

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМ. О. М. БЕКЕТОВА**

**НАВЧАЛЬНО НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ БУДІВНИЦТВА,
ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

Кафедра технології та організації будівельного виробництва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

**ЗВЕДЕННЯ ЦЕХУ ПО ВИРОБНИЦТВУ ПОЛІМЕРНИХ
ВИРОБІВ У КРОПИВНИЦЬКОМУ**

Розробила: студентка 3 курсу, групи ПЦБ-2023-1у
спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія
ОП «Промислове та цивільне будівництво»

Тарасенко Дмитро Юрійович



Керівник к.т.н., ст. викл. Супрун О.Ю.



Рецензент к.ек.н., доц. Савченко О.І.



Харків
2026

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О.М. БЕКЕТОВА**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТОБВ

д.т.н. проф. Шумаков І.В.

« 01 » _____ 06 _____ 2026 року

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

Тарасенко Дмитру Юрійовичу

Спеціальність: *192 - Будівництво та цивільна інженерія*

Освітньо-професійна програма: *Промислове та цивільне будівництво*

Тема кваліфікаційної роботи: *Зведення цеху по виробництву полімерних виробів у Кропивницькому* затверджена наказом ректора ХНУМГ ім. О.М. Бекетова № 447-03 від 26.05.2026

Термін подання завершеної роботи на кафедру «12» червня 2026 р.



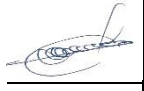
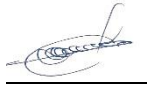

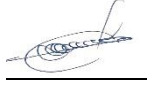




Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: *інженерно-геологічні умови, основні вимоги до несучих та огорожувальних конструкцій будівлі, архітектурно-планувальне рішення об'єкту.*

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): *архітектурно-будівельна частина, розрахунково-конструктивна частина, технологічні рішення та організація будівництва, розділ охорони праці.*

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


- архітектурно-будівельна частина: *фасад, ситуаційна план, розріз, плани поверхів.*
- розрахунково-конструктивна частина: *план фундаменту, колона.*
- технологічні рішення та організація будівництва: *технологічна карта, будівельний генеральний план.*

КОНСУЛЬТАНТИ РОЗДІЛІВ РОБОТИ

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		
		завдання видав	завдання прийняв	
1. Архітектурно-будівельна частина	к.т.н., проф. Завальний О.В.	Додаток 1	Додаток 1	
2. Розрахунково-конструктивна частина	Розрахунок підземної частини об'єкту	к.т.н., доц Александрович В.А.		
	Розрахунок надземної частини об'єкту	к.т.н., ст.викл., Супрун О.Ю..		
3. Технологічні рішення та організація будівництва	к.т.н., ст.викл., Супрун О.Ю..			
Охорона праці	к.т.н., доц. Косенко Н.О.			
Нормоконтроль	Зінов'єва О.М.			

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1. Архітектурно-будівельна частина	02.03.26 – 31.03.26	виконано
2. Розрахунково-конструктивна частина	01.04.26 – 10.05.26	виконано
3. Технологічні рішення та організація будівництва	01.04.26 – 15.05.26	виконано
4. Охорона праці	10.05.26 – 25.05.26	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи  к.т.н., ст.викл. Супрун О.Ю.

Завдання прийняв до виконання  Тарасенко Д. Ю

Дата видачі завдання «1» березня 2026 р.

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА	6
1.1 Генеральний план.....	7
1.2 Об'ємно-планувальне вирішення	9
1.3 Конструктивне вирішення	9
1.4 Інженерне обладнання.....	12
1.5 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни	14
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	17
2.1 Розрахунок підземної частини об'єкту	17
2.2 Розрахунок надземної частини об'єкту	21
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА.....	25
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	44
4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні	44
4.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек	46
4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек під час будівельно-монтажних робіт	47
4.4 Розробка організаційно-технічних, архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проекування.....	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	55
Додатки.....	57

ВСТУП

Сучасний етап розвитку промислового комплексу України вимагає швидкої адаптації виробничих потужностей до мінливих потреб внутрішнього та зовнішнього ринків. Одним із секторів економіки, що демонструє стабільне зростання, є хімічна промисловість, зокрема виробництво виробів із полімерних матеріалів та пластикової тари. Попит на якісне пакування, ємності, каністри та пляшки для харчової, хімічної, фармацевтичної та аграрної галузей постійно збільшується, що обумовлює необхідність розширення наявних підприємств та зведення нових високотехнологічних виробничих комплексів.

Важливим чинником ефективності таких підприємств є їх раціональне просторове розміщення з логістичною доступністю до основних споживачів. Місто Кропивницький, завдяки своєму центральному географічному розташуванню та розвиненій транспортній інфраструктурі, є перспективним майданчиком для розгортання потужних виробничих вузлів.

Проектування та будівництво промислових будівель для полімерного виробництва має низку специфічних інженерно-будівельних особливостей. Сюди належать: забезпечення значних безпрогонних прольотів для раціонального розміщення технологічних ліній, проектування міцних промислових підлог із високою стійкістю до хімічних та механічних впливів, урахування значних динамічних навантажень від сучасного обладнання (екструдерів, термопластавтоматів), а також суворе дотримання вимог промислової екології, енергоефективності та пожежної безпеки.

Практичною основою та об'єктом дослідження у даній бакалаврській роботі виступає ТОВ «Завод полімерних виробів» (ЗПВ). Дане підприємство спеціалізується на виробництві пластикової тари, а його основним профілем є виготовлення ємностей, каністр, пляшок та пакування для різних галузей промисловості. Зведення нового сучасного цеху для ТОВ «ЗПВ» на території промислового майданчика підприємства

дозволить суттєво наростити обсяги випуску конкурентоспроможної продукції та оптимізувати внутрішні логістичні процеси компанії.

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Генеральний план

Генеральний план земельної ділянки цеху по виробництву полімерних виробів ТОВ «Завод полімерних виробів» (ЗПВ) у м. Кропивницький (вул. Волкова, 13Г) розроблений відповідно до функціонально-технологічної схеми виробництва пластикової тари, взаємозв'язку між основними й допоміжними спорудами, а також з урахуванням раціонального трасування транспортних та інженерних комунікацій.

В основу розробки генерального плану покладено вимоги чинних нормативних документів України [1-3]

санітарних норм та правил екологічної безпеки промислових підприємств.

Генеральний план забудови є комплексним кресленням ділянки, де відображено точне просторове розташування проєктуючої будівлі цеху в ув'язці з наявними капітальними спорудами підприємства, внутрішніми проїздами, тротуарами, зонами інженерних комунікацій та об'єктами благоустрою та озеленення. При розміщенні об'єкта враховано розу вітрів для м. Кропивницький та оптимальну орієнтацію будівлі за сторонами світу.

Вертикальне планування та кліматичні умови

Вертикальне планування ділянки виконано з урахуванням природного рельєфу промислової зони по вул. Волкова, забезпечуючи взаємоув'язку з існуючими відмітками прилеглих автомобільних доріг із твердим покриттям.

Проєктне рішення вертикального планування реалізовано методом проєктних горизонталей. Такий підхід дозволив мінімізувати обсяги земляних робіт (досягти балансу виїмки та насипу ґрунту) та створити безпечні умови для руху транспорту й пішоходів.

Відведення поверхневих (дощових і талих) вод із території цеху передбачено відкритим розсередженим способом — за рахунок нормативних поздовжніх і поперечних уклонів проїздів, асфальтованих майданчиків та елементів благоустрою з направленням стоків у локальні очисні споруди підприємства та дощову каналізацію.

Природно-кліматичні характеристики майданчика будівництва (м. Кропивницький):

Будівельно-кліматична зона: II (Північно-східний кліматичний район України).

Рельєф ділянки: пересічний (слабкохвилястий).

Розрахункова зимова температура зовнішнього повітря: $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ (забезпеченістю 0,92 згідно з актуалізованим ДБН В.1.2-2:2006).

Нормативна глибина промерзання ґрунту: 1,0 м.

Характеристичне значення снігового навантаження (S_0): 1400 Па (140 кг/м²).

Характеристичне значення вітрового тиску (W_0): 450 Па (45 кг/м²).

Благоустрій та озеленення території

Планування та розміщення зелених насаджень інтегровано в загальну об'ємно-планувальну структуру комплексу з урахуванням охоронних зон підземних та наземних інженерних комунікацій. Озеленення виконує санітарно-захисну, естетичну та вітрозахисну функції.

Для благоустрою території прийнято якісний посадковий матеріал із місцевих розсадників Кіровоградської області, адаптований до кліматичних умов регіону:

1.2 Об'ємно-планувальне вирішення

Проектований цех призначений для високотехнологічного виробництва, нетривалого зберігання, фасування (пакування) та відправки замовникам і в торговельну мережу готової полімерної продукції (пластикової тари, ємностей, каністр та пляшок) для потреб ТОВ «Завод полімерних виробів» (ЗПВ). Виробничий процес здійснюється на двох автоматизованих механізованих лініях, що устатковані сучасним

технологічним обладнанням (термопластавтоматами, екструзійно-видувними машинами та системами охолодження). Потужність цеху розрахована на стабільне забезпечення потреб хімічної, харчової та аграрної промисловості Центрального регіону України.

Будівля прямокутною форми в плані з габаритними розмірами 90 x 84 м в крайніх координатних осях. Висота приміщення від рівня чистої підлоги до низу несучих конструкцій покриття становить 5,4 м, що повністю задовольняє габаритні вимоги розміщення сучасних екструзійних ліній та забезпечує можливість роботи внутрішньоцехового підйомно-транспортного обладнання.

Планувальні та конструктивні особливості

Планувальне вирішення будівлі є досить складним, оскільки різні за технологічним регламентом процеси виробництва (від підготовки сировини до відвантаження тари) зведені під одне загальне покриття.

Будівля запроектована з повним залізобетонним каркасом при кроці колон 6 метрів та виробничих прольотах 6 і 12 метрів. Таке компонування дозволяє оптимально розділити загальну площу 90 x 84 м на окремі технологічні блоки.

При розробці плану проєкту суворо враховані специфічні технологічні вимоги виробництва полімерів. Передбачено нормативні розміри внутрішньоцехових проїздів та проходів у цехах для безпечного руху вилкових навантажувачів, обслуговуючого персоналу та організації евакуаційних шляхів у разі надзвичайних ситуацій.

Основну площу будівлі займають приміщення, які безпосередньо пов'язані з основним технологічним циклом. Оскільки дві механізовані лінії є технологічно незалежними одна від одної, їх розміщено в різних відділеннях цеху:

1. **Відділення №1 (прольоти 12 м):** ділянка лиття під тиском та екструзійно-видувного формування каністр і пляшок великої місткості, де встановлене великогабаритне обладнання.

2. **Відділення №2 (прольоти 6 м):** дільниця виготовлення дрібноштучної пластикової тари, пакування та дільниця підготовки полімерних гранул (сировини).

Окрім основних виробничих зон, під єдиним покриттям на об'єкті передбачено комплекс допоміжних приміщень:

- різноманітні комори для зберігання прес-форм, оснащення та інструменту;
- вимірювальна лабораторія та відділ технічного контролю (ВТК) для перевірки якості й міцності готової тари;
- сировинні площі, спеціально передбачені для тимчасового зберігання доставленої первинної сировини та добавок;
- складські зони для накопичення та довготривалого зберігання готової продукції перед відправкою.

Зовнішнє огороження будівлі виконане з навісних тришарових стінових панелей підвищеної заводської готовності. Використання типових уніфікованих залізобетонних конструкцій каркаса дає можливість максимально ефективно залучити місцеву будівельну базу та будівельні матеріали підприємств Кіровоградського регіону.

Конструктивні та планувальні особливості

Проектована будівля є повнокаркасною. Основні конструктивні елементи каркаса:

Колони: збірні залізобетонні прямокутного перерізу, встановлені у монолітні фундаменти стаканного типу.

Покриття: збірні залізобетонні кроквяні балки, по яких укладені ребристі залізобетонні плити покриття розміром 3 x 6 м (або 3 x 12 м).

Зовнішнє огороження: навісні тришарові стінові панелі з високоефективним внутрішнім теплоізоляційним шаром, що забезпечує належний опір теплопередачі для II кліматичної зони.

При розробці об'ємно-планувального проекту цеху суворо враховані специфічні технологічні вимоги полімерного виробництва. Запроектовано нормативні розміри внутрішньоцехових проїздів та проходів для

безпечного руху вилкових навантажувачів, обслуговуючого персоналу та організації евакуаційних шляхів у разі надзвичайних ситуацій.

1.3 Конструктивне вирішення

Будівля цеху з виробництва полімерних виробів ТОВ «Завод полімерних виробів» відноситься до промислових споруд з повним несучим залізобетонним каркасом, самонесучими та навісними огорожувальними стіновими конструкціями, вирішеними за стійково-балочною схемою поперечника.

Основні елементи будівлі

Фундаменти. Природною основою для фундаментів служать непросадкові супіски, що мають достатню несну здатність. Ґрунтові води на майданчику будівництва (м. Кропивницький, вул. Волкова, 13Г) залягають на глибині 14 м від поверхні землі. За хімічним складом ґрунтові води є неагресивними до бетонних та залізобетонних конструкцій.

Фундаменти під залізобетонні колони каркаса запроєктовані окремо розташовані, стаканного типу, з монолітного залізобетону (клас бетону за міцністю на стиск — С16/20). Для обпирання зовнішніх самонесучих стін передбачені залізобетонні фундаментні балки. Під внутрішні цегляні стіни та перегородки влаштовуються стрічкові монолітні фундаменти з бетону класу С16/20.

