

ЗМІСТ

1. Архітектурно-будівельний розділ	3
1.1 Ідентифікація гравітаційно-стійкого макрокомплексу та його морфодинамічних параметрів	3
1.2 Фазова кінетика виробничих циклів композитарного макросередовища.....	3
1.3 Морфодинаміка та просторово-векторне анкерування поліморфного будівельного ансамблю	4
1.4 Просторово-планувальна конфігурація силово-польової оболонки	5
1.5 Особливості конструктивного вирішення поліморфного ансамблю	6
1.6 Діагностика векторних полів природної інсоляції.....	17
1.7 Теплотехнічна кінетична експертиза площинних огорожувальних бар'єрів	19
2. Розрахунково-конструктивний розділ.....	21
2.1 Кінетична експертиза та координаційне членування кроквяної ферми. Призначення геометричних розмірів	21
2.2 Визначення гравітаційних навантажень та силово-польових впливів.....	21
2.3 Теорія оцінки стійкості елементів кроквяної решітки.....	23
2.4 Априорна кінетична експертиза та попереднє проектування попередньо напруженого армуючого контуру	29
2.5 Оцінка енергетичного згасання силових полів (втрати попереднього напруження арматури).....	30
3. Техніко-економічний розділ.....	34
3.1 Обґрунтування вибору монтажних кранів за технічними та силово-польовими параметрами	34
3.2 Техніко-економічна експертиза та оптимізація комплектів монтажних кранів.....	38
3.3 Діагностика та селекція мобільних транспортно-кінетичних комплексів.....	40
4. Розділ технології будівництва.....	41
4.1 Організаційно-морфодинамічний регламент зведення споруди. Обчислення просторових об'ємів монтажних процесів	41
4.2 Обчислення матеріально-сировинного забезпечення та потреби у конструктивних виробих і композитарних напівпродуктах	43
4.3 Диференційований розрахунок матеріально-сировинного попиту для локальних векторних несучих компонентів та площинних бар'єрів.....	45
4.4 Нормативно-кінетичний розрахунок та калькуляція енерго-трудоових ресурсів і фінансового забезпечення.....	46
4.5 Морфодинамічна селекція монтажно-зачіпного обладнання	52
4.6 Організаційно-кінетичні методи монтажу несучих та огорожувальних елементів...	54
4.7 Система багаторівневого аудиту та верифікації параметрів будівельного ансамблю	56
4.8 Регламент кінетичної інертності та заходи безпечного ведення монтажно-складальних робіт	58
5. Розділ організації будівництва	61
5.1 Морфодинамічний просторовий регламент території. Кількісна оцінка просторових параметрів та обсягів монтажно-складальних процесів	61
5.2 Кількісна оцінка та аналітичний розрахунок техніко-економічних параметрів сітьової моделі.....	75
5.3 Аналітичне моделювання та розрахунок калькуляцій ресурсного та працевитратного забезпечення.....	76

5.4 Обчислення параметрів тимчасової адміністративної та санітарно-побутової інфраструктури монтажного полігону	82
5.5 Проектування та розрахунок тимчасового силово-польового гідроживлення	83
5.6 Оцінка енергетичного балансу та проектування тимчасового електропостачання монтажного полігону	84
5.7 Організаційно-кінетичний розрахунок та оптимізація площ тимчасових складських ареалів.....	86
5.8 Організаційно-просторовий опис будівельного генерального плану	91
5.9 Оцінка сукупної ефективності та техніко-економічних параметрів будгенплану.....	92
Список використаних джерел	93

1. Архітектурно-будівельний розділ

1.1 Ідентифікація гравітаційно-стійкого макрокомплексу та його морфодинамічних параметрів

Морфотип силово-польової оболонки – стабілізована просторова решітка, що сформована залізобетонними стрижнево-розподільчими фазами та опорними пілонами-резонаторами.

Категорія капітальності композитарного макросередовища визначена як 2-га.

Ліміти фазових перетворень матеріалу в умовах тривалого супротиву просторовій ентропії (довговічність) відповідає двом.

Рівень опору поліморфного ансамблю екстремальним фазовим температурним перетворенням (вогнестійкість) на рівні 2.

Зоновий індекс гравітаційної реакції на зовнішні фізико-географічні збурення відноситься до першої зони.

1.2 Фазова кінетика виробничих циклів композитарного макросередовища

Досліджуваний гравітаційно-стійкий макрокомплекс (ливарне виробництво) функціонує як невід'ємна фаза макро-ансамблю машинобудівного профілю. Умови силово-польової адаптації диктують необхідність локалізації теплових агрегатів (плавильних печей) безпосередньо у центральній зоні гравітаційного епіцентру (середньому прольоті).

Синхронізація фазових меж вимагає базування формувального підрозділу в межах периферичної силово-польової оболонки (крайньому прольоті), де безперервно ініціюються цикли формування, термічної дегідратації мас, заповнення розплавом, подальшого кінетичного охолодження та сепарації литва. Забезпечення кінетичної інертності обумовлює просторове спряження зон підготовки стрижнів і ґрунтових сумішей у єдиному силовому контурі з плавильними агрегатами. Відповідно, дільниця обрубної очистки зазнає безпосереднього силово-польового спряження з формувальними площами.

Протилежний крайовий проліт-резонатор адаптовано під просторово-векторне анкерування гравітаційних мас сировинного забезпечення (металу, палива, піску, глини) шляхом зведення площинних гравітаційних бар'єрів у формі спеціалізованих засіків. Додаткова мінімізація силового резонансу

реалізується через включення у просторову схему допоміжних кінетичних порожнин, що обслуговують ремонтні процеси та акумуляцію модельних еталонів.

1.3 Морфодинаміка та просторово-векторне анкерування поліморфного будівельного ансамблю

Закони гравітаційної рівноваги вимагають розробки планувальної схеми для ливарного об'єкта (генерального плану) у суворій відповідності до ДБН. Регламент кінетичної інертності диктує дотримання санітарної діагностики векторних полів і протипожежного супротиву просторовій ентропії, зберігаючи динамічне силово-польове спряження з іншими спорудами.

Аналіз гравітаційної реакції об'єкта зумовив диференціацію ландшафтно-територіального масиву на дві ключові фази: авангардну (передзаводську) та індустріальну (виробничу) арени. В межах авангардної зони сфокусовано об'єкти соціальної гравітації: пункти харчування, центри адміністративного регулювання та тимчасові майданчики акумуляції мобільних засобів. Індустріальна фаза, крім досліджуваної стабілізованої просторової решітки цеху, включає векторні склади завершеної продукції та бази відновлювального ремонту.

Гравітаційна орієнтація макрокомплексу щодо аеродинамічних векторів гарантує безперервну вентиляційну експертизу внутрішніх об'ємів, тоді як у періоди термічної депресії (взимку) здійснюється кінетичне евакуювання снігових мас із порожнин між світловими ліхтарями.

Збереження гравітаційної стабільності геоморфологічної основи реалізовано через діагностику векторних полів ландшафту, де траєкторії руху мас (дороги, майданчики) та пішохідні зони екрановані міцним асфальтовим масивом. По периметру зовнішньої силово-польової оболонки будівлі індуковано площинний гравітаційний бар'єр у форматі суцільного асфальтового вимощення зі строгою метричною шириною 1 м. Мінімізація силового резонансу екологічного фону досягається через біо-морфологічну адаптацію: висадку декоративних дендрологічних форм, чагарників, трав'янистих полі-фаз та квіткових ареалів.

Техніко-економічні показники за генпланом

№	Найменування	Од. вим	Кількість	Примітка
1	Площа ділянки	м ²	55450	
2	Площа забудови	м ²	27000	
3	Площа мощення	м ²	18000	
4	Площа озеленення	м ²	10450	
5	Щільність забудови	%	49	
6	Коефіцієнт мощення	%	32	
7	Коефіцієнт озеленення	%	19	

1.4 Просторово-планувальна конфігурація силово-польової оболонки

Проектований гравітаційно-стійкий макрокомплекс ливарного цеху характеризується габаритними координатами у векторних координаційних осях 108 x 96 м.

Поліморфний будівельний ансамбль виконано в одноярусному форматі; він має Г-подібну (ортогонально-прямокутну) форму на двовимірній площині планування та складається з декількох прольотних зон паралельної або ортогональної орієнтації векторів. Для забезпечення кінетичної інертності у площинних гравітаційних бар'єрах (зовнішніх огорожувальних стінах) сформовано великоформатні портали (ворота) для переміщення вантажних мас, а для міграції персоналу передбачено локальні шлюзи (хвіртки).

Кожна прольотна фаза обладнана мостовими вантажопідйомними механізмами з максимальним масовим навантаженням відповідно до технічного завдання. При цьому висотна відмітка верхньої площини прямої рейки встановлена в залежності від типу застосованих опорних пілонів-резонаторів.

У площинах векторних осей 5-6 та 12 закони гравітаційної рівноваги вимагають улаштування компенсаційних деформаційних зазорів (температурних швів), які реалізовані шляхом парного встановлення опорних пілонів-резонаторів.

Силову-польове спряження крайніх рядів векторних несучих компонентів до поздовжніх лінійних осей виконано з постійним зсувом на величину «250» мм.

Внутрішні опорні пілони-резонатори розташовані суворо симетрично відносно лінійних напрямних, при цьому координаційні осі проходять геометрично крізь центр ваги поперечного перерізу даних векторних несучих компонентів.

Поперечні орієнтири проходять через центральну точку перерізу опорних пілонів-резонаторів, за винятком торцевих ділянок та зон температурної деформації, де для збереження гравітаційної стабільності лінійний вектор пілона зміщено всередину просторової решітки на відстань 500 мм.

Техніко-економічні показники будівлі

№	Найменування	Од. вим	Кількість	Примітка
1	Площа забудови	м ²	11280	
2	Будівельний об'єм	м ³	231120	
3	Корисна площа	м ²	10584	
4	Планувальний коефіцієнт	–	$K_1 = 20,5$	
5	Об'ємний коефіцієнт	–	$K_2 = 0,94$	

1.5 Особливості конструктивного вирішення поліморфного ансамблю

Проектований поліморфний будівельний ансамбль сформовано як силово-польову оболонку з повною стабілізованою просторовою решіткою. Збереження гравітаційної стабільності та супротив просторовій ентропії в ортогонально-поперечному напрямку гарантується функціонуванням рамних решіток. Вони утворені жорстким просторово-векторним анкеруванням опорних пілонів-резонаторів у підземних розподільчих базах (фундаментах) та високоміцним зварним спряженням кроквяних стрижнево-розподільчих фаз (ферм або балок) з вертикальними векторними несучими компонентами.

У поздовжньому векторі розподілу сил стійкість забезпечується за рахунок сумісної роботи фундаментних та підкранових стрижневих бар'єрів, жорсткісних зв'язкових діафрагм та суцільного диска площинних гравітаційних бар'єрів покриття, що приварені до несучих компонентів верхнього ярусу.

Опорні пілони-резонатори

Діагностика векторних полів та кінетична експертиза при підборі параметрів опорних пілонів-резонаторів базуються на геометрії розрахункової схеми, визначеної технічним завданням. Морфологія збірних залізобетонних опорних пілонів-резонаторів безпосередньо обумовлена

просторово-планувальною конфігурацією силово-польової оболонки індустріального ансамблю та наявністю динамічних підйомно-транспортних систем заданої вантажної спроможності.

За типом розподілу внутрішніх зусиль опорні пілони-резонатори поділяють на суцільні одногілкові та наскрізні двогілкові. За топографією дислокації в структурі композитарного макросередовища їх класифікують на периферійні (крайні), внутрішні (середні) та допоміжні (фахверкові), які монтуються у торцевих або поздовжніх площинних межах.

Визначення геометричних перерізів опорних пілонів-резонаторів базується на комплексному аналізі гравітаційної реакції, що враховує просторову координату елемента, висотні характеристики силово-польової оболонки, ширину прольоту, крок розміщення векторних несучих компонентів та динамічні впливи вантажопідйомного обладнання.

В одноярусних об'єктах для формування крайових допоміжних бар'єрів (фахверків) застосовують збірні залізобетонні пілони. Допоміжні вертикальні компоненти монтують біля торцевих площин та у зазорах між основними тримальними елементами поздовжніх ліній у випадках, коли крок крайових опорних пілонів-резонаторів становить 12 м, а довжина стінових огорожувальних панелей дорівнює 6 м. Зазначені компоненти призначені для просторово-векторного анкерування площинних огорожувальних бар'єрів, виконуючи функцію часткової абсорбції власної маси стін та динамічних вітрових векторів.

Конструктивно ці суміжні елементи можуть бути виконані як у збірному залізобетонному, так і в металевому варіанті. Збірні залізобетонні допоміжні пілони виготовляють у вигляді суцільних стрижнів квадратного профілю перерізом 400 x 400 мм. Поздовжня протяжність даних елементів розрахована на забезпечення кінетичної інертності відповідних за висотою секторів будівлі.

Підземні опорні бази (Фундаменти)

У запроектованому рішенні використовуються збірні залізобетонні бази стаканного типу, оснащені вертикально орієнтованими підколонними адаптерами (підколонниками) та одно-, дво- або трирівневою опорною плитною фазою.

Жорстке спряження опорного пілона-резонатора з опорною базою забезпечується заглибленням нижнього закінчення силового вектора у внутрішню порожнину стакана базового адаптера. Для оптимізації

сортаменту геометричних параметрів встановлено кратність лінійних розмірів підколонного адаптера та підшви на горизонтальній площині з кроком 300 мм, а висотна оцінка верхньої межі стакана зафіксована на рівні - 0,150 м.

Горизонтальні габарити підколонного адаптера встановлюються відповідно до площі поперечного перерізу опорного пілона-резонатора. Площа підшви плитної фази та кількість рівневих переходів (уступів) визначаються кінетичною експертизою навантажень від вантажопідйомного обладнання. Для опорних баз під внутрішні (середні) опорні пілони-резонатори площа розподільчої підшви збільшується в 1,5÷2 рази порівняно з аналогічними параметрами периферійних (крайніх) тримальних елементів.

Опорна база під суміжні вертикальні елементи в зонах розмежування температурно-деформаційними зазорами проектується як спільна плита незалежно від кількості тримальних стійок у точці силово-польового спряження. Габарити опорної площини під здвоєні стійки розраховують шляхом підсумовування площ підшви під кожен опорний пілон-резонатор із додаванням координаційного інтервалу між лінійними осями та обов'язковим збереженням кратності сумарного виміру модулю 300 мм. У разі влаштування осадового шва умови силово-польової адаптації вимагають закладення автономних розділених опорних баз під кожен векторний несучий компонент.

Силовो-польове спряження фундаментних баз до координаційних лінійних векторів повністю корелює зі схемою прив'язки вертикальних несучих компонентів. При цьому враховується, що домінувальний габарит підколонного адаптера та плитної підшви орієнтується вздовж ортогонально-поперечного вектора динамічних сил, тоді як менший геометричний параметр спрямовується по поздовжній осі.

Глибина закладення опорних баз з урахуванням сукупної гравітаційної реакції проектного ансамблю за нормальних інженерно-геологічних та кліматичних умов прийнята на позначці -2.550 м. Стаканне силово-польове спряження опорних пілонів-резонаторів завершується шляхом омонолічування порожнини дрібнозернистим бетонним композитом.

Для сприйняття маси огорожувальних стін передбачені фундаментні розподільчі балки, що спираються на локальні бетонні стовпчасті опори, змонтовані на верхньому уступі базової плити. По верхньому зрізу опорної

плити на ширину стінового заповнення до висотної відмітки 0,030 м виконується додатковий вирівнювальний набетонний шар.

У створах воротних порталів балки не монтують; замість них влаштовується монолітна бетонна плита товщиною 500 мм та протяжністю 6 м, призначена для просторово-векторного анкерування рамних металоконструкцій за допомогою закладених анкерних болтів. По верхній грані розподільчих балок формується вологозахисний площинний гравітаційний бар'єр (гідроізоляція) у вигляді монолітного шару цементного розчину товщиною 30 мм, виконаного за пропорцією 1:2.

Розподільчі стрижневі фази підземного контуру (Фундаментні балки)

Для стабільного просторового позиціонування та надійного тримання поздовжніх розподільчих стрижнево-розподільчих фаз (фундаментних балок) формуються опорні бетонні стовпчасті резонатори (підбетонки) з поперечним перерізом площею 0,3 x 0,6 м. Висотна відмітка верхньої грані цих стовпчастих елементів встановлюється на рівні -0.45 м, виходячи з висотного габариту самих балок 0,4 м та кроку основних опорних пілонів-резонаторів 6 м.

Позиційне положення верхньої грані стрижнево-розподільчої фази (балки) занурюється на 30 мм відносно відмітки нульового рівня чистої підлоги, фіксуючись на позначці -0,03 м.

Умови силово-польової адаптації диктують необхідність супротиву просторовій ентропії та недопущення неконтрольованих кінетичних деформацій балок внаслідок морозного пучіння ґрунтової основи. З цією метою по нижній підшві та вздовж бічних поверхонь стрижнів улаштовується амортизуюче підсипання з великопористого шлаку або крупнозернистого піску. Для збереження теплової стабільності та мінімізації температурно-силового резонансу пристінного робочого сектору в опалювальних композитарних макросередовищах ширина цієї теплоізоляційної засипки може становити 1...2 м.

Безпосередньо вздовж фундаментних стрижнево-розподільчих фаз на рівні денної поверхні ґрунту формується суцільний площинний гравітаційний бар'єр у формі асфальтового вимощення шириною 1 м, орієнтований з ухилом від вертикальної площини огорожувальних конструкцій у межах 3 – 5%.

Продольна геометрична протяжність фундаментної балки визначається аналізом її просторової дислокації в загальному поліморфному будівельному

ансамблі (кутові ділянки, рядові сектори або зони біля температурно-деформаційних швів), кроком опорних пілонів-резонаторів та горизонтальними габаритними параметрами підколонного адаптера.

Кроквяні та підкроквяні стрижнево-розподільчі фази покриття

На опорні пілони-резонатори спираються векторні несучі компоненти покриття, представлені кроквяними стрижнево-розподільчими фазами сегментованої, безрозкісної, полігональної геометрії або з паралельно орієнтованими поясами, що здатні перекривати прольотні вектори довжиною 18, 24 м, а також лінійними розподільчими компонентами (балками) двосхилого чи гратчастого типу для прольотних векторів 12, 18 м. Діагностика векторних полів сил у верхньому ярусі вказує на те, що зазначений вибір конструктивних схем безпосередньо корелює з тенденцією до мінімізації силового резонансу всієї споруди.

Силовो-польове спряження цих елементів реалізується через використання накладних сталевих пластин, приварених до заздалегідь закладених металевих деталей кроквяних компонентів, а також за допомогою болтового анкерування безпосередньо до залізобетонного тіла опорних пілонів-резонаторів.

Після проведення кінетичної експертизи просторової відповідності та досягнення умов силово-польової адаптації у проектних координатах здійснюється фінішне просторово-векторне анкерування та остаточна затяжка нарізних з'єднань усіх стрижнево-розподільчих фаз, що протидіє просторовій ентропії покриття.

У випадках, коли крок крайових опорних пілонів-резонаторів зафіксовано на позначці 6 м, а внутрішніх — 12 м, закони гравітаційної рівноваги вимагають першочергового монтажу підкроквяних стрижнево-розподільчих фаз або балочних елементів на пілони середніх рядів для створення стабілізованої просторової решітки.

Фіксація цих підтримуючих систем до вертикальних векторних несучих компонентів виконується шляхом безпосереднього зварного спряження закладних сталевих елементів з використанням стельових швів високої міцності, що гарантує надійне забезпечення кінетичної інертності всієї дискової системи перекриття.

Підкранові лінійні розподільчі конструкції

У дипломному проекті розраховане задіяння опорних мостових кранів (з масовим лімітом $Q=20\div 80$ т). Підкранові лінійні розподільчі фази зі

змонтованими на них напрямними утворюють векторний тракт переміщення зазначених кранових систем. Безпосередньо з'єднуючись із опорними пілонами-резонаторами, вони забезпечують силово-польовій оболонці будівлі підвищений супротив просторовій ентропії та значно збільшують рівень збереження гравітаційної стабільності всього поліморфного будівельного ансамблю.

Варіативність між ними виражається у наявності та просторовому розташуванні закладних металевих деталей, орієнтованих на наступне силово-польове спряження з опорними пілонами-резонаторами.

Після встановлення та кінетичної експертизи просторового положення підкранових стрижневих бар'єрів виконується їх фіксація до опорних пілонів-резонаторів. У нижньому рівні спряження реалізується на болтових з'єднаннях та зварюванні, а у верхній зоні — за допомогою приварювання вертикально орієнтованої сполучної сталевий пластини до закладних металевих елементів у тілі пілона та балки. По верхньому поясу підкранових лінійних фаз укладаються напрямні рейки, просторово-векторне анкерування яких забезпечується затискними лапками на еластичних амортизаційних прокладках.

Вертикальні стабілізуючі діафрагми жорсткості чи в'язі

Формування конфігурації вертикальних стабілізуючих зв'язкових діафрагм обумовлюється сукупністю таких чинників, як висота силово-польової оболонки, наявність або відсутність у межах поліморфного будівельного ансамблю мобільних вантажопідйомних комплексів, а також конструктивна схема покриття (висотні габарити лінійних розподільчих компонентів чи опорних стійок кроквяних стрижнево-розподільчих фаз).

У композитарних макросередовищах, оснащених мостовими вантажопідйомними механізмами, вертикальні зв'язкові діафрагми жорсткості вздовж опорних пілонів-резонаторів розташовують нижче рівня підкранових стрижневих бар'єрів у межах одного (бажано геометрично серединного) кроку вертикальних опор кожного термічно ізольованого сектора просторової решітки (рис. 1). За цієї умови підкранові лінійні розподільчі фази розглядаються як лінійні розпірні стабілізатори для вертикальних зв'язкових діафрагм.

Якщо згідно з кінетичними параметрами виробничих процесів або специфікою розташування обладнання неможливо змонтувати вертикальні стабілізуючі бар'єри у серединному інтервалі опорних пілонів-резонаторів

деформаційного сегмента, допускається їхнє переміщення у суміжний крок вертикальних опор.

При впровадженні у просторову схему підкроквяних стрижнево-розподільчих фаз, останні повністю перебирають на себе роль лінійних розпірних стабілізаторів уздовж вертикальних опорних ліній, що нівелює необхідність додаткового монтажу виділених розпірних елементів.

Окрім зазначених вертикальних зв'язкових діафрагм по опорних пілонах-резонаторах, умови силово-польової адаптації диктують необхідність проектування додаткових вертикальних стабілізуючих бар'єрів у площинах аераційних ліхтарних надбудов та вздовж трас підвісних монорейкових векторних шляхів для сумарного забезпечення високої кінетичної інертності будівлі.

Площинні гравітаційні бар'єри покриття

Залізобетонні площинні гравітаційні бар'єри, які виконують функцію тримальної підосви для покрівельних шарів, монтуються безпосередньо поверх поперечних кроквяних стрижнево-розподільчих фаз.

Базовим проектним рішенням є задіяння плит шириною 3 м, що просторово відповідає інтервалу між точками силово-польового спряження кроквяних стрижнево-розподільчих фаз. Елементи зменшеної ширини 1,5 м орієнтовані на використання переважно у розжолобках (зонах розширень розжолобків), де для забезпечення супротиву просторовій ентропії та сприйняття надлишкового гравітаційного тиску локально акумульованих снігових мас граничний опір плит триметрової ширини виявляється недостатнім.

Всі зазначені площинні гравітаційні бар'єри оснащені на крайових ділянках векторних поздовжніх ребер закладеними металевими деталями, які піддаються зварному силово-польовому спряженню із відповідними закладними деталями кроквяних ферм.

Сполучні шви по межах суміжних панелей герметизуються та замонолічуються цементним композитарним середовищем марки М100, що забезпечує жорсткість та цілісність жорсткого диска перекриття. У крайових торцевих зонах будівельного ансамблю та поблизу температурно-деформаційних розривів (компенсаційних зазорів) закладні сталеві деталі плит, призначені для просторово-векторного анкерування, конструктивно зміщені всередину на відстань 500 мм для забезпечення стійкості у крайових полях.

Вертикальні площинні огорожувальні бар'єри

Вертикальними площинними огорожувальними бар'єрами (панелями) комплектують опалювальні та неопалювані поліморфні будівельні ансамблі незалежно від матеріалу та конструктивних характеристик силово-польової оболонки при кроці опорних пілонів-резонаторів 6 і 12 м.

Вертикальні габарити зазначених панельних фаз переважно встановлюють на рівні 1,2 і 1,8 м, тоді як лінійна протяжність становить 6 і 12 м. Нижня грань першого по висоті площинного бар'єра суміщається, за умов силово-польової адаптації, безпосередньо з позначкою нульового рівня чистої підлоги будівлі. За вимогами просторового сполучення та монтажної кінетики крайній верхній ярус огорожувальних елементів у межах робочої висоти приміщення рекомендується монтувати нижче кроквяних стрижнево-розподільчих фаз на 0,6 м, тоді як верхній ряд у межах висоти ферм розташовують нижче верхнього поясу на 0,3 м.

