2,5 + 20 \cdot 11,5 + 10 \cdot 10,5 + 50 \cdot 14,5 + 40 \cdot 4,5 + 52 \cdot 6,5 + 60 \cdot 1 + 20 \cdot 4 + 8 \cdot 3,5 + 18 \cdot 4 + 28 \cdot 4 + 20 \cdot 4 + 10 \cdot 6 + 30 \cdot 21 + 20 \cdot 1,5 + 40 \cdot 5,5 + 72 \cdot 3,5 + 52 \cdot 5,5 + 32 \cdot 22,5 + 10 \cdot 2 + 20 \cdot 5 = 6189$ (робітників) — загальна чисельність робітників по кожній роботі;
 $Q_{\text{сер}} = N / T_3 = 6189 / 242 = 26$ (робітників) — середня чисельність робітників.

4.6 РОЗРАХУНОК ПОТРЕБИ В ТИМЧАСОВИХ АДМІНІСТРАТИВНИХ І САНИТРАНО-ПОБУТОВИХ БУДІВЛЯХ

Проектування тимчасових будівель виконуємо в такій послідовності:

- визначаємо кількість робітників і службовців
- складаємо перелік тимчасових будівель, що мають бути розміщені на майданчику.

До складу працюючих входять робітники, інженерно-технічний персонал (ІТП), службовці і молодший обслуговуючий персонал (МОП).

В залежності від джерела фінансування тимчасові будівлі поділяються на титульні (на обліку у замовника) та нетитульні (на балансі БМО), за функціональним призначенням — на виробничі, громадські, складські, службові, санітарно-побутові; за конструктивними особливостями — на інвентарні та неінвентарні. В свою чергу інвентарні поділяють на збірно-розбірні, контейнерні, пересувні, споруди з легких оболонок.

Визначення кількості робітників.

Максимальна кількість робочих за графіком руху — 72 осіб.

Загальна чисельність працюючих на будівництві — $72 : 0,85 = 84$ особи.

Чисельність охорони та МОП — $84 \cdot 0,03 = 3$ особи.

Чисельність ІТП та службовців — $84 - 72 - 3 = 9$ осіб.

В першу зміну працюють $72 \cdot 0,70 = 50$ робітника, ІТП та службовців — $9 \cdot 0,80 = 7$ осіб, охорони та МОП — $3 \cdot 0,80 = 2$ особи.

Усього в першу зміну працює $50 + 9 + 2 = 61$ особа. З них жінок $61 \cdot 0,3 = 18$ осіб; чоловіків — $61 - 18 = 43$ особи.

Визначення номенклатури адміністративних і санітарно-побутових приміщень (табл. 7.1).

Таблиця 7.1

Експлікація адміністративних і санітарно-побутових приміщень

Найменування і призначення приміщень	Кількість працюючих	Норма площі на одного працюючого, м ²	Розрахункова площа, м ²	Розміри в плані за УТС, м	Тип будівлі	Прийнята площа, м ²	Кількість будівель
1	2	3	4	5	6	7	8
Адміністративні приміщення							
Кантора виконроба	9	4	36	12×9×3,9	Збірно-розбірна	70,7	1
Кабінет техніки безпеки	61	0,2	12,2	9×2,7×3,8	Контейнерна	25,6	1
Охоронна будка	2	4	8	2×2	Неінвентарна	8	2
Санітарно-побутові приміщення							
Гардеробна з лавами	72	0,6	43,2	12×9×3,9	Збірно-розбірна	70,7	1
Душова з переддушовою	25	0,82	20,5	9×2,7×3,8	Контейнерна	45,6	2
Умивальна групова	61	0,06	3,66	Поєднується з гардеробною			
Туалети							
– чоловічі	43	0,07	3,01	3×2,7×3,9	Контейнерна	8,5	1
– жіночі	18	0,14	2,52	3×2,7×3,9	Контейнерна	8,5	1
Приміщення для просушки спецодягу	61	0,2	12,2	6×2,7×2,6 8	Контейнерна	16,2	1

Приміщення для відпочинку працюючих	61	1	61	9×2,7×3,8	Контейнерна	68,4	3
Їдальня на 50 місць	61	1	61	12×9×3,9	Збірно-розбірна	70,7	1
Пункт охорони здоров'я	61	0,05	3,05	3×2,7×3,9	Контейнерна	8,5	1
Приміщення для обігріву працівників	61	0,1	6,1	3×2,7×3,9	Контейнерна	9,2	1
Приміщення для особистої гігієни жінок	18	0,12	2,16	3×2,7×3,9	Контейнерна	8,5	1

4.7 РОЗРАХУНОК ТИМЧАСОВОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Таблиця 8.1. Споживачі водопостачання

Споживачі води	Найбільша кількість споживачів (або обсяг робіт) в найбільш завантажену зміну	Питомі витрати води, л	
		Одиниці	Кількість
1	2	3	4
Виробничі потреби:			
Екскаватор	1	маш.-год.	12,5
Бульдозер	1	маш.-доба	450
Кран	1	маш.-доба	550
Автосамоскид	5	маш.-доба	550
Технологічні потреби:			
Оздоблювальні роботи	360,7	м ²	0,75
Улаштування рулонної покрівлі	124,24	м ²	7,5
Санітарно-побутові потреби:			
Господарсько-питні за відсутності каналізації	61	люд. на зміну	12,5
Душ з переддушовою	61	люд. на зміну	25
Їдальня	61	люд. на зміну	12,5

Розрахуємо секундні витрати води за кожним споживачем на виробничі та технологічні потреби, які визначають за формулою:

$$q_{\text{вир,техн}} = \frac{q_1 \cdot n_1 \cdot K_f \cdot K_1}{3600 \cdot t},$$

де q_1 — питома витрата води на виробничі потреби, л на одиницю робіт;

n_1 — число виробничих споживачів (або обсяг робіт) в найбільш завантажену зміну;

K_f — коефіцієнт годинної нерівномірності споживання води (дорівнює 1,5);

K_1 — коефіцієнт на невраховані витрати води (дорівнює 1,2);

t — тривалість роботи, до якої віднесена витрата води.

