

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет конструювання і дизайну

ПОГОДЖЕНО

**Декан факультету
конструювання і дизайну**

_____ Іван РОГОВСЬКИЙ
(підпис)

“ ” _____ 2026 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри будівництва

_____ Ігор ЯКОВЕНКО
(підпис)

“ ” _____ 2026 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему «Проектування складського комплексу готової продукції із
під'їзними залізничними шляхами у Вінницькій області»**

Спеціальність 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»

Орієнтація освітньої програми освітньо-наукова

Гарант освітньої програми

доктор технічних наук, с.н.с

_____ Микола МАР'ЄНКОВ
(підпис)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

кандидат технічних наук, доцент

_____ Євген ДМИТРЕНКО
(підпис)

Виконав

_____ Денис КАЩЕНКО
(підпис)

КИЇВ – 2026

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет конструювання і дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри будівництва

доктор технічних наук, професор
_____ Ігор ЯКОВЕНКО

(підпис)

“07” _____ лютого _____ 2026 р.

З А В Д А Н Н Я

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧУ

Кащенко Денису Володимировичу

Спеціальність 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Проектування складського комплексу готової продукції із під'їзними залізничними шляхами у Вінницькій області»,

затверджена наказом від “06” лютого 2026 р. №404“С”

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2026, червень, 05

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: необхідно запроєктувати складський комплекс готової продукції із під'їзними залізничними шляхами у Вінницькій області.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Розробити архітектурно-будівельні рішення складського комплексу готової продукції з урахуванням об'ємно-планувальної схеми, конструктивного

рішення, будівельної фізики, транспортного обслуговування, під'їзних шляхів, рамп, воріт і протипожежних планувальних заходів.

2. Виконати розрахунок поперечної рами будівлі з урахуванням постійних, снігових і вітрових навантажень, побудувати розрахункові схеми, епюри внутрішніх зусиль та визначити розрахункові сполучення зусиль.

3. Виконати розрахунок основних вузлів металевого каркаса будівлі, зокрема бази колони з траверсою та оголовка колони, з перевіркою міцності й конструктивної надійності прийнятих рішень.

4. Розробити розділ «Основи і фундаменти», визначити фізико-механічні характеристики ґрунтів, виконати розрахунок фундаменту ФМ-1, перевірку міцності прийнятого фундаменту та розрахунок фундаменту за деформаціями.

5. Розробити технологію будівельного виробництва, визначити номенклатуру та обсяги робіт, обрати методи виконання основних будівельно-монтажних процесів, підібрати монтажні крани, визначити потребу в транспортних засобах, розробити технологічні карти, календарний план і будівельний генеральний план.

6. Виконати економічне обґрунтування будівництва складського комплексу шляхом визначення кошторисної вартості, трудомісткості, тривалості будівництва та основних техніко-економічних показників.

7. Виконати науково-дослідний розділ, присвячений чисельному моделюванню напружено-деформованого стану залізобетонних балок, армованих композитною арматурою, із застосуванням методу скінченних елементів.

Перелік графічного матеріалу (за потреби):

→ архітектурна частина (головний та боковий фасади, план першого поверху, експлікація приміщень, повздовжній та поперечний розрізи складської будівлі, архітектурні вузли, схема генерального плану та під'їзних шляхів) – 3 аркуші формату А1;

→ розрахунково-конструктивна частина (розрахункова схема поперечної рами, схеми прикладання постійного, снігового та вітрового навантажень, епюри

внутрішніх зусиль N , Q_z , M_y , таблиці розрахункових сполучень зусиль, конструктивні рішення бази колони з траверсою та оголовка колони) – 3 аркуші формату A1;

→ основи і фундаменти (план фундаментів, розрахункові схеми фундаменту ФМ-1, інженерно-геологічний розріз, конструктивні вузли фундаментів та специфікація) – 1 аркуш формату A1;

→ організація будівельного виробництва (технологічна карта на монтаж рами, технологічна карта на влаштування покрівлі з профнастилу, календарний план виконання робіт, будівельний генеральний план, схема руху монтажного крана, схеми розміщення складських майданчиків, тимчасового водопостачання та електропостачання) – 2 аркуші формату A1;

→ науково-дослідна частина (аналітичний огляд, розрахункова модель залізобетонної балки з композитною арматурою, результати чисельного моделювання, графіки залежностей, порівняльні діаграми та висновки) – 3 плакати у презентації.

Дата видачі завдання “07” лютого 2026 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____ Євген ДМИТРЕНКО
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____ Денис КАЩЕНКО
(підпис)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота складається з 151 сторінок, містить 46 рисунків, 33 таблиць, 41 використаних джерел.

Ключові слова: ПРОЄКТУВАННЯ, СКЛАДСЬКИЙ КОМПЛЕКС, ГОТОВА ПРОДУКЦІЯ, МЕТАЛЕВИЙ КАРКАС, ПОПЕРЕЧНА РАМА, ФУНДАМЕНТ, БУДІВЕЛЬНЕ ВИРОБНИЦТВО, МОДУЛЬ ПРУЖНОСТІ, КОМПОЗИТНА АРМАТУРА, МЕТОД СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ, НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є розроблення проєктних рішень складського комплексу готової продукції із під'їзними залізничними шляхами у Вінницькій області (м. Немирів) з урахуванням архітектурно-планувальних, конструктивних, технологічних, економічних та дослідницьких аспектів.