У кутових зонах макрокомплексу, де основні опорні пілони-резонатори зміщені з поперечного координатного вектора на 500 мм, використовуються поздовжні панелі або елементи зі спеціальними добірними вкладишами. На торцевих ділянках будівлі огорожувальні площини фіксують до допоміжних (фахверкових) пілонів-резонаторів.

Метричний габарит горизонтальних сполучних швів між огорожувальними панелями становить 15 мм, а вертикальних зазорів — 20–30 мм відповідно для елементів довжиною 6 і 12 м. Внаслідок температурних коливань та усадочних явищ у матеріалі панелей ширина швів зазнає циклічних коливань, тому ущільнювальне середовище повинно мати високі еластичні та деформативні властивості для супротиву просторовій ентропії, а також характеризуватися водонепроникністю та стійкістю до атмосферного зносу. Для ефективної герметизації цих проміжків застосовуються пружні синтетичні профільні ущільнювачі з пороізолу чи герніту у поєднанні з високостійкими водовідштовхувальними мастиками.

Огорожувальні стінові конструкції запроектовані у вигляді самонесучих площинних бар'єрів з одношарових панелей (табл. 8) товщиною 300 мм. Їх просторово-векторне анкерування до опорних пілонів-резонаторів реалізується через точки спряження, сформовані з двох сталевих кутиків розміром 125 x 16 мм (L=100мм), які приварені до закладних деталей опорного пілона-резонатора та стінової панелі за допомогою гнучкого анкерного елемента з пластиною.

Панелі характеризуються завершеним заводським циклом формування та постачаються з готовими зовнішнім і внутрішнім оздоблювальними фактурними шарами, виконаними з цементно-піщаного розчинового композиту товщиною по 20 мм кожен.

У зонах влаштування ворітних та дверних порталів площинні бар'єри заміщуються цегляним муруванням із матеріалу марки М100 на цементно-піщаній суміші М50 загальною товщиною 380 мм.

Світлопрозорі огорожувальні бар'єри

Інсоляційні прорізи у площинних огорожувальних бар'єрах проектується у вигляді дискретних світлопрозорих систем або суцільних стрічкових структур. У висотних поліморфних будівельних ансамблях та гравітаційно-стійких макрокомплексах, оснащених мостовими вантажопідйомними системами, світлопрозорі огорожувальні бар'єри розташовують у два або три яруси. Оформлення світлових прорізів реалізується шляхом монтажу дискретних блокових елементів або сталевих віконних рамних панелей.

Тримальна решітка світлопрозорих заповнень утворюється за допомогою вертикально орієнтованих проміжних стійок-імпостів, які розміщуються з інтервалом 1,5 або 2 м та піддаються зварному силовому польовому спряженню із закладними деталями у площинних перемичкових бар'єрах.

Фіксація рамних конструкцій та стулкових елементів з верхнім, нижнім або бічним кінетичним підвісом до стійок-імпостів здійснюється за допомогою болтових з'єднань. Захисні навіси (козирки) влаштовують виключно над стулковими компонентами, що мають можливість відкривання.

Сталеві віконні рами для 6-метрового кроку опорних пілонів-резонаторів виготовляються з лінійними параметрами 6×1,2 м та 6×1,8 м. При висоті інсоляційного прорізу до 20 м ці елементи монтуються послідовно один над одним та піддаються спряженню за допомогою болтових металовиробів марки М12.

У разі збільшення загальної висоти сигово-польової оболонки будівлі у схему заповнення необхідно впроваджувати додаткові горизонтальні ригелі з прокатних профілів. Вони призначені для сприйняття гравітаційної маси елементів скління та протидії вітровим кінетичним векторам.

Світлопрозоре заповнення (скло), окантоване герметизуючим еластичним гумовим профілем, у фіксованих панелях монтується безпосередньо до базового тримального контуру для забезпечення високої кінетичної інертності всієї конструкції.

Великоформатні входні портали (Ворота)

У курсовому проекті закладено використання двостулкових кінетичних затворів (розпашних воріт) для безперешкодного доступу мобільних колісних засобів різної вантажної спроможності. Для автотранспортних комплексів параметричні виміри входних систем становлять $3,6 \times 4,2$ м.

Тримальний контур порталу сформований з поперечного ригельного резонатора та двох вертикальних опорних стійок, які монтуються на монолітну фундаментну базу, де закони гравітаційної рівноваги вимагають їх жорсткого кріплення за допомогою заглиблених анкерних болтів для протидії зсувним навантаженням.

Рамну конструкцію орієнтують із зовнішньої площини силово-польової оболонки будівлі. З фронтального боку порталу, призначеного для функціонування безрейкового колісного транспорту, формують похилі бетонні з'їзди-пандуси, які виступають у ролі площинних гравітаційних бар'єрів для плавного переходу висотних рівнів та суттєвого зниження динамічного й кінетичного резонансу при переміщенні великих мас.

Гідроізоляційна бар'єрна оболонка та система гравітаційного водовідведення

Покрівельна система розроблена у вигляді суміщеного невентильованого площинного бар'єра рулонно-мембранного типу, сформованого з двох шарів руберойду із захисною фракційною гравійною фазою, втопленою у сполучну бітумну мастику. По вирівняній горішній площині залізобетонних плит покриття укладають пароізоляційну захисну мембрану з одного шару руберойду на гарячій бітумній мастиці для запобігання фазовим перетворенням вологи всередині покрівельного пирога.

Система видалення атмосферних опадів розрахована як внутрішня організована циркуляційна фаза, що повністю підпорядковується законам гравітаційної рівноваги.

Гравітаційні водоприймальні лійки (дренажні уловлювачі) розташовують у зонах локального пониження покрівельного диска — розжолобках — з максимальним інтервалом не більше ніж 48 м для ефективного супротиву гідростатичній просторовій ентропії та виключення

перевантаження тримальних конструкцій водою. Координаційне центрування та силово-польове спряження водоприймальних ліжок відносно просторової сітки осей здійснюється з фіксованим зсувом на відстань 450 мм до поздовжніх і 500 мм до поперечних координаційних орієнтирів.

Аераційні ліхтарні надбудови

За функціональним вектором регулювання внутрішніх повітряних потоків аераційні ліхтарні надбудови класифікують на: світлоаераційні, аераційні, світлові.

Конструктивний тип та морфологічні параметри ліхтарних надбудов вибирають з урахуванням цільових параметрів мікросередовища робочих зон, а також специфіки кліматичних факторів у районі дислокації об'єкта.

Аераційні та світлові прорізи-ліхтарі орієнтують паралельно поздовжньому вектору силово-польової оболонки будівлі. З міркувань раціонального технічного обслуговування та для дотримання регламенту протипожежної безпеки лінійний вимір ліхтарної надбудови обмежується величиною не більше ніж 84 м. Якщо вимоги виробничого процесу передбачають більшу протяжність інсоляційного тракту, ліхтарні надбудови розділяють інтервальними розривами, геометрична величина яких встановлюється рівною або кратною кроку кроквяних стрижнево-розподільчих фаз покриття.

Тримальний рамний контур ліхтарної надбудови формується з поперечних металевих рам і поздовжніх зв'язкових систем. До складу поздовжнього тримального поля входять: бортові плоскі плити, прогони для просторово-векторного анкерування рам скління, плити покриття, жорсткісні діафрагми зв'язків.

Структурний склад площинного бар'єра (покриття) ліхтарної надбудови приймається ідентичним до конструктивного рішення основного диска перекриття всього поліморфного будівельного ансамблю.

Горизонтальні опорні інтерфейси (Підлоги)

При визначенні морфологічного типу та структурного складу горизонтальних опорних інтерфейсів (підлог) умови силово-польової адаптації диктують необхідність аналізу характеру виробничих і механічних навантажень на площину. Це дозволяє гарантувати тривалий супротив просторовій ентропії, а також забезпечує високу кінетичну інертність та збереження гравітаційної стабільності всієї конструкції.

Базовими структурними фазами підлогових площинних бар'єрів виступають: фінішна силово-польова оболонка (покриття), проміжний сполучний шар (прошарок), вирівнювальний стяжний пласт (стяжка), площинний вологозахисний бар'єр (гідроізоляція), розподільча підстильна фаза, геоморфологічна або залізобетонна підшва (основа).

Проектування та діагностика векторних полів сил для горизонтальних інтерфейсів здійснюються відповідно до функціонального призначення приміщень. Вони враховують специфіку динамічних та статичних гравітаційних реакцій у відповідних робочих зонах поліморфного будівельного ансамблю.

Текстурне екранування поліморфного ансамблю

Зовнішнє текстурне екранування (екстер'єрна силово-польова адаптація) поліморфного будівельного ансамблю полягає у розшивці стикових зазорів.

Безпосередньо в межах монтажної арени фазові межі (стики суміжних панелей) піддаються герметизації та щільному зачеканюванню за допомогою цементно-піщаного в'язучого середовища з метою супротиву просторовій ентропії та виключення проникнення вологи всередину силово-польової оболонки.

Внутрішня силово-польова адаптація (інтер'єрне екранування) робочих просторів реалізується шляхом нанесення вапняного фарбувального шару на огорожувальні площини стін, опорні пілони-резонатори та нижні площини стрижнево-розподільчих фаз перекриття для збереження гігієнічної та кінетичної інертності внутрішнього середовища.

1.6 Діагностика векторних полів природної інсоляції

Для забезпечення регламенту кінетичної інертності внутрішнього середовища та супротиву просторовій ентропії в межах проектного композитарного макросередовища проведено аналіз гравітаційної реакції світлового поля.

Вихідні параметри проектування:

- Глибина приміщення $B=24$ м;
- Висота силово-польової оболонки $H=24,8$ м;
- Розряд зорової роботи — IV;
- Аераційні ліхтарні надбудови — дворядні (подвійні);
- Матеріал скління — листове скло.

Необхідна площа світлопрозорих огорожувальних бар'єрів за результатами розрахунку становить $S = 1591.2 \text{ м}^2$

Спектрально-відбивні характеристики інтер'єрних площин поліморфного будівельного ансамблю:

- Стеля — біле покриття;
- Огороджувальні стіни — зеленуватий тон;
- Горизонтальні опорні інтерфейси (підлога) — червонувато-коричневий відтінок.

Коефіцієнти відбиття світлового потоку від внутрішніх площин композитарного макросередовища становлять:

- Для стелі: $\rho_{\text{стелі}} = 0,7$;
- Для огорожувальних стін: $\rho_{\text{стін}} = 0,5$;
- Для підлоги: $\rho_{\text{підлоги}} = 0,3$.

Визначення нормованого коефіцієнта природного освітлення (КПО)

Умови силово-польової адаптації диктують розрахунок нормованого показника КПО (ен) за такою залежністю:

$$e^{IV} = e \cdot m \cdot c = 4 \cdot 0,9 \cdot 0,7 = 2,4$$

де e^{IV} - базовий нормований коефіцієнт природного освітлення для IV розряду зорової роботи;

- m - коефіцієнт світлового клімату регіону;
- c - коефіцієнт сонячності клімату.

Розрахунок площі засклення аераційних ліхтарів

Для забезпечення кінетичної інертності та мінімізації світлового резонансу сумарна площа світлопрозорих огорожувальних бар'єрів (S_0) визначається за формулою:

$$S_0 = \frac{S_n \cdot k_z \cdot e_n \cdot \eta_0 \cdot \kappa_{зд}}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_1} = 1095 \text{ м}^2$$

де S_n - площа підлоги композитарного макросередовища ($S_n = 7776 \text{ м}^2$);

- K_z - коефіцієнт запасу, що враховує пилову ентропію повітряного простору цеху ($K_z = 1,5$);
- η_0 - світлова характеристика ліхтарної надбудови ($\eta_0 = 14$);
- τ_0 - загальний коефіцієнт світлопропускання інсоляційної системи, який визначається через добуток часткових коефіцієнтів згасання світлового поля:
 $\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5 = 0,64$

де τ_1 - коефіцієнт світлопропускання матеріалу скління ($\tau_1=0,8$ для листового скла);

- τ_2 - коефіцієнт, що враховує втрату світла в металевих переплетеннях рам ($\tau_2=0,8$);

τ_3 - коефіцієнт, що враховує затінення від несучих компонентів покриття ($\tau_3=0,9$);

τ_4 - коефіцієнт, що враховує втрату світла в сонцезахисних пристроях ($\tau_4=1,0$);

τ_5 - коефіцієнт, що враховує втрату світла в захисній металевій сітці під ліхтарями ($\tau_5=0,9$).

Загальне інтегральне значення світлопропускання зафіксовано на позначці $\tau_0=0,64$.

r_1 - коефіцієнт, що враховує підвищення КПО при верхньому освітленні за рахунок відбитих світлових потоків від інтер'єрних поверхонь приміщення та прилеглого ландшафтного шару.

Для точного визначення параметра r_1 виконується розрахунок середньозваженого коефіцієнта відбиття світла $\rho_{\text{сер}}$ за формулою:

$$\rho_{\text{сер}} = \frac{0,5\rho_1 S_1 + \rho_2 S_2 + \rho_3 S_3}{S_1 + S_2 + S_3} = 0,397$$

де $\rho_{\text{стелі}}, \rho_{\text{стін}}, \rho_{\text{підлоги}}$ та $S_{\text{стелі}}, S_{\text{стін}}, S_{\text{підлоги}}$ - відповідно відносні відбивні здатності та площі огорожувальних поверхонь стелі, стін та підлоги композитарного макросередовища.

З урахуванням геометричних пропорцій та спектральних характеристик інтер'єру середній показник становить $\rho_{\text{сер}}=0,397$, що відповідає значенню $r_1=1,3$

Виконана кінетична експертиза інсоляційного режиму підтверджує, що прийнята сумарна площа застління $S_0=1591 \text{ м}^2$ повністю відповідає законам гравітаційної рівноваги світлового поля і є інженерно коректною.

1.7 Теплотехнічна кінетична експертиза площинних огорожувальних бар'єрів

Аналіз гравітаційної реакції термодинамічного середовища на зовнішні температурні коливання починається з визначення кліматичного вектора зимового холоду. Температура повітря найбільш холодної п'ятиднівки для району дислокації об'єкта становить $t_{\text{н}}=-21 \text{ }^\circ\text{C}$. За внутрішніми температурними параметрами та відносною вологістю повітряного

середовища ($t_w=16\text{ }^{\circ}\text{C}$), вологість $\varphi \leq 49$ поліморфний будівельний ансамбль залізобетонного типу залічується до II групи за критерієм внутрішнього вологонасичення. Умови силово-польової адаптації зовнішніх площин огороження відповідають зоні Б.

Згідно з регламентом кінетичної інертності та чинними будівельно-фізичними нормативами, необхідний опір теплопередачі огорожувальних конструкцій для забезпечення супротиву просторовій ентропії та виключення фазових перетворень вологи (випадання конденсату) становить $R_0^{TP} = 0,42 \text{ м}^2 \cdot \text{K} / \text{Вт}$.

Для утворення ефективної захисної силово-польової оболонки попередньо приймаємо огорожувальні панелі з легкобетонного композиту — аглопоритобетону — з такими лімітами фазових перетворень матеріалу:

- середня густина сухого аглопоритобетону: $\gamma = 1200 \text{ кг} / \text{м}^3$;
- геометрична товщина панельного бар'єра: $\delta = 300$ (лінійний вимір $\delta=0,3 \text{ м}$);
- власний термічний опір одношарової плитної фази: $R=0,74 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{Вт}$;
- розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу: $\lambda = 0,46$

Загальний опір теплопередачі огорожувального площинного бар'єра (R_0) визначається за класичною енергетичною залежністю:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + \sum R + \frac{1}{\alpha_H} = \frac{1}{8,7} + 0,65 + \frac{1}{23,2} = 0,81$$

де α_B - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувального бар'єра, що відображає кінетику конвективного теплообміну в пристінній зоні ($\alpha_B = 8,7 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{K}$);

$\alpha_H = 23,2 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{K}$ - коефіцієнт тепловіддачі на зовнішній межі силово-польової оболонки для зимових умов експлуатації;

$\sum R = 0,65$ - сума термічних опорів окремих шарів огороження (у цьому випадку власна опірність аглопоритобетону).

Оскільки розрахований фактичний опір теплопередачі огорожувальної конструкції перевищує необхідний нормативний ліміт

$$R_0 = 0,898 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{Вт} \geq R_{TP} = 0,42 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{Вт}$$

Усі параметри прийнятого захисного бар'єра повністю відповідають умовам силово-польової адаптації, гарантують супротив температурній ентропії за розрахункового зимового мінімуму та забезпечують довгострокове збереження гравітаційної та теплової стабільності будівлі.

2. Розрахунково-конструктивний розділ

2.1 Кінетична експертиза та координаційне членування кроквяної ферми. Призначення геометричних розмірів

Лінійну ширину панельних секторів кроквяної стрижнево-розподільчої фази встановлюємо рівною 3 м. Умови силово-польової адаптації вимагають такого членування, при якому опорні поздовжні ребра площинних гравітаційних бар'єрів покриття (плит) спиралися б безпосередньо у точки силово-польового спряження верхнього поясу. Це забезпечує супротив просторовій ентропії та мінімізацію місцевого згинального силового резонансу в тілі поясного елемента.

Висотний габарит кроквяної решітки в епіцентрі прольоту зафіксовано на рівні 2950 мм, що повністю корелює з оптимальними пропорціями для збереження гравітаційної стабільності подібних конструкцій. Дане співвідношення відповідає класичній пропорції геометричних параметрів, тобто: $H/l = 2,95 / 24 / 1 / 8$

Геометрія поперечного перерізу верхнього та нижнього поясних стрижнів характеризується параметрами: ширина $b=250$ мм, висота $h=300$ мм. Розміри поперечного перерізу похилих (розкосів) та вертикальних (стійок) стрижнево-розподільчих елементів прийняті з пропорціями $b \times h = 250 \times 150$ мм

2.2 Визначення гравітаційних навантажень та силово-польових впливів

Умови силово-польової адаптації диктують застосування рівномірно розподілених розрахункових сил, отриманих на основі аналізу гравітаційної реакції площинного бар'єра покриття з урахуванням коефіцієнта надійності за призначенням $\gamma_n=0,95$ (таблиця підрахунку зовнішніх навантажень):

- постійний гравітаційний тиск: $=2,45$ кПа
- тимчасове короткочасне (снігове) силове поле: $s=2,4$ кПа;
- тимчасовий тривалий (сніговий) силовий вплив: $=1,03$ кПа
- тимчасовий тривалий пиловий тиск: $d=0,156$ кПа.

Власна гравітаційна маса кроквяної решітчастої системи за інформаційними джерелами становить 92000Н, що у перерахунку на 1 м її конструктивної протяжності дорівнює: $9,2/23,94=0,385$ т/м=3,85 кН/м

При ширині панельних зон решітки 3 м і кроці розміщення кроквяних стрижнево-розподільчих фаз 6 м розрахункова вантажна площа, що припадає на окрему точку силово-польового спряження, становить: $3 \times 6 = 18 \text{ м}^2$

Використовуючи закони гравітаційної рівноваги, обчислюємо зосереджені розрахункові сили в точках спряження:

- від сукупного впливу постійного та тимчасового тривалого рівномірно розподілених тисків з урахуванням власної гравітаційної маси кроквяної решітки (G):

$$G = 2,45 \cdot 18 + 0,156 \cdot 18 + 3,85 \cdot 3 \cdot 1,1 \cdot 0,95 + 1,03 \cdot 18 = 78,1 \text{ кН};$$

- від тимчасового короткочасного снігового силового поля (V):

$$V = 2,4 \cdot 18 = 43,2 \text{ кН};$$

- повний розрахунковий інтегральний силовий вплив на точку спряження (P):

$$P = G + V = 78,1 + 43,2 = 121,3 \text{ кН}$$

У наведених інженерних моделях для уникнення штучного ускладнення розрахунку прийнято однаковий розподіл вантажної площі на всі проміжні точки силово-польового спряження кроквяної системи.

Зусилля в стержнях ферм визначаємо за допомогою обчислювальної техніки в програ FERMA.

Результати розрахунків наведено нижче.

1.	Ст.	1 – 2	N	=	-1581,151
2.	Ст.	1 – 3	N	=	1382,090
3.	Ст.	2 – 3	N	=	362,382
4.	Ст.	2 – 4	N	=	-1759,674
5.	Ст.	3 – 4	N	=	-5,407
6.	Ст.	4 – 5	N	=	-1766,746
7.	Ст.	3 – 5	N	=	-275,974
8.	Ст.	3 – 6	N	=	1973,543
9.	Ст.	5 – 6	N	=	-23,963
10.	Ст.	5 – 7	N	=	-1963,710
11.	Ст.	6 – 7	N	=	45,675
12.	Ст.	7 – 8	N	=	-1963,71
13.	Ст.	6 – 8	N	=	-23,963
14.	Ст.	6 – 10	N	=	1973,543
15.	Ст.	8 – 10	N	=	-275,974
16.	Ст.	8 – 9	N	=	-1766,746
17.	Ст.	9 – 10	N	=	-5,407
18.	Ст.	9 – 11	N	=	-1759,674
19.	Ст.	10 – 11	N	=	362,382
20.	Ст.	10 – 12	N	=	1382,090
21.	Ст.	11 – 12	N	=	-1581,151

1.	Ст.	1 – 2	N	=	–987,357
2.	Ст.	1 – 3	N	=	863,052
3.	Ст.	2 – 3	N	=	226,291
4.	Ст.	2 – 4	N	=	–1098,835
5.	Ст.	3 – 4	N	=	–3,376
6.	Ст.	4 – 5	N	=	–1103,252
7.	Ст.	3 – 5	N	=	–172,333
8.	Ст.	3 – 6	N	=	1232,387
9.	Ст.	5 – 6	N	=	–14,964
10.	Ст.	5 – 7	N	=	–1226,247
11.	Ст.	6 – 7	N	=	28,522
12.	Ст.	7 – 8	N	=	–1226,247
13.	Ст.	6 – 8	N	=	–14,964
14.	Ст.	6 – 10	N	=	1232,387
15.	Ст.	8 – 10	N	=	–172,333
16.	Ст.	8 – 9	N	=	–1103,252
17.	Ст.	9 – 10	N	=	–3,376
18.	Ст.	9 – 11	N	=	–1098,835
19.	Ст.	10 – 11	N	=	226,291
20.	Ст.	10 – 12	N	=	863,052
21.	Ст.	11 – 12	N	=	–987,357

2.3 Теорія оцінки стійкості елементів кроквяної решітки

Умови силово-польової адаптації та закони гравітаційної рівноваги вимагають проведення розрахункової діагностики векторних полів сил для компонентів кроквяної стрижнево-розподільчої фази суворо в межах першого ліміту тримальної спроможності за міцністю (надійності конструктивного опору до руйнування).

За умов, коли поперечні розміри залізобетонного профілю стрижнево-розподільчих елементів є заздалегідь визначеними константами, мета кінетичної експертизи обмежується виключно математичним визначенням оптимальної площі поперечного перерізу сталевго армуючого контуру (арматурних стрижнів). Це забезпечує локальну та загальну мінімізацію силового резонансу при сприйнятті внутрішніх зусиль.

Розрахункова діагностика нижнього стрижневого поясу

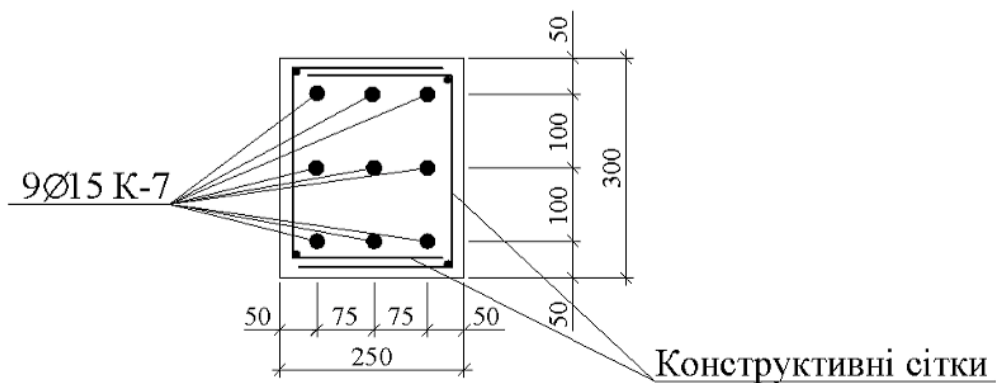
Виходячи з умов силово-польової адаптації кроквяної решітки, максимальна розтягувальна гравітаційно-силова реакція для стрижневого елемента нижнього поясу зафіксована за результатами чисельних розрахунків на рівні: $N=1973,543$ кН.