Стіни та перегородки. Зовнішні захисні стіни будівлі запроєктовані з уніфікованих тришарових стінових панелей товщиною 300 мм із високим опором теплопередачі. Панелі кріпляться до залізобетонних колон каркаса за допомогою зварювання закладних деталей та монтажних анкерів.

Окремі дільниці стін (вставки, зони примикань) виконуються з цегли керамічної звичайної марки М75 на цементно-піщаному розчині марки М25 товщиною 380 мм. Для підвищення теплозахисних характеристик будівлі цегляна кладка виконується за полегшеною (колодязною) схемою із заповненням внутрішніх прошарків ефективним мінераловатним утеплювачем.

Внутрішні перегородки, що розділяють виробничі зони, лабораторію та побутові приміщення, запроектовані з цегли марки М75 на розчині М25.

Каркас. Будівля цеху вирішена у конструкціях зв'язкового каркаса з уніфікованою сіткою колон 6 x 12 м. Просторова жорсткість, геометрична незмінність та стійкість каркаса будівлі у поздовжньому та поперечному напрямках забезпечуються за рахунок жорсткого заземлення колон у стаканах монолітних фундаментів, укладання та анкерування плит покриття, а також встановлення системи вертикальних металевих хрестових зв'язків між колонами.

Колони каркаса збірні залізобетонні прямокутного перерізу 300 x 300 мм. Несучими конструкціями покриття є збірні залізобетонні кроквяні балки індустріального виготовлення прольотом 12 м. По балках укладаються залізобетонні ребристі плити покриття розміром 1,5 x 6 м підвищеної заводської готовності.

Гідроізоляція. Для захисту стінового огородження від капілярної вологи передбачена горизонтальна гідроізоляція по верхньому обрізу фундаментних балок і стрічкових фундаментів, що виконується із шару цементно-піщаного розчину складу 1:2 з додаванням гідрофобізуючих домішок, або з двох шарів рулонного гідроізоляційного матеріалу на мастиці.

Дах та покрівля. Покрівля будівлі суміщена, пласка, рулонного типу. Конструкція покрівлі включає:

Пароізоляція: один шар поліетиленової плівки високої щільності;

Утеплювач: плити з екструдованого пінополістиролу (або жорсткої мінеральної вати), товщина яких визначена теплотехнічним розрахунком;

Водоізоляційний килим: три шари сучасного рулонного бітумно-полімерного матеріалу (євроруберойду).

Вікна та двері. Конструктивні рішення віконного та дверного заповнення, їхні габарити та специфікація наведені у графічній частині проєкту. З метою енергозбереження та забезпечення нормативного мікроклімату у цеху, віконне засклення прийняте тришаровим (двокамерні

енергоефективні склопакети в металопластикових або алюмінієвих профілях).

Підлоги. Конструктивні шари підлоги розроблені з урахуванням специфіки полімерного виробництва (рух автотранспорту, встановлення важких екструдерів, можливість проливання технологічних рідин) та детально представлені на листах графічної частини в експлікації підлог. В основних технологічних зонах передбачено влаштування безпилкових зносостійких промислових підлог із топінгом або полімерним покриттям.

Оздоблення

Внутрішнє оздоблення: поверхні цегляних стін та перегородок оштукатурюються простою штукатуркою з наступним водоемульсійним побілінням. У зонах із підвищеними санітарно-гігієнічними вимогами (лабораторія, санвузли, окремі ділянки цеху) передбачено масляне пофарбування або облицювання керамічною плиткою на висоту 1,8 м.

Зовнішнє оздоблення: зовнішні поверхні стінових панелей та цегляних ділянок фасадів фарбуються стійкою до атмосферних впливів полімерно-цементною (або акриловою) фарбою колірної гама згідно з архітектурним паспортом ТОВ «ЗПВ».

1.4 Інженерне обладнання

Система інженерного забезпечення цеху спроектована з метою створення оптимальних умов для безперебійного функціонування технологічних ліній та комфортного перебування персоналу, з дотриманням нормативних вимог щодо енергоефективності та пожежної безпеки.

Опалення та вентиляція

Система опалення водяна, централізована, з використанням енергоефективних промислових обігрівачів (повітряно-опалювальних агрегатів). Це забезпечує рівномірний розподіл тепла в умовах великого об'єму приміщення.

Вентиляція.

Оскільки виробництво полімерів супроводжується виділенням летких органічних сполук під час екструзії, передбачено комбіновану систему:

Припливна: Механічна з підігрівом повітря в зимовий період.

Витяжна: Місцева витяжна вентиляція (витяжні зонти) безпосередньо над вузлами плавки термопластавтоматів для локалізації викидів. Загальнообмінна вентиляція забезпечує десятикратний обмін повітря на годину.

Водопостачання та водовідведення

Водопостачання: Забезпечується від міських мереж м. Кропивницький. Вода використовується для господарсько-питних потреб, технологічних потреб (охолодження обладнання) та пожежогасіння.

Водовідведення:

Побутове: Стічні води від душових та санвузлів відводяться до центральної каналізації.

Технологічне: Передбачено систему оборотного водопостачання для охолодження екструдерів, що суттєво зменшує споживання води. Всі виробничі стоки проходять через локальні очисні споруди (жировловлювачі та пісколовки) перед скидом у зовнішню мережу.

Електропостачання та автоматизація

Електропостачання

Об'єкт належить до II категорії надійності електропостачання. Для захисту від раптового знеструмлення передбачено встановлення автоматичного вводу резерву (АВР).

Освітлення

Застосовано систему LED-освітлення з високим ступенем захисту від пилу та вологи (IP65). В основних виробничих зонах рівень освітленості становить 300–500 лк.

Процес виробництва інтегрований у систему АСУ ТП, що дозволяє дистанційно контролювати температуру прес-форм, тиск у системі охолодження та витрату енергоресурсів.

Протипожежний захист

Враховуючи високу пожежну небезпеку полімерних матеріалів, система захисту включає:

Автоматичне пожежогасіння: Спринклерна система по всьому периметру цеху.

Пожежна сигналізація: адресна система з датчиками диму та температури, підключена до пульта централізованого спостереження.

Первинні засоби: розміщення пожежних щитів та порошкових вогнегасників згідно з нормами НАПБ А.01.001-2014.

Система стисненого повітря

Для роботи пневматичних приводів технологічного обладнання (автоматичних маніпуляторів, захватів) встановлено власну компресорну станцію з осушувачем повітря, яка розміщена у звукоізольованому приміщенні.

1.5 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стінової панелі

Розрахунок виконується згідно ДБН [4]

Вихідні дані:

1. Місце будівництва: м. Кропивницький (II кліматична зона).
2. Мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі зовнішніх стін для промислових будівель (із постійним перебуванням людей) становить $R_{qmin} = 2,8 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$. Завданням на проєктування з метою підвищення енергоефективності споруди закладено вищий цільовий показник: опір теплопередачі: $R_{q, min} = 3,3 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$.

Конструкція захисного огородження тришарова залізобетонна стінова панель загальною товщиною 300 мм х (0,3 м) із наступними характеристиками шарів:

Шар 1 (зовнішній): залізобетон, товщина $\delta_1 = 0,06 \text{ м}$ (60 мм); коефіцієнт теплопровідності $\lambda_1 = 2,04 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$.

Шар 2 (утеплювач): мінераловатні плити підвищеної жорсткості, товщина $\delta_2 =$ визначити; коефіцієнт теплопровідності $\lambda_2 = 0,045 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$.

Шар 3 (внутрішній): залізобетон, товщина $\delta_3 = 0,09$ м (90 мм);
коефіцієнт теплопровідності $\lambda_3 = 2,04$ Вт/(м•К).

Примітка: Інші 150 мм припадають на товщину утеплювача, що в сумі дає $60 + 150 + 90 = 300$ мм. Перевіримо, чи достатньо такої товщини.

Порядок розрахунку:

Визначення коефіцієнтів тепловіддачі поверхонь згідно з нормативними вимогами ДБН В.2.6-31:2021:

коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні стіни: $\alpha_{в} = 8,7$ Вт/м²К;

коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни (для умов зими):
 $\alpha_з = 23,0$ Вт/(м²/К).

Обчислення термічного опору окремих конструктивних шарів панелі (R_i) за формулою:

$$R_i = \delta_i / \lambda_i$$

Обчислення термічного опору залізобетонних шарів:

Зовнішній шар:

$$R_3 = 0.06 / 2.04 = 0.029 \text{ (м}^2 \cdot \text{К/Вт)}$$

Внутрішній шар

$$R_1 = 0.09 / 2.04 = 0.044 \text{ (м}^2 \cdot \text{К/Вт)}$$

Середній шар

$$R_2 = 0.15 / 0.045 = 3.333 \text{ (м}^2 \cdot \text{К/Вт)}$$

Коефіцієнти тепловіддачі поверхні:

Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні стіни:

$$R_0 = 1/\alpha_{с} + R_{к} + 1/\alpha_{н}.$$

Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни (для зимових умов):

$$R_{к} = \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3$$

Визначення загального фактичного опору теплопередачі стіни

$$R0_{\text{факт}} = (1 / 8.7) + 0.044 + 3.333 + 0.029 + (1 / 23)$$

$$\begin{aligned} R0_{\text{факт}} &= 0.115 + 0.044 + 3.333 + 0.029 + 0.043 \\ &= 3.564 \text{ (м}^2 \cdot \text{К/Вт)} \end{aligned}$$

Врахування коефіцієнта технічної однорідності:

Оскільки у панелях є гнучкі металеві зв'язки (містки холоду), реальний опір буде трохи меншим. Приймаємо коефіцієнт однорідності для тришарових панелей $\nu = 0,95$.

$$R0_{\text{прив}} = R0_{\text{факт}} \times \nu = 3.564 \times 0.95 = 3.386 \text{ (м}^2 \cdot \text{К/Вт)}$$

Перевірка умови:

$$R0_{\text{прив}} \geq Rq, \text{min}$$

$$3.386 \geq 3.300 \text{ — Умова виконується.}$$

Висновок: Порівнюємо отримане значення з нормативним: $R0_{\text{прив}} = 3,38 > Rq, \text{min} = 3,30$ Умова виконується. Запроектована тришарова залізобетонна стінова панель товщиною 300 мм (із товщиною ефективного мінераловатного утеплювача 150 мм) повністю задовольняє сучасні вимоги енергоефективності України для кліматичних умов міста Кропивницький. Вона забезпечує надійний теплозахист цеху по виробництву полімерних виробів ТОВ «ЗПВ» та знижує витрати на опалення у зимовий період.

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок підземної частини об'єкту

Розрахунок фундаментів

У проєкті відповідно до вимог [5,6]

]передбачено стовпоподібні монолітні залізобетонні фундаменти під колони каркаса.

Інженерно-геологічні умови та вихідні дані

Нормативна глибина промерзання ґрунту: $d_f = 1,1$ м

Глибина закладення підшви фундаменту: $d_1 = 1,4$ м

Вертикальне навантаження на рівні обрізу: $F_v = 379$ кН

Згинальний момент на рівні обрізу: $M = 4,4$ кН м

Навантаження на підлогу: $q = 3,0$ кН/м²

Висота фундаменту: $d_f = 0,9$ м

Характеристики ґрунту основи (Шар 2 — Супісь текуча, піскувата):

Кут внутрішнього тертя: $\varphi(II) = 14^\circ$

Питоме зчеплення: $c(II) = 7,0$ кПа

Питома вага ґрунту: $\gamma(II) = 17,9$ кН/м³

Середня питома вага ґрунту вище підшви: $\gamma(II) = 17,75$ кН/м³

Модуль деформації: $E = 5000$ кПа = 5,0 МПа

Визначення розрахункового опору ґрунту основи (R)

Розрахунковий опір ґрунту основи R:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot [M_g \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II}]$$

Коефіцієнти для $\varphi(II) = 14^\circ$;

$M_g = 0,29$,

$M_q = 2,17$,

$M_c = 4,69$.

Коефіцієнти умов роботи: $\gamma_{c1} = 1,25$;

$\gamma_{c2} = 1,0$, $k = 1,1$. Підвал відсутній ($d_b = 0$).

Базовий розрахунок опору:

$$R_0 = (1,25 \times 1,0) / 1,1 \times (2,17 \times 1,4 \times 17,75 + 4,69 \times 7,0) = 1,136 \times (53,91 + 32,83) = 98,5 \text{ кПа}$$

Визначення розмірів підшви фундаменту

Попередня площа підшви (A_{пр}):

Приймаємо середню питому вагу матеріалу фундаменту та ґрунту на його уступах $\gamma_m = 20,0 \text{ кН/м}^3$

$$A = 379 \text{ кН} / [98,5 \text{ кПа} - (20,0 \text{ кН/м}^3 \cdot 0,9 \text{ м} + 3,0 \text{ кН/м}^2)] A = 379 / (98,5 - 21,0) = 4,89 \text{ м}^2$$

Приймаємо квадратну підшву зі стороною $b = 2,1 \text{ м}$.

$$\text{Фактична площа підшви: } A = b^2 = 2,1 \times 2 = 4,41 \text{ м}^2$$

Уточнення розрахункового опору з урахуванням ширини підшви ($b = 2,1 \text{ м}$):

$$R_{\text{ут}} = R + (\gamma_{c1} \times \gamma_{c2}/k) M_g \times b \times \gamma$$

$$R_{\text{ут}} = 98,5 + 1,136 \times 0,29 \times 2,1 \times 17,9 = 98,5 + 12,38 = 110,88 \text{ кПа}$$

Перевірка тиску під підшвою фундаменту

Власна вага фундаменту та ґрунту на його обрізах (G):

$$G = A \times d_f \times \gamma_m = 4,41 \times 0,9 \times 20,0 = 79,38 \text{ кН}$$

Середній фактичний тиск під підшвою (p_{ср}):

$$p_{\text{ср}} = (379 + 79,38) / 4,41 + 3,0 = 103,94 + 3,0 = 106,94 \text{ кПа}$$

Перевірка ексцентриситету:

$$e = M / (F_v + G) = 4,4 / (379 + 79,38) = 0,0096 \text{ м} = 0,96 \text{ см}$$

Гранічний ексцентриситет ядра перерізу: $e_{\text{мах}} = b / 6 = 2,1 / 6 = 0,35 \text{ м} = 35 \text{ см}$.