- Для екскаватора: $12,5 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,2 / (3600 \cdot 1) = 0,00625$ л/с;
для бульдозера: $450 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,2 / (3600 \cdot 24) = 0,0094$ л/с;
для крану: $550 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,2 / (3600 \cdot 24) = 0,011$ л/с;
для автосамоскиду: $550 \cdot 5 \cdot 1,5 \cdot 1,2 / (3600 \cdot 24) = 0,0573$ л/с;
загалом: $q_{\text{вир}} = 0,0839$ л/с.
- Оздоблювальні роботи: $0,75 \cdot 360,7 \cdot 1,5 \cdot 1,2 / (3600 \cdot 8) = 0,0169$ л/с;
улаштування рулонної покрівлі: $7,5 \cdot 124,24 \cdot 1,5 \cdot 1,2 / (3600 \cdot 8) = 0,0582$ л/с;
загалом: $q_{\text{техн}} = 0,0751$ л/с.

6.3 Розрахункові секундні витрати води на санітарно-побутові потреби приймаємо по найбільш завантаженому дню роботи за графіком руху робочих:

$$q_{\text{зосп}} = \frac{q_2 \cdot N_1 \cdot k_{2,\text{зод}}}{3600 \cdot t} = 12,5 \cdot 61 \cdot 2,7 / (3600 \cdot 8) = 0,0715 \text{ л/с};$$

$$q_{\text{ідал}} = \frac{q_3 \cdot N_1 \cdot k_{2,\text{зод}}}{3600 \cdot t} = 12,5 \cdot 61 \cdot 2,7 / (3600 \cdot 8) = 0,0715 \text{ л/с};$$

$$q_{\text{душ}} = \frac{q_4 \cdot N_2}{60 \cdot m} = 25 \cdot 25 / (60 \cdot 45) = 0,231 \text{ л/с},$$

де q_2, q_3, q_4 — питомі витрати води на господарсько-питні потреби та потреби їдальні і душевої відповідно, л на одну людину на зміну;

N_1 — кількість працюючих в найбільш завантажену зміну;

$k_{2,\text{зод}}$ — коефіцієнт годинної нерівномірності споживання води (дорівнює 2,7);

N_2 — кількість працюючих, що приймають душ (40% від працюючих у найбільш завантажену зміну зміну);

m — тривалість роботи душевої установки (45 хвилин).

6.4 Витрати води на пожежогасіння приймаємо $q_{\text{пож}} = 15$ л/с (при одночасній роботі трьох гідрантів по 5 л/с кожний), оскільки територія будівельного майданчику дорівнює 8,06 га, тобто менша за 10 га.

6.5 Загальні секундні витрати води:

$$q_{\text{заг}} = q_{\text{вир}} + q_{\text{техн}} + q_{\text{зосп}} + q_{\text{ідал}} + q_{\text{душ}} + q_{\text{пож}} = 15,53 \text{ л/с}.$$

6.6 Визначаємо діаметр тимчасового водопроводу.

- Загальний:

$$d = 2 \sqrt{\frac{q_{\text{заг}} \cdot 1000}{\pi \cdot V}} = 2 \sqrt{\frac{15,53 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,8}} = 104,81 \text{ мм}$$

де V — швидкість руху води в трубах, м/с.

Приймаємо труби зального тимчасового водопроводу діаметром 125 мм.

- На виробничі та технологічні потреби:

$$d = 2 \sqrt{\frac{(q_{\text{вир}} + q_{\text{техн}}) \cdot 1000}{\pi \cdot V}} = 2 \sqrt{\frac{(0,0839 + 0,0751) \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,8}} = 10,61 \text{ мм}$$

Приймаємо труби виробничого та технологічного тимчасового водопроводу діаметром 15 мм.

- На санітарно-побутові потреби:

$$d = 2 \sqrt{\frac{(q_{\text{зосп}} + q_{\text{ідал}} + q_{\text{душ}}) \cdot 1000}{\pi \cdot V}} = 2 \sqrt{\frac{(0,0715 + 0,0715 + 0,231) \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,7}} = 16,74 \text{ мм}$$

Приймаємо труби санітарно-побутового водопроводу діаметром 20 мм.

4.8 РОЗРАХУНОК ТИМЧАСОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Електроенергію на будівельному майданчику витрачаємо:

- 1) на виробничі (технологічні) потреби: підігрівання будівельних матеріалів, розморожування мерзлого ґрунту, електропрогрівання бетону і цегляної кладки у зимовий час тощо;
- 2) на живлення електродвигунів будівельних машин, механізмів та установок;
- 3) на освітлення: внутрішнє — приміщень; зовнішнє — місць виконання робіт і під'їзних шляхів, території будівництва.

За загальною потребою в електроенергії встановлюємо тип тимчасової трансформаторної підстанції. Необхідну розрахункову потужність трансформаторної підстанції визначаємо для максимального споживання електроенергії одночасно всіма споживачами за формулою :

$$P = \frac{\alpha}{\cos\psi} (\Sigma P_c \cdot K_{1n} + \Sigma P_m \cdot K_{2n} + \Sigma P_{ov} \cdot K_{3n} + \Sigma P_{oz} \cdot K_{4n} +),$$

де α — коефіцієнт втрати потужності в мережі в мережах в залежності від їх довжини, ;

P_c — силова потужність машини або установки, кВт,

P_m — потрібна потужність на технологічні потреби, кВт;

P_{ov} — потрібна потужність на внутрішнє освітлення приміщень, кВт;

P_{oz} — потрібна потужність на зовнішнє освітлення, кВт;

$K_{1n}, K_{2n}, K_{3n}, K_{4n}$ — коефіцієнти попиту, які залежать від кількості споживачів;

$\cos\psi$ — коефіцієнт потужності, в середньому рівний 0,75.