Для компенсації даного екстремального вектора розтягування виконується аналітичний підбір площі поперечного перерізу сталевих напружуваних векторів (активного напружуваного армуючого контуру). З цієї метою закони гравітаційної рівноваги вимагають використання високоміхних сталевих канатів класу К-19 діаметром 14 мм. За умови введення коригувального коефіцієнта умов роботи напружуваної сталі $\gamma_{s6} = 1,15$, необхідна сумарна площа перерізу арматурної фази (A_{sp}) обчислюється наступним чином:

$$A_{sp} = N R_s \cdot \gamma_{s6} = 19735431175 \cdot 1,15 = 1460,5 \text{ мм}^2 = 14,6 \text{ см}^2$$

Для надійного супротиву просторовій ентропії та довгострокового збереження гравітаційної стабільності нижнього акорду до використання конструктивно приймаємо 12 $\varnothing$ 14 К-19 із загальною інтегральною площею поперечного перерізу: $A_{sp} = 15,46 \text{ см}^2$

Паралельно з цим, для забезпечення кінетичної інертності та локального стримування температурно-усадочних напружень, нижній тримальний акорд додатково армується конструктивними гнучими металевими сітками з гарячекатаного прокату класу А-І (А240С) діаметром 6 мм. Графічна специфікація просторово-векторного анкерування та детальна розкладка армуючого контуру поперечного перерізу відображена на кресленнях графічної частини проекту.



Розрахункова діагностика та перевірка міцності верхнього стрижневого поясу

На основі аналізу гравітаційної реакції встановлено, що максимальне стискувальне силово-польове напруження у стрижневих елементах верхнього поясу інтенсивністю $N = -1963,71 \text{ кН}$. Оскільки вектори внутрішніх зусиль в інших компонентах верхньої зони покриття незначно відхиляються від цього значення, з метою спрощення сортаменту та оптимізації монтажної кінетики

розрахункову діагностику всіх елементів верхнього тримального акорду виконано на вказану максимальну стискувальну силу.

З огляду на відсутність проектного (розрахункового) ексцентриситету сил, виникає потреба у визначенні випадкових відхилень у межах умов силово-польової адаптації. Випадковий ексцентриситет (e_a) фіксується як максимальний з трьох розрахованих варіантів: $e_a = h/30 = 30/30 = 1$ см
 $e_a = l/600 = 30/600 = 0,5$ см та $e_a = 1$ см.

Для подальшої діагностики приймаємо значення $e_a = e_o = 1$ см

Довжина стержня що розраховується $l = 3.01$ м.

Оскільки випадковий зсув сили $e_o = 1$ см $< h/8 = 30/8 = 3,75$ см ,
розрахункова вільна довжина стрижня у загальній решітчастій структурі становить: $l_0 = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 301 = 271$ см

При відношенні гнучкості $l_0/h = 271/30 = 9 < 20$, закони гравітаційної рівноваги вимагають проведення розрахункової процедури за схемою позацентрово стиснутого елемента з випадковим ексцентриситетом. У ракурсі цієї методики першочергово моделюється симетричний армуючий контур, після чого виконується оцінка сумарної міцності залізобетонного перерізу.

Виходячи з вимог забезпечення кінетичної інертності, попередньо приймаємо коефіцієнт насичення перерізу металом $\mu = 0,02$ (відсоток армування 2%). Для площі перерізу верхнього поясу розраховуємо необхідну сумарну площу сталевих армуючого контуру ($A_{s,tot}$):

$$A_{s,tot} = A_s + A_s' = \mu \cdot A = 0,02 \cdot 25 \cdot 30 = 15 \text{ см}^2$$

Зазначеному аналітичному ліміту відповідає розкладка з чотирьох стрижнів 4Ø22 А–ІІІ із сукупною фактичною площею перерізу: $A_{s,tot} = 15,2$ см²

Коефіцієнт відносного насичення армуванням (α_s) визначається за залежністю:

$$\alpha_s = R_{sc} \cdot A_{s,tot} / R_b \cdot \gamma_b \cdot 2 \cdot A = 365 \cdot 100 \cdot 15,222 \cdot 100 \cdot 0,9 \cdot 25 \cdot 30 = 0,374$$

Співвідношення тривало діючих навантажень до повних становить:

$$N_l/N = 1226/1964 = 0,63 \approx 1$$

Приймаємо базові коефіцієнти поздовжнього згину для бетону та арматури:

$$\varphi_b = 0,88; \varphi_{sb} = 0,895$$

Узагальнений коефіцієнт поздовжнього згину обчислюється наступним чином:

$$\varphi = \varphi_b + 2(\varphi_{sb} - \varphi_b) \alpha_s = 0,88 + 2 (0,895 - 0,88) 0,375 = 0,888 < \varphi_{sb} = 0,895$$

Встановлюємо остаточне значення $\varphi=0,89$ та виконуємо кінетичну перевірку міцності верхнього поясу за формулою:

$$N \leq \varphi(R_b \cdot \gamma_b \cdot A + R_{sc} \cdot A_{s,tot})$$

$$1964000 \text{ Н} < 0,888 \cdot (22 \cdot 100 \cdot 0,9 \cdot 25 \cdot 30 + 365 \cdot 100 \cdot 15,2) = 1811342 \text{ Н}$$

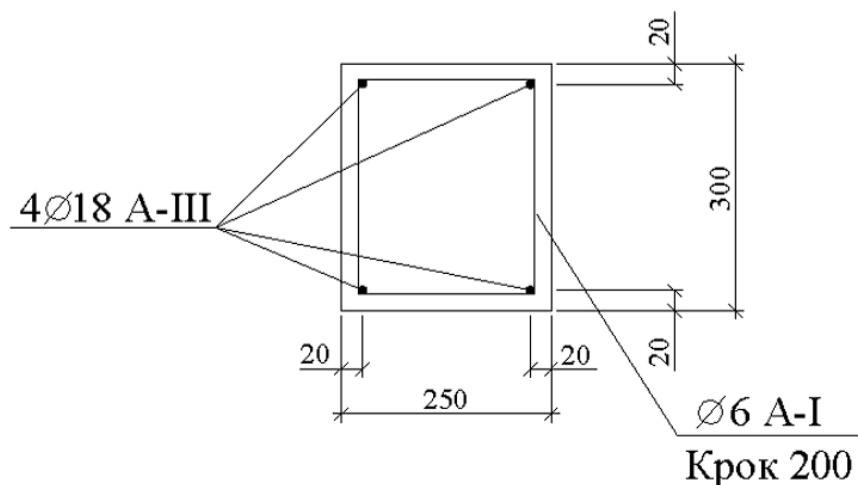
Зазначена умова міцності залізобетонного профілю майже виконується. Враховуючи жорсткі обмеження на збільшення відсотка армування з конструктивних міркувань, прийнятий рівень стрижневого підсилення визнається достатнім для стабілізації гравітаційного стану під дією розрахункових навантажень. Таким чином, для остаточного армування верхнього тримального поясу погоджено 4Ø22 А-III з фактичною площею $A_s=15,2 \text{ см}^2$

Для поперечного армування та супротиву зсувним зусиллям у межах верхнього поясу приймається сталь класу А-I (A240С) діаметром 6 мм, що повністю задовольняє чинні нормативні вимоги. Крок поперечних розподільчих стержнів (s) конструктивно призначається рівним 200 мм. Це повністю узгоджується з граничними геометричними обмеженнями, згідно з якими:

$$s \leq 500 \text{ мм}$$

$$s \leq 20 \cdot d \leq 20 \cdot 22 = 440 \text{ мм}$$

Детальна схема поперечного армування та просторово-векторного анкерування елементів верхнього поясу наведена у відповідній графічній частині проекту.



Кінетична експертиза та розрахунок стрижнево-розподільчих елементів решітки (векторних компонентів зв'язку)

Проведемо аналіз гравітаційної реакції для перших низхідних похилих стрижнево-розподільчих фаз (додільних розкосів), які зазнають розтягувального впливу екстремального силового поля $N=362\,382\text{ Н}$. Необхідна площа поперечного перерізу поздовжнього тримального армування (A_s) обчислюється за формулою:

$$A_s = NR_s = 362382365 \cdot 100 = 10,2\text{ см}^2$$

Для надійного супротиву просторовій ентропії приймаємо чотири стрижні 4Ø18 А–ІІІ

з розрахунковою площею $A_s = 6,16\text{ см}^2$

(фактична площа у межах вибраного сортаменту дорівнює $10,18\text{ см}^2$). Для формування поперечного розподільчого армуючого контуру використовується гарячекатана сталь класу А–І (А240С) діаметром 6 мм. Крок поперечних стрижнів з міркувань забезпечення кінетичної інертності конструктивно призначається рівним 150 мм, що повністю узгоджується з нормативними вимогами.

Для вертикальних стійок-резонаторів, де величина розтягувального навантаження становить $N = -5407\text{ Н}$, необхідна теоретична площа армуючого профілю дорівнює: $A_s = NR_s = 5407365 \cdot 100 = 0,2\text{ см}^2$

Для вертикального елемента, де розтягувальна сила сягає $N = 45\,675\text{ Н}$, потреба у робочому металі становить: $A_s = NR_s = 45675365 \cdot 100 = 1,25\text{ см}^2$

З метою забезпечення конструктивної однорідності армуємо всі вертикальні стійки-резонатори чотирма стрижнями 4Ø8 А–ІІІ з інтегральною площею поперечного перерізу $A_s = 2,01\text{ см}^2$

Поперечне стрижневе армування проектується з прокату діаметром Ø6 А–І із кроком 0.15 м.

Перейдемо до розрахункової оцінки найбільш напружених висхідних похилих стрижнево-розподільчих фаз (догірних розкосів), де діє стискувальне силове поле $N = -275,974\text{ кН}$

Відповідно до геометричної схеми покриття, лінійна протяжність розкосу дорівнює $l = 3.84\text{ м}$

Випадковий ексцентриситет сили визначається як найбільший з трьох лінійних параметрів: $e_a = h/30 = 1530 = 0,5\text{ см}$
 $e_a = l/600 = 384600 = 0,64\text{ см}$

$$e_a = 1\text{ см}$$

Отже, для подальшого аналізу погоджуємо $e_a = e_o = 1$ см

Оскільки випадковий зсув сили

$e_o = 1$ см $< h/8 = 158/8 = 19,75$ см, розрахункова довжина стиснутого стрижня приймається $l_0 = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 384 = 346$ см рівною:

Враховуючи співвідношення геометричних пропорцій $l_0/h = 346/15 = 23,07 > 20$, закони гравітаційної рівноваги вимагають проведення розрахунку за схемою позацентрово стиснутого елемента. Радіус інерції поперечного перерізу (i) обчислюється наступним чином:

$$i = \sqrt{h^2/12} = \sqrt{15^2/12} = 4,33 \text{ см}$$

При відношенні гнучкості $l_0/i = 346/4,33 = 80 > 14$ умови силово-польової адаптації диктують обов'язкове врахування впливу поперечного деформаційного прогину елемента на кінцеве значення ексцентриситету поздовжніх сил.

За умов симетричного моделювання робочого армуючого контуру, коли $A_s = A_s'$ та $R_s = R_{sc}$, площу поперечного перерізу металу можна оцінити, умовно прийнявши відносну висоту стиснутої зони бетону $\xi = x/h_0 \approx 1$ та коефіцієнт прогину $\eta = 1$

При цьому сумарний розрахунковий ексцентриситет становить:

$$e = e_o \cdot \eta + h/2 - a = 1 \cdot 1 + 15/2 - 3 = 5,5 \text{ см}$$

Робоча висота поперечного профілю дорівнює:

$$h_0 = h - a = 15 - 3 = 12 \text{ см}$$

Розраховуємо статичний момент бетонного перерізу (s_o):

$$s_o = 0,5 \cdot b \cdot h^2/2 = 0,5 \cdot 25 \cdot 15^2/2 = 2812,5 \text{ см}^3$$

Визначаємо площу симетричного армуючого контуру ($A_s = A_s'$):

$$A_s = A_s' = N \cdot e - R_b \cdot \gamma_b \cdot s_o \cdot R_{sc} \cdot (h_0 - a')$$

$$A_s = A_s' = 275974 \cdot 5,5 - 22 \cdot 100 \cdot 0,9 \cdot 2812,5 \cdot 100 \cdot (12 - 3) < 0$$

Отриманий негативний результат свідчить про те, що міцність бетону є надлишковою для сприйняття вказаних навантажень. Тому з конструктивних міркувань для збереження гравітаційної стабільності решітки приймаємо армування з чотирьох елементів $4\phi 10$ А–III

з фактичною площею $A_s = 3,14 \text{ см}^2$

При цьому відносний відсоток армування становить:

$$\mu = 100 \cdot 3,14 / (25 \cdot 12) = 1,06\% > \mu_{\min} = 0,2\%$$

Поперечний розподільчий контур формується з прокату $\phi 6$ А–I з кроком 150 мм.

Аналогічна схема підсилення приймається і для низхідних похилих стрижневих фаз (додільних розкосів), де стискувальні силові поля характеризуються значно меншими амплітудними значеннями. Детальні схеми армування та просторово-векторного анкерування елементів решітки наведені в альбомі робочих креслень проекту.



2.4 Априорна кінетична експертиза та попереднє проектування попередньо напруженого армуючого контуру

Попередній підбір площі поперечного перерізу сталевих напружуваних векторів (активного напружуваного армуючого контуру) є критично важливим для забезпечення кінетичної інертності та мінімізації силового резонансу у тримальних елементах покриття.

Виходячи з умов силово-польової адаптації, для забезпечення міцності поперечного залізобетонного профілю, геометрична площа напружуваного армуючого контуру (A_{sp}) за критерієм граничного опору руйнуванню повинна задовольняти нерівності:

$$A_{sp} = \frac{M}{0,9 \cdot h_0 \cdot R_s} = \frac{145400000}{0,9 \cdot 139 \cdot 1210 \cdot 100} = 9,61 \text{ см}^2$$

$$h_0 = h - a = 149 - \frac{20}{2} = 139 \text{ см}$$

Для забезпечення довгострокового супротиву просторовій ентропії та збереження гравітаційної стабільності (запобігання утворенню та розкриттю мікротріщин), умови силово-польової адаптації диктують додатковий

розрахунок за тріщиностійкістю. За цієї вимоги площа перерізу активних сталевих канатів повинна відповідати умові:

$$A_{sp} = \frac{M}{\beta R_s \cdot h_0} = \frac{145400000}{0,6 \cdot 1210 \cdot 100 \cdot 139} = 14,41 \text{ см}^2$$

Необхідна кількість окремих високоміцних сталевих канатів (n) визначається відношенням сумарної площі до площі перерізу однієї стрижневої нитки (A_{sp1}):

$$n = \frac{A_{sp}}{A_s} = \frac{14,41}{0,196} = 73,5 \approx 74 \text{ шт}$$

На основі проведеної кінетичної експертизи для встановлення у проектне положення погоджено $n=74$ канатів номінальним діаметром 12 мм класу К-7 з фактичною сумарною площею поперечного перерізу: $A_{sp} = 14,5 \text{ см}^2$ (приведена номінальна площа окремого канатного профілю становить $A_{sp1} = 0,93 \text{ см}^2$).

Паралельно з цим, для збереження кінетичної інертності у стиснутій зоні бетонного профілю, з конструктивних міркувань закладено ненапружене поздовжнє сталеve армування у складі двох стрижнів діаметром 12 мм класу А-III (А400С) із сукупною фактичною площею перерізу: $A_s = 2,26 \text{ см}^2$

Інші другорядні вектори ненапруженого робочого армування у стиснутій та розтягнутій зонах залізобетонного профілю, з метою раціонального спрощення аналітичних процедур та через вкрай незначний вплив на загальну міцність силово-польової оболонки, у рамках поточної математичної моделі до розрахунку не залучаються.

2.5 Оцінка енергетичного згасання силових полів (втрати попереднього напруження арматури)

Для забезпечення кінетичної інертності та довгострокового збереження гравітаційної стабільності залізобетонного профілю виконується аналіз гравітаційної реакції напруженого армуючого контуру з урахуванням втрат напруження в часі.

Перші втрати попереднього напруження:

Втрати від релаксації напружень у сталевих векторах:

Згідно з кінетичною експертизою релаксаційного згасання для механічного способу натягу високоміцної арматури втрати становлять:

$$\sigma_1 = ((0,22\sigma_{sp} / R_{s,ser}) - 0,1)\sigma_{sp} = ((0,22 \cdot 880 / 1225) - 0,1) \cdot 880 = 51,1 \text{ МПа}$$

Втрати від температурного перепаду:

За умов термічного впливу при тепловій обробці залізобетонного елемента з урахуванням температурної різниці $\Delta t = 65^\circ\text{C}$ втрати дорівнюють:

$$\sigma_2 = 1,25\Delta t = 1,25 \cdot 65 = 81\text{МПа}$$

Втрати від деформації затискних пристроїв (анкерів):

Внаслідок зсуву та деформаційних люфтів анкерного кріплення на жорстких упорах стенду при лінійній довжині натягваних канатів 19 м втрати становлять:

$$\sigma_3 = \Delta l \cdot E_s / l = 0,003 \cdot 180000 / 19 = 28,45\text{МПа}$$

$$\Delta l = 1,25 + 0,15d = 3,05\text{мм}$$

$$P_1 = \gamma_{sp} \cdot A_{sp} (\sigma_{sp} - \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3) = 1 \cdot 14,5(880 - 51,1 - 81 - 28,5) \cdot 100 = 1043\text{кН}$$

Геометричні та силово-польові характеристики зведеного перерізу:

Перед визначенням сумарних втрат виконується оцінка зведеного залізобетонного перерізу серединного створу балки:

$$e_{sp} = y_0 - a$$

Відношення модулів пружності сталевोї та бетонної фаз:

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{180000}{32500} = 5,54$$

Зведена площа активного армуючого контуру:

$$A_{sp,red} = \alpha \cdot A_{sp} = 5,54 \cdot 14,5 = 80,4\text{см}^2$$

$$A'_{s,red} = \alpha \cdot A'_s = 5,54 \cdot 2,26 = 12,52\text{см}^2$$

Інтегральна площа зведеного перерізу (A_{red}):

$$A_{red} = A + A_{sp,red} + A'_{s,red} = 36 \cdot 20 + 14 \cdot 10 + 28 \cdot 20 + 10 \cdot 10 + 89 \cdot 8 + 80,4 + 12,52 = 2325\text{см}^2$$

Статичний момент зведеного перерізу відносно крайньої нижньої грані:

$$S_{red} = \sum A_i \cdot y_i + A_{sp} a_p + A'_s (h - a') = 36 \cdot 20(149 - 0,5 \cdot 20) + 14 \cdot 10(149 - 20 - 0,5 \cdot 10) + 28 \cdot 20 \cdot 0,5 \cdot 20 + 10 \cdot 10(20 + 0,5 \cdot 10) + 89 \cdot 8(0,5 \cdot 89 + 10 + 20) + 80,4 \cdot 10 + 13,5(149 - 3) = 181360\text{см}^3$$

Відстань від центра ваги зведеного профілю до нижньої грані:

$$y_0 = \frac{S_{red}}{A_{red}} = \frac{181360}{2325} = 78\text{см}$$

Ексцентриситет дії сили P_1 відносно центра ваги зведеного перерізу:

$$e_{op} = y_0 - a_p = 78 - 10 = 68\text{см}$$

Розрахунковий згинальний момент від власної гравітаційної маси елемента при його виготовленні у вертикальному положенні становить:

$$M_d = \frac{g_d \cdot l_0^2}{8} = \frac{7,76 \cdot 17,79^2}{8} = 307\text{кН} \cdot \text{м}$$

Відповідний нормативний згинальний момент від власної маси дорівнює:

$$M_d^n = \frac{307}{1,1} = 279 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Зусилля обтиску бетону з урахуванням втрат σ_1 , σ_2 та σ_3 при коефіцієнті точності натягу $\gamma_{sp}=1$ дорівнює $P_1=273,9$ кН

Для оцінки напруженого стану обчислюється момент інерції зведеного залізобетонного профілю відносно власної центральної осі:

$$I_{red} = \sum I_0 A_i \cdot y_i^2 + A_{sp} (y_0 - a_p)^2 + A'_s (y'_0 - a')^2 = 36 \cdot 20^3 / 12 + 36 \cdot 20 (71 - 0,5 \cdot 20)^2 + \frac{14 \cdot 10^3}{12} + 14 \cdot 10 (71 - 20 - 0,5 \cdot 10)^2 + \frac{28 \cdot 10^3}{12} + 28 \cdot 20 (78 - 0,5 \cdot 20)^2 + \frac{10 \cdot 10^3}{12} + 10 \cdot 10 (78 - 20 - 0,5 \cdot 10)^2 + \frac{8 \cdot 89^3}{12} + 8 \cdot 89 (0,5 (48 - 41))^2 + 80,4 (68 - 10)^2 + 13,5 (71 - 3)^2 = 6685624 \text{ см}^4$$

$$\sigma_{uz} = \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{P_1 e_{op} - M_d^n}{I_{red}} \cdot (y_0 - a_p) = \frac{1043000}{2325} + \frac{1043000 \cdot 68 - 279000}{6685624} (78 - 10) = 1400 \text{ кН} / \text{см}^2 = 14 \text{ МПа}$$

Напруження обтиску в бетоні (σ_{bp}) на рівні розташування центра ваги напруженого армуючого контуру під спільною дією сили P_1 та згинального моменту M_d становить:

$$\sigma_{bp} / R_{bp} = 14 / 32 = 0,44 < 0,7,$$

Дане співвідношення повністю задовольняє вимоги регламенту кінетичної інертності та ліміти.

Втрати попереднього напруження від швидкоплинної повзучості бетону становлять:

$$\sigma_b = 0,85 \cdot 40 \cdot \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = 0,85 \cdot 40 \cdot 0,44 = 14,98 \text{ МПа}$$

Сумарна величина перших втрат напруження:

$$\sigma_{los1} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_b = 51,1 + 81 + 28,45 + 14,98 = 175 \text{ МПа}$$

Другі втрати попереднього напруження:

Втрати від усадки бетону:

Для важкого бетону класу В40, підданого тепловій обробці при атмосферному тиску, втрати складають: $\sigma_b = 40 \text{ МПа}$

Втрати від довготривалої повзучості бетону: $\sigma_{bp} / R_{bp} = 14 / 32 = 0,44 < 0,75$

$$\sigma_1 = 0,85 \cdot 150 \cdot \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = 0,85 \cdot 150 \cdot 0,44 = 56,1 \text{ МПа}$$

Сумарна величина других втрат напруження:

$$\sigma_{los2} = \sigma_b + \sigma_1 = 40 + 56,1 = 96,1 \text{ МПа}$$

Інтегральні (повні) втрати попереднього напруження в армуючому контурі:

$$\sigma_{los} = \sigma_{los1} + \sigma_{los2} = 175 + 96,1 = 271 \text{ МПа}$$

Зусилля обтиску залізобетонного перерізу з урахуванням повних втрат попереднього напруження арматури (

$$P_2 = A_{sp}(\sigma_{sp} - \sigma_{los}) = 14,5(880 - 271) \cdot 100 = 883000 \text{ Н} = 883 \text{ кН}$$

3. Техніко-економічний розділ

3.1 Обґрунтування вибору монтажних кранів за технічними та силово-польовими параметрами

Для зведення силово-польової оболонки поліморфного будівельного ансамблю виникає потреба у застосуванні самохідних стрілових кранів. Діагностика векторних полів сил та кінетична експертиза монтажних параметрів вимагають вибору вантажопідйомного обладнання, що здатне плавно переміщувати векторні несучі компоненти у просторі з мінімальним ризиком виникнення динамічного резонансу.

Основними технічними характеристиками кранових комплексів є:

- потрібна висота підйому монтажного гака (H_m);
- необхідний силово-польовий ліміт вантажопідйомності (Q);
- потрібна довжина стрілового обладнання (L_c);
- виліт гака (lv).

Аналітична оцінка висоти підймання монтажного гака

Потрібну монтажну висоту підйому гака для будь-якої стрижнево-розподільчої фази чи площинних гравітаційних бар'єрів визначають за такою формулою: $H_k = h_0 + h_z + h_e + h_{cm}$

де h_0 - висотна відмітка опорної площини, на яку встановлюється елемент;

h_z - технологічний зазор піднесення нижнього торця елемента над рівнем його проектної опори перед безпосереднім опусканням у проектне положення ($h_z=0,5-1,0$ м);

h_e - геометрична висота монтованого залізобетонного елемента (приймається за даними специфікації);

$h_{ст}$ - конструктивна висота вантажозачіпних систем (стропів, траверс, зачепів).