Умова $e = 0,96 \text{ см} \leq e_{\text{мах}} = 35 \text{ см}$ виконується, епюра тиску є стабільною.

Кінцева перевірка несної здатності:

$$p_{\text{ср}} = 106,94 \text{ кПа}$$

$$R_{\text{ут}} = 110,88 \text{ кПа} \text{ — Умова виконується.}$$

$$\text{Запас міцності основи: } ((110,88 - 106,94) / 110,88) \times 100\% = 3,55\%$$

Розрахунок деформацій (осадки) методом пошарового сумування

Додатковий (вертикальний розрахунковий) тиск на рівні підшви фундаменту:

$$P_0 = P_{\text{ср}} - (17,75 \text{ кН/м}^3 \cdot 1,4 \text{ м}) = 106,94 - 24,85 = 82,09 \text{ кПа}$$

Крок розбивки ґрунтової основи на елементарні шари: $h = 0,2 \cdot b = 0,2 \cdot 2,1 \text{ м} = 0,42 \text{ м}$.

Результати пошарового розрахунку додаткових напружень та осадки (S_i):

Осадка кожного шару обчислюється за формулою: $S_i = (0,8 \cdot \text{Напруження в шарі} \cdot \text{Товщина шару}) / \text{Модуль деформації}$.

Шар 1 (глибина 0,42 м): Напруження = 81,03 кПа; Модуль $E = 5000$ кПа; Осадка = 0,54 см

Шар 2 (глибина 0,84 м): Напруження = 75,16 кПа; Модуль $E = 5000$ кПа; Осадка = 0,51 см

Шар 3 (глибина 1,26 м): Напруження = 63,91 кПа; Модуль $E = 5000$ кПа; Осадка = 0,43 см

Шар 4 (глибина 1,68 м): Напруження = 51,51 кПа; Модуль $E = 5000$ кПа; Осадка = 0,35 см

Шар 5 (глибина 2,10 м): Напруження = 40,80 кПа; Модуль $E = 5000$ кПа; Осадка = 0,27 см

Шар 6 (глибина 2,52 м): Напруження = 32,39 кПа; Модуль $E = 6500$ кПа; Осадка = 0,17 см

Шар 7 (глибина 2,94 м): Напруження = 25,94 кПа; Модуль $E = 6500$ кПа; Осадка = 0,13 см

Шар 8 (глибина 3,36 м): Напруження = 21,06 кПа; Модуль $E = 6500$ кПа; Осадка = 0,11 см

Шар 9 (глибина 3,78 м): Напруження = 17,32 кПа; Модуль $E = 6500$ кПа; Осадка = 0,09 см

Перевірка межі стисливої товщі (МСТ):

На глибині $z = 3,5$ м від підшви природний вертикальний тиск від власної ваги ґрунту становить 87,5 кПа.

Умова зупинки розрахунку за ДБН: додаткове напруження (17,32 кПа) має бути меншим або дорівнювати 20% від природного тиску ($0,2 \cdot 87,5$ кПа = 17,5 кПа).

Умову МСТ виконано, розрахункова глибина стисливої товщі становить 3,5 м.

Розрахунок армування тіла фундаменту

Розрахунок міцності залізобетонної плити виконується на дію чистий реактивний тиск відсіку бетону без врахування власної ваги конструкції:

$$P_{\text{реактив}} = 379 \text{ кН} / 4,41 \text{ м}^2 = 85,94 \text{ кН/м}^2 = 0,086 \text{ МПа}$$

Матеріали конструкції:

Важкий бетон класу С12/15 .

Розрахунковий опір розтягу з урахуванням тривалої дії навантаження становить 0,675 МПа.

Робоча арматура класу А400С .

Розрахунковий опір розтягу становить 365 МПа.

Геометрична висота фундаменту: 900 мм, робоча висота нижньої плити (до осі арматури): 860 мм.

Перевірка на продавлювання:

Завдяки великій товщині плити (900 мм) при відносно невеликому навантаженні від колони перерізом 300x300 мм, піраміда продавлювання повністю виходить за межі подошви фундаменту. Міцність тіла плити забезпечена з великим конструктивним запасом.

Розрахунок згинальних моментів та підбір арматури:

Виліт консольної частини плити від грані колони: $c = (2,1 \text{ м} - 0,3 \text{ м}) / 2 = 0,9 \text{ м}$.

Розрахунковий згинальний момент по грані колони на всю ширину плити: $M_1 = 0,125 \cdot x \cdot 85,94 \text{ кН/м}^2 \cdot x \cdot (2,1 \text{ м} - 0,3 \text{ м})^2 \cdot 2,1 \text{ м} = 73,18 \text{ кН}\cdot\text{м}$

Необхідна площа арматури за розрахунком: $A_s = 73,18 \text{ кН}\cdot\text{м} / (0,9 \cdot 0,86 \text{ м} \cdot 365000 \text{ кПа}) = 2,59 \text{ см}^2$

Проте за вимогами ДБН, мінімальний конструктивний відсоток армування для фундаментних плит становить 0,1% від площі робочого

перерізу елемента: $A_{smin} = 0,001 \cdot 210 \text{ см} \cdot 86 \text{ см} = 18,06 \text{ см}^2$ (на всю ширину плити).

Конструктивне рішення армування:

Для забезпечення просторової жорсткості та дотримання нормативного мінімуму армування, у підшві фундаменту розміром 2,1 х 2,1 м укладається зварна сітка з кроком стержнів 200 мм в обох напрямках.

Приймаємо 11 стержнів $\varnothing 12$ мм класу А400С в кожному напрямку.

Фактична площа закладеної робочої арматури становить $12,44 \text{ см}^2$ на один метр ширини (сумарно на всю сітку — $26,1 \text{ см}^2$), що повністю перебиває конструктивний мінімум

Висновок: Для м. Кропивницький геометричні параметри фундаменту 2,1 х 2,1 х 0,9 м на глибині 1,4 м із бетону класу С12/15 та армуванням нижньої сітки плити каркасом 11 \varnothing 12 А400С (крок 200 мм) повністю задовольняють вимогам чинних нормативних документів України.

2.2 РОЗРАХУНОК НАДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ ОБ'ЄКТУ

Розрахунок стиснутої залізобетонної колони

Вихідні дані для проєктування

Геометричні характеристики перерізу:

Переріз колони: прямокутний, симетричний.

Ширина перерізу: $b = 300 \text{ мм} = 30 \text{ см}$

Висота перерізу: $h = 300 \text{ мм} = 30 \text{ см}$

Захисний шар бетону: $a = a' = 40 \text{ мм} = 4 \text{ см}$

Робоча висота перерізу: $h_0 = h - a = 300 - 40 = 260 \text{ мм} = 26 \text{ см}$

Розрахункова довжина колони: $l_0 = 3,0 \text{ м} = 300 \text{ см}$

Матеріали:

Бетон класу за міцністю на стиск С12/15:

Розрахунковий опір бетону стиску: $R_b = 8,5 \cdot 0,9 = 7,65 \text{ МПа} = 76,5 \text{ кг/см}^2$

Початковий модуль пружності бетону: $E_b = 20500 \text{ МПа}$

Поздовжня робоча арматура класу А400С:

Розрахунковий опір сталі стиску та розтягу:

$$R_s = R_{sc} = 365 \text{ МПа} = 3650 \text{ кг/см}^2$$

Модуль пружності арматурної сталі: $E_s = 200000 \text{ МПа}$

Поперечна арматура: класу А240С.

Розрахункові зусилля від зовнішнього навантаження:

Повне поздовжнє зусилля: $N = 5,93 \text{ т} = 5930 \text{ кг}$

Згинальний момент: $M = 0,17 \text{ т} \times \text{м} = 17000 \text{ кг} \times \text{см}$

З них тривала дія навантаження: $N_1 = 5,66 \text{ т} = 5660 \text{ кг}$

Розрахунок несної здатності та визначення ексцентриситетів

Враховуючи знак згинальних моментів та повну геометрію колони, приймаємо симетричне армування ($A_s = A_s'$).

Визначення ексцентриситетів поздовжнього зусилля

1. Ексцентриситет від дії зовнішнього навантаження (початковий):

$$e_0 = M / N = 17000 / 5930 = 2,87 \text{ см}$$

2. Випадковий ексцентриситет e_a приймається найбільшим із трьох значень:

$$e(a,1) = l_0 / 600 = 300 / 600 = 0,5 \text{ см}$$

$$e(a,2) = h / 30 = 30 / 30 = 1,0 \text{ см}$$

$$e(a,3) = 1,0 \text{ см}$$

Приймаємо випадковий ексцентриситет: $e_a = 1,0 \text{ см}$

3. Оскільки $e_0 = 2,87 \text{ см} > e_a = 1,0 \text{ см}$, розрахунковий ексцентриситет становить:

$$e = e_0 = 2,87 \text{ см}$$

3. Попередній розрахунок площі арматури

Оскільки $b = 30 \text{ см} > 20 \text{ см}$, а відносний ексцентриситет $e / h = 2,87 / 30 = 0,096 \leq 0,5$, елемент розраховується як позацентрово стиснутий за випадком малого ексцентриситету.

При малих значеннях зусилля ($N = 5,93 \text{ т}$) міцність самого лише бетонного перерізу становить:

$$R_b \times b \times h = 76,5 \times 30 \times 30 = 68850 \text{ кг} = 68,85 \text{ т}$$

Умова міцності бетону без арматури:

$$R_b \times b \times h = 68,85 \text{ т} \geq 5,93 \text{ т}$$

Оскільки бетон повністю сприймає навантаження, площу поздовжньої арматури визначаємо за мінімальним конструктивним відсотком армування ($\mu = 0,4\% = 0,004$):

$$A_{s_{\min}} = \mu_{\min} \times b \times h_0 = 0,004 \times 30 \times 26 = 3,12 \text{ см}^2$$

Конструктивно приймаємо мінімальний каркас із 4 стержнів діаметром 12 мм класу А400С:

$$\text{Фактична площа арматури однієї грані: } A_s = A_s' = 2 \times \varnothing 12 = 2,26 \text{ см}^2$$

$$\text{Сумарна площа арматури в перерізі: } A_s = 4 \times \varnothing 12 = 4,52 \text{ см}^2$$

Уточнення параметрів армування з урахуванням поздовжнього згину

Визначення гнучкості колони

Радіус інерції прямокутного перерізу:

$$i = 0,289 \times h = 0,289 \times 30 = 8,67 \text{ см}$$

Гнучкість колони:

$$\lambda = l_0 / i = 300 / 8,67 = 34,6$$

Оскільки $\lambda = 34,6 > 14$, необхідно врахувати коефіцієнт поздовжнього згину η .

Розрахунок коефіцієнта поздовжнього згину (η)

Коефіцієнт поздовжнього згину:

$$\eta = 1 / (1 - N / N_{cr})$$

Жорсткість залізобетонного елемента D:

$$D = k_b \times E_b \times I_g + k_s \times E_s \times I_s$$

$$\text{Момент інерції бетонного перерізу: } I_g = (b \times h^3) / 12 = (30 \times 30^3) / 12 = 67500 \text{ см}^4$$

Момент інерції арматури відносно центра ваги перерізу:

$$I_s = 2 \times A_s \times (h / 2 - a)^2 = 2 \times 2,26 \times (15 - 4)^2 = 546,9 \text{ см}^4$$

$$\text{Коефіцієнт тривалої дії навантаження: } \phi_1 = 1 + N_1 / N = 1 + 5,66 / 5,93 = 1,95$$

Коефіцієнт для бетону: $k_b = 0,15 / (\varphi_l \times (0,3 + e_0 / h)) = 0,15 / (1,95 \times (0,3 + 0,096)) = 0,194$

Коефіцієнт для арматури: $k_s = 0,7$

Підставляємо значення для розрахунку жорсткості D (переводячи модулі пружності в кг/см²: $E_b = 205000$ кг/см², $E_s = 2000000$ кг/см²):

$D = 0,194 \times 205000 \times 67500 + 0,7 \times 2000000 \times 546,9 = 3,45 \times 10^9$ кг х см²

Обчислюємо умовну критичну силу N_{cr} :

$N_{cr} = (\pi^2 \times D) / l_0^2 = (3,1416^2 \times 3,45 \times 10^9) / 300^2 = 378333$ кг = 378,33

т

Обчислюємо коефіцієнт η :

$\eta = 1 / (1 - 5,93 / 378,33) = 1,016$

Уточнене значення розрахункового ексцентриситету:

$e_{уточн} = e \times \eta = 2,87 \times 1,016 = 2,91$ см

Оскільки збільшення ексцентриситету через деформації є незначним ($\eta = 1,016$), а тримальна здатність бетонного перерізу значно перевищує діюче навантаження, прийняте з конструктивних умов армування є повністю достатнім.