У процесі виконання магістерської роботи вирішено такі завдання:

- розроблено архітектурно-будівельну частину складського комплексу, наведено вихідні дані для проєктування, об'ємно-планувальне та архітектурно-конструктивне рішення будівлі, рішення з будівельної фізики, антикорозійного захисту, теплотехнічного розрахунку огорожувальних конструкцій, опалення та вентиляції;
- розглянуто генеральний план і планувальну організацію території, транспортне обслуговування та під'їзні шляхи, вантажно-розвантажувальні зони, рампи, ворота, а також протипожежні планувальні рішення та евакуацію;
- виконано розрахунково-конструктивну частину, у межах якої проведено розрахунок поперечної рами будівлі, визначено постійні, снігові та вітрові навантаження, побудовано розрахункові схеми й епюри внутрішніх зусиль;
- виконано розрахунок основних вузлів металевого каркаса, зокрема бази колони з траверсою та оголовка колони, із визначенням необхідних конструктивних параметрів і перевіркою роботи елементів вузлів;
- розроблено розділ «Основи і фундаменти», у якому визначено фізико-механічні характеристики ґрунтів, виконано розрахунок фундаменту ФМ-1,

перевірку міцності прийнятого фундаменту та розрахунок фундаменту за деформаціями;

- розроблено технологію будівельного виробництва, визначено номенклатуру та обсяги робіт, обрано методи виконання основних будівельно-монтажних процесів, виконано підбір монтажних кранів, визначено потребу в транспортних засобах, розроблено технологічні карти на монтаж рами та влаштування покрівлі з профнастилу;
- розроблено календарний план виконання робіт і будівельний генеральний план, визначено потребу в інвентарних спорудах, складських приміщеннях і майданчиках, виконано розрахунки тимчасового водопостачання та електропостачання будівельного майданчика;
- розглянуто заходи з охорони праці, пожежної безпеки та охорони навколишнього середовища на період виконання будівельних робіт;
- виконано економічну частину роботи, у якій визначено кошторисну вартість будівництва, трудомісткість, кошторисну заробітну плату, тривалість будівництва та основні техніко-економічні показники;
- виконано науково-дослідний розділ, присвячений аналізу властивостей композитної арматури та чисельному моделюванню напружено-деформованого стану залізобетонних елементів із композитним армуванням із використанням методу скінченних елементів.

Об'єкт дослідження: складський комплекс готової продукції із під'їзними залізничними шляхами у Вінницькій області.

Предмет дослідження: архітектурно-планувальні, конструктивні, технологічні та економічні рішення складського комплексу, а також напружено-деформований стан залізобетонних елементів із композитною арматурою.

Очікувана наукова новизна магістерської роботи полягає в узагальненні та порівняльній оцінці роботи залізобетонних елементів із композитним армуванням, а також у визначенні особливостей їх напружено-деформованого стану за результатами чисельного моделювання методом скінченних елементів.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	6
ВСТУП	11
1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....	15
1.1. Вхідні дані	15
1.2. Об'ємно планувальне рішення	15
1.3. Архітектурно-конструктивне рішення	16
1.4. Будівельна фізика	18
1.4.1 Антикорозійний захист.....	18
1.4.2 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни	19
1.5. Теплотехнічний розрахунок зовнішнього захищення	20
1.6. Опалення та вентиляція	21
1.7. Функціональне зонування складської будівлі	22
1.8. Архітектурне рішення фасадів та зовнішнього вигляду будівлі	23
1.9. Конструктивні рішення огорожувальних конструкцій	25
1.10. Рішення щодо підлог та внутрішнього опорядження	26
2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	29
2.1. Розрахунок поперечної рами	29
2.1.1 Обчислення навантажень на раму	29
2.1.2 Навантаження від снігу.....	29
2.1.3 Вітрове навантаження.....	30
2.2. Розрахунок бази з траверсою.....	44
2.3. Розрахунок оголовка колони	48
3. ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ.....	52
3.1. Розрахунок фундаменту ФМ-1	52
3.1.1 Визначення фізико-механічних характеристик	52
3.1.2 Механічні характеристики ґрунту	54
3.2. Перевірка міцності прийнятого фундаменту	59
3.2.1 по середньому тиску	59
3.2.2 Розрахунок фундаменту за деформаціями	60
4. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА	65
4.1. Визначення номенклатури та об'ємів робіт.....	65
4.2. Вибір методів виконання робіт	65