Таблиця 9.1. Потреби електроенергії за споживачами

Споживачі	Одиниця виміру	Кількість	Норма на одиницю потужності, кВт	Загальні витрати P_c , кВт	Коефіцієнт попиту, K_{1n}
1	2	3	4	5	6
1. Монтажний кран СКГ-50	шт.	3	75	225	0,7
2. Монтажний кран МКТ-6-45	шт.	1	30	30	0,7
3. Люлька ЛЕ-100-300	шт.	1	1,6	1,6	0,15
4. Електричний фарбопулт СО-61	шт.	1	0,27	0,27	0,15
5. Зварювальний трансформатор ТД-30У2	шт.	2	17,5	35	0,35
6. Вібратор ИБ-47	шт.	2	1,2	2,4	0,15

Таблиця 9.2. Електричне освітлення внутрішнє

Споживачі	Загальна площа, м²	Норма потужності на освітлення 1м², Вт	Загальні витрати електроенергії, кВт
1	3	4	5
1. Гардеробна з умивальною	70,7	15	1,061
2. Душова з переддушовою	45,6	15	0,684
3. Приміщення для обігріву працівників	8,5	15	0,128
4. Приміщення для відпочинку працюючих	68,4	15	1,026
5. Туалет чоловічий	8,5	15	0,128
6. Туалет жіночий	8,5	15	0,128
7. Їдальня	70,7	15	1,061
8. Контора виконроба	70,7	15	1,061
9. Охоронна будка на в'їзді	4	15	0,06
10. Кабінет техніки безпеки	25,6	15	0,384
11. Приміщення для особистої гігієни жінок	8,5	15	0,128
12. Приміщення для просушки спецодягу	16,2	15	0,243
13. Пункт охорони здоров'я	8,5	15	0,128
14. Закритий склад	42	3	0,126
Разом			6,346

Таблиця 9.3. Електричне освітлення зовнішнє

Споживачі.	Одиниці вимірювання.	Загальна площа, м ² (довжина, м),	Освітлення, лк	Норма потужності на 1 м ² площі (на 1 км довжини), Вт	Загальні витрати кВт
1	2	3	4	5	6
Територія будівництва у зоні виконання робіт (площа будгеплану)	м ²	55800	2	0,4	22,32
Площа будівлі (монтажна зона)	м ²	6336	20	3	19,01
Головні проходи та проїзди	км	1,2	3	5	6
Охоронне освітлення	км	1,0	0,5	1,5	1,5
Аварійне освітлення	км	1,0	0,5	1,5	1,5
Разом					50,33

$$P = (1,1/0,75) \cdot ((3 \cdot 75 \cdot 0,7 + 30 \cdot 0,7 + 1,6 \cdot 0,15 + 0,27 \cdot 0,15 + 35 \cdot 0,35 + 2,4 \cdot 0,15) + 6,346 \cdot 0,8 + 50,33) = 361,96 \text{ кВт}$$

Застосовуємо на будівельному майданчику трансформаторну підстанцію КТПН-72М-400, потужність якої 400 кВт, з трансформатором типу ТМ-400/6/10 вагою 2,18 т.

Для прийому та розподілення електроенергії по споживачам на будівельному майданчику приймаємо шафи розподільні серії СП-62 та СПУ-62.

Розрахунок кількості прожекторів на будівельному майданчику виконуємо за формулою:

$$n = \frac{p \cdot E \cdot S}{P_{\text{л}}},$$

де p — питома потужність при освітленні прожекторами ПЗС-45, $p = 0,2 \dots 0,3$ Вт/(м²·лк)

E — освітленість, лк; $E = 2$ лк;

S — площа, яку освітлюють; $S = 56700$ м²;

$P_{\text{л}}$ — потужність лампи прожектора, ПЗС-45 $P_{\text{л}} = 500$ Вт;

$$n = 0,2 \cdot 2 \cdot 55800 / 500 = 44 \text{ шт.}$$

Встановлюємо по дві лампи на одній опорі.

Для додаткового освітлення місць монтажу встановлюємо на пересувні освітлювальні щогли прожектори у кількості:

$$n = 0,2 \cdot 20 \cdot 6336 / 500 = 50 \text{ шт.}$$

На 10 щоглах встановлюємо по 5 прожекторів.

4.9 РОЗРАХУНОК ТИМЧАСОВИХ СКЛАДІВ

Таблиця 10.1. Відомість потреби на стадії монтажу в матеріалах, напівфабрикатах і виробих