Оцінка необхідної вантажопідйомності крана

Необхідний силово-польовий ліміт вантажопідйомності кранового комплексу визначається за залежністю: $Q=q_1+q_2+q_3+q_4$

де q_1 - гравітаційна маса монтованого залізобетонного компонента;

q_2 - маса стропових та зачіпних пристроїв;

q_3 - вага тимчасових монтажних пристосувань (розчалок, підкосів, кондукторів);

q_4 - вага супутніх допоміжних систем.

Визначення просторово-векторної геометрії стріли

Довжина стрілового обладнання встановлюється на основі аналізу гравітаційної реакції елемента, який вимагає максимальної висоти підйому гака. Приймаючи оптимальний кут нахилу стріли до горизонтальної площини стоянки крана α , довжина стріли (L_c) розраховується за залежністю:

$$L_c = \frac{H_K + h_n + h_c}{\sin \alpha}$$

Виліт гака (lv) у робочому положенні обчислюється як:

$$L_k = L_c \cdot \cos \alpha + d$$

де h_1 - різниця висотних відміток стоянки крана та опорної поверхні монтованого елемента;

h_{oc} - висотна відстань від основи стоянки крана до шарніра п'яти стріли;

h - потрібний запас висоти над опорною площиною;

$h_{п}$ - довжина поліспада кранової системи у стягнутому стані;

$l_{ш}$ - горизонтальна відстань від осі обертання кранової платформи до шарніра п'яти стріли;

α - найбільший кут підйому стрілового обладнання.

Параметричне моделювання для окремих конструктивних елементів
Опорні пілони-резонатори (Колони):

$$Q_z^{nom} = 12,1 + 0,24 + 0,11 + 0,12 + 0,06 = 12,63m;$$

$$H_z^{nom} = 0 + 0,5 + 14,4 + 1 = 15,9m;$$

$$L_c^{nom} = \frac{14,4 - 1,5 + 0,5 + 1 + 2}{\sin 75^\circ} = 16,46m$$

$$l_b^{nom} = L_c^{nom} \cdot \cos \alpha + l_{ш} = 16,46 \cos 75^\circ + 1,5 = 5,76m;$$

Підкранові лінійні розподільчі фази:

$$Q_z^{nom} = 11,7 + 0,94 = 12,64m;$$

$$H_z^{nom} = 11,7 + 0,5 + 1,4 + 3,2 = 16,8m;$$

$$L_c^{nom} = \frac{11,7 - 1,5 + 0,5 + 1,4 + 3,2 + 1,5}{\sin 75^\circ} = 17,39m$$

$$l_b^{nom} = L_c^{nom} \cdot \cos \alpha + l_{ш} = 17,39 \cdot \cos 75^\circ + 1,5 = 6m;$$

Кроквяні стрижнево-розподільчі фази:

$$Q_z^{nom} = 14,9 + 1,75 = 16,65m;$$

$$H_z^{nom} = 13,2 + 0,5 + 2,95 + 3,6 = 20,25m;$$

$$L_c^{nom} = \frac{13,2 - 1,5 + 0,5 + 2,95 + 3,6 + 1,5}{\sin 75^\circ} = 24,28m$$

$$l_b^{nom} = L_c^{nom} \cdot \cos \alpha + l_{ш} = 24,28 \cdot \cos 75^\circ + 1,5 = 7,78m;$$

Розподільчі стрижневі фази підземного контуру:

$$Q_z^{nom} = 2,9 + 0,01 = 2,91m;$$

$$H_z^{nom} = 0 + 0,5 + 0,4 + 2 = 2,9m;$$

$$L_c^{nom} = \frac{0 - 1,5 + 0,4 + 0,5 + 2 + 1,5}{\sin 75^\circ} = 3,16m$$

$$l_6^{nom} = L_c^{nom} \cdot \cos \alpha + l_{ui} = 3,16 \cdot \cos 75^\circ + 1,5 = 2,32m;$$

Вертикальні площинні огорожувальні бар'єри:

$$Q_z^{nom} = 4,8 + 0,45 = 5,25m;$$

$$H_z^{nom} = 15,75 + 0,2 + 1,2 + 1,8 = 18,95m;$$

$$L_c^{nom} = \frac{15,75 - 1,5 + 0,5 + 1,2 + 1,8 + 1,5}{\sin 75^\circ} = 19,62m$$

$$l_6^{nom} = L_c^{nom} \cdot \cos \alpha + l_{ui} = 19,62 \cdot \cos 75^\circ + 1,5 = 6,58m;$$

Площинні гравітаційні бар'єри покриття:

$$Q_z^{nom} = 5,2 + 0,53 = 5,73m;$$

$$H_z^{nom} = 13,2 + 2,95 + 0,5 + 0,45 + 1,6 = 17,7m;$$

Монтажна кінетика із застосуванням гусака

При улаштуванні покриття кранами, що оснащені додатковим консольним подовжувачем (гусаком), розрахункова модель трансформується:

Необхідна довжина основної стріли без урахування гусака

$$L_c = \sqrt{l_c^2 + (H - h_{ui})^2}$$

Потрібна проекція стрілового обладнання на горизонталь

$$l_c = \frac{\left(O + \frac{e_\kappa}{2}\right)(H_c - h_{ui})}{h_n + h_c}$$

Необхідна лінійна довжина гусака

$$L_6^{nom} = \frac{l_{nl} / 2 + l_z}{\cos(\alpha - \beta)}$$

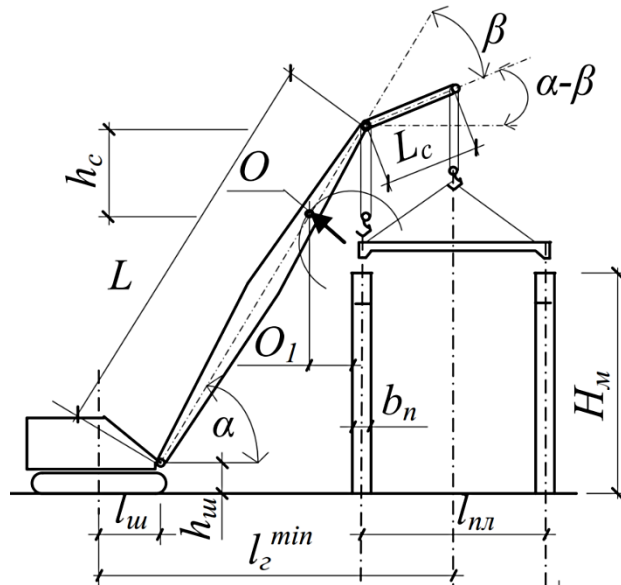
де l_z - безпечний монтажний зазор між торцевою площиною плити та подовжньою віссю у проектному положенні;

α - найбільший кут підйому основної стріли з гусаком;

β - кут нахилу осі гусака відносно осі основної.

Виліт стріли, обладнаної гусаком, обчислюється за залежністю:

$$l_c^z = L_c^z \cos \alpha + L_z \cos(\alpha - \beta) + l_{ui}$$



На основі аналізу гравітаційної реакції кроквяних стрижнево-розподільчих фаз встановлено ліміт висоти підйому, який вимагає довжини основної стріли $L_c=24,28$ м.

Для монтажу плит покриття приймаємо кутові параметри стрілового обладнання $\alpha=75^\circ$ та кут нахилу гусака $\beta=30^\circ$, при розрахованій довжині гусака $L_g=8,63$ м.

Розрахунковий виліт гака у точці силово-польового спряження становить:

$$l_{в.г.}=24,28 \cdot \cos 75^\circ + 8,63 \cdot \cos (75^\circ - 30^\circ) + 1,5 = 13,89 \text{ м}$$

Дані геометричні та силові параметри дозволяють забезпечити безперешкодний монтаж елементів покриття вище за висотний контур будівлі при збереженні її повної гравітаційної стабільності.

Вантажопідйомні характеристики монтажних кранів і їх вибір

№ з/п	Елемент	Технічні параметри кранів				Марка крану
		$H_c^{пот}$	$Q_c^{пот}$	l_n	$L_c^{пот}$	
1.	Колони	15,9	12,63	5,76	16,46	СКГ – 30 (25м) КС-5263 (20м)
2.	Підкранові балки	16,8	12,64	6	17,39	
3.	Ферми	20,25	16,65	7,78	24,28	СКГ – 40БС (30+10м) КС – 6362 (25+10м)
4.	Плити покриття	17,7	5,73	13,89	24,28 (8,63)	
5.	Стінові панелі	18,95	5,25	6,58	19,62	Э-1258Б (20м)
6.	Фундаментні балки	2,9	2,91	2,32	3,16	МКТ-6-45 (28м)

3.2 Техніко-економічна експертиза та оптимізація комплектів монтажних кранів

Загальна собівартість механізованих процесів з урахуванням умов силово-польової адаптації та регламенту кінетичної інертності на будівельному полігоні розраховується за такою залежністю:

$$C_0 = 1,08 \sum C_{м-зм.} \cdot T_{оч} + 1,5 \sum Z_{пл.}$$

де $C_{м-зм.}$ - собівартість експлуатації одиниці кранової техніки за одну робочу зміну;

$\sum Z_{пл}$ -сумарна тривалість роботи крана на монтажному ареалі, змінах;

1,08 і 1,5 - основна заробітна плата ланки монтажників за проведення відповідних силово-польових сполучень (визначається згідно з діючими ДБН);

$$C_{м-зм.} = \left(\frac{E}{T_{оч}} + A + C_{т.е} \right) \cdot 8$$

E - одноразові витрати, які включають транспортування вантажопідйомної техніки на монтажну локацію, монтажні та демонтажні роботи, проведення пусконаладжувальної діагностики та влаштування допоміжних систем;

A - накладні витрати на експлуатацію машин та заробітну плату робітників відповідно до нормативного регламенту.

Розрахункові показники порівнюваних варіантів

Для пневмоколісного крана КС-5363 та гусеничного крана СКГ-30 при монтажі вертикальних опорних пілонів-резонаторів (колон) та підкранових бар'єрів:

Експлуатаційні та змінні параметри вартості машино-зміни для першого варіанта:

$$C_{м-зм}^{КС-5363} = 34,71 \text{ грн}(202 - 1439)$$

Експлуатаційні та змінні параметри вартості машино-зміни для другого варіанта:

$$C_{м-зм}^{СКГ-30} = 36,86 \text{ грн}(202 - 1244)$$

Для пневмоколісного крана КС-6362 та гусеничного крана СКГ-40А при монтажі кроквяних стрижнево-розподільчих фаз (ферм) та площинних бар'єрів покриття (плит):

Експлуатаційні та змінні параметри для першого варіанта:

$$C_{M-3M}^{KC-6362} = 45,82 \text{ грн} (202 - 1440)$$

Експлуатаційні та змінні параметри для другого варіанта:

$$C_{M-3M}^{CKT-40BC} = 44,83 \text{ грн} (202 - 1245)$$

Для пневмоколісного крана МКТ-6-45 та гусеничного крана Э-125ВБ при монтажі площинних огорожувальних бар'єрів стін (панелей) та фундаментних баз (блоків):

Експлуатаційні та змінні параметри для першого варіанта:

$$C_{M-3M}^{MKT-6-45} = 33,61 \text{ грн} (202 - 1438)$$

Експлуатаційні та змінні параметри для другого варіанта:

$$C_{M-3M}^{Э-125BB} = 25,77 \text{ грн} (202 - 1243)$$

Порівняльний аналіз собівартості механізованих робіт

Проводимо розрахунок інтегральної собівартості виконання будівельно-монтажних робіт на об'єкті для двох конкурентних варіантів комплектування технікою.

Для першого комплекту обладнання:

$$C_o^1 = 1,08(34,71 \cdot 365,4 + 45,82 \cdot 512,62 + 33,61 \cdot 633,33) + 1,5 \cdot 65848,81 = 279143,55 \text{ грн}$$

Для другого комплекту обладнання (обраного за критерієм економічної оптимізації):

$$C_o^2 = 1,08(36,86 \cdot 365,4 + 44,83 \cdot 512,62 + 25,77 \cdot 633,33) + 1,5 \cdot 65848,81 = 274081,39 \text{ грн}$$

З аналізу гравітаційної та економічної реакції випливає, що другий варіант комплектування є раціональнішим. За сумарної кубатури залізобетонних елементів $V=3143,91 \text{ м}^3$ та загальної трудомісткості робіт $Q=9253,78 \text{ люд.-год.}$ визначаємо питомі техніко-економічні характеристики:

Питома собівартість монтажних процесів:

$$C = C_o / V = 274081,39 / 3143,91 = 87,18 \text{ грн/м}^3$$

Питома трудомісткість процесів:

$$q = Q / V = 9253,78 / 3143,91 = 2,94 \text{ люд.-год/м}^3$$

За результатами проведеного підбору та розрахунків для виконання монтажних робіт на об'єкті остаточно приймається комплект машин за другим варіантом, який забезпечує найкращі умови супротиву просторовій ентропії процесів та мінімізує сумарні витрати фінансових і трудових ресурсів.

3.3 Діагностика та селекція мобільних транспортно-кінетичних комплексів

Монтажно-складальні процеси, спрямовані на просторово-векторне анкерування вертикальних опорних пілонів-резонаторів, стрижнево-розподільчих фаз та площинних гравітаційних бар'єрів у загальну стабілізовану просторову решітку, виконуються безпосередньо з приоб'єктного буферного ареалу акумуляції елементів (приоб'єктного складу).

№	Транспортуємий елемент	Маса, т	Розміри, мм			Вид транспорт. засобу	Марка тягача	Вантажопід. т	Кільк.	Заг. маса, т
			L	B	H					
1.	Колони	12,1	14400	900	400	МАЗ-504А	ПП-12	25	2	24,2
		9,2	11850	700	400				2	18,4
		8,4	11850	700	400				2	16,8
		5,64	14100	400	400				4	22,56
		3,51	11700	400	300				7	24,57
2.	Підкранова балка 12 м 6 м	11,7	11950	650	1400	МАЗ-504В	УПР-1812	18	1	11,7
		4,2	5950	600	1000				4	16,8
3.	Кровляна ферма 24 м 24 м 18 м	14,9	23940	300	2950	КрАЗ-258	2ПФ-80	20	1	14,9
		11,2	23940	250	2950				1	11,2
		8,1	18000	240	3000				2	16,2
4.	Плити покриття 6 м 12 м	1,4	5970	1490	300	КРАЗ-258Е1	ПЛ-1724	16,5	11	15,4
		5,2	11960	1490	450				3	15,6
5.	Фундаментні балки 6м 12м	0,7	5050	150	450	ЗИЛ-130Б1	У-80	7,6	10	7
		2,9	10700	300	400				2	5,8
6.	Стінові панелі 6м 12м	1,9	6000	240	1200	МАЗ-504БВ	НАМИ-790Б	13	6	11,4
		4,8	6000	300	1200				2	9,6

4. Розділ технології будівництва

4.1 Організаційно-морфодинамічний регламент зведення споруди.

Обчислення просторових об'ємів монтажних процесів

На основі параметрів, наведених у вихідних проектних специфікаціях, здійснюється кількісна оцінка та аналітичне вимірювання маси монтажно-складальних процесів. Одержані кількісні характеристики систематизуються та фіксуються у табличній структурі.

В процесі обчислення просторових об'ємів будівельних робіт умови силово-польової адаптації диктують необхідність обов'язкового супутнього врахування суміжних операцій, які забезпечують монолітність силово-польової оболонки та супротив просторовій ентропії. До таких процесів належать:

- омонолічування опорних пілонів-резонаторів (колон) у стаканних базах фундаментів;
- герметизація та омонолічування стикових з'єднань фундаментних розподільчих балок;
- електрозварювальне силово-польове спряження стиків підкранових лінійних фаз із консольними зонами опорних пілонів-резонаторів;
- електрозварювальне спряження стиків векторних несучих компонентів покриття та площинних гравітаційних бар'єрів (кроквяних систем, плит);
- заповнення та герметизація швів вертикальних площинних огорожувальних бар'єрів (стінових панелей або блоків) вискоеластичними мастиковими композитами.

У відомості об'ємів робіт також належить детально враховувати супутні логістичні процеси, зокрема розвантажувально-депонуючі та транспортно-кінетичні операції для залізобетонних елементів, що постачаються на будівельний полігон.

З метою забезпечення кінетичної інертності майбутніх з'єднань, орієнтовні обсяги електрозварювальних робіт у місцях силово-польового спряження допускається встановлювати за такими питомими нормативами.

Специфікація збірних елементів

№ з/п	Назва елементів	Марка елемента	Кількість шт.	Розміри, м			Об'єм, м³		Маса, т	
				довжина	ширина	товщина	одного елемента	усіх	одного елемента	усіх
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Колона крайнього ряду	4К132-7	22	14,4	0,9	0,4	4,84	106,48	12,1	266,2
		4К108-7	30	11,85	0,7	0,4	3,36	100,8	8,4	252
2	Колона середнього ряду	10К108-2	45	11,85	0,7	0,4	3,68	165,6	9,2	414
3	Фахверкова колона	3КФ141-1	6	14,1	0,4	0,4	2,26	13,56	5,64	33,84
		2КФ117-1	20	11,7	0,4	0,3	1,4	28	3,51	70,2
4	Підкранова балка 6 м 12 м	БКНВ 6-4с	104	5,95	0,6	1	1,66	172,64	4,2	436,8
		БКНВ6-1с	18	11,95	0,65	1,4	4,63	83,34	11,7	210,6
5	Кроквяна ферма 24 м 24 м 18 м	ФС-24-18	30	23,94	2,95	0,25	4,47	134,1	11,2	336
		ФС-24-66	11	23,94	2,95	0,3	5,94	65,34	14,9	163,9
		ФС-18-18	30	18	3	0,24	3,2	96	8,1	243
6	Плити покриття 6×1,5 м 12×1,5 м	ПНС-10	672	5,97	1,49	0,3	0,62	416,64	1,4	940,8
		ПНП-20	144	11,96	1,49	0,45	2,01	289,44	5,2	748,8
7	Фундамент. балки 6 м 12 м	ФБ6-41	42	5,05	0,2	0,3	0,27	11,34	0,7	29,4
		ФБН-1	11	10,7	0,3	0,4	1,16	12,76	2,9	52,8
8	Стінові панелі 6×1,2 м 12×1,2 м	ПСЛ-17	548	6	0,24	1,2	1,7	931,6	1,9	1041,2
		ПСЛ-24	146	12	0,3	1,2	3,4	496,4	4,8	700,8
9	Стійки воріт	СВ – 4,8	12	4,8	0,4	0,4	0,576	6,912	1,44	17,28
10	Ригелі воріт	РВ-6	6	6	0,4	0,7	2,16	12,96	5,4	32,4
Всього			1897					3143,91		5990,02

№ п/п	Назва робіт	Одиниці виміру	Формула підрахунку	Для збірних елементів	
				Маса, т	Обсяг, м³
1	Монтаж колон				
	Крайнього ряду 4К108-7	шт.	30	252	100,8
	4К132-7	шт.	22	266,2	106,48
	Середнього ряду 10К108-2	шт.	45	414	165,6
	Факверкових 3КФ141-1	шт.	6	33,84	13,56
	2КФ117-1	шт.	20	70,2	28
2	Заробка стиків колон з фундам.	шт.	123	—	—
3	Монтаж підкранових балок				1
	6 м	шт.	104	436,	172,64
	12 м	шт.	18	210,68	83,34
4	Електрозварювання стиків підкранових балок з колонами	пм	$1,1*122=134,2$	—	—
5	Монтаж кроквяних ферм прогоном 24 м до 13 т	шт.	30	336	134,1
	прогоном 24 м до 18 т	шт.	11	163,9	65,34
	прогоном 18 м	шт.	30	243	96
6	Електрозварювання стиків кроквяних ферм з колонами	пм	$1,5*71=106,5$	—	—
7	Монтаж плит покриття				
	6 м	шт.	672	940,8	416,64
	12 м	шт.	144	748,8	289,44
8	Електрозварювання плит покриття з фермами	пм	$0,25*816=204$	—	—
9	Заробка стиків плит покриття	пм	$N=(a+b)*n+P/2=(6+1,5)*$ $*672+((12+1,5)*144+420)/2=$ $=5407,5$	—	—
10	Монтаж стінових панелей				
	6×1,2 м	шт.	548	1041,2	931,6
	12×1,2 м	шт.	146	700,8	496,4
11	Електрозварювання стінових панелей з колонами	пм	$0,2*694=138,8$	—	—
12	Заробка швів стінових панелей	пм	$M=a*n+P=5460$ -внутрішні	—	—
		пм	$M=(a+b)*n+P=6292,8$ -зовн.	—	—
13	Монтаж фундам. балок				
	6 м	шт.	42	29,4	11,34
	12 м	шт.	11	31,9	12,76
14	Монтаж стійок воріт	шт.	12	17,28	6,91
15	Монтаж ригелів воріт	шт.	6	32,4	12,96
16	Електрозварювання ригелів зі стійками	пм	$0,6*6=36$	—	—
17	Розвантаження ЗБК	т	5990,02	—	—

4.2 Обчислення матеріально-сировинного забезпечення та потреби у конструктивних виробих і композитарних напівпродуктах

Умови силово-польової адаптації та регламент кінетичної інертності будівельного майданчика вимагають точного порційного нормування витрат сировини для зведення елементів споруди. На основі раніше виконаного аналізу гравітаційної реакції та отриманих просторових показників (відомості обсягів робіт), з урахуванням регламентів чинних державних будівельних норм (ДБН), розробляється деталізована відомість витрат

базових матеріалів, залізобетонних елементів та композитних напівпродуктів (розчинових сумішей)

Визначення потреби в матеріалах, напівфабрикатах та виробих

№	Табл. ЕНиР	Назва робіт	Вимірник	К-ть	Назва потріб. матер.	Од. вим.	Норма витрат	Загальна потреба
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	7-5-4	Монтаж колон прямокутного перерізу масою до 4т	100шт	0,2	-колони -прокат -електроди -лісоматер. -бетон	т т т м ³ м ³	100 0,296 0,017 0,3 9,7	20 0,0592 0,0034 0,06 1,94
2	7-5-12	Монтаж колон прямокутного перерізу масою до 6т	100шт	0,06	-колони -прокат -електроди -лісоматер. -бетон	т т т м ³ м ³	100 0,377 0,022 0,3 13,8	6 0,02262 0,00132 0,018 0,828
3	7-5-14	Монтаж колон прямокутного перерізу масою до 10т	100шт	0,75	-колони -прокат -електроди -лісоматер. -бетон	т т т м ³ м ³	100 0,444 0,026 0,32 17,2	75 0,333 0,0195 0,24 12,9
4	7-5-15	Монтаж колон прямокутного перерізу масою до 15т	100шт	0,22	-колони -прокат -електроди -лісоматер. -бетон	т т т м ³ м ³	100 0,444 0,026 0,35 18	22 0,09768 0,00572 0,077 3,96
5	7-9-10	Укладання підкранових балок масою до 5 т	100 шт.	1,04	-підкр.балки -вироби монт. -електроди	шт. т т	100 1,81 0,33	104 1,8824 0,3432
6	7-9-14	Укладання підкранових балок масою до 12 т	100 шт.	0,18	-підкр.балки -вироби монт. -електроди	шт. т т	100 3,72 0,35	18 0,6696 0,063
7	7-12-9	Укладання ферм прогоном 18 м	100шт	0,3	-збірні ЗБК -електроди -монт. вироби	шт. т т	100 0,16 2,52	30 0,048 0,756
8	7-12-15	Укладання ферм прогоном 24 м	100шт	0,41	-збірні ЗБК -електроди -монт. вироби	шт. т т	100 0,15 2,52	41 0,0615 1,0332
9	7-13-8	Укладка плит покриття довжиною до 6 м, площею до 10 м ²	100 шт.	6,72	-плити -проволока -руберойд -електроди -рогожа -лісоматер. -вироби мон. -бетон -розчин	шт. т м ² т м ² м ³ т м ³ м ³	100 0,0148 56,2 0,02 62,9 0,299 0,06 6,6 0,2	672 0,099456 377,664 0,1344 422,688 2,00928 0,4032 44,352 1,344

10	7-13-8	Укладка плит покриття довжиною до 12 м, площею до 20 м ²	100 шт.	1,44	-плити -проволока -руберойд -електроди -рогожа -лісоматер. -вироби мон. -бетон -розчин	шт. т м ² т м ² м ³ т м ³ м ³	100 0,026 95,29 0,03 89,3 0,582 0,07 13 0,6	144 0,03744 137,2176 0,0432 128,592 0,83808 0,1008 18,72 0,864
11	7-16-1	Монтаж стінових панелей довжиною до 7м, площею до 10м ²	100шт	5,48	-стінові пан. -електроди -монт. вироби	шт т т	100 0,1 0,2	548 0,548 1,096
12	7-16-7	Монтаж стінових панелей довжиною більш 7м, площею більш 15м ²	100шт	1,46	-стінові пан. -електроди -монт. вироби	шт т т	100 0,08 1,4	146 0,1168 2,044
13	7-1-15	Монтаж фундаментних балок довжиною 6м	100шт	0,42	-балки -цвяхи -проволока -солідол «Ж» -лісоматер. -щити -бетон -розчин	100ш т т т т м ³ м ² м ³	100 0,00276 0,001 0,00934 0,06 5,65 3,05 0,42	42 0,0011592 0,00042 0,0039228 0,0252 2,373 1,281 0,1764
	7-1-16	Монтаж фундаментних балок довжиною більш 6м	100шт	0,11	-балки -цвяхи -солідол «Ж» -лісоматер. -щити -бетон -розчин	100ш т т т м ³ м ² м ³	100 0,00558 0,0163 0,065 11,03 2,84 0,52	11 0,0006138 0,001793 0,00715 1,2133 0,3124 0,0572
	7-19-1	Герметизація швів стінових панелей	100мп.	62,93	-розчин	м ³	0,84	52,8612

4.3 Диференційований розрахунок матеріально-сировинного попиту для локальних векторних несучих компонентів та площинних бар'єрів

Умови силово-польової адаптації поліморфного будівельного ансамблю вимагають детального розподілу матеріальних ресурсів за окремими структурними фазами споруди. Кількісна оцінка потреби в композитарних в'язучих розчинах, сталевому армуючому прокаті та залізобетоні здійснюється індивідуально для кожної групи елементів, що формують стабілізовану просторову решітку.