4.2.1 Роботи підготовчого періоду	65
4.2.2 Земляні роботи.....	65
4.2.3 Будівельно-монтажні роботи	66
4.2.4 Влаштування покрівлі.....	68
4.2.5 Оздоблювальні роботи.....	68
4.3. Підбір монтажних кранів	69
4.4. Визначення необхідності у транспортних засобах	71
4.5. Розробка технологічних карт на виконання будівельних процесів	73
4.5.1 ТК на монтаж рами.....	73
4.5.2 ТК на влаштування покрівлі з профнастилу	77
5. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА	82
5.1. Календарний план.....	82
5.2. Будівельний генеральний план.....	83
5.2.1 Визначення потреби в інвентарних спорудах	83
5.2.2 Розрахунок площі складських приміщень та площадок	85
5.2.3 Розрахунок водопостачання будівельного майданчика.....	87
5.2.4 Дощове водовідведення і витрати дощових вод	88
5.2.5 Розрахунок електропостачання будівельного майданчика.....	90
5.2.6 Розрахунок заземлення зварювального апарату	91
5.2.7 Техніко-економічні показники будгенплану.....	93
5.3. Заходи по охороні праці та пожежної безпеки	93
5.4. Заходи по охороні навколишнього середовища на період будівництва...	95
6. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА	96
6.1. Загальні положення	96
6.2. Визначення кошторисної вартості будівництва	96
6.3. Техніко-економічні показники	98
7. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	101
7.1. Актуальність роботи.....	102
7.2. Властивості та виготовлення композитної арматури	104
7.2.1 Композитна арматура. Класифікація і види	104
7.2.2 Історія винайдення композитної арматури.....	105
7.2.3 Технологічний процес виготовлення композитної арматури	106
7.2.4 Технічні характеристики композитної арматури	112
7.2.5 Переваги та недоліки композитної арматури	113

7.2.6 Особливості проектування	116
7.3. НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН БЕТОННОЇ БАЛКИ ПІДСИЛЕНОЇ КОМПОЗИТНОЮ АРМАТУРОЮ	117
7.3.1 Аналіз переміщення і деформації по осі Y	117
7.3.2 Аналіз напруженого стану	121
7.3.3 Аналіз утворення тріщин	126
ВИСНОВКИ	132
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	136
ДОДАТКИ	141

ВСТУП

Сучасний розвиток промислового та агропромислового виробництва потребує створення ефективної складської інфраструктури, яка забезпечує приймання, зберігання, комплектування та відвантаження готової продукції. Складські комплекси є важливою ланкою виробничо-логістичного процесу, оскільки від їх планувальної організації, транспортної доступності, конструктивної надійності та технологічності залежить безперервність роботи підприємства, швидкість обробки вантажів і загальна ефективність функціонування виробничої системи.

Особливого значення набуває проектування складських будівель, що мають зручні автомобільні під'їзди та під'їзні залізничні шляхи. Поєднання автомобільного й залізничного транспорту дозволяє підвищити гнучкість логістики, забезпечити можливість приймання і відвантаження значних обсягів продукції, скоротити витрати на транспортування та раціонально організувати вантажно-розвантажувальні процеси. Для підприємств, що працюють із готовою продукцією та тарою, така транспортна схема є доцільною, оскільки дає змогу ефективно поєднувати внутрішньоскладські операції з зовнішнім постачанням і відвантаженням.

Проектування складського комплексу готової продукції у Вінницькій області є актуальним з огляду на необхідність розвитку сучасної виробничо-складської інфраструктури, підвищення ефективності логістичних процесів та забезпечення належних умов зберігання продукції. Розміщення об'єкта у місті Немирів передбачає врахування місцевих кліматичних умов, особливостей території, можливостей транспортного обслуговування, а також вимог до безпеки, енергоефективності та довговічності будівельних конструкцій.

Складська будівля повинна відповідати комплексу архітектурно-будівельних, конструктивних, технологічних та експлуатаційних вимог. Вона має забезпечувати достатню площу для розміщення готової продукції та тари, зручність переміщення вантажів, можливість роботи складської техніки,

безпечний рух персоналу, а також надійний захист продукції від атмосферних впливів і несприятливих температурно-вологісних умов. Важливим завданням є також забезпечення простоти експлуатації будівлі, її ремонтпридатності та відповідності чинним будівельним нормам.

У процесі проєктування складського комплексу необхідно враховувати взаємозв'язок між об'ємно-планувальними рішеннями, конструктивною схемою будівлі, організацією вантажних потоків, вибором матеріалів, теплотехнічними характеристиками огорожувальних конструкцій та інженерним забезпеченням. Рациональне поєднання цих складових дозволяє створити функціональну та надійну складську будівлю, придатну для тривалої експлуатації.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є розроблення проєктних рішень складського комплексу готової продукції із під'їзними залізничними шляхами у Вінницькій області з урахуванням архітектурно-планувальних, конструктивних, технологічних, організаційних, економічних та науково-дослідних аспектів.