Для колони прямокутного перерізу 300 х 300 мм приймається бетон класу С12/15. Поздовжнє робоче армування — симетричне, 4 стержні Ø12 класу А400С з площею перерізу $A_{s,факт} = 4,52$ см². Поперечне армування — хомути Ø6 класу А240С з кроком 200 мм.

Розділ 3. Технологічні рішення та організація будівництва

Технологія та організація будівельного виробництва для зведення цеху з виробництва полімерних виробів ТОВ «ЗПВ» у м. Кропивницький розроблені з урахуванням сучасних досягнень у будівельній індустрії. В основу проєктування покладено принципи комплексної індустріалізації, потоковості, а також удосконалення методів і форм організації праці відповідно до вимог ДБН [7].

Основними стратегічними напрямками під час розробки розділу є :

підвищення рівня збірності будівельних конструкцій, а також максимальне використання елементів та технологічних блоків високої заводської готовності;

- упровадження сучасних поточкових методів організації будівництва, що забезпечують безперервність і рівномірність використання трудових та матеріально-технічних ресурсів;

- комплексна механізація та автоматизація будівельно-монтажних процесів, мінімізація обсягів важкої ручної праці, оптимізація підбору парку провідних будівельних машин і механізмів;

- впровадження практичних рекомендацій на основі завершених науково-технічних досліджень у сфері технології будівельного виробництва;

- дотримання чинних вимог щодо наукової організації праці (НОП), раціонального формування комплексних і спеціалізованих бригад, оптимізації робочих місць і суворого контролю якості виконання робіт.

3.1 Умови будівельного виробництва

Будівельний майданчик для зведення цеху з виробництва полімерних виробів ТОВ «ЗПВ» розташований у межах міста Кропивницький (Кіровоградська область) за адресою: вул. Волкова, 13Г, на території наявного промислового майданчика підприємства.

Умови організації та матеріально-технічного забезпечення будівництва визначені з урахуванням використання місцевої будівельної бази та розвиненої логістичної інфраструктури регіону:

Доставка додаткового ґрунту для зворотного засипання пазах та планування території передбачена з місцевого резерву на відстані 15 км. Постачання будівельного піску здійснюється з діючого кар'єру в області, розташованого на відстані 30 км від об'єкта.

Доставка залізобетонних конструкцій: Вантажопотік збірних залізобетонних елементів каркаса (колон, кроквяних балок та ребристих плит покриття підвищеної заводської готовності) організовано від найближчого спеціалізованого підприємства Кропивницького заводу залізобетонних виробів (або залізничної станції Кропивницький, розташованої на відстані 10 км, у разі постачання залізничним транспортом). Доставка бітуму та рулонних покрівельних матеріалів (євроруберойду) також здійснюється через приоб'єктну товарну станцію залізниці.

Постачання стінових матеріалів та розчинів: Доставка керамічної цегли марки М75 для влаштування внутрішніх перегородок та вставок стін передбачена з місцевих цегельних заводів регіону (або найближчих сертифікованих підприємств). Готова бетонна суміш класу С12/15 для монолітних стінових фундаментів та цементно-піщані розчини марок М25 і М50 доставляються спеціалізованим автотранспортом (автобетонозмішувачами) з найближчого приоб'єктного розчино-бетонного вузла (РБУ) або ДРСУ міста Кропивницький, що забезпечує збереження необхідної легкоукладальності сумішей під час транспортування.

Тимчасові інженерні мережі: Забезпечення будівельного майданчика водою для технологічних і господарсько-побутових потреб, а також електроенергією для живлення будівельних машин, механізмів та освітлення передбачено шляхом тимчасового підключення до наявних міських інженерних ліній та діючих мереж заводу ТОВ «ЗПВ» на основі отриманих технічних умов.

Для забезпечення належних санітарно-побутових умов робітників, створення безпечного простору для праці та відпочинку, цим дипломним

проектом передбачено встановлення комплексу тимчасових мобільних (інвентарних) будівель та споруд вагонного типу в межах відведеного будівельного майданчика (гардеробні, душові, приміщення для підігріву їжі, виконробська, матеріально-технічні склади), розташування яких детально відображено на кресленні будівельного генерального плану (будгенплану).

3.4 Вибір методів виконання будівельно-монтажних робіт

Будівельно-монтажні роботи зі зведення цеху з виробництва полімерних виробів у м. Кропивницький повинні виконуватися із суворим дотриманням технологічної дисципліни, правил виконання та приймання робіт відповідно до вимог чинних нормативних документів України.

До початку виконання робіт основного періоду на майданчику мають бути повністю реалізовані заходи підготовчого періоду відповідно до вимог [7].

Внутрішньомайданчикові підготовчі роботи передбачають:

- геодезичні розбивочні роботи: здачу-приймання геодезичної розбивочної основи, винесення в натуру головних і розбивочних осей будівлі цеху (сітка 90 x 84 м), а також трасування інженерних мереж і тимчасових доріг;

- інженерну підготовку території: очищення майданчика від будівельного сміття, чагарників, зрізання родючого шару ґрунту (завтовшки 0,4–0,6 м) бульдозером із його відвезенням у тимчасовий відвал для подальшого використання під час благоустрою та озеленення;

- вертикальне планування майданчика з пошаровим ущільненням ґрунту;

- влаштування тимчасових інфраструктурних об'єктів: зведення інвентарних побутових і складських споруд, облаштування відкритих майданчиків для складування збірних залізобетонних конструкцій (колон, балок, плит), організацію оперативного-диспетчерського зв'язку, встановлення засобів сигналізації та індивідуального й загального виконробського освітлення для роботи в темну пору доби.

Витрати праці на виконання робіт підготовчого періоду закладені в обсязі 3% від загальної трудомісткості загальнобудівельних робіт по об'єкту.

Основний період будівництва об'єднує комплекс процесів, які групуються в окремі технологічні стадії (цикли):

підземний цикл (влаштування основ і фундаментів);

надземний цикл (монтаж каркаса, огорожувальних конструкцій, влаштування покрівлі та мурування стін);

заключний цикл (улаштування промислових підлог, внутрішнє оздоблення та монтаж технологічного обладнання).

На кожній стадії будівельні процеси організуються у спеціалізовані потоки, які виконуються профільними комплексними бригадами з нормативно допустимим суміщенням у часі. Проєктування будівельного потоку ведеться виділенням провідних процесів.

Земляні роботи

До початку виконання основних земляних робіт на майданчику здійснюється зрізання рослинного шару ґрунту та попереднє планування території за допомогою сучасного бульдозера потужністю 100–130 к.с. (аналог ДЗ-42).

Розроблення котлованів стаканного типу під монолітні залізобетонні фундаменти колон каркаса та траншей під стрічкові фундаменти внутрішніх стін виконується одноковшеvim гідравлічним екскаватором типу «зворотна лопата» з місткістю ковша 0,65–0,8 м³ (*Caterpillar 315*). Земляні роботи ведуться з урахуванням природного укосу для супісків. Глибина розроблення котлованів від планувальної позначки становить 1,4–1,8 м.

Технологічний процес розроблення ґрунту включає:

розроблення ґрунту екскаватором у виїмках із навантаженням на автомобілі-самоскиди для вивезення за межі майданчика;

складування необхідного обсягу мінерального ґрунту (супіску) у тимчасові резерви для подальшого зворотного засипання пазух фундаментів.

Зворотне засипання пазух котлованів виконується бульдозером після повного влаштування фундаментів та досягнення бетоном проєктної міцності. Засипання здійснюється послідовно, шарами завтовшки 20–30 см з обов'язковим пошаровим механічним ущільненням ручними пневмотрамбувальниками або віброплитами до досягнення коефіцієнта щільності сухого ґрунту не менше ніж 0,95.

Земляні роботи повинні виконуватися суворо за затвердженим проєктом виконання робіт (ПВР) та вимогами [7]

Розроблення виїмок поблизу наявних підземних комунікацій дозволяється лише за наявності письмового дозволу експлуатуючих організацій та в присутності їхнього представника;

- бровки котлованів і траншей повинні бути вільними від статичного (складування матеріалів) та динамічного (рух машин) навантаження в межах призми обвалення;

- під час роботи будівельної техніки забороняється перебування людей під ковшем або стрілою екскаватора, а також у радіусі дії його поворотної платформи плюс 5 м. Під час роботи бульдозера забороняється виконувати повороти із заглибленим відвалом, а також висувати відвал за бровку виїмки.

Бетонні та залізобетонні роботи

Влаштування монолітних стовпоподібних фундаментів під залізобетонні колони каркаса включає три основні процеси: опалубні, арматурні та бетонні роботи.

Опалубні роботи

До початку укладання бетонної суміші у котлованах встановлюється інвентарна розбірно-переставна дрібнощитова опалубка промислового виробництва. Конструкція опалубки повинна забезпечувати міцність, жорсткість, геометричну незмінність та відповідність проєктним розмірам

фундаменту. Дерев'яні елементи опалубки повинні мати вологість не вище ніж 25%. Перед укладанням бетону внутрішня поверхня щитів обробляється антиадгезійним мастилом.

Арматурні роботи

В опалубні форми встановлюються заздалегідь виготовлені арматурні сітки підосви фундаменту та просторові каркаси стаканної частини. Фіксація арматури в проєктному положенні забезпечується встановленням пластикових або бетонних фіксаторів, що гарантують нормативну товщину захисного шару бетону ($a = 40$ мм) і унеможливають зсув каркаса під дією маси бетонної суміші.

Бетонування

Готова бетонна суміш класу С12/15 доставляється на майданчик автомобілями-бетонозмішувачами з РБУ м. Кропивницький. Подавання суміші безпосередньо в опалубку здійснюється за допомогою бетононасоса або поворотних бадей («чарок») за допомогою крана. Ущільнення бетонної суміші виконується пошарово глибинними внутрішніми вібраторами (типу ІВ-117 або аналогами). Тривалість вібрування на одній позиції становить 20–60 секунд до припинення осідання суміші та появи на її поверхні цементного молока.

Догляд за бетоном

Оскільки м. Кропивницький розташоване в зоні з жаркими й посушливими літніми періодами, догляд за свіжоукладеним бетоном є критично важливим процесом для запобігання температурно-усадковим тріщинам:

- відкриті поверхні бетону відразу після укладання захищають від прямих сонячних променів та вітру за допомогою вологої мішковини, брезенту, шару вологої тирси або спеціальних полімерних пароізоляційних плівок;

- поливання бетону на портландцементі здійснюється протягом не менше ніж 7 діб (при температурі повітря понад $+15^{\circ}\text{C}$ перші три доби

бетон поливають з інтервалом у 3 години вдень і один раз уночі, у наступні дні не менше 3 разів на добу);

- рух людей та встановлення вищерозташованих конструкцій (монтаж колон) на свіжоабетонованих фундаментах дозволяється лише після досягнення бетоном міцності не менше ніж 1,5 МПа.

Контроль якості:

Під час виконання бетонних робіт контролюється рухливість (осад конуса) бетонної суміші не рідше двох разів на зміну. Міцність бетону оцінюють за результатами лабораторних випробувань контрольних зразків-кубів розміром 10 x 10 x 10 см, які виготовляють безпосередньо на місці бетонування та витримують в умовах, аналогічних до умов тверднення тіла фундаменту. Бетон вважається таким, що витримав випробування, якщо його середня міцність у віці 28 діб становить не менше 100% від проєкту (для проміжних етапів розпалубки не менше 70–85%). Після досягнення **необхідної міцності виконується демонтаж опалубки (розпалубка).**

Монтажні роботи

Монтаж збірних залізобетонних елементів каркаса (колон, кроквяних балок прольотом 6 і 12 м, а також ребристих плит покриття) виконується у чіткій технологічній послідовності за допомогою сучасного стрілового самохідного крана на гусеничному або пневмоколісному ході вантажопідйомністю 25 т

3.5 Вибір комплектів будівельних машин та обладнання

Комплекти будівельних машин, механізмів та технологічного обладнання підібрані відповідно до обсягів робіт, конструктивних рішень цеху ТОВ «ЗПВ» у м. Кропивницький та часових меж, визначених календарним графіком будівництва, згідно з вимогами [7]

Комплект машин для виконання земляних робіт та підготовки території

Зрізання рослинного шару та планування майданчика:

Виконується бульдозером потужністю $P=96$ кВт (130 к.с.) типу *Shantui SD13* (модернізований аналог ДЗ-42) з гідравлічним навісним відвалом.

Розроблення котлованів та траншей

Для риття стаканів під монолітні фундаменти та навантаження мінерального ґрунту прийнято гідравлічний одноковшевий екскаватор Caterpillar 315 (або *JCB JS160*) типу «зворотна лопата» з місткістю ковша $0,65$ м³ та потужністю двигуна $P=86$ кВт.

Транспортування ґрунту

Для відвезення надлишкового ґрунту у відвал та доставки мінерального супіску для зворотного засипання прийнято автомобілі-самоскиди МАЗ-5550 (або *КАМАЗ-43255*) вантажопідйомністю 10–12 т.

Вибір монтажного крана

Для виконання всього комплексу монтажних робіт надземного циклу (встановлення залізобетонних колон, кроквяних балок прольотом 12 м та укладання плит покриття) відповідно до будівельного генерального плану прийнято гусеничний стріловий самохідний кран КГС-25 вантажопідйомністю 25 т із базовою довжиною стріли 14 м.

Проведемо інженерну перевірку придатності крана КГС-25 за трьома визначальними монтажними параметрами для найвідповідальнішого та найвищого процесу — укладання збірних залізобетонних ребристих плит покриття розміром $1,5 \times 6$ м (вага однієї плити $Q_{пл}=1,5$ т).