Діагностика векторних полів сил та кінетична експертиза кожного окремого компонента вказують на те, що питома витрата матеріалів прямо корелює з діючими на нього розрахунковими ексцентриситетами, згинальними моментами та стискувальними чи розтягувальними навантаженнями.

Відомість потреби матеріалів

№	Назва матеріалів	Одиниці виміру	Кількість
1	2	3	4
	Колони	шт.	123
	Підкранові балки	шт.	122
	Кровляні конструкції	шт.	71
	Плити покриття	шт.	816
	Фундаментні балки	шт.	53
	Стінові панелі	шт.	694
	Ригелі воріт	шт.	6
	Стійки воріт	шт.	12
	Бетон	м ³	84,2934
	Розчин	м ³	55,3028
	Монтажні вироби	т	7,9852
	Прокат	т	0,5125
	Проволока	т	0,13732
	Електроди	т	1,38804
	Лісоматеріали	м ³	3,27471
	Щити	м ²	3,5863
	Руберойд	м ²	937,57
	Солідол	т	0,00572
	Цвяхи	т	0,00061
	Рогожа	м ²	128,592

4.4 Нормативно-кінетичний розрахунок та калькуляція енерго-трудових ресурсів і фінансового забезпечення

Калькуляційне обчислення фінансового забезпечення та енерго-трудових витрат виступає фундаментальною базою для проведення інтегральної техніко-економічної експертизи, а також служить безпосередньою основою для розробки динамічного календарного регламенту виконання монтажних робіт, який графічно відображається у вигляді часових лінійних графіків, організаційних циклограм або мережевих моделей розподілу праці.

Регламент кінетичної інертності будівельного полігону диктує вимогу максимального охоплення та ідентифікації всіх супутніх фізико-механічних процесів при формуванні калькуляційного балансу. Це дозволяє забезпечити стійкість будівельних потоків та уникнути хаотичної просторової ентропії.

Калькуляція витрат на монтаж колон

№ з/п	Назва робіт	Обґрунт. по ЕНиР	Об'єм робіт		На одиницю виміру		На весь об'єм		Склад ланки
			Один. виміру	Кільк. ість	Норма часу люд.год. маш.год.	Розцінка грн.	Трудо-міст.	Заробіт-на плата, грн.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Розвантаження колон краном з розкладанням масою до 4т масою до 6т масою до 10т масою до 13т	1-5	100т	0,34 0,7 6,66 2,66	<u>4,6</u> 2,3 <u>3,8</u> 1,9 <u>3,2</u> 1,6 <u>3</u> 1,5	77,30 63,86 53,78 50,42	<u>1,56</u> 0,78 <u>2,66</u> 1,33 <u>21,31</u> 10,66 <u>7,98</u> 3,99	26,28 44,70 358,17 134,12	Такелажник 2р-2 Машиніст 6р-1
2.	Установка колон стріловим краном у стакани фундаментів масою до 4т масою до 6т масою до 10т масою до 15т	4-1-4	шт.	20 6 75 22	<u>4,3</u> 0,86 <u>5,5</u> 1,1 <u>7</u> 1,4 <u>9</u> 1,8	83,45 106,73 135,84 174,65	<u>86</u> 17,2 <u>33</u> 6,6 <u>525</u> 105 <u>198</u> 39,6	1669,00 640,38 10188,00 3842,30	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1 Машиніст 6р-1
3.	Заробка стиків колон з фундам.: а) приймання бетонної суміші із кузова автосамоскиду до поворотної баді б) подача бетонної суміші до місця укладання стріловим краном в) заробка стиків колон з фундаментами бетоном М300 на дрібній фракції	4-1-54 1-6 4-1-25	100м² м² 1стик	0,2 19,63 123	8,2 <u>0,58</u> 0,29 1,2	137,80 9,74 23,59	1,64 <u>11,4</u> 5,69 147,6	27,56 191,20 2901,57	Бетонник 2р-1 Такелажник 2р-2 Монтажник 4р-1 3р-1

1036,15 20023,28

190,85

Норма часу на влаштування 1 колони: $N_ч = 1036,15 / 123 = 8,42$ люд.-год.

$P = 20023,28 / 123 = 162,79$ грн.

Калькуляція витрат на монтаж підкранових балок

№ з/п	Назва робіт	Обґрунт. по ЕНиР	Об'єм робіт		На одиницю виміру		На весь об'єм		Склад ланки
			Один. виміру	Кільк.	Норма часу люд.год. маш.год	Розцінка грн.	Труд-ть люд.год маш.год	Зар. плата, грн.	
1	2	3	4	5	6	7	1	2	3
1	Розвантаження підкранових балок краном масою до 5т масою до 13т	1-5	100т	4,37 2,11	$\frac{4,2}{2,1}$ $\frac{3}{1,5}$	70,58 50,42	$\frac{18,35}{9,18}$ $\frac{6,33}{3,17}$	308,43 106,39	Такелажник к 2р-2 Машиніст 6р-1
2	Установка підкранових балок краном в проектне положення масою до 5т масою до 11т	4-1-6 п.3	1ел.	104 18	$\frac{6,5}{1,3}$ $\frac{7,5}{1,5}$	126,14 145,55	$\frac{676}{135,2}$ $\frac{135}{27}$	13118,56 2690,90	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1 Машиніст 6р-1
3	Електрозварювання стиків	22-1-6	10п.м	13,42	2,5	52,1	33,55	699,18	Електрозв. 4р-1

869,23 16923,46
174,55

Норма часу на 1 елемент: $N_4 = 869,23 / 122 = 7,12$ люд.-год.
 $P = 16923,46 / 122 = 138,72$ грн.

Калькуляція витрат на монтаж конструкцій покриття

№ п/п	Назва робіт	Об'єкт по ЕНУР	Об'єм робіт		На одиницю виміру		На весь об'єм		Склад ланки
			Одиниця виміру	Кільк	Норма часу люд.год. маш.год	Розцінка грн.	Труд-ть люд.год маш.год	Зарплата, грн	
1	2	3	4	5	6	7	1	2	3
1	Розвантаження ферм краном з розкладкою в касети масою до 18т до 13т до 10т	1-5	100т	1,64 3,36 2,43	<u>2,8</u> 1,4 <u>3</u> 1,5 <u>3,2</u> 1,6	47,05 50,42 53,78	<u>4,59</u> 2,3 <u>10,8</u> 5,4 <u>7,78</u> 3,89	77,16 169,41 130,69	Такелаж- ник 2р-2 Машиніст 6р-1
2	Укрупнююча збірка ферм прогоном 24м	4-1-5 Пр-1	шт.	41	<u>16,8</u> 2,8	350,11	<u>436,8</u> 72,8	9102,86	Монтажн. 6р-1, 4р-2 3р-1, 2р-1 Електрозв. 5р-1 Машин. 6р-1
3	Улаштування ферм у проектне положення краном довжиною 18м 24м	4-1-6	1ел	30 41	<u>8</u> 1,6 <u>9,5</u> 1,9	166,72 197,98	<u>240</u> 48 <u>389,5</u> 77,9	5001,60 8117,18	Монтажн. 6р-1, 5р-1 4р-1, 3р-1 2р-1 Машиніст 6р-1
4	Електрозварювання стиків кроквяних ферм з колонами	22-1-6	10м.п. шва	10,65	2,5	52,1	26,63	554,87	Електроз. 4р-1
5	Розвантаження плит краном з розкладкою в касети масою до 1,5т масою до 6т	1-5	100т	9,41 7,49	<u>8,8</u> 4,4 <u>3,8</u> 1,9	147,88 63,86	<u>82,81</u> 41,4 <u>28,46</u> 14,23	1391,55 478,31	Такелажн. 2р-2 Машиніст 6р-1
6	Монтаж плит покриття площею до 10 м ² площею до 20 м ²	4-1-7	1ел 1ел	672 144	<u>0,84</u> 0,21 <u>1</u> 0,25	15,51 18,46	<u>564,48</u> 141,12 <u>144</u> 36	10422,72 2658,24	Монтажн. 4р-1, 3р-2 2р-1 Машин. 6р-1
7	Електрозварювання монтажних стиків плит покриття з ферм	22-1-6	10м шва	20,4	2,5	52,1	51	1062,84	Електр. 4р-1
8	Зняття монтажних гойдалок та драбин	5-1-2 П.7.9	шт. шт.	142 142	<u>0,37</u> 0,18 <u>0,62</u> 0,31	7,27 12,19	<u>52,54</u> 25,56 <u>88,04</u> 44,02	1032,34 1730,98	Монтажн. 4р-2, 3р-1

2127,43
512,62

41930,75

Норма часу на 1елемент ЗБК: $N_{\text{ч}}=782,5/887=2,4$ люд.-год.
 $P=41930,75/887=47,27$ грн.

Калькуляція витрат на монтаж конструкцій огорожі

№ з/п	Назва робіт	Об'єкт по ЕНП	Об'єм робіт		На одиницю виміру		На весь об'єм		Склад ланки
			Один. виміру	Кільк.	Норма часу люд.год. маш.год.	Розцінка грн.	Труд-ть люд.год. маш.год.	Заплата грн.	
1	2	3	4	5	6	7	1	2	3
1	Розвантаження стінових панелей краном з розкладкою в касети масою до 2т масою до 5т	1-5	100т	10,41 7,01	<u>7,2</u> 3,6 <u>4,2</u> 2,1	121,00 70,58	<u>74,95</u> 37,48 <u>29,44</u> 14,72	1259,61 494,77	Такелажн. 2р-2 Машиніст 6р-1
2	Установка стінових панелей у проектне положення краном, S до 10 м ² S до 15 м ²	4-1-8	шт.	548 146	<u>3</u> 0,75 <u>4</u> 1	90,75 78,63	<u>1644</u> 411 <u>584</u> 146	49731,00 11479,98	Монтажник 5р-1, 4р-1 3р-1, 2р-1 Машиніст 6р-1
3	Електрозварюван. стиків стінових панелей з колонами	22-1-6 т.2	10м.п. шва	13,88	2,5	52,1	34,7	723,15	Електрозв. 4р-1
4	Розвантаження фундаментних балок краном з розкладкою в касети масою до 1т масою до 3т	1-5	100т	0,29 0,32	<u>12</u> 6,1 <u>5,4</u> 2,7	201,66 90,75	<u>3,48</u> 1,77 <u>1,73</u> 0,86	58,48 29,04	Такелажн. 2р-2 Машиніст 6р-1
5	Встановлення фундаментних балок до проектного положення масою до 1,5т масою до 3т	4-1-6 т.2	1ел	42 11	<u>1,1</u> 0,22 <u>1,9</u> 0,38	21,35 39,60	<u>46,2</u> 9,24 <u>20,9</u> 4,18	896,70 435,60	Монтажник 5р-1, 4р-1 3р-2, 2р-1 Машиніст 6р-1
6	Розвантаження елементів воріт: масою до 1,5т до 6т	E1-5	100т	0,17 0,32	<u>8,8</u> 4,4 <u>3,8</u> 1,9	147,88 63,86	<u>1,5</u> 0,75 <u>1,22</u> 0,61	25,14 20,44	Такелажн. 2р-2 Машиніст 6р-1
7	Монтаж з/б елементів воріт	E4-1-6	1 ел.	6 12	<u>2,8</u> 0,56 <u>1,4</u> 0,28	58,35 27,17	<u>16,8</u> 3,36 <u>16,8</u> 3,36	350,10 326,04	Монтажник 6р-1, 5р-1 4р-1, 3р-1 2р-1 Машиніст 6р-1
8	Електрозварювання стиків елементів воріт	22-1-6 т.2	10м.п. шва	0,36	2,5	52,1	0,9	18,76	Електрозв. 4р-1
							<u>2476,62</u> 633,33	65848,81	

Норма часу на 1елемент: $H_4=2476,62/765=3,24$ люд.-год.
 $P=65848.81/765=86.08$ грн.

Калькуляція витрат на заробку швів між стіновими панелями

№ з/п	Назва робіт	Обґрунт. по ЕНП	Об'єм робіт		На одиницю виміру		На весь об'єм		Склад ланки
			Один. виміру	Кількість	Норма часу <u>люд.год.</u> <u>маш.год.</u>	Розцінка <u>грн.</u>	Труд-ть <u>люд.год.</u> <u>маш.год.</u>	Зарплата, <u>грн.</u>	
1	2	3	4	5	6	7	1	2	3
1	Конопатка, зачеканка і розшивка швів між стіновими панелями цементним розчином з підвісної люльки ззовні будівлі з установкою та переміщенням підвісної люльки	4-1-28	10м шва	629,28	2,7	56,27	1699,06	35409,59	Монтажник 4р-1
2	По п.1 з внутрішньої частини будівлі з постановкою та переміщенням	4-1-28	10м шва	546	1,22	25,42	666,12	13879,32	Монтажник 4р-1
							2365,18	49288,91	

Норма часу на 10 п.м. шва: $N_4 = 2365,18 / 1175,28 = 2,01$ люд.-год.
 $P = 49288,91 / 1175,28 = 41,94$ грн.

Калькуляція витрат на заливку швів між плитами покриття

№ з/п	Назва робіт	Обґрунт. по ЕНП	Об'єм робіт		На одиницю виміру		На весь об'єм		Склад ланки
			Один. виміру	Кільк.	Норма часу <u>люд.год.</u> <u>маш.год.</u>	Розцінка <u>а</u> <u>грн.</u>	Труд-ть <u>люд.год.</u> <u>маш.год.</u>	Зарплата, <u>грн.</u>	
1	2	3	4	5	6	7	1	2	3
1	Приймання бетону з кузову автосамоскида у бадлю	4-1-54	100м³	0,63	8,2	137,80	5,17	86,81	Бетонник 2р-2
2	Подавання бетонної суміші	8-1-13	м³	63,07	<u>2,5</u> 1,2	42,01	<u>157,68</u> 75,68	2649,57	Бетонник 2р-2 Машиніст 3р-1
3	Заливка швів між плитами покриття бетонним розчином	4-1-19	100м шва	54,08	4	78,63	216,32	4252,31	Монтажник 4р-1 3р-1
							<u>379,17</u> 75,68	6988,69	

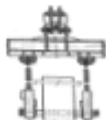
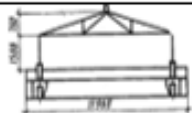
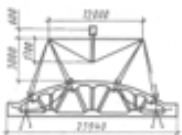
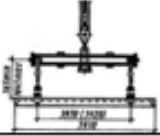
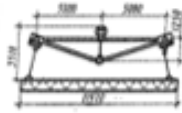
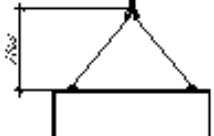
Норма часу на 100 м шва: $N_4 = 379,17 / 54,08 = 7,01$ люд.-год.
 $P = 6988,69 / 54,08 = 129,23$ грн.

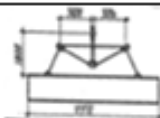
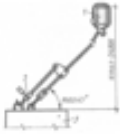
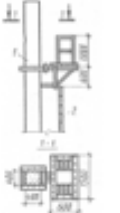
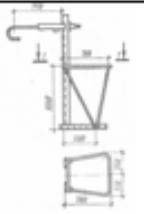
4.5 Морфодинамічна селекція монтажно-зачіпного обладнання

Монтажно-зачіпне та супутнє обладнання за своїм функціональним вектором розподіляється на три ключові категорії:

- пристрої для кінетичного підйому та просторово-векторного анкерування елементів (траверси, стропи, кліщові захвати);
- пристрої для тимчасового посилення, стабілізуючого зчеплення та геометричного калібрування (вирівнювання) векторних несучих компонентів у просторі (підкоси, струбцини, розчалки);
- допоміжні системи безпеки та доступу (риштування, висувні майданчики, сходи, захисні бар'єри).

Відомість монтажних пристосувань

№ з/п	Назва монтуючих елементів	Вага, т	Ескіз	Назва монтажних пристосувань	Характеристика		
					Вантажність	Вага, т	Розрахункова висота, м
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Колони	3,51 5,64 8,4 9,2 12,1		Траверса, ПИ Промстальконструкція 20527М-13	16	0,24	1
2	Підкранові балки 6 м	4,2		Траверса, ПК Главстальконструкція, 18 5	5	0,39	2,8
3	Підкранові балки 12 м	11,7		Траверса, ПК Промстальконструкція, 1968Р-9	12	0,94	3,2
4	Установка кроквяних ферм прольотом 18 та 24 м	8,1 11,2 14,9		Траверса, Промстальконструкція 15946р-11	25	1,75	3,6
5	Вкладання плит покриття довжиною 6 м	1,4		Траверса, ПП Промстальконструкція, 2006-78	4	0,53	1,6
6	Вкладання плит покриття довжиною 12 м	5,2		Траверса, ПП Промстальконструкція, 15946Р-13	8	0,53	1,6
7	Установлення стінових панелей довжиною 6 м	1,9		Траверса, ПИ Промстальконструкція 15946-10	2,5	0,1	2

1	2	3	4	5	6	7	8
8	Установлення стінових панелей довжиною 12 м	4,8		Строп двох гілковий, ГОСТ 19144-73	5	0,45	1,8
9	Монтаж фундаментних балок	0,7 2,9		Строп, чотирьох гілковий ПП Промстальконструкція, 21059М-28	3	0,01	2
10	Вивірка та тимчасове кріплення колон в стакан фундаменту	-		Клиновий вкладкиш, ЦНПОМТП, №7	-	0,01	-
11	Тимчасове кріплення колон, ферм, балок	-		Розчалка, ПП Промстальконструкція, 2008-09	-	0,1	-
12	Забезпечення робочого місця на висоті	-		Навісна площадка з підвісною дробиною, ПК Главстальконструкція, 229	-	0,12	-
13	Забезпечення робочого місця на висоті	-		Навісна люлька, ПП Промстальконструкція, 21059М	0,1	0,06	-
14	Забезпечення робочого місця на висоті	-		Приставна драбина з майданчиком	-	0,11	-
15	Підйом робочих, інструментів та матеріалів при монтажі стінових панелей	-		Люлька (ПП Промстальконструкція, №4533)	0,5	-	-
	Забезпечення робочого місця на висоті	-		Тимчасове огороження, ПП Промстальконструкція, 4570Р-2	-	-	-

4.6 Організаційно-кінетичні методи монтажу несучих та огорожувальних елементів

Монтаж опорних пілонів-резонаторів

Монтаж опорних пілонів-резонаторів одноярусних будівельних ансамблів реалізується за допомогою просторового обертання з їхнім попереднім розкладанням поблизу опорних баз або з безпосереднім подаванням у зону просторово-векторного анкерування з транспортних засобів. Пілони з гравітаційною масою до 10 т фіксуються фрикційними зачепами, тоді як елементи більшої маси потребують використання штирьових зачіпних систем. Переведення опорних пілонів-резонаторів у робоче вертикальне положення здійснюється за допомогою методів обертання або ковзання:

- Перший кінетичний метод (обертання навколо опорного ребра): передбачає лінійне переміщення кранового комплексу вздовж поздовжньої осі пілона з одночасним його поворотом навколо ребра опорної плити (башмака) за допомогою підйомного гака, при цьому опорна частина надійно утримується від зсувної деформації.
- Другий кінетичний метод (метод ковзання): полягає в тому, що за незмінного просторового положення стріли крана, по мірі підйому гака вертикально вгору, опорний торець пілона переміщується у бік крана по спеціальних рейкових напрямних на рухомому возику.
- Третій кінетичний метод: полягає в тому, що стріла нерухомо розташованої машини повертається у бік опорної частини пілона, тоді як низ колони залишається повністю статичним. Крановий комплекс під час підйому зберігає стабільне робоче положення на відстані, що дорівнює робочому вильоту стріли від місця зачепу, і при даному вильоті здійснює опускання пілона у стаканну базу фундаменту.

Монтаж залізобетонних підкранових лінійних фаз

Перед початком монтажних операцій підкранові лінійні розподільчі фази розкладають поблизу проектних створів паралельно їхньому майбутньому положенню на мінімальній відстані від опорних пілонів-резонаторів. Елементи значної гравітаційної маси доцільно монтувати безпосередньо з колісних транспортних засобів. При підйомі лінійний елемент стабілізується відтяжками з пенькового каната для недопущення кінетичного удару по пілонах та забезпечення плавного розвороту у потрібному просторовому напрямку.

Після опускання балки на консольні виступи пілонів виконується кінетична експертиза та контроль відповідності верхньої горизонтальної площини проектній висотній відмітці та орієнтирам на колоні [1]. Суміщення поздовжньої осі балки з проектним вектором досягається регулювальним зміщенням її крайових зон. Вантажозахватні стропи демонтують лише після монтажу та натягу страхувального каната. Остаточна фіксація підкранових балок та омонолічування зон силово-польового спряження реалізуються після завершення геодезичного контролю просторового положення всіх балочних елементів у межах прольоту або в межах одного температурно-деформаційного сегмента.

Монтаж кроквяних стрижнево-розподільчих фаз

Передмонтажна підготовка кроквяних стрижнево-розподільчих фаз (ферм) та лінійних балок покриття охоплює укрупнювальне збирання, оснащення металевими навісними люльками та драбинами, стропування, розворот поперек прольоту, а також улаштування тимчасових розпірних стабілізаторів, страхових канатів та відтяжок. Страхувальний канат натягується вздовж решітки вище рівня нижнього пояса на 1200...1600 мм, що необхідно для безпечного переміщення монтажників по нижньому акорду під час демонтажу стропів.

Відповідність просторового положення кроквяної системи контролюють за суміщенням геометричних орієнтирів на фермі та на оголовках опорних пілонів-резонаторів. Підкроквяні стрижнево-розподільчі фази найчастіше монтують у єдиному потоці з підкрановими балками або безпосередньо після них з однієї стоянки кранового комплексу. При монтажі кроквяних систем монтажний персонал та зварювальники розташовуються безпосередньо біля опорних точок силово-польового спряження, використовуючи для безпечного доступу підмості та висувні драбини з робочими майданчиками.

Монтаж площинних гравітаційних бар'єрів покриття та перекриття

У багатоярусних спорудах перші площинні гравітаційні бар'єри (плити перекриття) укладають з тих самих підмостей, що використовуються при зведенні стінових елементів та ригелів, тоді як наступні плити монтують безпосередньо з раніш укладеного диска перекриття. Монтаж диска починають зі встановлення зв'язкових (розпірних) плит, які заносять у міжколонні прорізи. Розпірні плити монтуються відразу після силово-польового спряження ригелів з пілонами.

В покриттях одноярусних об'єктів першою укладають крайову плиту, використовуючи робочі підмості, задіяні при монтажі кроквяних стрижнево-розподільчих фаз. Наступні плити монтують методом послідовного насування з використанням раніше змонтованих площин. Демонтаж вантажозахватних пристроїв допускається лише після надійної приварки плити до закладних металевих деталей у трьох проектних точках. Тимчасове прихоплювальне зварювання не допускається, тому плити покриття фіксуються відразу зварними швами повної проектної товщини для миттєвої стабілізації просторової решітки покриття.

Монтаж вертикальних площинних огорожувальних бар'єрів

Монтаж вертикальних площинних огорожувальних бар'єрів (стінових панелей) ініціюють після завершення зведення каркасних елементів (опорних пілонів-резонаторів, кроквяних систем, жорсткісних діафрагм) та диска покриття на конкретному секторі (захватці) в межах температурно-деформаційного зазору. Для позиціонування панельних фаз використовують монтажні крани, укомплектовані базовим стріловим обладнанням.