№ за/п	Табл. ДБН	Назва робіт	Вимірник	К-ть	Назва потрібних матеріалів	Од. вим.	Норма витрат	Загальна потреба
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	7-5-14	Монтаж колон прямокутного перерізу масою до 10т	100шт	0,18	-колони -прокат -електроди -лісоматер -бетон	т т т м³ м³	100 0,444 0,024 0,32 17,2	18 0,07992 0,00432 0,0576 3,096
2	7-6-11	Монтаж колон двогілкових масою до 30т	100шт	0,84	-колони -прокат -електроди -лісоматер -бетон	т т т м³ м³	100 0,444 0,026 0,48 131	84 0,37296 0,02184 0,4032 110,04
3	7-9-12	Укладання підкранових балок масою до 5 т	100 шт.	0,88	-підкр.балки -вироби монт. -електроди	шт. т т	100 1,81 0,33	88 1,5928 0,2904
4	7-12-9	Укладання ферм прогоном 18м	100шт	0,16	-збірні ЗБК -електроди -монт. вироби	шт. т т	100 0,16 2,52	16 0,0256 0,4032
6	7-12-21	Укладання ферм прогоном 24 м	100шт	0,18	-збірні ЗБК -електроди -монт. вироби	шт. т т	100 0,16 3,52	18 0,0288 0,6336
7	7-12-25	Укладання ферм прогоном 30 м	100шт	0,16	-збірні ЗБК -електроди -монт. вироби	шт. т т	100 0,16 3,52	16 0,0256 0,5632
8	7-13-7	Монтаж плит покриття довжиною до 6 м та площею до 20 м²	100шт	3,52	-плити покр. -проволока -руберойд. -електроди -рогожа -лісомат. -монт. вироби -бетон -розчин	шт т м² т м² м³ т м³ м³	100 0,0254 56,2 0,02 60 0,432 0,12 8,5 0,2	352 0,089408 197,824 0,0704 211,2 1,52064 0,4224 29,92 0,704
9	7-16-1	Монтаж стінових панелей довжиною до 7м, площею до 10м²	100шт	10,4 6	-стінові пан. -електроди -монт. вироби	шт т т	100 0,1 0,2	1046 1,046 2,092
10	7-1-15	Монтаж фундаментних балок до 6м	100шт	0,56	-балки -цвяхи -проволока -солідол «Ж» -лісоматер. -щити -бетон -розчин	шт т т т м³ м² м³ м³	100 0,0027 0,001 0,0093 0,06 5,65 3,05 0,42	56 0,001512 0,00056 0,005208 0,0336 3,164 1,708 0,2352
11	7-19-1	Герметизація швів стінових панелей	100мп.	78,6 72	-розчин	м³	0,84	66,0844

Таблиця 10.2. Зведена відомість потреби в матеріалах, виробих і конструкціях

Відомість потреби матеріалів

№ за/п	Назва матеріалів	Одиниці виміру	Кількість
1	2	3	4
1	Колони	шт	102
2	Підкранові балки	шт.	88
3	Кроквяні конструкції	шт.	50
4	Плити покриття	шт.	352
5	Фундаментні балки	шт.	56
6	Стінові панелі	шт.	1064
7	Ригелі воріт	шт.	6
8	Стійки воріт	шт.	12
9	Бетон	м ³	144,764
10	Розчин	м ³	65,4428
11	Монтажні вироби	т	5,7432
12	Прокат	т	0,4528
13	Електроди	т	1,53096
14	Лісоматеріали	м ³	2,01504
15	Щити	м ²	3,164
16	Руберойд	м ²	197,824
17	Солідол	т	0,00521
18	Цвяхи	т	0,001512
19	Рогожа	м ²	211,2

Таблиця 10.3. Розрахунок площ тимчасових складів

№ з/п.	Найменування матеріалів, конструкцій і деталей	Одиниця виміру	Час використання в днях	Потреба		Коефіцієнти		Норма запасу в днях	Запас матеріалів, що підлягає зберіганню	Норма зберігання матеріалу на 1м ²	Розрахункова площа складу, м ²	Коефіцієнти на площі і висоті	Загальна розрахункова площа складу, м ²	Прийнята площа складу, м ²	Тип складу
				Загальна на розрахунковий період	Добова	нерівномірності нахолодження	нерівномірності використання								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Колони	м ₃	15	642,8	42,85	1,1	1,3	4	245,12	0,80	306,4	1,25	383	396 (19,5×12) (13,5×12)	відк.р.
2	Підкранові балки	м ₃	6	116,2	19,37	1,1	1,3	2	55,39	0,50	110,78	1,2	132,93	138 (11,5×12)	відк.р.
3	Кроквяні ферми	м ₃	18	237,42	13,19	1,1	1,3	2	37,72	0,07	538,91	1,2	646,69	864 (2×36×12)	відк.р.
4	Плити покриття	м ₃	18	376,64	20,92	1,1	1,3	3	89,77	0,50	179,53	1,2	215,44		відк.р.
5	Стінові панелі, фундаментні балки, елементи воріт	м ₃	36,5	459,14	12,58	1,1	1,3	5	89,94	1,00	89,94	1,2	107,93	108 (9×12)	відк.р.
6	Електроди, діаметр 6 мм, марка Э42	т	57	1,53096	0,0269	1,1	1,3	5	0,192	0,50	0,384	1,2	0,461	6×7	закр.
7	Монтажні вироби масою до 50 кг	т	57	5,7432	0,1008	1,1	1,3	5	0,7204	0,70	1,029	1,2	1,235		закр.
8	Дріт сталевий і цвяхи	т	36,5	0,001512	0,0004	1,1	1,3	5	0,00297	2,50	0,00012	1,2	0,00014		закр.
9	Мастильні матеріали	т	36,5	0,00521	0,00014	1,1	1,3	3	0,0006	0,60	0,001	1,2	0,0012		закр.
10	Рогожа	м ₂	18	211,2	11,73	1,1	1,3	3	50,336	2,5	20,13	1,2	24,16		закр.
11	Металопрокат	т	18	0,4528	0,0252	1,1	1,3	5	0,1799	1,50	0,12	1,2	0,144	6×7	навіс
12	Дошки обрізні із хвойних порід	м ₃	54,5	2,01504	0,037	1,1	1,3	5	0,264	1,25	0,211	1,2	0,254		навіс
13	Руберойд підкладочний з пиловидною підсипкою РПП-300Б	м ₂	18	197,824	10,99	1,1	1,3	5	78,58	2,50	31,43	1,2	37,72		навіс
14	Щити опалубки, ширина 300-750 мм, товщина 25 мм	м ₂	36,5	3,164	0,0867	1,1	1,3	5	0,6198	20,00	0,031	1,2	0,037		навіс

Опис будівельного генерального плану (БГП)

Проект організації будівництва (ПОБ) визначає головні інженерно-технічні та організаційні рішення для зведення всього комплексу споруд. Якщо об'єкт вводять в експлуатацію поетапно, то матеріали ПОБ для окремих черг або пускових комплексів розробляють із урахуванням умов будівництва та роботи всієї будівлі загалом. Структура, склад і приклади оформлення підсумкових документів цього розділу наведені у додатках Д та Е.