Для досягнення поставленої мети у роботі передбачено вирішення таких завдань:

- розробити архітектурно-будівельну частину складського комплексу, визначити вихідні дані, об'ємно-планувальне та архітектурно-конструктивне рішення будівлі;
- обґрунтувати функціональне зонування складської будівлі, рішення фасадів, огорожувальних конструкцій, підлог і внутрішнього опорядження;
- виконати теплотехнічну оцінку зовнішніх огорожувальних конструкцій, передбачити заходи з антикорозійного захисту, опалення та вентиляції;
- виконати розрахунок поперечної рами будівлі з урахуванням постійних, снігових і вітрових навантажень;
- розрахувати основні вузли металевого каркаса, зокрема базу колони з траверсою та оголовок колони;

- виконати розрахунок фундаменту, визначити фізико-механічні характеристики ґрунтів, перевірити прийняте конструктивне рішення за міцністю та деформаціями;
- розробити технологію будівельного виробництва, визначити номенклатуру та обсяги робіт, обрати методи виконання основних будівельно-монтажних процесів;
- виконати підбір монтажних кранів, визначити потребу у транспортних засобах, розробити технологічні карти, календарний план і будівельний генеральний план;
- визначити основні техніко-економічні показники будівництва та оцінити економічну доцільність прийнятих рішень;
- виконати науково-дослідний розділ, присвячений аналізу властивостей композитної арматури та моделюванню напружено-деформованого стану залізобетонних елементів із композитним армуванням.

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ: Напружено-деформований стан залізобетонних балок із композитним армуванням при дії статичного навантаження.

ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ: Вплив заміни сталевих арматур на композитну на деформації, напруження, тріщиностійкість і прогини залізобетонної балки, визначені методом скінченних елементів.

Практичне значення роботи полягає в розробленні комплексу проєктних рішень, які можуть бути використані під час проєктування та будівництва складських будівель промислового призначення. Запропоновані рішення спрямовані на забезпечення функціональності складського простору, надійності несучих конструкцій, раціональної організації будівельного виробництва та економічної обґрунтованості реалізації об'єкта.

Науково-дослідна складова роботи пов'язана з аналізом застосування композитної арматури у залізобетонних елементах. Дослідження роботи таких конструкцій із використанням методу скінченних елементів дозволяє оцінити особливості їх напружено-деформованого стану, порівняти ефективність

композитного армування з традиційними рішеннями та визначити перспективи його подальшого застосування у будівельній практиці.

Магістерська кваліфікаційна робота складається з архітектурно-будівельної частини, розрахунково-конструктивної частини, розділу основ і фундаментів, технології будівельного виробництва, організації будівництва, економіки будівництва, науково-дослідного розділу, висновків, списку використаних джерел та додатків.

1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Вхідні дані

Кліматичні умови для будівництва:

- рельєф місцевості спокійний, майданчик горизонтальний;
- швидкісний напір вітру для III району 38 кг/м^2 ;
- вага снігового покриття для II району 70 кг/м^2 ;
- розрахункова зимова температура

Характеристика будівлі й виробництва:

- будівля має II ступінь відповідальності (коефіцієнт надійності за призначенням ДБН [5]).
- за пожежною безпекою будівля відноситься до категорії “В” та нижче;
- відносна вологість в приміщенні не більш 50 %;
- температура повітря в приміщенні $16 \text{ }^\circ\text{C}$;
- середовище слабоагресивне, неагресивне.

Площа забудови: 3035 м^2

Будівельний об'єм: 29083 м^3

Загальна корисна площа: 2792 м^2

Робоча площа: 2613 м^2

Коефіцієнт $K_1 = (\text{виробнича площа, м}^2) / (\text{загальна площа, м}^2)$: 0,93;

Коефіцієнт $K_2 = (\text{будівельний об'єм, м}^3) / (\text{робоча площа, м}^2)$: 11,13;

Місто: Немирів.

1.2. Об'ємно планувальне рішення

Склад тари і готової продукції являє собою трьохпрольотне опалювальне приміщення розміром в плані $72 \times 37.5 \text{ м}$. з навісом біля ряду Е в осях 5-9.

Несуча рама каркасу складу розміщена вздовж буквених осей з кроком 7.5 м.

Відмітка ригеля покриття по вісі 7 - $+11.600 \text{ м}$.

Уклон покриття 10% в сторони осей 1, 13.

З боку ряду А запроектовано навіс над рампою і залізнодорожними шляхами.

За відмітку 0.000 прийнято рівень чистої підлоги споруди споруди, що відповідає абсолютній відмітці +294.90м.

План першого поверху та експлікація приміщень показані на аркуші 1.

Вхід та під'їзди запроектовані згідно зручності навантаження та розвантаження продукції, зручного в'їзду вантажних машин в складський комплекс.

Приміщення, що проектується, входить в комплекс будівництва складів для готової продукції, а також використаної тари для ДП "Алко-Інвест-Україна" кварталу. Розташування всіх будівель і споруд на ділянці обумовлене протипожежними та санітарними умовами. Прийнята планувальна схема сприяє створенню архітектурної виразності забудови і вільно вписується в існуючу забудову даного комплексу. Генпланом передбачено раціональне використання даного майданчика, зручні під'їзди та виїзди з складів.

Приміщення освітлюються природнім світлом та за допомогою штучного освітлення.

Проектом передбачено озеленення вільної від забудови та заощення території шляхом влаштування газонів із багаторічних трав, насадженням дерев та чагарників.