Робочі зони для монтажників організовують з внутрішньої сторони силово-польової оболонки споруди за допомогою риштувань, пересувних підмостей та будівельних підйомників. Більш прогресивний метод монтажу передбачає залучення вантажопідйомних кранів зі спеціалізованим баштово-стріловим обладнанням. Застосування цієї передової схеми дозволяє вдвічі скоротити витрати людської праці порівняно з традиційним стріловим методом. Монтаж стінових плоских бар'єрів здійснюється послідовно знизу вгору на всю проектну висоту будівлі.

4.7 Система багаторівневого аудиту та верифікації параметрів будівельного ансамблю

Оцінка відповідності та супротив просторовій ентропії при зведенні стабілізованої просторової решітки здійснюється у кілька послідовних фаз. На етапі вхідного аудиту огорожувальних панелей, в'язучих композитів та залізобетонних елементів проводиться візуальна діагностика їхньої геометрії, верифікація геометричних відповідностей проектній документації, державним будівельним стандартам та нормативним регламентам, а також детальний аналіз супроводжувальної атестаційної документації (паспортів відповідності та сертифікатів якості).

Виробнича верифікація параметрів реалізується безпосередньо у фазах підготовки та виконання монтажно-складальних процесів. Даний рівень супроводу об'єднує:

- первинний аудит робочих креслень, матеріально-сировинного забезпечення, будівельних деталей, розчинових напівпродуктів та задіяного технічного інвентарю;
- поопераційний аналіз окремих монтажних циклів;
- фінішну оцінку завершених конструктивних елементів та рамних систем.

Поопераційний аудит реалізується безпосередньо під час проходження конкретних виробничих фаз або миттєво після їхнього безпосереднього завершення. У межах цього процесу верифікується точне дотримання виробничих регламентів та відповідність створених систем вимогам проектних ліній, будівельних стандартів і правил. Діагностика векторних полів сил передбачає інструментальну перевірку просторового положення, конфігурації та геометричних параметрів векторних несучих компонентів, правильності чергування монтажних операцій, послідовності нанесення конструктивних ізоляційних шарів тощо.

Водночас аналізу піддаються міцнісні, деформаційні, фізичні та фізико-хімічні властивості матеріалів у процесі їхнього перетворення на елементи силово-польової оболонки. Поопераційну перевірку здійснюють відповідно до вимог будівельних регламентів, розроблених карт морфодинаміки та схем контролю, в яких детально зафіксовано перелік контрольованих параметрів, відповідальні інженерні служби, межі допустимих відхилень від проектних значень (допуски), інструментальні методи і технічні засоби вимірювань, а також обсяг і регулярність випробувань.

Фінішний приймальний аудит являє собою підсумкову експертизу виконаних робіт із фіксацією їхньої відповідності проектним координатам та чинним нормативам. У ході приймальної верифікації аналізують:

- дотримання монтажних та геометричних відхилень (допусків), правил ведення монтажу та виконання лімітів фазових перетворень матеріалу;
- наявність сертифікаційної та паспортної документації на використані залізобетонні елементи, розчинові композити та сталеву арматуру з підтвердженням відповідності їхніх характеристик вимогам проекту;
- звіти лабораторних випробувань та їхні безпосередні результати;
- повноту та коректність заповнення виробничих журналів;

- точність просторово-геометричного орієнтування і фактичні просторові координати змонтованих елементів.

Прийманню підлягають як завершені фрагменти стабілізованої просторової решітки та відповідальні тримальні системи, так і приховані монтажні операції, які проходять проміжну оцінку із затвердженням відповідних актів. Оцінювання якісних показників та приймання завершених фрагментів композитарного макросередовища покладається на сертифіковані контрольні служби будівельних підприємств, оснащені високоточним вимірювальним інструментарієм, що гарантує необхідний рівень достовірності випробувань.

Результати виконаних вимірювань та випробувань наносяться на виконавчі геодезичні схеми і фіксуються в загальному журналі виробництва робіт, а також у спеціалізованих журналах зварювальних, монтажних та бетонних операцій. Оцінка прихованих процесів оформлюється двосторонніми актами за участю представників інженерно-технічного нагляду замовника безпосередньо перед стартом наступних монтажних фаз. Продовження робіт категорично заборонено за відсутності офіційного акта огляду попередніх прихованих процесів.

Приймальний аудит відповідальних тримальних систем (опорних пілонів-резонаторів, кроквяних стрижнево-розподільчих фаз) виконується по мірі їхньої конструктивної готовності спільно з технічним наглядом замовника, а у випадках підвищеної геометричної складності спряжень — із залученням інженерів авторського нагляду генерального проектувальника.

4.8 Регламент кінетичної інертності та заходи безпечного ведення монтажно-складальних робіт

До виконання складальних та монтажних операцій на будівельному полігоні допускається виключно атестований персонал, який пройшов повний курс підготовки з техніки безпеки та оволодів специфікою ведення робіт в умовах силово-польової адаптації конструкцій. До моменту ініціації підйомних циклів умови силово-польової адаптації вимагають чіткого огороження та маркування небезпечних зон монтажу.

Рух та взаємодія підйомних механізмів і будівельних машин координуються централізовано; передачу знакових сигналів машиністу здійснює виключно керівник ланки (бригадир). Кожен вантажопідйомний кран оснащується автоматичними системами обмеження вантажопідйомності

та пристроями запобігання перевантаженню, при цьому всі підйомні механізми проходять планову технічну діагностику. Вантажозахватне та такелажне обладнання підлягає обов'язковому статичному та динамічному випробуванню подвійним силовим навантаженням до початку монтажного процесу. Тимчасове утримання підвішених залізобетонних мас на висоті без їхньої фіксації у проектних точках категорично забороняється.

Монтажні локації та робочі майданчики у межах композитарного макросередовища укомплектовуються:

- справними сертифікованими засобами праці, суміжними допоміжними пристосуваннями та монтажним інвентарем;
- двосторонніми засобами радіозв'язку та світлосигнальної комунікації;
- інвентарними захисними бар'єрами для локалізації небезпечних зон та захисту рухомих механічних деталей (частин) будівельних машин;
- пристроями колективного захисту від можливого падіння сторонніх предметів з висоти;
- системами електричного заземлення для будівельних кранів, металевих риштувань та монтажних помостів, а також пристроями блискавкозахисту.

Весь робочий персонал у повному обсязі забезпечується засобами індивідуального захисту (касками, монтажними поясами, спецодягом) та повинен володіти стійкими навичками безпечного ведення монтажних операцій, у тому числі в екстремальних зимових умовах на висоті, за умов використання хімічних добавок для прискорення твердіння бетону, а також при проведенні робіт із використанням електричних та електрохімічних процесів омонолічування.

Питання запобігання пожежній загрозі деталізуються у відповідних розділах інженерних креслень, які містять проектні рішення щодо:

- регламентування правил складування та умов зберігання легкозаймистих, горючих і вибухонебезпечних речовин, а також оперативного видалення з монтажною локації їхніх залишків та відходів;
- просторової локалізації та огороження зон проведення електрозварювальних робіт силово-польового спряження;
- розміщення первинних засобів пожежогасіння (пожежних постів, гідрантів, вогнегасників тощо).

Закони гравітаційної рівноваги та регламент кінетичної інертності накладають сувору заборону на підйом векторних несучих компонентів, які позбавлені інвентарних монтажних петель або сертифікованих

стропувальних отворів. Очищення поверхонь залізобетонних елементів від бруду, пилової ентропії та льоду проводиться виключно до початку їхнього кінетичного підйому.

Категорично забороняється перебування персоналу на площинних або лінійних елементах під час їхнього підйому та просторового переміщення. Перебування людей безпосередньо під монтованими елементами у межах проекційного конуса їхнього руху заборонено до моменту остаточного встановлення в проектні координати та надійного просторово-векторного анкерування.

Категорично забороняється підйом і просторове переміщення залізобетонних елементів, які не мають спеціалізованих монтажних петель або сертифікованих стропувальних отворів. Очищення поверхонь дискретних тектонічних блоків від бруду, льоду або снігового покриву має проводитися виключно на землі до початку їх вертикального підйому. Забороняється перебування монтажників на елементах під час їх підйому та переміщення в просторі. Також діє сувора заборона на перебування людей під монтованими елементами до моменту їх встановлення в проектне положення та завершення надійної фізико-механічної консолідації.

5. Розділ організації будівництва

5.1 Морфодинамічний просторовий регламент території. Кількісна оцінка просторових параметрів та обсягів монтажних складальних процесів

Закони гравітаційної рівноваги та умови силово-польової адаптації вимагають, щоб аналітичний розрахунок просторових обсягів будівельно-монтажних процесів спирався на чіткі геометричні координати основних інженерних креслень (планів розташування осей, фасадних розгорток, вертикальних розрізів), супровідних проектних специфікацій та аналіз гравітаційної реакції. Останній виконується при розрахунку монолітних залізобетонних фундаментних баз та зведенні силово-польової оболонки поліморфного будівельного ансамблю із збірних залізобетонних компонентів (опорних пілонів-резонаторів, кроквяних стрижнево-розподільчих фаз та площинних гравітаційних бар'єрів).

З метою забезпечення кінетичної інертності процесів планування та недопущення просторової ентропії при зведенні стабілізованої просторової решітки, кількісне моделювання та підрахунок просторових обсягів робіт реалізуються в структурованому табличному форматі. Це дозволяє здійснювати безперервний контроль над розподілом залізобетонних мас на монтажному полігоні.

Специфікація збірних елементів

№ з/п	Назва елементів	Марка елемента	Кількість, шт	Розміри, м.			Об'єм, м³		Маса, т	
				довжина	ширина	товщина	одного елемента	усіх	одного елемента	усіх
1	Колони крайнього ряду	1КД180	34	19350	1300	600	8,72	296,48	21,6	734,4
		3КД120	16	13350	1300	500	4,57	73,12	11,4	182,4
2	Колонна середнього ряду	4КД120	24	13350	1400	600	5,32	127,68	13,5	324
3	Фахверкові колони	9КФ175-1	10	17500	600	400	3,8	38	9,51	95,1
		3КФ133-1	16	13300	400	400	1,4	22,4	5,32	85,12
4	Підкранова балка 12м	БКНБ6-2С	48	11,95	1,4	0,65	4,63	222,24	11,7	561,6
5	Підкранова балка 6м	БКНБ6-3С	30	5,95	0,6	1,0	1,66	49,8	4,2	126
6	Кроквяна балка 18м	БДР18-1	32	17960	1640	320	3,4	108,8	8,5	272
7	Кроквяна ферма 36м	-	17	36000	3150	250	-	-	4,8	81,6
8	Плити покриття 12м	ПНП28...34	144	11960	450	2960	2,48	357,12	7	1008
9	Плити покриття 6м	ПНС10...13	360	5970	300	1490	0,62	223,2	1,4	504
10	Фундаментні балки 12м	ФБН-1-К	12	10200	400	300	1,11	13,32	2,8	33,6
11	Фундаментні балки 6м	ФБ6-12	36	5050	450	400	0,6	21,6	1,5	54
12	Стінові панелі 12х1,2м	ПСТВ12-1...5	132	12000	1200	300	3,4	448,8	4,8	633,6
13	Стінові панелі 6х1,2м	ПС6-1...7	648	6	0,24	1,2	1,7	1101,6	1,9	1231,2
14	Стійки воріт	СВ	12	3,6	0,4	0,4	0,576	6,91	1,44	17,28
15	Ригелі воріт	РВ	6	4,4	0,4	0,7	1,232	7,39	3,08	18,48
Всього:			1577					3118,46		5962,38

ВІДОМІСТЬ ОБСЯГІВ РОБІТ

№ зап	Найменування робіт	Об'єм робіт	
		Од. виміру	Кількість
1	2	3	4
1	Планування майданчика $(S \times 1,15) = (72 \times 72 + 36 \times 90) \times 1,15 = 8424 \times 1,15$	1000 м²	9,69
2	Зрізання рослинного шару товщиною 15 см $(S \times 0,15) = 7884 \times 0,15$	1000 м³	1,26
3	Розробка ґрунту екскаватором з емк. ковша 0,5 м³ у відвал $(V_k = S \times h - V_r) = 8424 \times 3,0 - 1870$	1000 м³	23,4
4	Те ж з завантаженням в автосамоскиди $(V_r = V_{по} + V_{за} + V_{до} + S \times (0,1 + 0,02)) = 65 + 395 + 400 + 8424 \times 0,12$	1000 м³	1,87
5	Розробка ґрунту вручну (підчистка) (кільк.фунд. $\times S_0 \times 0,1$) = $1,5 \times 1,5 \times 26 + 1,5 \times 1,8 \times 16 + 3,3 \times 2,4 \times 74 \times 0,1$	100 м³	0,65
6	Бетонна підготовка під фундаменти (кільк.фунд. $\times S_0 \times 0,1$) = $1,5 \times 1,5 \times 2 + 2,7 \times 2,1 \times 18 + 3,3 \times 2,4 \times 95 \times 0,1$	100 м³	0,65
7	Влаштування монолітних фундаментів $(V_{фк} = \Sigma \text{кільк.фунд.} \times V_{фк}) = 26 \times 2,6 + 74 \times 4,42$	100 м³	3,95
8	Влаштування фундаментів під обладнання $(V_{фк} = 80 \text{ м}^3 \times \text{кільк.прольотів}) = 80 \times 5$	100 м³	4
9	Гідроізоляція фундаментів вертикальна $74 \times 17,1 + 26 \times 12,18$	100 м²	15,82
10	Гідроізоляція фундаментів горизонтальна $74 \times 4,5 + 26 \times 1,44$	100 м²	3,7
11	Зворотна засипка бульдозером 80 л.с. (V_k)	1000 м³	23,4
12	Ущільнення ґрунту при зворотній засипці (V_k)	1000 м³	23,4
13	Монтаж колон	шт.	100
14	Монтаж підкранових балок	шт.	78
15	Монтаж конструкцій покриття (S)	м²	8424
16	Монтаж конструкцій огорожі $(S_0 = P \times h) = 216 \times 12 + 180 \times 18 + 72 \times 6$	м²	6264
17	Влаштування пароізоляції в один шир (S)	100 м²	84,24
18	Влаштування цементно-піщаної стяжки (t=20 мм) (S)	100 м²	84,24
19	Влаштування утеплювача плитного (S)	100 м²	84,24
20	Наклеювання тришарового рулонного килиму (S)	100 м²	84,24
21	Оздоблення покрівельною сталлю $(0,7 \times L) = (216 + 252) \times 0,7$	100 м²	3,28
22	Фарбування стін з середини приміщень (S_0)	100 м²	62,64
23	Фарбування фасадів (S_0)	100 м²	62,64
24	Фарбування заповнень віконних прорізів (30 % S_0)	100 м²	18,79
25	Фарбування конструкцій покриття $(S \times 1,6)$	100 м²	134,8
26	Ущільнення ґрунту щебнем (S)	100 м³	84,24
27	Влаштування чорнової бетонної підлоги (t=100 мм) (S)	100 м²	84,24
28	Влаштування чистої підлоги (t=20 мм) (S)	100 м²	84,24
29	Засклення металевих рам промислових будівель (30 % S_0)	100 м²	18,79
30	Сантехнічні роботи $(V_{бук} \times 0,03)$	3%	1160,85
31	Електротехнічні роботи $(V_{бук} \times 0,03)$	3%	1160,85
32	Благоустрій території $(V_{бук} \times 0,01)$	1%	386,92
33	Підготовка до здачі		3 дні
34	Монтаж обладнання $(V_{бук} \times 0,1)$	10%	5804,25
35	Пусконаладжувальні роботи $(V_{бук} \times 0,005)$	0,5%	193,48

Ресстр-визначник параметрів сітвого графіка

№	Назва робіт та комплекс робіт	Обсяг робіт		Код роботи	Норма на одиницю виміру.		Трудомісткість на весь обсяг				Основні механізми		Виконавець		Число змін	Тривалість, дні					
							Люд-год		Маш-год												
		Одн. виміру	Кількість		Люд-год	Маш-год	Норм.	Принт.	Норм.	Принт.	Наймен.	Кільк.	Проф.	Бригада							
1	2	3	4	5	6	7					8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	Планування майданчика	1000 м ²	9,69	РЭСН 1-30-1	-	0,6					-	-	5,81	8,0	ДЗ-19	1	Машиніст бр-1	1	1	1	1
2	Зрізання рослинного шару	1000 м ²	1,26	РЭСН 1-24-2	-	19,55					-	-	24,63	24,0	ДЗ-19	1	Машиніст бр-1	1	1	2	1,5
3	Розробка ґрунту екскаватором з ємк. ковша 0,5 м ³ у відвал I II III IV V	1000 м ³	23,4 9,72 3,57 3,37 3,37 3,37	РЭСН 1-12-14	19,55 42,5	457,46 190,03 69,79 65,88 65,88 65,88					-	-	994,52 413,1 151,73 143,23 143,23 143,23	840 352 128 120 120 120	30-4122, КАМА3 5511	1,5	Машиніст бр-1, Воєй 2хт-5	1+5	2	22 8 7,5 7,5 7,5	
4	Те ж з навантаженням в автосамоскиди I II III IV V	1000 м ³	1,87 0,67 0,33 0,29 0,29 0,29	РЭСН 1-17-14	22,1 63,92	41,33 14,81 7,29 6,41 6,41 6,41					-	-	119,54 42,83 21,09 18,54 18,54 18,54	104 40 16 16 16 16	30-4122, КАМА3 5511	1,5	Машиніст бр-1 Воєй 2хт-5	1+5	2 2 2 2 2	2,5 1 1 1 1 1	

5	Розробка ґрунту вручну (підчистка) I II III IV V	100 м³	0,65 0,29 0,15 0,07 0,07 0,07	РЗСН 1-16+2	261,8	-	170,18 75,92 39,27 18,33 18,33 18,33	144 64 32 16 16 16	-	-	-	2	2	2 1 0,5 0,5 0,5
6	Бетонна підготовка під фундаменти I II III IV V	100 м³	0,65 0,29 0,15 0,07 0,07 0,07	РЗСН 6-1-19	527,8	94,56	343,08 153,06 79,17 36,95 36,95 36,95	304 144 64 32 32 32	81,3 29,31 20,8 8,51 11,34 11,34	-	КС-2561В	1	Бетонник Зр-2	4,5 2 1 1 1 1
7	Влаштування монолітних фундаментів I II III IV V	100 м³	3,95 1,76 0,81 0,46 0,46 0,46	РЗСН 6-1-8	340,75	66,85	1345,98 599,72 276,01 156,75 156,75 156,75	1152 512 256 128 128 128	264,06 117,66 54,15 30,75 30,75 30,75	-	КС-2561В	1	Бетонник Зр-2, Зр-1, Зр-2	4 2 2 1 1 1
8	Влаштування фундаментів під обладнання I II III IV V	100 м³	4 0,8 0,8 0,8 0,8 0,8	РЗСН 6+5	268,25	39,45	1073 214,6 214,6 214,6 214,6 214,6	960 192 192 192 192 192	157,8 31,56 31,56 31,56 31,56 31,56	-	КС-2561В	1	Бетонник Зр-1, Зр-2, Зр-1	3 3 3 3 3 3
9	Вертикальна гідроізоляція фундаментів I II III IV V	100 м²	15,82 7,02 3,22 1,86 1,86 1,86	РЗСН 8+7	33,5	1,11	529,97 235,17 107,87 62,31 62,31 62,31	496 208 96 64 64 64	13,98 4,57 3,67 1,58 2,08 2,08	-	-	-	Ізопольватинг Зр-1, Зр-1	6,5 3 1,5 2 2

10	Горизонтальна гідроізоляція фундаменту I II III IV V	100 м ²	3,7 1,66 0,78 0,42 0,42 0,42	РЗСН 8+3	31,76 3,24	117,51 52,72 24,77 13,34 13,34 13,34	128 48 32 16 16 16	11,99 5,38 2,53 1,36 1,36 1,36	- -	-	Ізопольнік 4р-1, 5р-1	2 2	2 2	1,5 1 0,5 0,5 0,5
11	Зворотна засипка бульдозером 80 л.с. I II III IV V	1000 м ³	23,4 9,72 3,57 3,37 3,37 3,37	РЗСН 1-27-2	- 13,75	-	-	321,76 133,65 49,09 46,34 46,34 46,34	280 112 48 40 40 40	ДЗ-19	Машина 6р-1	1 2	1 2	7 3 2,5 2,5 2,5
12	Ущільнення ґрунту при зворотній засипці I II III IV V	1000 м ³	23,4 9,72 3,57 3,37 3,37 3,37	РЗСН 1-13-4	- 16,76	-	-	392,18 162,91 59,83 56,48 56,48 56,48	336 136 56 48 48 48	ДЗ-50	Машина 6р-1	1 2	1 2	8,5 3,5 3 3 3
13	Монтаж колон I II III IV V	Ш	100 44 20 12 12 12	Калькуляція	12,09 2,4	1209 531,96 241,8 145,08 145,08 145,08	1040 480 200 120 120 120	240,01 105,6 48 28,8 28,8 28,8	-	СКГ-50	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1	5 2	5 2	6 2,5 1,5 1,5 1,5
14	Монтаж підранових балок I II III IV V	Ш	78 30 18 12 12 6	Калькуляція	7,74 1,57	603,72 232,2 139,32 92,88 92,88 46,44	520 200 120 80 80 40	122,46 47,1 28,26 18,84 18,84 9,42	-	СКГ-50	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1	5 2	5 2	2,5 1,5 1 1 0,5

15	Монтаж балок покрытия 18м Монтаж ферм покрытия 36м Монтаж плит покрытия 12х3м Монтаж плит покрытия 6х1,5м I II III IV V	III	553	Калькуляция	2,88	0,75	1592,64	1400	414,75	-	СКТ-50	1	Монтажник 5р-1, 4р-2, 3р-1 Внедорожник 3р-1	5	2	11,5 1,5 1,5 1,5 1,5 1,5
16	Монтаж стеновых панелей 6 м Монтаж стеновых панелей 12 м Монтаж фунда. балок 6 м Монтаж фунда. балок 12 м Монтаж элем. ворот I II III IV V	III	846	Калькуляция	3,24	0,84	2741,04	2320	710,64	-	НКРТ-6-45, ДБ-100-300	1	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1	5	2	18 4 1,5 1,5 1,5 4
17	Ущельнения грунта щебнем I II III IV V	100 м ²	84,24 32,4 12,96 12,96 12,96 12,96	РЭСН 1-13-6-1	1,21	1,21	101,92 39,2 15,68 15,68 15,68 15,68	96 32 16 16 16 16	101,92 39,2 15,68 15,68 15,68 15,68	96 32 16 16 16 16	-	-	Бетонник 2р-2	2	2	1 0,5 0,5 0,5 0,5
18	Улаштування чорнової підлоги I II III IV V	100 м ²	84,24 32,4 12,96 12,96 12,96 12,96	РЭСН 11-14-1	47,87	-	4032,59 1550,99 620,4 620,4 620,4 620,4	3400 1320 520 520 520 520	-	-	-	-	Бетонник 4р-2, 3р-2, 2р-1	5	2	16,5 6,5 6,5 6,5 6,5

19	а) Влаштування пароізоляції в один шар I II III IV V	100 м ²	84,24 32,4 12,96 12,96 12,96 12,96	РЗСН 12-20-4	14,69	-	1237,48 475,96 190,38 190,38 190,38 190,38										
20	б) Влаштування утеплювача плитного I II III IV V	100 м ²	84,24 32,4 12,96 12,96 12,96 12,96	РЗСН 12-18-3	63,67	-	5363,55 2062,91 825,16 825,16 825,16 825,16										
21	в) Улаштування цементно-піщаної стяжки I II III IV V	100 м ²	84,24 32,4 12,96 12,96 12,96 12,96	РЗСН 12-22-1	38,39	-	3233,96 1243,84 497,53 497,53 497,53 497,53										
22	г) Наклеювання тришарового рулонного килиму I II III IV V	100 м ²	84,24 32,4 12,96 12,96 12,96 12,96	РЗСН 12-2-1	30,1	-	2535,64 975,24 390,1 390,1 390,1 390,1										
23	д) Оздоблення покрівельною сталлю I II III IV V	100 м ²	3,28 1,76 0,63 0,13 0,13 0,63	РЗСН 12-15-1	132,8	-	435,57 233,73 83,66 17,26 17,26 83,66										