1. Необхідна вантажопідйомність крана ($Q_{необх}$):

Вантажопідйомність визначається як сума масимонтованого елемента ($Q_{ел}$) та маси вантажозахоплювальних пристроїв ($Q_{вп}$ — стропи, траверси):

$$Q_{необх.} = Q_{ел} + Q_{вп}$$

$$Q_{необх} = 1,5\text{т} + 0,12\text{т} = 1,62\text{т}$$

2. Необхідна висота підйому гака крана ($H_{гака}$):

Висота підйому гака від рівня стоянки крана обчислюється за формулою:

$$H_{гака} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$$

Де:

$h_1=5,4\text{м}$ - висота будівлі від рівня землі до низу несних конструкцій покриття;

$h_2=0,4\text{м}$ - конструктивна висота кроквяної балки на опорі;

$h_3=0,5\text{м}$ - нормативний конструктивний запас для безпечного пронесення плити над раніше змонтованими елементами;

$h_4=2,5\text{м}$ - розрахункова висота вантажозахоплювальних пристроїв (чотирьохгілковий строп у натягнутому стані).

$$H_{\text{гака}}=5,4+0,4+0,5+2,5=8,8\text{м}$$

3. Розрахунковий робочий виліт стріли крана (Лвиліту):

Згідно з графічними рішеннями будгенплану, для безпечного монтажу плит у крайніх прогонах при осі руху крана вздовж будівлі на нормативній відстані від осей, максимальний виліт стріли становить:

$$L_{\text{виліту}}=8,0\text{м}$$

Зіставлення розрахункових параметрів із характеристиками крана КГС-25:

За офіційною паспортною вантажовисотною характеристикою крана КГС-25 (із довжиною стріли 14 м) на розрахунковому вильоті стріли $L=8,0$ м фактичні параметри крана становлять:

Фактична вантажопідйомність: $Q_{\text{факт}}=4,2\text{ т}$

Фактична висота підйому гака: $H_{\text{факт}}=11,5\text{ м}$

Перевірка умов придатності:

1. За вантажопідйомністю: $Q_{\text{факт}}=4,2\text{ т} \geq Q_{\text{необх}}=1,62\text{ т}$ Умова виконується.

2. За висотою підйому: $H_{\text{факт}}=11,5\text{ м} \geq H_{\text{необх}}=8,8\text{ м}$ Умова виконується.

Прийнятий за будівельним генеральним планом гусеничний кран КГС-25 повністю задовольняє всім монтажним вимогам, забезпечує безпечне укладання плит покриття та конструкцій каркаса при русі вздовж будівлі з технологічними зупинками і кроком монтажу.

Комплект обладнання для виконання супутніх та опоряджувальних робіт

Зварювальні роботи

Для зварювання закладних деталей колон, балок та анкерів плит покриття прийнято пересувний трифазний зварювальний випрямляч типу ВД-506 (або ВДУ-506, потужність $P=27$ кВт, номінальна напруга 380 В). Для виконання робіт використовуються висококомісні електроди типу Е-42 або Е-46 згідно з вимогами ДСТУ.

Штукатурні роботи (внутрішнє оздоблення стін та перегородок)

Для приготування, транспортування та нанесення розчину на цегляні стіни прийнято штукатурний агрегат СО-85А в комплекті з протитоковим розчинонасосом СО-29А.

Технічні характеристики комплекту

дальність подачі готової розчинної суміші по горизонталі до 250 м, по вертикалі до 80 м. Продуктивність під час приготування суміші з сухих компонентів безпосередньо на майданчику становить 2 м³/год, при роботі на готовій розчинній суміші з РБУ до 4 м³/год.

Малярні роботи

Для механізації процесів ґрунтування, шпаклювання та нанесення фінішних фарбувальних складів на стіни та перегородки цеху ТОВ «ЗПВ» прийнято мобільну пересувну малярну станцію СО-115. Станція повністю укомплектована малярними вузлами, компресором, шлангами та вудками-розпилювачами, що забезпечує безперервність високопродуктивного виконання оздоблювальних робіт.

Відомість потреби в основних будівельних машинах, механізмах та пристроях та специфікація комплекту будівельних машин та обладнання наведена в додатку Б, таблиця Б.1.

3.6. Технологічна карта на монтаж навісних стінових панелей

Область застосування технологічної карти

Технологічна карта розроблена на влаштування зовнішніх огорожувальних стін із навісних тришарових залізобетонних панелей

товщиною 300 мм для будівлі цеху з виробництва полімерних виробів. Карта регламентує організацію праці, послідовність операцій, контроль якості та безпеку життєдіяльності під час виконання монтажних робіт надземного циклу. Роботи виконуються у лінійному потоці за допомогою провідного механізму - гусеничного крана КГС-25 вантажопідйомністю 25 т.

Організація і технологія будівельного процесу

Підготовчі роботи

Монтаж збірних залізобетонних стінових панелей дозволяється розпочинати лише за наявності затвердженого проєкту виконання робіт (ПВР) та після повного завершення підготовчих заходів відповідно до вимог [7]

Влаштовано, сплановано та ущільнено тимчасові дороги й майданчики для приоб'єктного складування стінових панелей у зоні корисного вільоту стріли монтажного крана КГС-25;

- гусеничний кран КГС-25 доставлений на майданчик, змонтований, пройшов технічне випробування та зданий в експлуатацію відповідно до вимог територіальних органів Держпраці України;

- виконано геодезичне приймання конструкцій змонтованого залізобетонного каркаса будівлі цеху (колон, кроквяних балок та плит покриття) зі складанням виконавчих схем;

- на залізобетонні колони та фундаментні балки нанесені монтажні орієнтирні риси (осьові та висотні позначки);

- організовано підведення тимчасових мереж електропостачання та влаштовано загальне й робоче індивідуальне виконробське освітлення майданчика;

- у зону дії крана доставлені інструменти, монтажне рихтування, зварювальні інвертори та інвентарні пристрої для тимчасового кріплення.

Технологічна послідовність та методи виконання робіт

Монтаж стінових панелей виконується горизонтальними рядами, периметром будівлі цеху, після остаточного замоноличування колон у стаканах фундаментів та укладання плит покриття.

Технологічний процес монтажу кожної панелі

1. Підготовка елемента: Стінову панель на майданчику складування очищають від бруду, перевіряють її геометричні розміри (допустима похибка заводського виготовлення — до ± 3 мм), наявність закладних деталей та чіткість монтажних рисок.

2. Стропування та підйом: Стропування тришарової панелі здійснюється на майданчику за допомогою чотирьохгілкового інвентарного стропа типу 4СК-6,3 (вантажопідйомністю 6,3 т). Підйом панелі з касетного стелажа здійснюється плавним рухом крана КГС-25 без поштовхів та ударів. Для утримання елемента від розгойдування та розвороту в повітрі монтажники використовують дві гнучкі пенькові відтяжки.

3. Укладання розчину та наведення плити: Перед встановленням панелі на верхню грань нижнього ряду стіни (або на фундаментну балку для першого ряду) вручну укладається шар цементно-піщаного розчину марки М50 завтовшки 15–20 мм. Кран підносить панель до місця монтажу, де два ланкових монтажники (працюючи з інвентарних драбин або підмостків) приймають її на висоті 20–30 см від постелі розчину та плавно наводять у проектне положення, суміщаючи осьові риски.

4. Тимчасове кріплення та вивірка: Панель тимчасово закріплюється до залізобетонних колон каркаса за допомогою інвентарних гвинтових струбцин або монтажних зв'язків. Вивірку вертикальності та площинності стінових панелей виконують за допомогою геодезичних приладів: два теодоліти встановлюють за відповідними літерними та цифровими координаційними осями споруди так, щоб кут нахилу візирної труби під час максимального підйому не перевищував 30-35. Візирну вісь суміщають з нижніми та верхніми монтажними рисками елемента.

5. Остаточне закріплення та розстропування: Після інженерного підтвердження правильності встановлення панелі, зварювальники виконують прихоплювання, а потім повне дугове зварювання монтажних закладних деталей панелі до сталевих столиків чи закладних деталей колон. Тільки після повного зварювання вузлів кріплення за командою ланкового здійснюється розстропування та зняття стропів з панелі.

6. Герметизація та антикорозійний захист: Горизонтальні та вертикальні стики між панелями ущільнюються пружними прокладками (герметичним шнуром типу «Вілатерм»), після чого заповнюються цементно-піщаним розчином або спеціальною полімерною мастикою-герметиком, що захищає приміщення від продування та вологи. Всі зварні шви та відкриті поверхні закладних деталей ретельно покриваються антикорозійним лакофарбовим складом.

Контроль якості та приймання робіт

Операційний контроль якості здійснюється безпосередньо під час виконання кожної технологічної операції майстром або виконробом із занесенням даних у журнал робіт.

В таблиці Б.2 наведено Допустимі відхилення під час монтажу панелей

Калькуляція трудових витрат і машинного часу

Калькуляція складена на основі діючих нормативних збірників КНУ (Кошторисні норми України / РЕКН) і відображає чистий технологічний час, необхідний для влаштування стінового огороження та віконних прорізів цеху ТТВ «ЗПВ» див. додаток Б.3.

Охорона праці

Влаштування зовнішніх навісних стін відноситься до категорії робіт з підвищеною інженерною небезпекою і повинно виконуватися у суворій відповідності до вимог ДБН [8] до виконання монтажних та верхолазних робіт допускаються особи, які пройшли спеціалізоване навчання, медичний огляд, вступний та первинний інструктаж на робочому місці;

1. усі робітники на майданчику зобов'язані безперервно перебувати в сертифікованих засобах індивідуального захисту: захисних касках, спецодязі та спецвзутті. Під час виконання робіт на висоті понад 1,3 м монтажники зобов'язані використовувати запобіжні пояси з амортизаторами, надійно зафіксовані карабінами до страховочного сталевого канату або надійних елементів каркаса;

2. категорично забороняється підйом стінових панелей, які не мають інвентарних монтажних петель, маркування маси чи центру ваги. Очищення панелей від бруду чи полоутворення виконується виключно на землі до початку підйому елемента;

3. забороняється перебування людей під монтованою стіноюю панеллю під час її підйому, переміщення та наведення в проєктне положення;

4. розстропування встановленої стінової панелі дозволяється здійснювати лише після її надійного тимчасового кріплення струбцинами та остаточного електрозварювання монтажних вузлів згідно з робочими кресленнями;

5. категорично забороняється виконувати монтажні та верхолазні роботи на відкритому повітрі при силі вітру 5 балів і більше (швидкість понад 10 м/с), під час проливного дощу, грози, густого туману чи ожеледиці.

Техніко-економічні показники (ТЕП) технологічної карти приведено в додатку Б.5.

Розраховані техніко-економічні показники свідчать про раціональний підбір провідного монтажного крана КГС-25 та оптимальний кількісний склад бригади, що дозволяє забезпечити високий темп монтажу навісних стін без простоїв техніки та у чіткій відповідності до календарного плану будівництва.

3.7 Будівельний генеральний план

Будівельний генеральний план (будгенплан) розроблений на період зведення надземної частини цеху. Він являє собою план будівельного майданчика, на якому, окрім наявних та проєктованих постійних будівель, споруд та інженерних комунікацій, раціонально розміщено тимчасові виробничі та санітарно-побутові будівлі, відкриті й закриті склади конструкцій, тимчасові мережі водо- та енергопостачання, а також траєкторію безпечного руху провідного монтажного крана КГС-25.

Вихідними даними для проєктування будгенплану є архітектурно-будівельні креслення об'єкта, календарний план будівництва, відомість потреби в матеріалах, конструкціях та будівельних машинах.

Основними нормативними документами для розробки будгенплану є ДБН [7-11]:

Під час проєктування будгенплану витримано такі інженерні принципи:

- тимчасові споруди та комунікації розташовані на ділянках, які не підлягають забудові постійними об'єктами, з суворим дотриманням протипожежних розривів та санітарно-гігієнічних вимог;

- у зоні корисного вильоту стріли монтажного крана КГС-25 (вздовж шляху його руху) організовано відкриті приоб'єктні склади, що мінімізує кількість перевантажень внутрішньомайданчикового транспортування залізобетонних елементів каркаса.

Розрахунок площі складських приміщень

Площа складських приміщень визначається залежно від виду матеріалів, способів їх зберігання та нормативного запасу. Корисна площа складу (F) обчислюється за формулою:

$$F = Q_{\text{зап}} / q$$

Де загальна розрахункова площа складу (S) з урахуванням проходів і проїздів становить:

$$S = F / b$$

Необхідний запас матеріалу на складі ($Q_{\text{зап}}$) визначається за формулою:

$$Q_{\text{зап}} = (Q_{\text{заг}} * n) / T * k_1 * k_2$$

Де:

$Q_{\text{заг}}$ — загальна кількість матеріалу на весь об'єм робіт;

T - тривалість виконання відповідного процесу за календарним планом, діб;

$n = 3$ — нормативного запасу матеріалів на складі, діб;

$k_1 = 1,1$ — коефіцієнт нерівномірності надходження матеріалів на склад;

$k_2 = 1,3$ — коефіцієнт нерівномірності споживання матеріалів;

q - кількість матеріалу, що складається на 1 м^2 корисної площі;

$b = 0,6$ — коефіцієнт, що враховує ширину проходів.

Результати кінцевого розрахунку площ та геометричних розмірів складів наведені у підсумковій таблиці відомості складського господарства додаток Б.7.