1.3. Архітектурно-конструктивне рішення

Несучими конструкцією будівлі складу являється трьохпрольотна рама, що складається із стійок та ригелів покриття. Стійки по осям 1, 13 в фундамент закріплені шарнірно і жорстко закріплені з ригелем покриття, стійки по осям 5, 9 жорстко закріплені в фундамент і жорстко закріплені з ригелем покриття. По рядам А, Е запроектовані несучі торці з системою стійок і вязей, що сприймають горизонтальні та вертикальні навантаження. Просторова незмінність каркасу споруди складу забезпечується постановкою вертикальних вязей по стійкам

вздовж осей 1, 5, 9, 13, горизонтальних вязей на рівні покриття та несучими торцями.

Стійки та ригелі прийнято із зварних двутаврів. Фундаменти – залізобетонні, окреморозташовані із розмірами в плані 2.4х2.4м. а під зовнішні стіни 1.8х2.4 м. висотою 2.4 м. Глибина закладання фундаментів зумовлена геологічними особливостями даного району, а саме розміщенням несучого шару ґрунту.

Під зовнішні осі – фундаментні залізобетонні балки таврового перерізу висотою 0.3 м. Покриття запроектовано по прогонам з ухилом $i = 0.1$ до осей 1 і 13, та зовнішнє організоване водовідведення (водосточна система “Шторм” фірми “HUNTER” Англія.

Конструкція зовнішньої стіни – являє собою сендвіч. Зовнішні стіни виконуються з металевого профлиста, який кріпиться до гнутих С-подібних прогонів за допомогою саморізів. С подібні прогони кріпляться до металевого каркасу за допомогою болтів. Утеплення зовнішніх стін виконується сертифікованим утеплювачем “PANELROK” фірми “ROKWOOL” завтовшки 100мм. Розміщення майданчика для будівництва дозволяє підвіз будівельних матеріалів та приладів автомобільним транспортом.

Покрівля виконується з зовнішнього та внутрішнього профлиста, утеплювача “ROCKMIN” фірми “ROKWOOL” завтовшки 150мм. Металевий профлист кріпиться до металевих оцинкованих С-подібних прогонів, які кріпляться, кріпляться до ригелів металевого каркасу. Всі стіни металевого профлиста з внутрішнього та зовнішнього шару ущільнюються за допомогою герметика. Стіни, перегородки виконати з червоної повнотілої цегли пластичного пресування марки КР75/1700/25, ДСТУ.Б.В.2,7-61-97 на розчині М50.

Вікна, двері виконуються по індивідуальному замовленню. Під’їзні та вхідні двері у склад виготовлені з металу.

Підлога в приміщенні виконана з бетону класу С20/25 заармоване двома металевими сітками, зверху покрита акріловою пропіткою для підлоги.

Для водовідведення з покрівлі запроектована водостічна система “Шторм” фірми “HUNTER” Англія, сірого кольору.

Фасад будівлі показаний на аркуші 1 креслень. Будівля має привабливий зовнішній вигляд. Це створюється при фарбуванні металевого профілю олійними фарбами синього, жовтого та бежового кольорів. Використання цих фарб надає будівлі певної своєрідності та оригінальності.

Цоколь виконано з червоної повнотілої облицювальної цегли червоного кольору.

Матеріал конструкцій. Марка сталей елементів конструкцій прийняті в залежності від виду конструкції та кліматичного району.

Для фланцевих з'єднань прийнята сталь марки 09Г2С-15 по ГОСТ 19281-89. Сортамент прокатних профілів, використаних в проекті, прийнятий по періchnю профілей, виготовляємих заводами України.

1.4. Будівельна фізика

1.4.1 Антикорозійний захист

Заходи по антикорозійному захисту розроблені на основі СНиП 2.03.11-85 “Защита строительных конструкций от коррозии” з врахуванням слабоагресивного середовища. Перед ґрунтуванням металеві конструкції ретельно очистити від окисів (ржавчин, окалин і жирних плям) у відповідності до ГОСТ 9.402.80*. При цьому забезпечити другу степінь очистки поверхностей.

Металоконструкції фарбувати двома слоями емалі ПФ115 ГОСТ 6465-76* по одному слою ґрунтовки ГФ – 021 ГОСТ 25129 – 82*.

Всі роботи по антикорозійному захисту слід виконувати з дотриманням СНиП 3.04.03 – 85 “Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии” і ГОСТ 12.3.005 – 75 “Работы окрасочные. Общие требования безопасности” , ГОСТ 12.3.016 – 87 “Строительство. Работы окрасочные. Требования безопасности”.

1.4.2 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Стіна будівлі являє собою збірні “сандвіч” панелі, які складаються з двох листів профільованого настилу завтовшки 0.6 мм, у просторі між якими розташовано утеплювач з мінераловатних плит “ROCKWOOL” густиною 150 кг/м³ завтовшки 100 мм.

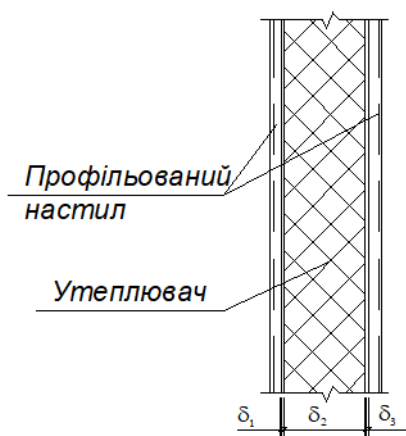


Рисунок 1.1 Стіна будівлі

Опір теплопередачі R_{Σ} , м²·°C/Вт огорожуючої конструкції визначається за формулою:

$$R_{\Sigma} = R_B + R_K + R_Z = 0.115 + 2.04 + 0.043 = 2.2 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

де $R_Z = \frac{1}{\alpha_B} = \frac{1}{8.7} = 0.115 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$ - опір теплосприйняттю внутрішньої поверхні стіни.