Рішення ПОБ є основою для складання схем фінансування, графіків інвестицій та календарного планування постачання матеріалів і техніки. Цей розділ обов'язково узгоджують і пов'язують з усіма іншими частинами проектно-кошторисної документації. Розробкою ПОБ займається генеральний проєктувальник, який має право залучати спеціалізовані інженерні чи науково-дослідні інститути для підготовки окремих технологічних блоків. При проєктуванні капітальних ремонтів, модернізації або переоснащення діючих підприємств до створення рішень ПОБ обов'язково залучають представників замовника.

Нормативні терміни будівництва, а також черговість і тривалість окремих процесів визначають за допомогою календарних графіків на основі обсягів робіт. У цих планах підготовчий період обов'язково виділяють в окремий етап або самостійний графік. Будь-яка потреба у тимчасовому використанні чи відведенні земельних ділянок за межами офіційного будмайданчика має бути детально обґрунтована в матеріалах ПОБ. Якщо об'єкт будують у зоні дії небезпечних природних чи техногенних процесів, у складі ПОБ обов'язково розробляють розділ ОВНС на період проведення робіт відповідно до вимог ДБН А.2.2-1.

Базою для формування ПОБ є затверджене у встановленому порядку завдання на проєктування. Також інформаційною основою слугують офіційні містобудівні умови та обмеження для конкретної земельної ділянки. Обов'язково враховуються звіти за результатами комплексних інженерних вишукувань на майданчику. При роботі в умовах щільної міської забудови ПОБ складають з урахуванням висновків обстеження сусідніх будівель, споруд та діючих мереж. Модернізація, відновлення чи переоснащення існуючих об'єктів вимагають залучення звітів про детальний технічний стан тримальних конструкцій, фундаментів та основ.

У місцях із підвищеним рівнем природних або техногенних загроз використовують дані багаторічних спостережень спеціалізованих служб. Важливою складовою також є інші розділи архітектурно-будівельного проєкту, зокрема конструктивні рішення та плани поділу об'єкта на окремі черги чи автономні пускові комплекси.

Інженерні розрахунки ПОБ обов'язково координують із кошторисами, технологічними картами основного виробництва та технічними паспортами промислового устаткування. Окремо вивчають габарити, вагу та специфічні правила складування важкого обладнання. Під час зведення технічно складних

або унікальних будівель ураховують особливі інженерні вимоги та галузеві обмеження. Також обов'язково беруть до уваги специфіку виконання робіт в умовах діючого підприємства при капітальному ремонті чи зміцненні тримальних елементів.

Розрахунок термінів будівництва базується на чинних нормативних актах, директивних документах і галузевих стандартах. При виборі засобів механізації враховують загальні проєктні рішення щодо типів матеріалів, конструктивних схем, основних машин та логістичного транспорту. Економічну доцільність рішень перевіряють на основі транспортного плеча та точних відстаней до діючих кар'єрів чи офіційних місць вивезення ґрунту й будівельного сміття. У розрахунках відображають етапи інженерного захисту території від небезпечних підтоплень та зсувів. Фінальним елементом вихідних даних є технічні показники систем протипожежного захисту та заходів цивільного захисту об'єкта.

Проєкт виконання робіт (ПВР) деталізує конкретні технологічні методи та схеми організації процесів на всьому об'єкті, його окремих чергах чи комплексах. Цей документ складають для конкретних етапів або спеціалізованих видів робіт, і він містить обов'язковий перелік виконавчої документації, яку необхідно заповнювати. Нормативною та інженерною основою для підготовки ПВР є затверджена робоча документація і загальні рішення ПОБ. Головна мета створення ПВР — впровадження організаційно-технічних заходів, які гарантують високу якість, безпеку праці та дотримання нормативних термінів будівництва.

При складанні технологічних карт ураховують паспортні характеристики матеріалів, параметри залучених машин, техніки, оснащення та конкретні умови майданчика. Виконання робіт в умовах щільної міської забудови вимагає обов'язкового врахування результатів технічного обстеження сусідніх споруд та дотримання специфічних правил для обмеженого простору.

Кількість розроблюваних ПВР та ступінь деталізації їхніх розділів залежать від масштабів будівництва, складності конструкцій та рівня автоматизації процесів. На глибину пропрацювання документа також впливають умови взаємодії підрядних організацій, категорія складності об'єкта та рівень відповідальності тримальних залізобетонних чи металевих каркасів.

Проведення будь-яких будівельно-монтажних робіт на майданчику дозволено лише за наявності чинних ПВР або затверджених технологічних карт. Рекомендована структура, склад та зміст розділів проєкту визначаються відповідно до нормативних вимог додатка К. Головними графічними та текстовими матеріалами у складі ПВР є об'єктний будівельний генеральний план для конкретного етапу робіт, пояснювальна записка, а також детальні технологічні карти чи схеми. Якщо на об'єкті одночасно працюють кілька одиниць техніки, до проєкту обов'язково додають схеми безпечного спільного

функціонування будівельних машин і великогабаритних установок. Оформлення внутрішньої документації та таблиць у складі ПВР виконується за зразками з додатка Л.