Розрахунок тимчасових адміністративних та санітарно-побутових будівель

Тимчасові будівлі слугують для забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних та виробничих умов праці робітників та інженерно-технічних працівників (ІТР). Розрахунок виконується за максимальною чисельністю працюючих на майданчику в одну найзавантаженішу зміну згідно з календарним графіком.

Максимальна кількість людей за графіком становить $N_{\text{гр}} = 46$ чоловік. Списочний склад працюючих з урахуванням відпусток та хвороб ($k = 1,05$):

$$N_{\text{заг}} = 46 * 1,05 = 48 \text{ чол.}$$

Відомість списочної чисельності персоналу за категоріями:

Робітники основного виробництва (100%): 48 чол.

Інженерно-технічні працівники (ІТР, 8% від кількості робітників):

$$48 * 0,08 = 3,8 \approx 4 \text{ чол.}$$

Службовці (5%): $48 * 0,05 = 2,4 \approx 2$ чол.

Молодший обслуговуючий персонал (МОП, 3%): $48 * 0,03 = 1,2 \approx 1$ чол.

Разом персонал на майданчику: $48 + 4 + 2 + 1 = 55$ чоловік.

Для розрахунку гардеробних та душових прийнято, що одночасно послугами побутових приміщень користуються 70% робітників ($48 * 0,7 = 34$ чол., з них 30% жінки) та 80% ІТР і службовців ($7 * 0,8 \approx 6$ чол.). Оскільки термін будівництва цеху перевищує 6 місяців, усі побутові приміщення прийняті мобільного контейнерного (вагонного) типу промислового виготовлення. В таблиці Б.5 наведено відомість облікової чисельності робітників .

Специфікація тимчасових будівель та споруд див. додаток Б.6.

Додатково на майданчику передбачено біотуалет на 2 вічка площею $1,28 \text{ м}^2$ та спеціально обладнане й огорожене місце для паління.

Розрахунок потреби в тимчасовому водопостачанні

Вода на будівельному майданчику витрачається на виробничо-технологічні процеси, господарсько-побутові потреби персоналу та пожежогасіння.

Сумарне розрахункове використання води:

$$Q_{\text{сум}} = 0.5 * (Q_{\text{пр}} + Q_{\text{госп}}) + Q_{\text{пож}} \quad (\text{л/сек})$$

Використання води для виробничих потреб :

$$Q_{\text{вир}} = \frac{\sum \sum Q_{\text{max}}}{8 \cdot 3600 \frac{250 \frac{251.6}{19 \cdot 2} \cdot 1.6 + 300 \frac{251.6}{19 \cdot 2} \cdot 1.6}{8 \cdot 3600}} \quad (\text{л/сек})$$

Використання води на господарсько-побутові потреби складається з витрат води на приготування їжі, на потреби санустроїв та питьові потреби:

$$Q_{\text{г.поб}} = \frac{\sum \sum Q_{\text{г}}^{\text{max}_1}}{8 \cdot 3600 \frac{100 \cdot 15 \cdot 2.7}{8 \cdot 3600}} \quad (\text{л/сек})$$

$$Q_{\text{душ}} = \frac{\sum \sum Q_{\text{душ}}^{\text{max}_2}}{t \cdot 3600 \frac{100 \cdot 0.4 \cdot 34 \cdot 1}{45 \cdot 60}} \quad (\text{л/сек})$$

$$Q_{\text{заг}} = 0.5 \cdot (0.20 + 0.14 + 0.42) = 0.38 \quad (\text{л/сек})$$

Розрахунок води для протипожежних мір визначається з розрахунку одночасної дії двох струменів з гідранта по 5 л/сек на кожний струмінь:

$$Q_{\text{пож}} = 5 * 2 = 10 \quad (\text{л/сек})$$

Сумарне розрахункове використання води:

$$Q_{\text{сум}} = 0.38 + 10 = 10.38 \text{ (л/сек)}$$

Діаметр труб тимчасового водопроводу:

$$D = \sqrt{4 \cdot Q_{\text{сум}} / \pi \cdot v} = \sqrt{4 \cdot 10.38 \cdot 10^{-3} / 3.14 \cdot 1.5} = 0.094 \text{ м} = 94 \text{ мм}$$

Приймаємо труби діаметром 100 мм.

Розрахунок потреби в електроенергії.

Електродвигуни силових установок: зварювальний апарат, розчинонасос, електроінструмент.

$$\text{Внутрішнє освітлення: } 3 \times 9 + 3 \times 6 + 3 \times 9 = 72 \text{ м}^2, .$$

Зовнішнє освітлення: освітлення будмайданчика 2600 м², охоронне освітлення 200 пог.м, місць складування матеріалів 1100 м².

$$P_{\text{нс}} = \alpha \left(\frac{\sum P_{\text{пр}} \cdot K_{\text{с1с}}}{\cos \phi_1} + \frac{\sum P_{\text{н}} \cdot K_{\text{с2с}}}{\cos \phi_1} + \sum_{\text{во}} K_{\text{с3}} + \sum P_{\text{нд}} \cdot K_{\text{с4}} \right);$$

$$\text{Потужність силових установок: } \frac{(2 + 1.2 + 0.8) \cdot 0.6}{0.7} = 3.4 \text{ кВт}$$

$$\text{Потужність внутрішнього освітлення: } 72 \cdot 0.015 = 1.1 \text{ кВт}$$

$$\text{Зовнішнє освітлення: } 0.9 \cdot (2600 \cdot 0.4 + 200 \cdot 0.76 + 1100 \cdot 2) = 3.1 \text{ кВт}$$

$$\text{Потужність трансформаторної підстанції: } 1.1(3.4 + 1.1 + 3.1) = 8.4 \text{ кВт}$$

Прийнята трансформаторна підстанція СКТП-10 потужністю 10 кВт.

Заходи з охорони праці, промислової та пожежної безпеки

Під час розробки графічної частини будгенплану зафіксовано такі інженерні рішення:

1. Навколо зон монтажу елементів каркаса та шляху пересування крана КГС-25 розраховано та графічно нанесено небезпечну зону роботи крана, перебування людей у якій суворо заборонено.

2. Встановлено обмеження швидкості руху автотранспорту по майданчику (не більше 10 км/год) та розмежовано безпечні зони руху пішоходів.

3. Тимчасові інвентарні побутові вагончики розміщені на безпечній відстані поза радіусом дії стріли крана та призми обвалення котлованів.

4. Організовано протипожежні розриви між тимчасовими спорудами відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016. Будмайданчик укомплектовано пожежними щитами із первинними засобами пожежогасіння (вогнегасники, ящики з піском, багри).

5. Тимчасові електромережі на майданчику виконуються ізольованим кабелем, а корпуси всіх силових машин, зварювальних апаратів та КТП-63 підлягають обов'язковому захисному заземленню з перевіркою опору розтіканню струму (не більше 4 Ом).

Відомість розрахунку складського господарства див додаток Б.7.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні

Державна політика в галузі охорони праці в Україні базується на принципах пріоритету життя і здоров'я працівників щодо результатів виробничої діяльності підприємства, повної відповідальності роботодавця за створення безпечних і нешкідливих умов праці, а також комплексного розв'язання завдань охорони праці на основі загальнодержавних і галузевих програм.

Правове регулювання безпеки життєдіяльності під час зведення та подальшої експлуатації цеху з виробництва полімерних виробів має трирівневу структуру:

1. Законодавчий рівень (закони та кодекси України).
2. Підзаконний рівень (постанови Кабінету Міністрів України).
3. Нормативно-технічний рівень (національні стандарти, державні будівельні норми - ДБН, а також правила та інструкції з охорони праці - НПАОП).

Охорона праці під час будівництва та подальшої експлуатації цеху з виробництва полімерних виробів ТОВ «ЗПВ» у м. Кропивницький регламентується чинним законодавством України. Впровадження інженерно-технічних рішень та організаційних заходів ґрунтується на такій нормативно-правовій базі:

Закон України [12] є основоположним актом, який визначає конституційні права працівників цеху на безпечні та здорові умови праці, регулює відносини між роботодавцем і працівниками з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища.

Кодекс цивільного захисту України [13] встановлює правові основи цивільного захисту населення, визначає заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях (НС) техногенного, природного та воєнного характеру, а також регламентує порядок організації укриття та евакуації персоналу ТОВ «ЗПВ».

Ключовий нормативний документ, що регламентує безпеку виконання всіх видів будівельно-монтажних робіт на майданчику [8] (земляних, бетонних, монтажних та оздоблювальних), а також визначає межі небезпечних зон під час роботи гусеничного крана КГС-25.

ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва» визначає загальні вимоги до інженерної підготовки території, безпечного облаштування будівельного генерального плану, складування елементів каркаса та забезпечення санітарно-побутових умов працюючих.

НАПБ [14] визначають вимоги щодо протипожежного захисту будівлі цеху (яка належить до пожежонебезпечної категорії В), встановлюють параметри евакуаційних шляхів, систем пожежогасіння та правила збереження горючої полімерної сировини.

НПАОП [15] регламентує безпечне проведення робіт із розвантаження та складування тришарових залізобетонних стінових панелей, кроквяних балок та плит покриття, а також вимоги до інвентарних вантажозахоплювальних пристроїв і стропів.

НПАОП [16] визначає вимоги безпеки під час підключення та експлуатації електромереж будівельного майданчика (зокрема, КТП-63, зварювальних апаратів ВД-506) та всього технологічного обладнання цеху (екструдерів, термопластавтоматів), що працює під напругою 380 В.

4.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек

Зведення цеху пов'язане з виконанням різноманітних будівельно-монтажних робіт (земляних, бетонних, монтажних, цегляних та опоряджувальних). Відповідно до класифікації та вимог [8], на будівельному майданчику на персонал діє комплекс небезпечних (що призводять до травм) та шкідливих (що призводять до захворювань або зниження працездатності) виробничих факторів.

Усі фактори за своїм походженням поділяються на чотири основні групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

Фізичні небезпечні та шкідливі фактори

Ця група є найпоширенішою та найзагрозливішою на етапі зведення надземної та підземної частин каркаса будівлі:

Розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі: Під час монтажу кроквяних балок прольотом 12 м та укладання ребристих плит покриття на висоті понад 5,4 м, а також при муруванні стін і штукатурних роботах існує постійна небезпека падіння робітників з висоти, що є причиною найбільш важкого травматизму.

Машини та механізми, що рухаються; рухомі частини технологічного устаткування: Джерелом небезпеки є робота провідного монтажного крана КГС-25, гідравлічного екскаватора Caterpillar 315, бульдозера Shantui SD13 та автомобілів-самоскидів. Існує ризик затискання, наїзду або потрапляння працівників у зону обертання платформи техніки.

Падіння матеріалів, інструментів та конструкцій з висоти: під час переміщення краном КГС-25 важких тришарових залізобетонних панелей товщиною 300 мм або випадкового падіння ручного інструменту з риштування виникає загроза травмування підрядників, які перебувають у зоні виконання робіт.

Підвищена напруга в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини: Будівельний майданчик обладнаний КТП-63, від якої живляться зварювальні інвертори ВД-506 (напруга 380 В), розчинонасоси СО-29А та штукатурні агрегати. Тимчасові кабельні мережі прокладаються просто неба і піддаються механічним впливам, що підвищує ризик ураження струмом при пошкодженні ізоляції.

Підвищений рівень шуму та вібрації на робочому місці: виникає під час механізованого розроблення ґрунту екскаватором, роботи компресорів малярних станцій СО-115, а також при використанні ручних глибинних вібраторів ІВ-117А під час ущільнення бетону фундаментів. Постійний шум веде до швидкої стомлюваності та послаблення уваги монтажників.

Несприятливі мікрокліматичні умови (температура, вологість та рух повітря): оскільки будівництво ведеться у дві зміни у Кіровоградському регіоні, на робітників впливають як підвищена сонячна радіація і спека влітку (що потребує інтенсивного догляду за бетоном і захисту людей від теплових ударів), так і знижені температури та вітер у зимовий чи перехідний періоди.

Хімічні та психофізіологічні шкідливі фактори

Підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони: під час виконання земляних робіт у супіщаних ґрунтах Кропивницького та розвантаження цегли виділяється мінеральний пил, який подразнює органи дихання та очі.

Під час виконання зварювальних робіт із закріплення закладних деталей стінових панелей та колон електродами типу Е-42 у повітря виділяються шкідливі зварювальні аерозолі, що містять оксиди заліза, марганцю та фтористі сполуки.

При використанні лаків, оліфи та мастик під час малярних і покрівельних робіт виділяються пари летких органічних розчинників, які мають токсичну дію при недостатній вентиляції.

Психофізіологічні фактори: зумовлені специфікою важкої фізичної праці будівельників. До них належать фізичні перевантаження при переміщенні вантажів вручну, тривале перебування у незручній робочій позі (наприклад, під час ручного мурування цегляних перегородок чи затирання штукатурки сумішшю), а також нервово-психічне перенапруження при використанні верхолазних запобіжних поясів на межі висотних зон.

4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проектування

Для детального дослідження виробничих ризиків обрано професію монтажника будівельних конструкцій безпосередньо під час виконання

операцій з монтажу навісних тришарових залізобетонних стінових панелей товщиною 300 мм. Цей вид робіт належить до категорії робіт із підвищеною небезпекою і супроводжується високим рівнем динамічності середовища будівельного майданчика.

Оцінка ризиків виконується з метою ідентифікації потенційних небезпечних подій, визначення їхньої ймовірності, тяжкості наслідків та розробки інженерних заходів для зниження ризику до допустимого (безпечного) рівня.

Матриця оцінки ризиків та захисні заходи (додаток Д.1)

Аналіз технологічного процесу дозволяє виділити основні критичні ризики, що загрожують життю та здоров'ю монтажника будівельних конструкцій.