$R_K = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} = \frac{0.0006}{58} + \frac{0.1}{0.049} + \frac{0.0006}{58} = 2.04 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$ - термічний опір даної огорожуючої конструкції, в якому δ_i - товщини кожного шару в м, λ_i - коефіцієнти теплопровідності для кожного шару. В даному випадку коефіцієнти теплопровідності для сталі прийняті за дод. 3 до Сніп II-3-79**, а коефіцієнт теплопровідності утеплювача за інструкціями фірми “ROCKWOOL”.

$$R_H = \frac{1}{\alpha_H} = \frac{1}{23} = 0.043 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}} - \text{опір тепловіддачі зовнішньої стіни поверхні.}$$

Визначаємо нормативний опір стіни за I зоною, в якій знаходиться м. Немирів:

$R_{\Sigma}^H = (0.1 + 0.05t_B)R_{\Sigma}^{H_{18}} = (0.1 + 0.05 \cdot 16)2.2 = 1.98 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$ при внутрішній температурі в приміщенні $16^\circ C$, отже конструкція стіни достатня оскільки: $R_{\Sigma}^H = 1.98 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm} < R_{\Sigma} = 2.2 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$

1.5. Теплотехнічний розрахунок зовнішнього захищення

Визначаємо до якої температурної зони відноситься місце будівництва:

$$KГД = (t_b - t_{on}) Z_{on} = (21 - 0.1)116 = 3031.3$$

$3001 < 3031,3 < 3500$ – друга температурна зона.

В цій зоні потрібно забезпечити наступні значення опору теплопередачі огорожуючих конструкцій:

$$\text{- для стін } R^{потр} = 2,1 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm};$$

Зовнішні стіни виконуємо товщиною 200 мм. з так званих сандвіч панелей, в яких використовуємо мінераловатний утеплювач фірми ROCKWOOL, що обшивається з обох боків профільованими листами ТП-60. Коефіцієнт теплопередачі $R^{потр} = 2,8 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$;

$$\text{- для зовнішніх вікон } R^{потр} = 0,42 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm};$$

Щоб забезпечити потрібний опір теплопередачі для вікон $R^{потр} = 0,42 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$; приймаємо вікна з алюмінієвою рамою та подвійним застлінням з $R = 0,52 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$;

для зовнішніх дверей $R^{потр}_{дв} = 0,6 R^{потр}_{стіни}$;

$$\begin{aligned} \text{Потрібний опір теплопередачі зовнішніх дверей } R^{потр}_{дв} &= 0,6 R^{потр}_{стіни} \\ &= 0,6 \cdot 2,4 = 1,44 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}; \end{aligned}$$

Приймаємо металеві двері з $R = 0,31 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$, що менше потрібного опору теплопередачі, але біля головного входу влаштована теплова завіса.

-покриття даху будівлі

Згідно з прийнятими нормами для II-гої температурної зони покриття даху будівлі повинно забезпечувати опір теплопередачі $R^{потр} = 2,5 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$, тобто коефіцієнт його теплопередачі повинен бути не більшим, ніж

$$K \leq \frac{1}{R^{номр}} = \frac{1}{2,5} = 0,4 \frac{Bm}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

Покрівлю виконуємо з профлістів марки ТП-60, двох шарів, між якими монтуємо мінераловатний утеплювач товщиною 150мм, з $K = 0,35 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$; що забезпечує відповідні умови.

1.6. Опалення та вентиляція

В будівлі запроектована водяна система опалення, як найбільш гігієнічна, досконала в експлуатації яка піддається регулюванню в широких межах в залежності від температури зовнішнього повітря.

Система має штучну циркуляцію теплоносія яка створюється за допомогою елеваторного вузла. Температура води до елеваторного вузла $95^\circ C$, а на виході з нього – $70^\circ C$.

Проектом передбачається влаштування двотрубною системи опалення з насосною циркуляцією води та горизонтальною розводкою трубопроводів.

Джерело теплової енергії – котел індивідуального опалення фірми Данко.

Для обліку витрат теплової енергії в тепловому вузлі будівлі встановлюється тепловий лічильник типу „ГОРИНЬ-С”.

Теплоносій – вода з параметрами $T_1 = 95^\circ C$, $T_2 = 70^\circ C$.

Нагрівальні прилади – радіатори сталеві RETTIG-PURMO, тип V.

Трубопроводи систем монтуються зі сталевих електрозварних труб за ГОСТ 10704 – 91. Регулювання температури здійснюється термостатами типу “HERZ”.

Неізольовані трубопроводи фарбуються олійною фарбою за 2 рази.

Витрата тепла складає $Q = 101,5$ кВт.