Розробкою проєкту виконання робіт займається підрядна будівельна організація для конкретних видів та етапів робіт своєї специфікації. Для підготовки технологічно складних процесів можуть залучатися спеціалізовані проєктні або науково-дослідні інститути відповідного профілю.

Рішення ПВР обов'язково узгоджують із проєктом організації будівництва за такими параметрами:

- Контури та межі будівельного майданчика
- Прийняті технологічні методи зведення
- Організаційно-послідовні схеми виконання робіт
- Параметри міцності, стійкості та надійності конструкцій
- Заходи щодо забезпечення комплексної безпеки будівництва

При капітальному ремонті об'єктів на підставі дефектних актів, за наявності технічної потреби, складають окремий проєкт виконання робіт на ремонтні процеси. Базою вихідних даних для такого проєктування є затверджений ПОБ.

До переліку вихідних даних входить повний комплект робочої документації. Також ураховуються логістичні умови постачання, комплектування та транспортування матеріально-технічних ресурсів. Важливе значення мають умови експлуатації будівельної техніки, механізмів та автотранспорту.

Сюди ж включають дані про забезпечення кадровим потенціалом, режими праці та специфіку роботи вахтовим методом. При реконструкції, капремонті чи переоснащенні в умовах діючого виробництва додаються технічні висновки обстеження будівель. Для робіт в умовах щільної міської забудови обов'язково враховують результати моніторингу та обстеження сусідніх споруд.

ПІДГОТОВКА ДО БУДІВНИЦТВА

Щоб будівництво стартувало вчасно і йшло чітко за планом, проводять комплекс організаційних та інженерних заходів. Їхня мета — звести безпечну та якісну будівлю із потрібними характеристиками.

Під час організаційного етапу насамперед готують і затверджують усі проєктні та технологічні документи. Паралельно з цим отримують законні дозволи на початок підготовчих і будівельних робіт. Також у цей період запускають систему управління будівництвом та впроваджують заходи безпеки. Якщо на ділянці є старі споруди, які заважають роботі, їх заздалегідь виводять з експлуатації та зносять.

Ділянку обов'язково забезпечують тимчасовими дорогами та підключають до мереж водо-, тепло- й електропостачання, окремо облаштовуючи пожежний водогін. На майданчику розгортають лінію зв'язку, ставлять побутові, виробничі споруди та закупають первинні засоби

гасіння пожеж. Одразу вирішують питання логістики сміття: де відходи будуть тимчасово лежати та як їх вивозитимуть.

Для контролю за процесами офіційно оформлюють технічний та авторський нагляд, а за потреби — науковий супровід проєкту. Біля в'їзду ставлять великий інфоцит із контактами замовника, генпідрядника та проєктувальника. По самій території розвішують карти руху транспорту, де чітко видно зони розвороту техніки та небезпечні ділянки. Також об'єкт повністю укомплектовують інструментами цивільного захисту та протипожежним інвентарем.

ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ РОБІТ

Будь-які будівельні роботи ведуть чітко за технологічними картами та правилами безпеки, які прописані в документах. Починати будівництво без офіційних дозволів чи зареєстрованих декларацій суворо заборонено.

Порядок на майданчику підтримують відповідно до рішень ПОБ, норм охорони праці за ДБН А.3.2-2 та загальних правил пожежної безпеки. Якщо будівництво розгортається серед щільної міської забудови, додатково виконують жорсткі вимоги ДБН В.1.2-12.

Коли оновлюють, ремонтують чи переоснащують діюче підприємство, графік робіт обов'язково підлаштовують під його розклад. Для цього заздалегідь узгоджують, коли саме та на який час зупинять виробництво, які роботи встигнуть зробити в цей період, а також як суміщатимуть у просторі демонтаж і нове будівництво. Якщо об'єкт доводиться заморозити або, навпаки, повернути в роботу після паузи, керуються спеціальним державним регламентом про консервацію.

Усі побутові, робочі місця, зони відпочинку та пішохідні доріжки, які не мають спеціального захисту, розміщують виключно у безпечних місцях. Кордони небезпечних зон на майданчику позначають стандартними попереджувальними знаками. Якщо ж людей доводиться розміщувати там, де є ризики, для них складають похвилинний графік безпечного перебування.

Усі матеріали та конструкції постачають на майданчик за чітким графіком і розрахунками, які прописані в технологічних картах. Щоб роботи не зупинялися і вкладалися в терміни, на об'єкті створюють запас матеріалів на складах. Тут же влаштовують спеціальні стенди та зони, де великі елементи збирають перед монтажем.

Техніку й мобільні установки привозять на об'єкт за планом і відразу переміщують на робочі позиції. Бригади будівельників повністю забезпечують ручним інструментом, приладами контролю, захисними бар'єрами, монтажним інвентарем та ЗІЗ. Для контролю за цим ресурсом на будівництві створюють єдине інструментальне господарство. Водночас перевозити, складати й зберігати всі матеріали потрібно строго за пожежними правилами та стандартами, щоб нічого не зіпсувати й не втратити. Працювати з

будівельними машинами дозволено лише з дотриманням нормативних вимог НПАОП та ДБН А.3.2-2.

Управління будівництвом будується на планах, які чітко збалансовані за грошима, кількістю людей та матеріалами. Для всіх підрядників складають єдині календарні графіки, а поточні щоденні завдання нарізають на основі цих планів і видають конкретним виконавцям. Перебіг будівництва постійно моніторять, а плани оперативно переписують, якщо з'являються відхилення.