4.4 Розробка організаційно-технічних, архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проєктування

Для максимального зниження або повної ліквідації виявлених небезпек і ризиків під час зведення цеху, у цьому дипломному проєкті розроблено комплекс інноваційних та організаційно-технічних рекомендацій. Вони базуються на сучасній світовій концепції Vision Zero («Нульовий травматизм») та жорстких вимогах [4].

Технологічна модернізація та ліквідація небезпек

Найбільш ефективним способом боротьби з травматизмом є повне усунення небезпечного процесу або заміна його на безпечний:

Впровадження автоматизованих вакуумних підйомників:

Рекомендація: замість традиційного чотирьохгілкового канатного стропа 4СК-6,3 для монтажу огорожувальних стін рекомендується застосувати сучасний траверсний вакуумний захват (підйомник) типу *Clad Boy* або *Arbor*.

Результат: це дозволяє повністю ліквідувати ризик обриву монтажних петель залізобетонних панелей та виключає необхідність

перебування монтажника безпосередньо біля важкої плити під час її підйому. Стропування і розстропування виконуються за лічені секунди за допомогою пульта дистанційного керування.

Перехід на болтові та беззварні з'єднання вузлів кріплення:

Рекомендація: модернізувати вузли фіксації стінових панелей до колон каркаса, замінивши дугове електрозварювання закладних деталей електродами Э-42 на заздалегідь запроєктовані високоміцні болтові з'єднання з оцинкованим покриттям.

Результат: повністю ліквідується хімічна небезпека виділення зварювальних аерозолів та газів марганцю, мінімізується ризик отримання термічних опіків розплавленим металом, а також суттєво знижується пожежна небезпека на будівельному майданчику (відпадає потреба у проведенні вогневих робіт на висоті).

Інженерно-технічні рекомендації щодо колективного захисту

Якщо небезпеку неможливо прибрати повністю, необхідно надійно ізолювати від неї людину за допомогою засобів колективного захисту (ЗКЗ):

Влаштування захисно-вловлювальних сіток (ЗВС):

Рекомендація: оскільки монтаж плит покриття та верхніх ярусів стін ведеться на висоті понад 5,4 м, рекомендується закріпити по периметру залізобетонного каркаса будівлі еластичні системи безпеки — захисно-вловлювальні сітки (ЗВС) типу Т на кронштейнах із вильотом 3,5 м.

Результат: у разі випадкового падіння монтажника з риштування або у разі падіння дрібного будівельного інструменту, сітка м'яко амортизує падіння, повністю виключаючи смертельний травматизм на межі висотних зон.

Автоматичний моніторинг небезпечної зони крана (Система RFID):

Рекомендація: обладнати гусеничний монтажний кран КГС-25 та робочі каски монтажників активними радіочастотними мітками (RFID) та датчиками наближення.

Результат: якщо монтажник будівельних конструкцій випадково заходить у розраховану нами небезпечну зону роботи техніки ($R_{неб} = 15$ м),

у кабіні машиніста крана КГС-25 миттєво спрацьовує звуковий та світловий сигнал, а система автоматично блокує подальший поворот платформи крана, запобігаючи затисканню чи наїзду на людину.

Організаційні та цифрові рекомендації

Впровадження 4D-BIM моделювання безпеки праці:

Рекомендація: на стадії розробки проєкту виконання робіт (ПВР) інтегрувати календарний графік будівництва з тривимірною цифровою моделлю будівлі (4D-BIM).

Результат: це дозволяє віртуально змоделювати рух крана КГС-25, екскаватора Caterpillar 315 та самоскидів МАЗ у часі, заздалегідь виявити просторові та хронологічні колізії (перехрещення потоків), коли дві різні бригади можуть одночасно опинитися в одній небезпечній зоні, та розвести їхні графіки роботи.

Електронний наряд-допуск та динамічна оцінка ризиків перед зміною:

Рекомендація: відмовитися від формального паперового заповнення журналів інструктажів. запровадити щозмінну процедуру LMRA (Last Minute Risk Analysis) — аналіз ризиків останньої хвилини. Перед початком кожної зміни ланка монтажників разом із виконробом за допомогою мобільного додатка безпосередньо біля стінового стенда заповнює короткий чек-лист безпеки (оцінка погоди, вітру, справності строп, наявності страхувальних ліній).

Результат: наряд-допуск на верхолазні роботи активується в цифровій системі ТОВ «ЗПВ» лише після 100% виконання всіх безпекових умов на робочому місці, що підвищує особисту відповідальність та культуру безпеки кожного працівника.

Заходи безпеки та організація цивільного захисту в умовах військової агресії

Організація цивільного захисту та безпеки персоналу на території цеху в умовах дії правового режиму воєнного стану та безпосередньої загрози військової агресії здійснюється відповідно до вимог Кодексу

цивільного захисту України, Постанов Кабінету Міністрів України та нормативно-правових актів ДСНС.

Головною метою цього підрозділу є мінімізація ризиків для життя і здоров'я найбільшої працюючої зміни (55 чоловік персоналу), збереження матеріальних цінностей та запобігання виникненню вторинних техногенних аварій, пов'язаних із плавленням та загорянням горючих полімерних гранул.

На підприємстві впроваджується комплексна автоматизована система оповіщення, яка інтегрована до загальнодержавної системи цивільного захисту:

Оповіщення про повітряну загрозу: При отриманні сигналу «Повітряна тривога!» або загрози застосування балістичного озброєння/БПЛА, сигнал автоматично дублюється на території всього полімерного цеху за допомогою внутрішніх гучномовців, сирен та світлових стробоскопів (для зон із підвищеним рівнем шуму біля дробарок полімерів).

Алгоритм дій персоналу: При увімкненні сигналу тривоги всі технологічні процеси (робота екструдерів, термопластавтоматів, компресорів) переводяться в режим безаварійної зупинки. Оператори технологічних ліній знеструмлюють силові обладнання через головні розподільчі щити, щоб запобігти замиканню та пожежі у разі прямого влучання, після чого персонал негайно прямує до укриття.

Для укриття найбільшої працюючої зміни (55 осіб) на території підприємства передбачено використання споруди подвійного призначення (СПП) з властивостями протирадіаційного укриття (ПРУ), яка розташована в підвальному приміщенні прилеглого адміністративно-побутового корпусу.

Укриття повністю забезпечується двома евакуаційними виходами, системою примусової припливно-витяжної вентиляції з фільтрацією повітря, запасом питної та технічної води з розрахунку 3 літри на добу на одну людину, сухими пайками на 3 доби, медичними аптечками першої

допомоги та автономними засобами зв'язку (радіостанції, супутниковий інтернет).

Враховуючи, що у разі руйнування або пожежі в цеху полімерів під час горіння пластику (поліетилену, ПВХ) виділяється висока концентрація токсичного диму, хлористого водню та чадного газу, кожен працівник цеху забезпечується протигазом із комбінованим фільтром типу АВЕК або спеціальними промисловими саморятівниками ізолюючого типу (часом дії не менше 30 хвилин) для безпечної евакуації з палаючої будівлі.

Для функціонування систем безпеки цеху в умовах пошкодження критичної інфраструктури (міських електромереж) у проєкті передбачено такі інженерні рішення:

Поруч із трансформаторною підстанцією КТП-63 передбачено встановлення стаціонарного дизельного генератора потужністю 50 кВт із системою автоматичного введення резерву (АВР). Автономне живлення призначене для безперебійної роботи аварійного витяжного вентиляування, систем пожежної сигналізації, насосів протипожежного водопроводу та освітлення шляхів евакуації.

Відповідно до вимог воєнного стану, у вечірню та нічну зміну (при двозмінному графіку праці) в цеху впроваджується режим повного світломаскування. На віконні блоки цеху (загальною площею 183,6 м²) встановлюються щільні захисні ролети або світлонепроникні штори Blackout, а зовнішнє прожекторне освітлення майданчика переводиться в режим мінімального охоронного маскувального підсвічування.

Оскільки будівля має II ступінь вогнестійкості завдяки запроектованим тришаровим залізобетонним панелям товщиною 300 мм, вона має високу стійкість до дії відкритих джерел вогню. Додатково передбачено:

Збільшення кількості первинних засобів пожежогасіння (порошкових вогнегасників ВП-9 та вуглекислотних ВВ-5) біля зон складування готової продукції та грануляту на 20% від базової норми.

Влаштування додаткового сухотрубного протипожежного проводу з виведеними назовні будівлі патрубками для підключення пожежних автомобілів ДСНС безпосередньо без заходу всередину небезпечної зони.

Постійне підтримання в готовності внутрішніх пожежних кран-комплектів, розрахованих на сумарну витрату води 10,93 л/сек.

На підприємстві ТОВ «ЗПВ» створюється добровільна формування цивільного захисту (ланка пожежогасіння, ланка першої медичної допомоги та ланка охорони порядку).

З усім персоналом цеху кожні 6 місяців проводяться обов'язкові практичні тренування та об'єктові навчання з евакуації за сигналом повітряної тривоги, правил користування індивідуальними саморятівниками та ліквідації локальних загорянь.

Всі шляхи евакуації (двері, проходи) постійно утримуються вільними від складування сировини чи готової полімерної продукції, а на стінах цеху розміщуються фотолюмінесцентні покажчики напрямку руху до протирадіаційного укриття

ВИСНОВКИ

У розділі в повному обсязі розглянуто питання охорони праці, промислової, пожежної безпеки, а також заходи цивільного захисту для цеху з виробництва полімерних виробів ТОВ «ЗПВ» у м. Кропивницький. На основі проведених інженерно-технічних досліджень та нормативних розрахунків можна зробити такі висновки:

1. Усі проєктні рішення розділу розроблені у суворій відповідності до чинного законодавства України, зокрема Закону України «Про охорону праці», Кодексу цивільного захисту, а також базових державних будівельних норм [7,8]. Це гарантує юридичну та технічну чистоту процесу будівництва та експлуатації об'єкта.

2. Проведено детальний аналіз специфічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів, притаманних переробці пластичних мас (термічні ризики нагріву екструдерів до +26 °С, виділення шкідливих

аерозолів та газів). Запроектована припливно-витяжна вентиляція з механічним спонуканням та локальними витяжними парасолями забезпечує підтримання параметрів повітря робочої зони в межах допустимих санітарних норм.

3. Для захисту обслуговуючого персоналу об'єкта передбачено обов'язкове занулення та захисне заземлення всіх металевих неструмоведучих частин обладнання із розрахунковим опором розтіканню струму не більше 4 Ом. Питання зниження виробничого шуму від роботи дробарок полімерів вирішено шляхом їхньої технологічної ізоляції в окремих приміщеннях із пристроєм звукопоглинального облицювання стін.

4. Оскільки цех за вибухопожежною небезпекою належить до категорії В, закладені у конструктивному розділі тришарові залізобетонні стінові панелі товщиною 300 мм забезпечують будівлі високий II ступінь вогнестійкості. Розраховані параметри евакуаційних шляхів, встановлення світлодіодного аварійного освітлення, комплектація приміщень первинними засобами пожежогасіння та підключення до протипожежного водопроводу (із сумарною витратою води 10,93 л/сек) гарантують безпеку людей у разі виникнення НС.

5. Розроблено комплексні організаційно-технічні заходи захисту працюючої зміни (55 осіб) в умовах воєнної агресії. Інтегрована цифрова система оповіщення, алгоритм швидкої безаварійної зупинки екструдерів, підготовка захисної споруди подвійного призначення (ПРУ), впровадження режиму світломаскування Blackout та встановлення автономного дизель-генератора потужністю 50 кВт забезпечують високу живучість, енергоефективність та протипожежну стійкість підприємства у сучасних реаліях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. Київ : Мінрегіон України, 2019. 182 с.
2. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Київ : Мінрегіон України, 2016. 72 с.
3. ДБН В.2.3-4:2015. Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. Київ : Мінрегіон України, 2015. 98 с.
4. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Київ : Мінрегіон України, 2021. 52 с.
5. ДБН В.2.1-10:2018. Основи та фундаменти споруд. Основні положення. Київ : Мінрегіон України, 2018. 76 с.
6. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 71 с.
7. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. 52 с.
8. ДБН А.3.2-2:2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 71 с.
9. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. Київ : Мінрегіон України, 2018. 96 с.
10. Закон України «Про охорону праці» : від 14.10.1992 № 2694-ХІІ : станом на 13.06.2026.
11. Кодекс цивільного захисту України: Закон України від 02.10.2012 № 5403-VI : станом на 13.06.2026.
12. Правила пожежної безпеки в Україні (НАПБ А.01.001-2014) : наказ МВС України від 30.12.2014 № 1417.

13. НПАОП 0.00-1.75-15. Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт. Київ : Держпраці, 2015.
14. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Київ : Держнаглядохоронпраці, 1998.
15. Баженов В. А. та ін. Будівельні конструкції : підручник. Київ : КНУБА, 2018. 480 с.
16. Гавловський В. А. Технологія будівельного виробництва : навчальний посібник. Київ : КНУБА, 2020. 310 с.
17. Топчій В. Д. Технологія будівельних процесів : підручник. Київ : Вища школа, 2019. 450 с.
18. Кір'ян О. В. Основи проектування фундаментів : навчальний посібник. Київ : КНУБА, 2020. 210 с.
19. Шмиг Т. М. Організація будівельного виробництва : навчальний посібник. Львів : Львівська політехніка, 2021. 240 с.
20. Трач Ю. Р. Охорона праці в будівництві : навчальний посібник. Київ : Освіта України, 2019. 195 с.
21. ТОВ «Завод полімерних виробів» : вебсайт. URL: <https://zvp-kropyvnytskyi.ua> (дата звернення: 13.06.2026).