Монтаж системи опалення вести згідно вимог СНиП 3.05.01 – 85.

Вентиляція проектується притічно-витяжною з механічним та природнім і змішаним збудженням. Від обладнання з шкідливими викидами проектується місцеві витяжки повітря. Природна витяжна вентиляція проектується через верхні фрамуги вікон та zenітні ліхтарі з функцією димовидалення.

Функція повітрообміну здійснюється за допомогою відкривання zenітного ліхтаря автоматичним електричним приводом. За допомогою цієї системи відбувається автоматичне провітрення складу. Використання такої системи дозволяє регулювати рівень вологості в придаховій частині будівлі й таким чином захищати конструкції від руйнівної дії конденсату. Ця ж автоматична система закриває zenітний ліхтар на випадок дощу, снігу, чи сильного вітру. В проектуючій будівлі використовуються zenітні ліхтарі німецької фірми ESSMAN, яка пройшла відповідну сертифікацію на Україні. Дані ліхтарі розміщені на коньку будівлі. Розміри ліхтарів 3х12м., каркас виконаний з алюмінію, покриття – полікарбонат. Механічна витяжка проектується радіальними осьовими вентиляторами фірми ESSMAN . Притік повітря передбачається механічним і природнім. Природній притік проектується в теплий період року через нижні фрамуги вікон. Механічний притік подається зосереджено, в залежності від шкідливості технологічного процесу і конструктивних особливостей приміщення.

1.7. Функціональне зонування складської будівлі

Функціональне зонування складської будівлі прийнято з урахуванням її основного призначення — зберігання готової продукції та використаної тари. Планувальна структура приміщення повинна забезпечувати зручне приймання, розміщення, тимчасове зберігання, переміщення та відвантаження продукції автомобільним і залізничним транспортом.

Основну площу будівлі займає складська зона, призначена для розміщення готової продукції та тари. Вона організовується таким чином, щоб забезпечити раціональне використання внутрішнього простору, можливість безпечного

переміщення вантажів і зручність роботи складської техніки. Трипрольотна схема будівлі дозволяє розподілити внутрішній простір на окремі функціональні ділянки без ускладнення загальної планувальної структури.

Зона приймання продукції розміщується поблизу вантажних входів і рамп, що забезпечує скорочення шляху переміщення вантажів від транспорту до місць зберігання. Зона відвантаження передбачається з урахуванням зручного під'їзду вантажних автомобілів і можливості обслуговування залізничних шляхів. Таке планувальне рішення сприяє розділенню потоків приймання та видачі продукції, а також зменшує перетин маршрутів руху транспорту, персоналу і вантажів.

Допоміжні зони складської будівлі призначаються для обслуговування основного технологічного процесу. До них належать проходи, проїзди, місця тимчасового складування, ділянки для маневрування внутрішньоскладської техніки, а також зони біля воріт і рамп. Їх розміщення повинно забезпечувати безперервність складського процесу та зручний доступ до всіх частин приміщення.

Пішохідні шляхи для персоналу доцільно відокремлювати від основних напрямків руху вантажів і складської техніки. Це підвищує безпеку експлуатації будівлі та зменшує ризик виникнення аварійних ситуацій під час виконання вантажно-розвантажувальних робіт.

Прийняте функціональне зонування забезпечує раціональну організацію складського простору, зручне виконання операцій із готовою продукцією та тарою, ефективне використання площі будівлі, а також безпечні умови роботи персоналу.

1.8. Архітектурне рішення фасадів та зовнішнього вигляду будівлі

Архітектурне рішення фасадів складської будівлі прийнято з урахуванням її промислового призначення, конструктивної схеми та функціональних вимог до експлуатації. Зовнішній вигляд будівлі формується простими геометричними

об'ємами, чітким ритмом несучих конструкцій, прорізів, воріт і огорожувальних елементів.

Фасади будівлі мають лаконічне промислове вирішення. Основними елементами зовнішнього огородження є профільовані металеві листи, що забезпечують захист внутрішнього простору складу від атмосферних впливів і водночас формують зовнішній вигляд споруди. Використання металевого профілю є доцільним для складських і виробничих будівель, оскільки такий матеріал має достатню довговічність, технологічність монтажу та не потребує складного опорядження.

Колористичне рішення фасадів передбачає фарбування металевого профілю у синій, жовтий та бежевий кольори. Поєднання цих кольорів дозволяє надати будівлі більш виразного вигляду, уникнути монотонності великих площ фасадів та підкреслити окремі архітектурні елементи. Таке вирішення сприяє формуванню впорядкованого зовнішнього образу складської будівлі в межах промислової забудови.

Цокольна частина будівлі виконується з червоної повнотілої облицювальної цегли. Вона візуально відокремлює нижню частину фасаду від основного об'єму споруди, підкреслює горизонтальну композицію будівлі та забезпечує додатковий захист нижньої частини стін від механічних пошкоджень і впливу вологи.

Вікна, двері та ворота розміщуються відповідно до об'ємно-планувального рішення будівлі та функціонального призначення окремих зон. Віконні прорізи забезпечують природне освітлення складських приміщень, а металеві вхідні та під'їзні двері відповідають умовам експлуатації складського комплексу. Вантажні ворота передбачаються у місцях виконання навантажувально-розвантажувальних операцій і є важливими елементами фасадного рішення.