На роботу беруть лише тих інженерів та робітників, чия кваліфікація точно відповідає складності процесів. На кожному етапі суворо стежать за екологією та станом сусідніх будівель навколо майданчика. Окрім цього, на об'єкті діє багаторівнева система контролю якості: будь-які перевірки відповідності проєкту фіксують у журналах та актах виконавчої документації.

Бібліографія

1. Методичні вказівки до виконання архітектурної курсової роботи (АКР-3) «Промислова будівля» з дисципліни «Архітектура будівель і споруд» для студентів будівельної спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» усіх форм навчання // Р.А. Тімченко, Д.А. Крішко. – Кривий Ріг: КНУ, 2020 – 32 с.
2. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи (РГР-2) «Громадська будівля» з курсу «Архітектура будівель і споруд» для студентів будівельної спеціальності 192 „Будівництво та цивільна інженерія усіх форм навчання // Р.А. Тімченко, Д.А. Крішко. – Кривий Ріг: КНУ, 2020 – 70 с.
3. Методичні вказівки до курсового проектування «Розрахунок елементів міжповерхового монолітного перекриття з балковими плитами» з курсу «Залізобетонні та кам'яні конструкції» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» всіх форм навчання // В.І. Астахов, В.І. Гончар. – Кривий Ріг: КНУ, 2017. – 26 с.
4. Методичні вказівки до виконання курсового проекту №2 «Залізобетонні конструкції одноповерхової виробничої будівлі» з курсу «Залізобетонні та кам'яні конструкції» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» всіх форм навчання // Є.В. Люльченко. – Кривий Ріг: КНУ, 2017. – 16 с.
5. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з металевих конструкцій «Балочна клітка» // Сліпич О.О., Паршин О.В. – 2012 р.
6. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з металевих конструкцій «Визначення навантажень і розрахунок рами каркасу одноповерхової промислової будівлі» // Сліпич О.О., Паршин О.В. – 2012 р.
7. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з металевих конструкцій «Розрахунок та конструювання позацентрово-стиснутих одноступінчатих колон» // Сліпич О.О., Паршин О.В. – 2012 р.
8. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з металевих конструкцій «Розрахунок та конструювання кроквяних ферм» // Сліпич О.О., Паршин О.В. – 2010 р.
9. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з металевих конструкцій «Розрахунок та конструювання підкранових балок» // Сліпич О.О., Паршин О.В. – 2009 р.
10. Методичні вказівки до виконання курсової роботи на тему: «Проектування технології влаштування монолітних залізобетонних фундаментів з виконанням земляних робіт» з дисципліни «Технологія будівельного виробництва» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» усіх форм навчання // О.М. Грицаєнко, Д.В. Попруга. – Кривий Ріг: КНУ, 2021 – 76 с.
11. Методичні вказівки до виконання курсового та дипломного проектування з дисципліни «Зведення і монтаж будинків та споруд» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» усіх форм навчання. Частина 1 // О.І. Валовой, О.М. Грицаєнко, Д.В. Попруга. – Кривий Ріг: КНУ, 2020 – 68 с.
12. Методичні вказівки до виконання курсового та дипломного проектування з дисципліни «Зведення і монтаж будинків та споруд» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» усіх форм навчання. Частина 2 // О.І. Валовой, О.М. Грицаєнко, Д.В. Попруга. – Кривий Ріг: КНУ, 2020 – 64 с.
13. Методичні вказівки до курсового, дипломного проектування та самостійної роботи з дисципліни «Організація будівництва» спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» для студентів усіх форм навчання. Частина 1 // В.В. Афанасьєв, О.І. Валовой. – Кривий Ріг: КНУ, 2020 – 44 с.
14. Методичні вказівки до курсового, дипломного проектування та самостійної роботи з дисципліни «Організація будівництва» спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» для студентів усіх форм навчання. Частина 2 // В.В. Афанасьєв, О.І. Валовой. – Кривий Ріг: КНУ, 2020 – 32 с.