Зав. кафедрою
технології організації
будівельного виробництва
проф. Шумакову І.В.
від професора кафедри
міського будівництва
та територіального планування
Завального О.В.

ДОПОВІДНА ЗАПИСКА

Доводжу до вашого відома, що Архітектурно-конструктивне рішення обраного для впровадження об'єкта будівництва в кваліфікаційних роботах першого (бакалаврського) рівня вищої освіти нижче перерахованих здобувачів спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія освітня програма Промислове та цивільне будівництво виконано відповідно до отриманих завдань в повному обсязі. Всі роботи були погоджені та можуть бути допущені до захисту.

Група ПЩБ 2022-1

1. Амбарцумян Карен Андрійович
2. Ониськів Анатолій Ігорович
3. Гужеля Оксана Романівна
4. Мазурик Кирило Олександрович

Група ПЩБ 2023-1у

1. Муравйов Володимир Павлович
2. Ткаченко Вікторія Вікторівна
3. Тарасенко Дмитро Юрійович
4. Хашимі Роман Кадирович
5. Рагулін Микита Костянтинівич

Група ПЩБ 2023-2у

1. Кофанова Дар'я Сергіївна

Професор кафедри МБ, професор, к.т.н.



Олександр ЗАВАЛЬНИЙ

Таблиця Б.1 - Специфікація комплексу будівельних машин та обладнання

№ з/п	Найменування машин, механізмів та обладнання	Марка, тип	К-сть, шт.	Основні технічні характеристики, що обґрунтовують вибір	Технологічний процес (призначення)
1	Бульдозер	Shantui SD13	1	Потужність двигуна Р=96 кВт (130 к.с.), довжина відвалу 3,15 м, гідравлічне керування.	Зрізання рослинного шару (0,4–0,6 м), попереднє планування території, зворотне засипання пазух.
2	Екскаватор одноковшевий гідравлічний	Caterpillar 315	1	Тип — «зворотна лопата», місткість ковша V=0,65 м ³ , потужність Р=86 кВт, максимальна глибина копання 5,9 м.	Розроблення котлованів стаканного типу під монолітні фундаменти та траншей під стіни.
3	Автомобіль-самоскид	МАЗ-5550	3	Вантажопідйомність 12 т, об'єм кузова 8,4 м ³ , колісна формула 4×2.	Транспортування зайвого ґрунту у відвал, доставка мінерального супіску та піску з кар'єру (30 км).
4	Кран стріловий самохідний	КГС-25	1	Тип ходу — гусеничний, вантажопідйомність Q=25 т, базова стріла 14 м. На вильоті стріли 8 м: Q=4,2 т, Н=11,5 м.	Розвантаження конструкцій, монтаж залізобетонних колон, 12-метрових кроквяних балок та плит покриття.
5	Автобетонозмішувач	КАМАЗ-65115	—	Місткість барабана 7–9 м ³ , колісна формула 6×4. Подача з РБУ м. Кропивницький.	Транспортування готової бетонної суміші класу С12/15 із збереженням рухливості.
6	Глибинний ручний вібратор	ИВ-117 А	2	Діаметр вібронаконечника 50 мм, частота коливань 200 Гц, гнучкий вал 3 м.	Пошарове ущільнення бетонної суміші під час бетонування монолітних стаканів фундаментів.

7	Зварювальний випрямляч	ВД-506	2	Номинальний струм 500 А, напруга живлення 380 В, потужність Р=27 кВт. Електроди типу Э-42, Э-46.	Зварювання та монтажне прикріплення закладних деталей колон, балок та анкерів плит покриття.
8	Штукатурний агрегат	СО-85А	1	Продуктивність на готовій суміші 4 м3/год, місткість бункера 0,1 м3.	Приготування, проціджування та механізоване нанесення штукатурного розчину на цегляні стіни.
9	Розчинонасос протитюковий	СО-29А	1	Продуктивність 4 м3/год, тиск 1,5 МПа, дальність подачі: по горизонталі 250 м, по вертикалі 80 м.	Транспортування та подача штукатурних розчинів трубопроводами до робочих місць оздоблювальників.
10	Малярна пересувна станція	СО-115	1	Комплексна мобільна станція з компресором, нагнітальними баками та фарборозпилювачами.	Механізоване ґрунтування, шпаклювання та високоякісне фарбування стін і перегородок цеху ТОВ «ЗПВ».
11	Комплект інвентарних строп та траверс	4СК-4,0; 2СК-2,0	1	Чотирихвіткові (4СК) та двохвіткові (2СК) стропи вантажопідйомністю до 4,0 т та траверси для балок.	Стропування, підйом та утримання залізобетонних елементів під час монтажу каркаса.

Таблиця Б5 - Сводні техніко-економічні показники (ТЕП)
технологічної карти

№ з/п	Найменування техніко-економічного показника	Одиниця виміру	Значення показника за проектом
1	Загальний обсяг монтажу стінових панелей	шт.	283
2	Загальна нормативна трудомісткість робітників	люд.-год	3460,70
3	Загальні витрати машинного часу (кран КГС-25)	маш.-год	724,48
4	Склад комплексної бригади (монтажники, зварники)	чол.	5
5	Режим роботи (кількість змін)	зміни	2
6	Загальна тривалість виконання робіт за графіком	робочих днів	16
7	Питома трудомісткість на одиницю конструкції	люд.-год / шт.	12,23
8	Середній виробіток одного робітника за зміну	шт. панелей / зміну	654

Таблиця Б.2 - Допустимі відхилення під час монтажу панелей (згідно з ДБН В.2.6-98:2009)

№ з/п	Контрольований параметр	Допустиме відхилення, мм	Метод і засіб контролю
1	Відхилення від суміщення осей панелі з розбивочними осями у нижньому перерізі	± 5	Геодезичний, лінійка сталева
2	Відхилення площини стінової панелі від вертикалі у верхньому перерізі	± 5	Теодоліт, висок інвентарний
3	Різниця площин лицьових поверхонь двох суміжних стінових панелей у стику	4	Шаблон, лінійка металева
4	Товщина горизонтальних та вертикальних розчинних швів	+2 +5	Вимірювальний шаблон

Таблиця Б.3 - Розрахункова калькуляція трудовитрат і машинного часу

№ п/п	Обґрунтування нормативу (КНУ / РЕКН)	Найменування будівельно-монтажних робіт	Од. вим.	Об'єм робіт	Норма часу робітників, люд.-год	Норма часу машин, маш.-год	Загальні трудовитрати робітників, люд.-год	Загальні витрати машинного часу, маш.-год
1	КНУ Е7-13-2	Установлення навісних зовнішніх стінових панелей площею до 15 м ² краном КГС-25 (включаючи зварювання та заробку швів розчином і шнуром)	шт	283	10,26	2,56	2903,58	724,48
2	КНУ Е7-13-5	Додаткове електрозварювання та антикорозійний захист відповідальних вузлів кріплення стін	м шва	181	0,37	—	66,97	—
3	КНУ Е10-25-1	Установлення та вивірка готових промислових віконних блоків площею до 15 м ²	шт	85	5,14	—	436,90	—
4	КНУ Е10-26-3	Герметизація, конопатка та заробка віконних коробок піною/паклею в зовнішніх стінах	м	213	0,25	—	53,25	—
—	—	<i>Разом за калькуляцією:</i>	—	—	—	—	3460,70	724,48

Таблиця Б.4 - Відомість списочної чисельності робітників.

№ п/п	Категорії працюючих	Питома вага %	Кількість, чол	
			Розрахункова	Прийнята
1	Робітники основного виробництва	100	48	48
2	ІТР	8	3.8	4
3	Службовці	5	1.9	2
4	МОП	3	1.4	1
	Разом:			55

Додаток Б.5 - Таблиця тимчасових будівель

№ п/п	Найменування	Площа м ²		Роз-міри	Тип будівлі	Номер типового проекту
		На 1 чол.	Загал.			
1	Гардеробна	0.9	31	3.6x9 *2шт	Передв.	
2	Приміщення для обігріву, відпочинку та прийому їжі	1	34			
3	Душева	0.4	14	3.6x6 *2шт	Передв.	
4	Умивальня	0.5	17			
5	Сушильня	0.2	7			
6	Приміщення особистої гігієни жінок	0.2	2	3.6x8 *2шт	Передв.	
7	Контора	3	18			
8	Диспетчерська	4	24			
9	Кабінет охорони праці, техніки безпеки	0.4	14			

Таблиця Б.5 - Відомість облікової чисельності робітників

№ п/п	Категорії працюючих	Питома вага %	Кількість, чол	
			Розрахункова	Прийнята
1	Робітники основного виробництва	100	48	48
2	ІТР	8	3.8	4
3	Службовці	5	1.9	2
4	МОП	3	1.4	1
	Разом:			55

Додаток Б

Таблиця Б.6 -Таблиця тимчасових будівель.

№ п/п	Найменування	Площа м ²		Роз-міри	Тип будівлі	Номер типового проекту
		На 1 чол.	Загал.			
1	Гардеробна	0.9	31	3.6x9 *2шт	Передв.	
2	Приміщення для обігріву, відпочинку та прийому їжі	1	34			
3	Душева	0.4	14	3.6x6 *2шт	Передв.	
4	Умивальня	0.5	17			
5	Сушильня	0.2	7			
6	Приміщення особистої гігієни жінок	0.2	2	3.6x8 *2шт	Передв.	
7	Контора	3	18			
8	Диспетчерська	4	24			
9	Кабінет охорони праці, техніки безпеки	0.4	14			

Таблиця Б.7 -Відомість розрахунку складських приміщень

Матеріали, напівфабрикати, конструкції	Од. вим.	Загальна потреба Q_{заг}	Коеф. нерів. подачі матер. к	Норма запасу п	Коеф. нерів. витр. матер. α	Тривалість робіт Т	Норма на 1м ² q	Коеф. ширини прох. β	Площа складу S	Розмір складу, м	Характеристика складу
Стінові панелі	шт	282	1,3	3	1,1	14	0,4	0,6	360,1	6x6x10	Відкритий
Плити покриття, балки	шт	589	1,3	3	1,1	54	1,2	0,6	135,4	3x12x4	Відкритий
Цегла	тис.шт	197.11	1,3	3	1,1	26	0,75	0,6	104	5.2x20	Відкритий
Дошки, бруси	м3	1.97	1,3	3	1,1	5	1	0,6	2.8	2x1.5	Напівзакритий
Гідроіз. матеріали	м2	15234	1,3	3	1,1	26	400	0,6	10,5	10x16x2	Закритий
Блоки віконні	м2	183.6	1,3	3	1,1	6	15	0,6	14,6		
Блоки дверні, ворота	м2	149	1,3	3	1,1	4	15	0,6	17.8		
Скло	м2	297.2	1,3	3	1,1	2	200	0,6	5,3		
Фарби, лаки, оліфа, замазка	т	8,35	1,3	3	1,1	12	1,6	0,8	6.2	1.6x6	Закритий
Цвяхи, бітум, мастика	т	23									

Таблиця Д.1 — Матриця оцінки ризиків та захисні заходи

Технологіч на операція	Джерело небезпеки	Потенційний ризик (небезпечна подія)	Рівень ризику (без заходів)	Інженерно-технічні та організаційні заходи зниження ризику	Резидуальний рівень ризику
1. Вивірка та закріплення панелі на висоті	Робоче місце на висоті понад 1,3 м від землі (підмости, драбини)	Падіння монтажника з висоти, отримання важких або смертельних травм	Критичний	Безперервне застосування лямкових запобіжних поясів із кріпленням карабіна до сталевого страхувального каната. Використання виключно інвентарних підмостків із жорстким огороженням заввишки не менше 1,1 м.	<i>Низький</i>
2. Стропування та переміщення елемента	Важка залізобетонна тришарова панель, що утримується краном КГС-25	Притиснення або притискання монтажника панеллю до колони каркаса під час наведення	Високий	Наведення панелі на постіль розчину дозволяєтсья лише тоді, коли вона перебуває на висоті не	<i>Допустимий</i>

				більше 20–30 см від рівня встановлення. Обов'язкове використання двох гнучких пенькових відтяжок для дистанційного керування положенням панелі в повітрі.	
3. Перебування в зоні підйому вантажу	Обрив інвентарного стропа 4СК або руйнування монтажною петлі панелі	Падіння стінової панелі на робітника у межах небезпечної зони	Критичний	Чітке маркування та суворе дотримання меж небезпечної зони роботи крана ($R_{неб} = 15$ м). Заборона перебування людей під панеллю під час її підйому та переміщення. Регулярне стендове випробування строп.	<i>Низький</i>
4. Фіксація закладних деталей	Використання пересувного	Ураження електричним струмом при дотику до	Високий	Обов'язкове заземлення корпусу	<i>Низький</i>

	зварювального випрямляча ВД-506 (380 В)	корпусу обладнання або кабелю		зварювального апарату (опір $l_e=4$ Ом). Щомісячна перевірка цілісності ізоляції кабелів живлення. Виконання робіт у діелектричних рукавицях та спецвзутті.	
5. Прихоплювання та зварювання вузлів	Електрична дуга при роботі з електродами Е-42, розплавлений метал	Термічні опіки тіла, ураження очей ультрафіолетовим випромінюванням (електроофтальмія)	Середній	Забезпечення монтажників-зварників захисними щитками або шоломами зі світлофільтрами «Хамелеон», спецодягом із вогнестійким просоченням та брезентовими крагами.	<i>Низький</i>