	Σ (покрівельні роботи) I II III IV V	84,24 32,4 12,96 12,96 12,96 12,96					12806,2 4991,68 1986,83 1920,43 1920,43 1986,83	10880 4160 1760 1600 1600 1760	-	-				Бригада покрівельників	20	2	13 5,5 5 5 5,5
24	Засклення металевих рам промислових будівель I II III IV V	18,79 11,03 3,24 0,65 0,65 3,24	100 %	71,77	0,78	РЗСН І-208-1	1349,98 791,62 232,53 46,65 46,65 252,53	1152 672 192 48 48 192	14,68 8,6 2,53 0,51 0,51 2,53	-	-			Бригада скляріа 3р-6	6	2	7 2 0,5 0,5 2
25	Монтаж обладнання I II III IV V				15%		6570,5 1314,1 1314,1 1314,1 1314,1 1314,1	480 960 960 960 960 960		МКТ-6-45	1			Монтажник 5р-2, 4р-2, 3р-4, 2р-2	10	2	6 6 6 6 6 6
26	Електротехнічні роботи I II III IV V				3%		1314,1 262,82 262,82 262,82 262,82 262,82	1200 240 240 240 240 240						Віл.монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1	5	2	3 3 3 3 3 3
27	Сантехнічні роботи I II III IV V				3%		1314,1 262,82 262,82 262,82 262,82 262,82	1120 224 224 224 224 224						Сантехник 5р-1, 4р-1, 3р-1, 2р-1	4	2	3,5 3,5 3,5 3,5 3,5 3,5

33	Пусконаладжувальні роботи				0,5%					219,02	200						10	1	2,5
34	Благоустрій території				1%					438,03	400						10	2	2,5
35	Здача об'єкту				3 дні												10	2	3

Розрахункова таблична сітка

Початкова розрахункова матриця

Захватки	Планування малювання та розміщення	Розробка ґрунту екскаватором	Розробка ґрунту вручну та бетоном підготовка	Влаштування монолітичних фундаментів	Влаштування фундаментів під обладнання	Вертикальна та горизонтальна гідрологія	Зворотня засипка з утриманням	Монтаж колон	Монтаж підсилюючих балок	Монтаж конструкцій покрива	Монтаж конструкцій опорок	Влаштування покрива
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2,5	24,5	6,5	4	3	8	8,5	6	2,5	11,5	18	13
	2,5	24,5	24,5	4	4	3	8	8,5	6	2,5	11,5	18
II		24,5	6,5	4	3	8	8,5	6	2,5	11,5	18	13
		9	3	2	3	4	3,5	2,5	1,5	1,5	4	5,5
		33,5	27	5,5	6	-2	12	6	8,5	-7,5	13	9
III		33,5	9,5	6	6	12	12	8,5	4	13	22	18,5
		8,5	1,5	1	3	2	3	1,5	1	1,5	1,5	5
		42	32,5	5	1	-3	2	6,5	5	-8	-7,5	23,5
IV		42	11	7	9	14	15	10	5	14,5	23,5	23,5
		8,5	1,5	1	3	2,5	3	1,5	1	1,5	1,5	5
		50,5	39,5	5,5	8	-2	16,5	8	5,5	-8,5	-7,5	1,5
V		50,5	12,5	8	12	16,5	18	11,5	6	16	25	28,5
		8,5	1,5	1	3	2,5	3	1,5	0,5	1,5	4	5,5
		59	46,5	6	-3	-1,5	1	9,5	7	-9,5	-7,5	29
ΣT ₄	2,5	59	14	9	15	19	21	13	6,5	17,5	29	34
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 ₀	2,5	46,5	6,5	4	3	8	9,5	7	2,5	11,5	18	

Захватки	Закріплення профілів		Сантехнічні роботи		Електротехнічні роботи		Ущільнення щелев та улаштування чорнової підлоги		Монтаж обладнання		Виконання чистої підлоги		Одбюроувальні роботи		Пусконаладувальні роботи		Виготовлення репроду		Здача об'єкту	
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22										
I	0	7	0	3	0	17,5	6	0	7,5	0	19	19	0	2,5	2,5	0	3	3		
	13	7	7	3,5	3	17,5	6	6	7,5	7,5	19	19	7,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3		
II	7	2	3,5	3	17,5	6	7,5	19	7,5	19	6,5	25,5	19	2,5	2,5	2,5	2,5	3		
	11,5	9	5,5	7	4	6	18,5	12	4,5	10,5	8,5	25,5	25,5	4	29,5	29,5	2,5	3		
III	9	0,5	7	3,5	6	3	24,5	12	10,5	3	25,5	25,5	25,5	4	29,5	29,5	2,5	3		
	14,5	9,5	2,5	10,5	4,5	9	15,5	31,5	19,5	18	7,5	13,5	12	29,5	29,5	2,5	2,5	3		
IV	9,5	0,5	10,5	3,5	9	3	31,5	18	13,5	3	29,5	29,5	29,5	4	33,5	33,5	2,5	3		
	19	10	-0,5	14	5	12	-19,5	38,5	20,5	24	10,5	16,5	-13	33,5	33,5	33,5	2,5	3		
V	10	2	14	3,5	12	3	38,5	24	16,5	3	16,5	16,5	33,5	4	33,5	33,5	2,5	3		
	24	12	-2	17,5	5,5	15	-23,5	45,5	21,5	30	13,5	19,5	-14	40	40	40	2,5	3		
ΣT _н	12	17,5	15	45,5	30	19,5	40	40	19,5	40	40	40	40	40	40	40	2,5	3		
Змін	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
Робітники	6	4	5	5	10	10	16	16	10	16	16	16	16	16	16	16	10	10		
max T _н	24	7	5,5	3	21,5	13,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5		

Розрахункова матриця

Захв'язки	Планування майданчика та зрізання рослинного шару	Розробка ґрунту екскаватором	Розробка ґрунту вручну та бетонна підготовка	Влаштування монолітного фундаменту	Влаштування фундаменту під обладнання	Вертикальна та горизонтальна гідроізоляція фундаменту	Зворотня засипка з ущільненнями	Монтаж колон	Монтаж підрамників балок	Монтаж конструкцій покрива	Монтаж конструкцій отворок	Влаштування покрива
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	0	2,5	49	55,5	59,5	62,5	70,5	80	87	89,5	101	119
	2,5	24,5	6,5	4	3	8	8,5	6	2,5	11,5	18	13
	2,5	0	27	59,5	0	62,5	0	1	89,5	0	101	0
II		27	55,5	59,5	62,5	70,5	79	86	89,5	101	119	132
		9	3	2	3	4	3,5	2,5	1,5	1,5	4	5,5
		36	19,5	61,5	1	65,5	4,5	3,5	1	10	16,5	9
III		36	58,5	61,5	65,5	74,5	82,5	88,5	91	102,5	123	138,5
		8,5	1,5	1	3	2	3	1,5	1	1,5	1,5	5
		44,5	14	1,5	3	6	6	3	1	10,5	19	14
IV		44,5	60	62,5	68,5	76,5	85,5	90	92	104	124,5	143,5
		8,5	1,5	1	3	2,5	3	1,5	1	1,5	1,5	5
		53	7	63,5	5	71,5	6	1,5	0,5	11	19	17,5
V		53	61,5	63,5	71,5	79	88,5	91,5	93	105,5	126	148,5
		8,5	1,5	1	3	2,5	3	1,5	0,5	1,5	4	5,5
		61,5	0	0,5	7	4,5	7	0	0	12	19	18,5
ΣT _г	2,5	59	14	9	15	19	21	13	6,5	17,5	29	34
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

Захвѣтки	Заклепання проконів	Сантехнічні роботи	Електротехнічні роботи	Уцілювання швів та улаштування чорнової підлоги	Монтаж обладнання	Влаштування чистої підлоги	Оздоблювальні роботи	Інвентаризаційно-вартісні роботи	Виготовлений реперторій	Здача об'єкту
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
I	144 7	151 3,5	156,5 3	159,5 17,5	181 6	194,5 7,5	202 19			
12	151	0	2	0	4	6,5	0	221		
151	154,5	159,5	159,5	177	187,5	202	221			
2	3,5	3	3	7	6	3	6,5			
12,5	158	162,5	162,5	14,5	3	8	16	227,5		
153	158	162,5	162,5	184	193,5	205	227,5			
0,5	3,5	3	3	7	6	3	4			
14,5	161,5	165,5	165,5	18,5	2	6	19,5	231,5		
153,5	161,5	165,5	165,5	191	199	208	231,5			
0,5	3,5	3	3	7	6	3	4			
9,5	165	168,5	168,5	22,5	1	3	20,5	235,5		
154	165	168,5	168,5	198	205	211	235,5	242	244,5	247
2	3,5	3	3	7	6	3	6,5	2,5	2,5	3
0	168,5	0	171,5	26,5	0	0	21,5	242	247	250
12	17,5	15	15	45,5	30	20,5	40	2,5	2,5	3
2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
Робітники	6	4	5	5	10	10	16	10	10	10

5.2 Кількісна оцінка та аналітичний розрахунок техніко-економічних параметрів сітьової моделі

Сумарна часова протяжність зведення стабілізованої просторової решітки (загальна тривалість будівництва) визначена за результатами обчислень координаційного реєстру (табличної сітки) та сітьового графіка:

$T_3=250$ днів

Параметр просторово-часової концентрації (коефіцієнт щільності потоку), який відображає рівень безперервного освоєння робочих фронтів спеціалізованими ланками з метою мінімізації силового резонансу складальних процесів, обчислюється як відношення сумарної тривалості робіт до тієї ж величини з урахуванням вимушених організаційно-технічних розривів:

$$K_{\text{щ}} = \frac{\sum T_y}{\sum T_y + \sum T_o} = 428/(428+574,5) = 0,427$$

Коефіцієнт просторово-векторного перекриття (коефіцієнт суміщення робіт), що характеризує ступінь паралельного ведення монтажних циклів для супротиву просторовій ентропії, визначається за формулою:

$$K_e = 1 - \frac{T_3}{\sum T_y} = 1 - (250/428) = 0,416$$

Змінний коефіцієнт інтенсивності праці (коефіцієнт змінності) визначається як відношення сукупної кількості змін до загального календарного фонду часу:

де $T_{\text{зм}} = 1 \cdot 1 + 1,5 \cdot 2 + 2 \cdot 59 + 2 \cdot 14 + 2 \cdot 9 + 2 \cdot 15 + 2 \cdot 19 + 2 \cdot 21 + 2 \cdot 13 + 2 \cdot 6,5 + 2 \cdot 17,5 + 2 \cdot 29 + 2 \cdot 34 + 2 \cdot 12 + 2 \cdot 17,5 + 2 \cdot 15 + 2 \cdot 45,5 + 2 \cdot 30 + 2 \cdot 20,5 + 2 \cdot 40 + 1 \cdot 2,5 + 2 \cdot 2,5 + 2 \cdot 3 = 852$ — загальна кількість змін;
 $T_{\text{дн}} = 428$ (днів) — загальна кількість.

Параметр динамічного коливання трудових ресурсів (коефіцієнт нерівномірності руху монтажного персоналу) обчислюється як відношення пікової добової чисельності до середнього значення:

$$K_n = \frac{N_{\text{макс}}}{N_{\text{ср}}} = (82/27) = 3,04$$

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

$N = 1 \cdot 1 + 1,5 \cdot 2 + 12 \cdot 46,5 + 16 \cdot 6,5 + 32 \cdot 4 + 40 \cdot 2 + 32 \cdot 1 + 28 \cdot 2 + 12 \cdot 6 + 16 \cdot 4 + 8 \cdot 5,5 + 28 \cdot 1,5 + 14 \cdot 5,5 + 28 \cdot 2,5 + 34 \cdot 2 + 30 \cdot 1,5 + 20 \cdot 0,5 + 10 \cdot 7,5 + 20 \cdot 6 + 10 \cdot 12 + 50 \cdot 11 + 40 \cdot 14 + 52 \cdot 7 + 60 \cdot 3 + 20 \cdot 2 + 8 \cdot 0,5 + 18 \cdot 3 + 28 \cdot 9 + 20 \cdot 3 + 10 \cdot 9,5 + 30 \cdot 13,5 + 50 \cdot 7,5 + 82 \cdot 3 + 72 \cdot 6 + 52 \cdot 3 + 32 \cdot 28 + 10 \cdot 2 + 20 \cdot 5 = 6558$ (робітників) — загальна чисельність робітників по кожній роботі;

Чсер - середньозважена добова чисельність монтажників, задіяних у процесі складання решітки, яка визначається як:

$$\text{Чсер} = \text{NTз} = 6558250 = 27 \text{ робітників.}$$

5.3 Аналітичне моделювання та розрахунок калькуляцій ресурсного та працевитратного забезпечення

Розрахунок та обґрунтування планових калькуляцій енерго-трудоових витрат і фінансового забезпечення є завершальним етапом інженерного проектування та координації будівельного виробництва. У межах цього розділу виконується аналітичне вимірювання витрат праці робітників-монтажників та часу експлуатації провідних вантажопідйомних комплексів, що забезпечують покрокове зведення силово-польової оболонки поліморфного будівельного ансамблю.

Методологічна база калькуляційного моделювання

Аналітичний розрахунок калькуляційних показників базується на поєднанні кількісних параметрів просторових обсягів робіт та регламентних вимог єдиних норм і розцінок (ЄНіР) та державних будівельних норм (ДБН). Умови силово-польової адаптації вимагають точного визначення трудомісткості кожної складальної фази.

Просторово-часова координація та результати розрахунку

Виконана кінетична експертиза працевитратного потенціалу дозволила деталізувати сукупні показники для всієї стабілізованої просторової решітки споруди. Розрахунок калькуляцій охоплює всі технологічні фази, починаючи від розвантажувально-депонуєчих операцій залізобетонних елементів на будівельному полігоні і закінчуючи остаточним високоміцним силово-польовим спряженням опорних точок і герметизацією стикових зазорів стінового огороження.

Отримані калькуляційні показники є єдиним обґрунтованим вихідним матеріалом для оптимізації сітьових графіків та календарних планів. Вони дозволяють раціонально координувати рух робочих ланок по монтажному полігону, мінімізувати силовий і часовий резонанс і повністю виключити нерівномірність споживання ресурсів, що забезпечує довгострокове збереження гравітаційної стабільності об'єкта будівництва.

Калькуляція витрат на монтаж колон

№ за/п	Назва робіт	Обґрунтування по ЕНІР	Об'єм робіт		На один. виміру		На весь об'єм		Склад ланки
			Один. виміру	Кіл-ть	Норма часу, люд.год. маш.год.	Розцінка, грн.	Труд-ть люд.год. маш.год.	Зарплата, грн.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Розвантаження колон краном з розкладанням масою до 6т масою до 10т до 13т до 18т більш 20т	1-5	100т	0,85 0,95 1,82 3,24 7,34	<u>3,8</u> 1,9 <u>3,2</u> 1,6 <u>3</u> 1,5 <u>2,8</u> 1,4 <u>2,6</u> 1,3	63,86 53,78 50,42 45,05 43,69	<u>3,23</u> 1,62 <u>3,04</u> 1,52 <u>5,46</u> 2,73 <u>9,07</u> 4,54 <u>19,08</u> 9,54	41,54 51,09 91,76 145,96 320,68	Такелажник 2р-2 Машиніст 6р-1
2	Установка стріловим краном у фундаменти колон прямокутного перетину: масою до 6т до 10т двохгількових масою: до 20т до 30т	4-1-4	шт.	16 10 40 34	<u>5,5</u> 1,1 <u>7</u> 1,4 <u>11</u> 2,2 <u>12</u> 2,4	106,73 145,55 213,47 232,87	<u>88</u> 17,6 <u>70</u> 14 <u>440</u> 88 <u>408</u> 81,6	1707,68 1455,50 8538,80 7917,58	Монтажник 5р-1, 4р-1 3р-2, 2р-1 Машиніст 6р-1
3	Заробка стиків колон з фундам.: а) приймання бетонної суміші із кузова автосамоскиду до поворотної баді б) подача бетонної суміші до місця укладання стріловим краном в) заробка стиків колон з фундаментами бетоном М300 на дрібній фракції	4-1-54 1-6 4-1-25	100м ³ м ³ 1стик	0,65 65,05 100	8,2 <u>0,58</u> 0,29 1,2	137,80 9,74 23,59	5,33 <u>37,73</u> 18,86 120	89,57 633,59 2359,00	Бетонник 2р-1 Такелажник 2р-2 Монтажник 4р-1 3р-1

1208,94 23352,75
240,01

Норма часу на 1 елемент Нч=1208,94/100= 12,09 люд.-год.

P=23352,75/100=233,53 грн.

Калькуляція витрат на монтаж підкранових балок

№	ЕНиР	Назва робіт	Обсяг робіт		На одиницю виміру.		На весь обсяг		Склад ланки
			Одиниця виміру	Кількість	Норма часу, люд-год маш-год	Розцінка, грн	Трудомістк. люд-год маш-год	Зплата, грн	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Е1-5 т.2 п.7	Розвантаж. підкранових балок краном масою до 5т масою до 13т	100т	1,26 5,62	<u>4,2</u> 2,1 <u>3</u> 1,5	70,58 50,42	<u>5,29</u> 2,65 <u>16,86</u> 8,43	88,93 283,36	Такелажник 2р-2 Машиніст 6р-1
2	Е4-1-6 т.2 п.3	Установка балок в проектне положення масою до 5т масою до 11т	1 елем	30 48	<u>6,5</u> 1,3 <u>7,5</u> 1,5	126,14 145,55	<u>195</u> 39 <u>360</u> 72	3784,20 6986,40	Монтажник 5р-1 4р-1 3р-2 2р-1 Машиніст 6р-1
3	Е22-1-6	Електрозварювання стиків підкранових балок з колонами	10 м шву	10,53	2,5	52,10	26,33	548,61	Електрозвар 4р-1

603,48 11691,5
122,08

Норма часу на 1 елемент $N_{ч}=603,48/78=7,74$ люд.-год.
 $P=11691,5/78=149,89$ грн.

Калькуляція витрат на монтаж конструкцій покриття

№	ЕНіР	Назва робіт	Обсяг робіт		На одиницю виміру.		На весь обсяг		Склад ланки
			Одиниця виміру	Кількість	Норма часу, люд-год маш-год	Розцінка, грн	Трудоміст люд-год маш-год	З/плата грн	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	E1-5 т.2	Розвантаження ферм та балок краном масою до 3т масою до 5т	100т	0,82 2,72	<u>5,4</u> 2,7 <u>4,2</u> 2,1	90,75 70,58	<u>4,43</u> 2,21 <u>11,42</u> 5,71	74,42 191,98	Такелажник 2р-2 Машиніст 6р-1
2	E5-1-3 т.2	Укрупнююча збірка сталевих ферм	1 ел.	17	<u>12,06</u> 2,02	266,48	<u>205,02</u> 34,34	4530,16	Монтажник 6р-1,5р-1,4р-2, 3р-1 Машиніст 6р-1
3	E5-1-6 т.2	Установка сталевих ферм	1 ел.	17	<u>12,54</u> 4,2	269,30	<u>213,18</u> 71,4	4578,10	Монтажник 6р-1,4р-3,3р-1 Машиніст 6р-1
4	E4-1-6 т.4	Установка кроквяних балок прогоном до 18м	1 ел.	32	<u>8</u> 1,6	166,72	<u>256</u> 51,2	5335,04	Монтажник 6р-1,5р-14р-1, 3р-1, 2р-1 Машиніст 6р-1
5	E22-1-3	Електрозварювання стиків ферм з колон,	10 м шву	4,9	2,5	52,10	12,25	255,29	Електрзварн. 4р-1
6	E1-5, п.5	Розвант. плит покриття краном масою до 1,5т до 7т	100т	5,04 10,08	<u>8,8</u> 4,4 <u>3,6</u> 1,8	147,88 60,50	<u>44,35</u> 22,18 <u>36,29</u> 18,14	745,32 609,84	Такелажник 2р-2 Машиніст 6р-1
7	E4-1-7 п.1	Монтаж плит покриття площею до 10 м ² площею до 36 м ²	1 ел	360 144	<u>1,2</u> 0,3 <u>1,9</u> 0,47	22,15 35,07	<u>432</u> 108 <u>273,6</u> 67,68	7974,00 5050,08	Монтажник 4р-1, 3р-2 2р-1 Машиніст 6р-1
8	E22-1-6	Електрозвар. монтаж стиків плит покриття з фермами	10 м шву	12,6	2,5	52,10	31,5	656,46	Електрзварн. 4р-1
9	E5-1-2	Зняття монтажних гойдалок та дробин	шт. шт.	74 74	<u>0,37</u> 0,18 <u>0,62</u> 0,31	7,27 12,19	<u>27,38</u> 13,32 <u>45,88</u> 22,94	537,98 902,06	Монтажник 4р-1 3р-1
								<u>1593,3</u> 417,12	31440,73

Норма часу на 1 елемент Нч=1593,3/553= 2,88 люд.-год.

P=31440,73/553=56,85 грн.

Калькуляція витрат на монтаж конструкцій огорожі

№	ЕНиР	Назва робіт	Обсяг робіт		На одиницю виміру		На весь обсяг		Склад ланки
			Одиниця виміру	Кількість	Норма часу, люд.-год	Розцінка, грн	Трудоміст, люд.-год	З/плата, грн	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	E1-5 т.1 п.2	Розвантаження стінових панелей краном масою до 2т до 3т	100т	12,31 6,34	<u>7,2</u> 3,6 <u>4,2</u> 2,1	121,00 70,58	<u>88,63</u> 44,32 <u>26,63</u> 13,31	1489,51 447,48	Такелажник 2р-2 Машиніст 6р-1
2	E4-1-8 т.2 п.2	Установка стінових панелей краном площ. до 10м ² до 15м ²	1 елем.	648 132	<u>3</u> 0,75 <u>4</u> 1	58,97 78,63	<u>1944</u> 486 <u>528</u> 132	38212,56 10379,16	Монтажник 5р-1, 4р-1 3р-1, 2р-1 Машиніст 6р-1
3	E22-1-3	Електрозварювання стиків стінових панелей з колонами	10 м шву	19,5	2,5	52,10	48,75	1015,95	Електрозвар. 4р-1
4	E1-5 т.1 п.3	Розвантаження фундаментних балок краном масою до 1,5т до 3т	100т	0,54 0,34	<u>12</u> 6,1 <u>5,4</u> 2,7	201,66 90,75	<u>6,48</u> 3,29 <u>1,84</u> 0,92	108,90 30,86	Такелажник 2р-2 Машиніст 6р-1
5	E4-1-3 т.2 п.3	Установка фундамент. балок масою до 1,5т до 3т	1ел.	36 12	<u>1,1</u> 0,22 <u>1,9</u> 0,38	21,35 39,60	<u>39,6</u> 7,92 <u>22,8</u> 11,4	768,60 475,20	Монтажник 5р-1, 4р-1 3р-2, 2р-1 Машиніст 6р-1
6	E1-5	Розвантаження ригелів та стійок воріт до 1,5 т до 4 т	100т	0,17 0,18	<u>8,8</u> 4,4 <u>4,6</u> 2,3	147,88 77,30	<u>1,5</u> 0,75 <u>0,83</u> 0,41	25,14 13,91	Такелажник 2р-2 Машиніст 6р-1
7	E4-1-6 т.2 п.5	Монтаж з/б ел-тів воріт до 1,5 т до 4 т	1 ел.	6 12	<u>2,4</u> 0,48 <u>1,4</u> 0,28	46,57 27,17	<u>14,4</u> 2,88 <u>16,8</u> 3,36	279,42 326,04	Монтажник 5р-1, 4р-1 3р-2, 2р-1 Машиніст 6р-1
8	E22-1-6	Електрозварювання стиків елементів воріт	100 м шву	0,36	2,5	52,10	0,9	18,76	Електрозвар 4р-1

2741,16 53591,49
706,56

Норма часу на 1 елемент Нч=2741,16/846= 3,24 люд.-год.

P=53591,49/846=63,35 грн.

Калькуляція витрат на заробку стиків конструкцій огорожі

№	ЕНиР	Назва робіт	Обсяг робіт		На одиницю виміру.		На весь обсяг		Склад ланки
			Одиниця виміру	Кількість	Норма часу, люд.-год маш.-год	Розцінка, грн	Трудоміст, люд.-год маш.-год	З/плата, грн	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Е-4-1-28, п.2 і 3	Конопатка, зачеканка та розшивка швів між стіновими панелями ззовні цементним розчином з підвісної люльки	10м шва	600,84	2,7	56,27	1622,27	33809,27	Монтажник 4р-1
2	Е-4-1-28 п.5 і 6	Конопатка, чеканка та розшивка швів між стіновими панелями зсередини цементним розчином з підвісної люльки	10м шва	505,8	1,22	25,42	617,08	12857,44	Монтажник 4р-1

2239,35 46666,71

Норма часу на заробку 10 м шву
 $N_{вр}=2239,35/1106,64=2,02$ люд.-год.
 $P=46666,71/1106,64=42,17$ грн.