15. Гетун Г.В. Основи проектування промислових будівель: навч. посіб. – К.: Кондор, 2009. – 210 с.
16. Гетун Г.В. Архітектура будівель і споруд. Кн. 1. Основи проектування. Вид. 2-ге.: Підр. – К.: Кондор-Видавництво, 2012. – 380 с.
17. Лінда С.М. Архітектурне проектування громадських будівель і споруд : навчальний посібник/ С.М. Лінда. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2010. – 611 с.
18. Архітектура будівель та споруд. Книга 2. Житлові будинки: Підручник. Плоский В.О., Гетун Г.В. – 2015 р. – 617 с.
19. Практичний розрахунок елементів залізобетонних конструкцій за ДБН В.2.6-98:2009 у порівнянні з розрахунками за СНиП 2.03.01-84* і EN 1992-1-1 (Eurocode 2) / В.М. Бабаєв, А.М. Бамбура, О.М. Пустовойтова та ін. ; за заг. ред. В.С. Шмуклера. – Харків : Золоті сторінки, 2015. – 208 с.
20. Залізобетонні конструкції: будівлі, споруди та їх частини : Підручник / А.М. Павліков – Полтава, ПолтНТУ, 2017. – 284 с.
21. Залізобетонні конструкції: Підручник / А.Я. Барашиков, Л.М. Буднікова, Л.В. Кузнєцов та ін.; За ред. А.Я. Барашикова. – К.: Вища шк., 1995. – 594с.
22. Конспект лекцій з курсу «Залізобетонні та кам'яні конструкції» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» всіх форм навчання / В.І. Астахов, О.А. Паливода. – Кривий Ріг. – КНУ, 2019. – 204 с.
23. Лівінський О. М., Хоменко О.Г., Терещук М. О., Любченко І.Г., Ратушняк Г. С., Єсипенко А. Д.. Металеві конструкції . Підручник для студентів вищих навчальних закладів.- К.: «МП Леся», 2018. – 306 с.
24. Металеві конструкції / О. О. Нілов, В. О. Пермяков, О. В. Шимановський та ін.; під заг. ред. О. О. Нілова та О. В. Шимановського. – 2-е вид., перероб. і доп. – К. : Видавництво «Сталь», 2010. – 869 с.
25. Металеві конструкції: Підручник / В. Сверлов, І. Середюк, В. Середюк, Л. Жарко – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003. – 263с.
26. Клименко Ф. Є. Металеві конструкції : підручник / Ф. Є. Клименко, В. М . Барабаш, Л. І. Стороженко; за ред. Ф. Є. Клименка. – 2-е вид., випр. і доп. – Львів : Світ, 2002.
27. Валовой О.І., “Конструктивні рішення й технологія зведення гірничо-збагачувальних комбінатів”. «Мінерал» КТУ 2004.- 113с.
28. Валовой О.І., “Проектування, технологія та організація будівництва. Зведення і ремонт будівель та споруд”; «Видавничий дім» КТУ 2007.- 503с.
29. Валовой О.І., Валовой М.О. Проектування та інженерні вишукування в будівництві, 2012. - 373 с.
30. Валовой О.І., Валовой М.О. Технологія будівельного виробництва, 2012. - 610с.
31. Валовой О.І., Валовой М.О. Організація будівництва, 2012. - 600с.
32. Валовой О.І., Валовой М.О. “Проектування та інженерні вишукування в будівництві” (видання друге доповнене та перероблене), 2018. – 365с.
33. Валовой О.І., Валовой М.О. “Організація будівництва” (видання друге доповнене та перероблене), 2018. – 517с.
34. Валовой О.І., Валовой М.О. “Технологія будівельного виробництва” (видання друге доповнене та перероблене), 2018. – 612с.
35. Технологія будівельного виробництва: Підручник / В.К.Черненко, М.Г.Ярмоленко, Г.М.Батура та інші. – К.: Вища шк., 2002. – 430 с.
36. Організація будівництва / С.А. Ушацький, Ю.П. Шейко, Г.М.Тригер та ін.; За редакцією С.А. Ушацького. Підручник. – К: Кондор, 2007. – 521 с.

37. ДБН А.2.2-3-2014. Склад, та зміст проектної документації на будівництво. – К.: Укрархбудінформ, 2014. – 40 с.
38. ДБН В.1.2-14:2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. – К.: Укрархбудінформ, 2018. – 30 с.
39. ДСТУ-Н Б В.1.2-13:2008. (EN1990:2002, IDN). Основи проектування конструкцій. Настанова. - Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. - 81 с.
40. ДБН В.1.2-2:2006*. Навантаження і впливи. Норми проектування. - Київ: Мінбуд України, 2006. – 59 с.
41. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. – К.: Укрархбудінформ, 2018. – 36 с.
42. ДСТУ Б В.1.2-3:2006. Прогини і переміщення. Вимоги проектування. - Київ: Мінбуд України, 2006. - 15 с.
43. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проектування. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 97 с.
44. ДБН В.2.6-162:2010. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 97 с.
45. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Правила проектування. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 118 с.
46. ДСТУ Б А.2.4-4:2009. Основні вимоги до проектної та робочої документації.- Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. - 58 с.
47. ДСТУ Б А.2.4-7:2009. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень. - Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. - 75 с.
48. ДСТУ Б А.2.4-6:2009. Правила виконання робочої документації генеральних планів. - Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. - 34 с.
49. ДСТУ Б А.2.4-2:2009. Умовні позначки і графічні зображення елементів генеральних планів та споруд транспорту.- Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. - 27 с.
50. ДСТУ 3760:2019. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. - Київ: Держспоживстандарт України, 2019. - 18 с.
51. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. - Київ: Мінрегіонбуд України, 2014. - 199 с.
52. ДБН А.3.1–5:2016. Організація будівельного виробництва. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. – 46 с.
53. Посібник з розробки проектів організації будівництва і проектів виконання робіт (до ДБН А.3.1–5–96 «Організація будівельного виробництва»). Частина 1. Технологічна та виконавча документація. – Київ, 1997.
54. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2012. – 116 с.
55. ДБН В.2.3-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К.: Укрархбудінформ, 2017. – 31 с.
56. Будівлі і споруди. Будівлі підприємств. Параметри. ДСТУ Б В.2.2-29:2011 – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 16 с.
57. Планування і забудова територій: ДБН Б.2.2-12:2019. – К.: Мінрегіонбуд України, 2019. – 183 с.
58. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.
59. ДСТУ-Н Б В.2.2-27:2010. Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення. – К.: Укрархбудінформ, 2010. – 81 с.
60. ДБН В.2.2-15:2019. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. – К.: Укрархбудінформ, 2019. – 39 с.

61. ДБН В.2.2-24:2009. Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків. – К.: Укрархбудінформ, 2009. – 133 с.
62. ДБН В.2.2-9:2018. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. – К.: Укрархбудінформ, 2019. – 43 с.
63. ДБН В.2.2-16-2005. Будинки і споруди. Культурно-видовищні та дозвілєві заклади. – К.: Укрархбудінформ, 2005. – 65 с.
64. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будинків і споруд. Основні положення. – К.: Укрархбудінформ, 2018. – 64 с.
65. ДБН В.2.2-23:2009. Будинки і споруди. Підприємства торгівлі. – К.: Укрархбудінформ, 2009. – 48 с.
66. ДБН В.2.2-5-97. Будинки і споруди. Захисні споруди цивільної оборони. – К.: Укрархбудінформ, 1998. – 119 с.
67. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. – К.: Укрархбудінформ, 2018. – 133 с.