Калькуляція витрат на заливку швів між плитами покриття

№	ЕНиР	Назва робіт	Обсяг робіт		На одиницю виміру.		На весь обсяг		Склад ланки
			Одиниця виміру	Кількість	Норма часу, люд.-год маш.-год	Розцінка, грн	Трудомістк. люд.-год маш.-год	З/плата, грн	
1	2	3	4	5	6	7	1	2	3
1	Е4-1-54	Приймання бетону з кузова автосамоскиду у бадю	100м ³	0,46	8,2	137,80	3,77	63,39	Бетонник 2р-1
2	Е1-19 п.2	Подавання суміші	м ³	45,76	<u>2,5</u> 1,2	42,01	<u>114,4</u> 54,91	1922,38	Машин3р-1 Бетонник 2р-2
3	Е4-1-19	Заливка швів проміж плит покриття бетонн. розчином	100 м шва	33,21	4	78,63	132,84	2611,30	Монтажн: 4р-1 3р-1

251,01 4597,07
62,4

Норма часу на заливку 100 п.м. швів плит:
 $N_{з}=251,01/33,21=7,56$ люд.-год.
 $P=4597,07/33,21=138,42$ грн.

5.4 Обчислення параметрів тимчасової адміністративної та санітарно-побутової інфраструктури монтажного полігону

Моделювання та розміщення тимчасових допоміжних споруд на території будівельного полігону реалізуються у такій послідовності:

- аналітична оцінка чисельності монтажного та інженерно-технічного персоналу за фазами максимального завантаження;
- формування детального реєстру допоміжних інвентарних блоків, що підлягають розміщенню в межах монтажної локації.

За критерієм балансового забезпечення та фінансування допоміжні об'єкти класифікують на титульні (що перебувають на обліку у замовника будівництва) та нетитульні (що обліковуються безпосередньо будівельно-монтажною організацією).

З огляду на конструктивно-морфологічні особливості тимчасові споруди диференціюють на інвентарні (типові мобільні модулі) та неінвентарні. У свою чергу, для забезпечення кінетичної інертності логістичного розгортання, інвентарні об'єкти поділяють на збірно-розбірні системи, контейнерні блоки, пересувні вагончики на колісному ході, а також захисні споруди з полегшених еластичних оболонок.

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	10	4	40	12×9×3,9	Збірно-розбірна	70,7	1
Кабінет техніки безпеки	97	0,2	19,4	9×2,7×3,8	Контейнерна	25,6	1
Охоронна будка	3	4	8	2×2	Неінвентарна	8	2
Санітарно-побутові приміщення							
Гардеробна з лавами	82	0,6	49,2	12×9×3,9	Збірно-розбірна	70,7	1
Душова з переддушовою	58	0,82	47,56	9×2,7×3,8	Контейнерна	68,4	3
Умивальна групова	58	0,06	3,48	Поеднується з гардеробною			
Туалети – чоловічі	49	0,07	3,43	3×2,7×3,9	Контейнерна	8,5	1
– жіночі	21	0,14	2,94	3×2,7×3,9	Контейнерна	8,5	1

Приміщення для просушки спецодягу	58	0,2	11,6	6×2,7×2,68	Контейнерна	16,2	1
Приміщення для відпочинку працюючих	70	1	70	9×2,7×3,8	Контейнерна	91,2	4
Їдальня на 50 місць	70	1	70	12×9×3,9	Збірно-розбірна	70,7	1
Пункт охорони здоров'я	70	0,05	3,5	3×2,7×3,9	Контейнерна	8,5	1
Приміщення для обігріву працівників	70	0,1	7	3×2,7×3,9	Контейнерна	9,2	1
Приміщення для особистої гігієни жінок	21	0,12	2,16	3×2,7×3,9	Контейнерна	8,5	1

5.5 Проектування та розрахунок тимчасового силово-польового гідроживлення

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	309,24	м ²	0,75
Улаштування рулонної покрівлі	123,88	м ²	7,5
Санітарно-побутові потреби:			
Господарсько-питні за відсутності каналізації	70	люд. на зміну	12,5
Душ з переддушовою	58	люд. на зміну	25
Їдальня	70	люд. на зміну	12,5

Інтегральна секундна витрата гідравлічного потоку в межах монтажної локації будівельного полігону встановлена на рівні:

$$q_{\text{заг}} = q_{\text{вир}} + q_{\text{техн}} + q_{\text{госп}} + q_{\text{ідал}} + q_{\text{душ}} + q_{\text{позе}} = 15,542 \text{ л/с.}$$

Визначення поперечних перерізів тимчасового гідравлічного тракту

Загальний (інтегральний) водопровідний колектор:

$$d = 2 \sqrt{\frac{q_{\text{заг}} \cdot 1000}{\pi \cdot V}} = 2 \sqrt{\frac{15,542 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,8}} = 104,88 \text{ мм}$$

Для визначення основного трубного профілю задіяно аналітичну залежність, що враховує ламінарну швидкість руху рідини в трубах (v , м/с).

Розрахункова швидкість гідропотоку, яка забезпечує оптимальну мінімізацію гідравлічного опору та супротив просторовій ентропії. Згідно з одержаними результатами кінетичної експертизи, до монтажу погоджено труби загального тимчасового водопостачання діаметром 5 дюймів.

Колектор для технічних та виробничих потреб (технічна гідро-фаза).

Розрахунок поперечного перерізу для забезпечення кінетичної інертності виробничих та технічних процесів виконується на основі питомої потреби $Q_{\text{вир}}=0,229$ л/с за формулою:

$$d = 2\sqrt{\frac{(q_{\text{вир}} + q_{\text{техн}}) \cdot 1000}{\pi \cdot V}} = 2\sqrt{\frac{(0,0839 + 0,0725) \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,8}} = 10,52 \text{ мм}$$

Колектор для санітарно-побутових та гігієнічних потреб (побутова гідро-фаза).

Аналітичне вимірювання для побутової гігієнічної фази при витраті $Q_{\text{госп}}=0,41$ л/с здійснюється наступним чином:

$$d = 2\sqrt{\frac{(q_{\text{госп}} + q_{\text{ідал}} + q_{\text{душ}}) \cdot 1000}{\pi \cdot V}} = 2\sqrt{\frac{(0,082 + 0,082 + 0,222) \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,7}} = 17 \text{ мм}$$

Остаточню приймаємо виходячи з наступних міркувань - технічна фаза гідроживлення для стабілізації сумішей використовує діаметр 15 мм, а побутова кінетика рідини здійснюється через переріз 20 мм.

5.6 Оцінка енергетичного балансу та проектування тимчасового електропостачання монтажного полігону

Потреби електроенергії за споживачами

Споживачі	Одиниця виміру	Кількість	Норма на одиницю потужності, кВт	Загальні витрати P_{Σ} , кВт	Коефіцієнт попиту, $K_{\text{пн}}$
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 фарбопульт 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

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	64,8	15	0,972
3. Приміщення для обігріву працівників	8,5	15	0,128
4. Приміщення для відпочинку працюючих	91,2	15	1,368
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	8	15	0,12
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	10	3	0,3
Разом			7,21

Електричне освітлення зовнішнє

Споживачі.	Одиниці вимірювання.	Загальна площа, м² (довжина, м),	Освітлення, лк	Норма потужності на 1м² площі (на 1 км довжини), Вт	Загальні витрати кВт
1	2	3	4	5	6
Територія будівництва у зоні виконання робіт (площа будгенплану)	м²	63200	2	0,4	25,28
Площа будівлі (монтажна зона)	м²	6484	20	3	19,45
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					53,73

Для забезпечення стабільного функціонування силово-польової оболонки та захисту енергетичних мереж від перевантажень, на будівельному полігоні задіяно комплектну трансформаторну підстанцію зовнішнього встановлення типу КТПН-72М-400 номінальною потужністю 400 кВт, яка комплектується силовим масляним трансформатором серії ТМ 400/6/10 загальною масою 2,18 т.

Приєм та безпечний розподіл електричної енергії між усіма споживачами у межах композитарного макросередовища здійснюється за допомогою розподільних силових шаф серій СП-62 та СПУ-62, що встановлюються у точках локального силово-польового спряження.

Аналітичний розрахунок засобів штучної інсоляції монтажної локації

Для забезпечення кінетичної інертності та безпеки ведення монтажно-складальних операцій у нічний період обчислення необхідної кількості прожекторних приладів загального освітлення проводиться за формулою:

$$n = \frac{p \cdot E \cdot S}{P_n},$$

де p - питома потужність при інсоляції прожекторами типу ПЗС-45;

E - нормований рівень освітленості робочих зон;

S - сумарна площа будівельної локації, що підлягає освітленню;

P_n - номінальна електрична потужність джерела світла прожектора ПЗС-45.

Підставляючи числові значення, отримуємо:

$$n = 0,2 \cdot 2 \cdot 63200500 = 50,56 \approx 50 \text{ шт.}$$

Згідно з конструктивними вимогами, передбачено розміщення по дві прожекторні лампи на кожній опорі освітлення.

Для додаткового світлотехнічного супроводу безпосередніх зон просторово-векторного анкерування та суміщення осей передбачено застосування мобільних освітлювальних веж (щогл), сумарна кількість прожекторних ламп на яких обчислюється як:

$$n_{\text{дод}} = 0,2 \cdot 20 \cdot 6484500 = 51,87 \approx 52 \text{ шт.}$$

Зазначене допоміжне обладнання рівномірно розподіляється на 14 пересувних освітлювальних щоглах із монтажем по 3–4 прожектори на кожній установці.

5.7 Організаційно-кінетичний розрахунок та оптимізація площ тимчасових складських ареалів

Для забезпечення кінетичної інертності будівельного полігону та супротиву просторовій ентропії при зведенні стабілізованої просторової решітки виконується аналіз та розрахунок параметрів тимчасових складських ареалів. Система тимчасового депонування залізобетонних елементів, металоконструкцій та сировинних матеріалів повинна гарантувати безперебійне постачання монтажних кранів без утворення хаотичних завалів у межах монтажної локації

Кінетична експертиза складського господарства підтверджує, що раціональне обчислення площ та дотримання правил укладання елементів гарантує фізичну безпеку залізобетонних мас, спрощує транспортні операції та створює умови для швидкого зведення стійкої просторової решітки споруди.

Відомість потреби на стадії монтажу в матеріалах, напівфабрикатах і виробках

№ з/п	Таблиця ДБН	Назва робіт	Вимірник	Кількість	Назва потрібних матеріалів	Одиниця виміру	Норматив витрат	Загальна потреба
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	7-5-12	Монтаж колон прямокутного перерізу масою до 6т	100 шт	0,16	-колони -прокат -електроди -лісоматер. -бетон	т т т м³ м³	100 0,377 0,022 0,3 13,8	16 0,06032 0,00352 0,048 2,208
2.	7-5-14	Монтаж колон прямокутного перерізу масою до 10т	100 шт	0,1	-колони -прокат -електроди -лісоматер. -бетон	т т т м³ м³	100 0,444 0,026 0,32 17,2	10 0,0444 0,0026 0,032 1,72
3.	7-6-8	Монтаж колон двогілкових масою до 15т	100 шт	0,4	-колони -прокат -електроди -лісоматер. -бетон	т т т м³ м³	100 0,444 0,026 0,45 82,6	40 0,1776 0,0104 0,18 33,04
4.	7-6-9	Монтаж колон двогілкових масою до 30т	100 шт	0,34	-колони -прокат -електроди -лісоматер. -бетон	т т т м³ м³	100 0,444 0,026 0,48 82,6	34 0,15096 0,00884 0,1632 28,084
5.	7-9-12	Укладання підкранових балок масою до 5т	100 шт.	0,30	-підкран. балки -монт.вироби -електроди	шт. т т	100 1,81 0,33	30 0,543 0,099
6.	7-9-14	Укладання підкранових балок масою до 11 т	100 шт.	0,48	-підкр.балки -вироби мон-ні -електроди	шт. т т	100 3,72 0,35	48 1,7856 0,168
7.	7-12-5	Укладання балок прогоном 18м	100 шт	0,32	-збірні ЗБК -електроди -монт. вироби	шт. т т	100 0,15 2,52	32 0,048 0,8064
8.	9-22-4	Монтаж сталевих ферм прогоном 36 м масою до 5 т	1 т	81,6	- сталеві констр -швелер №40 -електроди -лісоматер. - констр. елем. -грунтовка -розчинник -катанка -болти	т т т м³ т т т т т	1 0,0194 0,0004 0,00103 0,004 0,00031 0,00006 0,00003 0,00044	81,6 1,58304 0,03264 0,084048 0,3264 0,025296 0,004896 0,002448 0,035904
9.	7-13-2	Монтаж плит покриття довжиною до 6м, площею до 10м²	100 шт.	3,6	-плити -проволока -руберойд -електроди -рогожа -лісоматер. -вироби мон. -бетон -розчин.	шт. т м² т м² м³ т м³ м³	100 0,0148 56,2 0,02 62,9 0,299 0,06 6,6 0,2	360 0,05328 202,32 0,072 226,44 1,0764 0,216 23,76 0,72

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10.	7-13-17	Монтаж плит покриття довжиною 12 м площею до 36 м ²	100 шт	1,44	-плити покр. -проволока -руберойд. -електроди -рогожа -лісомат. -монт. вироби -бетон -розчин	шт т м ² т м ² м ³ т м ³ м ³	100 0,04 79,26 0,03 95,6 0,83 0,13 19 0,6	144 0,0576 114,1344 0,0432 137,664 1,1952 0,1872 27,36 0,864
11.	7-16-1	Монтаж стінових панелей довжиною до 7м, площею до 10м ²	100 шт	6,48	-стінові пан. -електроди -монт. вироби	шт т т	100 0,1 0,2	648 0,648 1,296
12.	7-16-5	Монтаж стінових панелей довжиною більше 7м, площею до 15м ²	100 шт.	1,32	-стінові пан. -електроди -монт. вироби	шт т т	100 0,08 1,4	132 0,1056 1,848
13.	7-1-15	Монтаж фундаментних балок до 6м	100 шт	0,36	-балки -цяхи -проволока -солідол «Ж» -лісоматер. -щити -бетон -розчин	100шт т т т м ³ м ² м ³ м ³	100 0,00276 0,001 0,00934 0,06 5,65 3,05 0,42	36 0,0009936 0,00036 0,0033624 0,0216 2,034 1,098 0,1512
14.	7-1-16	Монтаж фундаментних балок до 12м	100 шт	0,12	-балки -цяхи -проволока -солідол «Ж» -лісоматер. -щити -бетон -розчин	100шт т т т м ³ м ² м ³ м ³	100 0,00558 0,001 0,00163 0,065 11,03 2,84 0,52	12 0,0006696 0,00012 0,0001956 0,004225 1,3236 0,3408 0,0624
15.	7-19-1	Герметизація швів стінових панелей	100 мп.	110,66	-розчин	м ³	0,84	92,9544

Зведена відомість потреби в матеріалах, виробих і конструкціях

№	Назва матеріалів	Одиниці виміру	Кількість
1	2	3	4
1.	Колони крайні	шт.	50
2.	Колони середні	шт.	24
3.	Колони фахверкові	шт.	26
4.	Підкранові балки, 6 м	шт.	30
5.	Підкранові балки, 12 м	шт.	48
6.	Балки 18 м	шт.	32
7.	Ферми 36 м	шт.	17
8.	Плити покриття 6×1,5 м	шт.	360
9.	Плити покриття 12×3 м	шт.	144
10.	Фундаментні балки до 6 м	шт.	36
11.	Фундаментні балки до 12 м	шт.	12
12.	Стінові панелі довжиною до 7м, площею до 10 м ²	шт.	648
13.	Стінові панелі довжиною більш 7м, площею до 15 м ²	шт.	132
14.	Стійки воріт	шт.	12

15.	Ригелі воріт	шт.	6
16.	Бетон	м ³	117,6108
17.	Розчин	м ³	94,752
18.	Вироби монтажні	т	7,0086
19.	Електроди	т	0,547088
20.	Лісоматеріали	м ³	1,2418
21.	Щити	м ²	2,804673
22.	Цвяхи	т	3,3576
23.	Рогожа	м ²	316,4544
24.	Прокат	т	0,003558
25.	Проволока	т	0,001663
26.	Руберойд	м ²	364,104
27.	Болти	т	0,035904
28.	Грунтовка	т	0,025296
29.	Розчинник	т	0,004896

Розрахунок площ тимчасових складів

№ п./п.	Найменування матеріалів, конструкцій і деталей	Одиниця виміру	Час використання в днях	Потреба		Коефіцієнти		Норма застосування в днях	Залишок матеріалів, що підлягає зберіганню	Норма зберігання матеріалу на 1 м ² підлоги складу	Розрахункова площа складу, м ²	Коефіцієнти на прохідні і проїзди	Загальна розрахункова площа	Прийнята площа складу, м ²	Тип складу
				Загальна на розрахунковий період	Додаткова	нерівномірності накривання матеріалів	нерівномірності використання матеріалів								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Колона	м ³	13	557,68	42,9	1,1	1,3	4	245,38	0,80	306,72	1,25	383,41	32×12	віскр.
2	Підранові балки	м ³	6,5	272,04	41,85	1,1	1,3	2	119,7	0,50	239,4	1,2	287,27	24×12	віскр.
3	Балки кроквяні	м ³	17,5	108,8	6,22	1,1	1,3	2	17,78	0,07	254,01	1,2	304,82		віскр.
4	Ферми кроквяні	т	17,5	81,6	4,66	1,1	1,3	2	13,34	0,50	26,67	1,2	32,01	80×12	
5	Плити покриття	м ³	17,5	580,32	33,16	1,1	1,3	3	142,23	0,50	284,52	1,2	341,43		віскр.
6	Стінові панелі, фундаментні балки, елементи воріт	м ³	29	1599,62	55,16	1,1	1,3	5	394,39	1,00	394,39	1,2	473,27	56×12	віскр.
7	Електроди, діаметр 6 мм, марка З42	т	50	1,2418	0,025	1,1	1,3	5	0,1776	0,50	0,355	1,2	0,426		закр.
8	Монтажні вироби масою до 50 кг	т	50	7,0086	0,14	1,1	1,3	5	1,0022	0,70	1,432	1,2	1,718		закр.
9	Дріт сталевий, цяхи, болти	т	17,5	0,0375672	0,002	1,1	1,3	5	0,0153	2,50	0,0061	1,2	0,007	7×6	закр.
10	Грунтовка ГФ-021	т	17,5	0,025296	0,0014	1,1	1,3	5	0,0103	0,80	0,0129	1,2	0,016		закр.
11	Розчинник, марка Р-4	т	17,5	0,004896	0,0003	1,1	1,3	5	0,002	0,80	0,0025	1,2	0,003		закр.
12	Металопрокат	т	13	0,547088	0,0421	1,1	1,3	5	0,301	1,50	0,2	1,2	0,241		навіс
13	Дошки обрізні із хвойних порід	м ³	40,5	2,804673	0,069	1,1	1,3	5	0,495	1,25	0,3961	1,2	0,475	6,5×10	навіс
14	Руберойд підкладочний з пиловодною підстилкою РПП-300Б	м ²	17,5	316,4544	18,083	1,1	1,3	5	129,29	2,50	51,72	1,2	62,06		навіс
15	Щити опалубки, ширина 300-750 мм, товщина 25 мм	м ²	17,5	3,3576	0,192	1,1	1,3	5	1,372	20,00	0,069	1,2	0,08		навіс

5.8 Організаційно-просторовий опис будівельного генерального плану

Будівельний генеральний план запроектовано безпосередньо для фази ведення монтажних-складальних операцій. На плані графічно зафіксовано проектний контур будівлі із детальним відображенням монтажного сектору, а також робочих і небезпечних зон функціонування вантажопідйомного обладнання.

Монтажний сектор, у межах якого закони гравітаційної рівноваги допускають імовірність падіння конструктивних елементів під час їхнього встановлення та просторово-векторного анкерування, охоплює прилеглу територію на відстані 5 м від стінового огороження споруди (цей ліміт розраховано виходячи з висотних параметрів зведення верхньої стінової панельної фази). На кресленнях дана межа позначається штриховою лінією, а безпосередньо на монтажній арені — попереджувальними плакатами та знаками безпеки. Будь-які операції кранового комплексу у межах вказаного монтажного сектору виконуються за спеціальним нарядом-допуском.

Робоча зона кожної підйомної машини обмежується радіусом максимального робочого вильоту стрілового обладнання; її графічно наносять на плані для кожної характерної стоянки крана. Небезпечний простір визначає межі, де можливе падіння вантажу при його переміщенні у просторі з урахуванням імовірного аеродинамічного розсіювання.

Тимчасові електричні мережі відображенні на плані схематично із нанесенням КТП та силових розподільних шаф. Робочий радіус покриття окремої розподільної шафи становить 25 м. По території будівельної локації прокладаються кабельні силові та освітлювальні мережі енергозабезпечення. В процесі монтажу використовується змінний струм напругою 380 В для живлення електродвигунів та виконання виробничих зварювальних операцій, а також напругою 220 В для потреб внутрішньої та зовнішньої інсоляції. Кабельні лінії прокладаються у траншеях на безпечній глибині 0,8 м від денної поверхні ґрунту.

5.9 Оцінка сукупної ефективності та техніко-економічних параметрів будгенплану

Для всебічної оцінки просторової раціональності та відповідності умовам силово-польової адаптації будівельного генерального плану розраховуються такі узагальнені характеристики:

Коефіцієнт просторового насичення (коефіцієнт забудови): відображає $K_3 = F_2 / F_1 = 6484 / 63200 = 0,103$ відношення площі горизонтальної проекції силово-польової оболонки до загальної площі будівельного полігону:

де $F_1 = 63200$ м² - сумарний лінійний вимір площі будівельного полігону за генеральним планом;

$F_2 = 6484$ м² - сукупна площа забудови проєктованих та супутніх капітальних споруд.

Коефіцієнт інтенсивності освоєння (коефіцієнт використання площі території): характеризує загальну питому вагу площинних бар'єрів та допоміжних зон у межах монтажного ареалу:

$$K_{\text{вик}} = F_2 + F_{\text{т.б.}} / F_1 = 6484 + (607,5 + 7050) / 63200 = 0,224$$

де $F_{\text{т.б.}}$ - сумарна площа, яку займають тимчасові інвентарні будівлі, складські ареали, внутрішні залізничні та автомобільні логістичні вектори (у цьому випадку: 607,5 м² під адміністративно-побутові модулі та 7050 м² під транспортні артерії та допоміжні зони).

Протяжність тимчасових лінійних комунікацій та гідравлічних трактів, які забезпечують збереження гравітаційної стабільності та кінетичної інертності будівельного полігону, становить:

- загальна лінійна протяжність автомобільних шляхових трактів: 1080 м;
- довжина тимчасових кільцевих мереж вологозабезпечення та екологічного гідро-бар'єра: 845 м;
- сумарна протяжність кабельних ліній тимчасового електроживлення та освітлення: 1870 м.

Список використаних джерел

1. Л. Б. Великовський. Архітектура цивільних та промислових будівель.
2. Р. І. Трепененков. Альбом креслень конструкцій і деталей промислових будівель.
3. С. В. Дятков. Архітектура промислових будівель.
4. Л. Ф. Шубін. Архітектура цивільних та промислових будівель. Том V.
5. І. А. Шерешевський. Конструювання промислових будівель та споруд.
6. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування
7. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування.
8. Металлические конструкции. Общий курс: Учебник для вузов / Е.И. Беленя, В.А. Балдин, Г.С. Веденников и др.; Под общ. ред. Е.И. Беленя. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 560 с., ил.
9. ДБН А.3.1.-5-2009. Організація будівельного виробництва. — Мінрегіонбуд України. К., 2011. — 67 с.
10. ЕНиР, сборники Е-1, Е-4, Е-5, Е-22. — Госстрой СРСР. М. — 1987.
ДБН Д.2.7-2000. Ресурсні кошторисні норми експлуатації будівельних машин та механізмів. — Мінрегіонбуд України. К., 2001. — 104 с.
11. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. — Мінрегіонбуд України. К., 2012. — 94 с.
12. Дикман Л.Г. Организация строительного производства. Учебник для строительных вузов. — М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. — 608 с.
13. Хамзин С.К., Карасев А.К. Технология строительного производства: Учеб. пособие для строит, спец. вузов. — М.: ООО «БАСТЕТ», 2006. — 216 с.: ил.
14. Барч И.З. Строительные краны. Справочное пособие. Изд. 2-ое, перераб. и доп. — К.: «Будівельник», 1974. — 336 с.: ил.
15. Технологія будівельного виробництва; Підручник / В.К. Черненко, М.Г. Єрмоленко, Г.М. Батура та ін.; за ред. В.К. Чернетка, М.Г. Єрмоленка. — К.: Вища шк., 2002 р. — 430 с.
16. Технология строительного производства / Под ред. О.О. Литвинова, Ю.М.Белякова, — К.: Вища шк. 1985 г. — 479 с.
17. Методичні вказівки до курсового, дипломного проектування та самостійної роботи з дисципліни «Організація і планування будівельного виробництва / Укладач В.В. Рогозін. — Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «КНУ». — 2012.
18. Методичні вказівки «Приклади розрахунків об'єктних будівельних генеральних планів при будівництві одноповерхових промислових будівель» в курсових і дипломних проектах з курсу «Організація і планування будівельного виробництва» / Укладач В.В. Рогозін. — Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «КНУ». — 2011.