Покрівля та система зовнішнього водовідведення також беруть участь у формуванні архітектурного вигляду будівлі. Організоване водовідведення з покрівлі забезпечує відведення атмосферних опадів і захищає фасади та цоколь від надмірного зволоження. Прийняте архітектурне рішення фасадів забезпечує

функціональність, довговічність, простоту експлуатації та належний зовнішній вигляд складської будівлі.

1.9. Конструктивні рішення огорожувальних конструкцій

Огороджувальні конструкції складської будівлі прийнято з урахуванням її функціонального призначення, температурно-вологісного режиму приміщень, вимог до довговічності, енергоефективності та захисту внутрішнього простору від атмосферних впливів.

Зовнішні стіни будівлі виконуються у вигляді сендвіч-конструкції. Основу стінового огороження становлять металеві профільовані листи, між якими розміщується шар мінераловатного утеплювача. Таке конструктивне рішення забезпечує необхідний тепловий захист, зменшує тепловтрати в опалювальному приміщенні та сприяє підтриманню стабільного мікроклімату всередині складу.

Зовнішній і внутрішній шари профільованого настилу кріпляться до гнутих С-подібних прогонів за допомогою самонарізних гвинтів. С-подібні прогони, у свою чергу, закріплюються до елементів металевого каркаса будівлі болтовими з'єднаннями. Така система кріплення забезпечує технологічність монтажу, достатню жорсткість огороження та можливість надійної роботи стінових елементів під дією вітрових навантажень.

Як теплоізоляційний шар у зовнішніх стінах передбачається застосування мінераловатного утеплювача. Використання мінераловатних плит є доцільним для складських будівель, оскільки вони мають низьку теплопровідність, достатню вогнестійкість, стійкість до біологічного впливу та забезпечують додаткове покращення звукоізоляційних характеристик огороження.

Покриття будівлі також виконується з профільованих металевих листів із теплоізоляційним шаром. Утеплення покрівлі передбачається мінераловатними плитами, що забезпечує необхідний опір теплопередачі та зменшує втрати тепла через верхнє огороження. Профільовані листи покриття кріпляться до

металевих оцинкованих прогонів, які передають навантаження на ригелі металевого каркаса.

Стики між окремими листами профільованого настилу та вузли примикання огорожувальних конструкцій ущільнюються герметиком. Це дає змогу зменшити повітропроникність огорожень, запобігти потраплянню атмосферної вологи всередину конструкції та підвищити експлуатаційну надійність будівлі.

Віконні, дверні та ворітні прорізи передбачаються відповідно до об'ємно-планувального рішення будівлі. Вікна забезпечують природне освітлення складських приміщень, а металеві двері та ворота відповідають умовам експлуатації складського комплексу. У місцях розміщення воріт необхідно забезпечити надійне примикання огорожувальних конструкцій, герметизацію стиків і захист від надмірних тепловтрат.

Для відведення атмосферних опадів із покрівлі передбачено організовану систему зовнішнього водовідведення. Її застосування забезпечує захист фасадів, цокольної частини та фундаментів від надмірного зволоження, а також сприяє підвищенню довговічності огорожувальних конструкцій.

Прийняті конструктивні рішення зовнішніх стін, покриття, прорізів і водовідвідних елементів забезпечують надійний захист складської будівлі від зовнішніх впливів, необхідний рівень теплової ізоляції, простоту монтажу та зручність подальшої експлуатації.

1.10. Рішення щодо підлог та внутрішнього опорядження

Рішення щодо підлог та внутрішнього опорядження складської будівлі прийнято з урахуванням її функціонального призначення, умов експлуатації, характеру навантажень і необхідності забезпечення довговічності внутрішніх поверхонь.

Підлога у складському приміщенні виконується з бетону класу B25 із армуванням двома металевими сітками. Таке конструктивне рішення забезпечує

необхідну міцність і жорсткість підлоги під час сприйняття експлуатаційних навантажень від складованої продукції, тари, руху вантажного транспорту та внутрішньоскладської техніки.

З метою підвищення зносостійкості, пилонепроникності та довговічності поверхні підлоги передбачається нанесення акрилової просочувальної обробки. Таке покриття сприяє зменшенню стирання бетонної поверхні, полегшує прибирання приміщення та покращує умови експлуатації складської зони.

Конструкція підлоги повинна забезпечувати рівну поверхню, придатну для безпечного переміщення вантажів, роботи навантажувальної техніки та складування продукції. У місцях інтенсивного руху техніки та поблизу воріт необхідно забезпечити підвищену стійкість покриття до механічних впливів, стирання та можливого зволоження.

Внутрішні стіни та перегородки виконуються з червоної повнотілої цегли пластичного пресування на цементно-піщаному розчині. Таке рішення забезпечує достатню міцність, довговічність і стійкість внутрішніх огорожувальних елементів до експлуатаційних впливів. Поверхні внутрішніх стін повинні бути придатними для подальшого опорядження, утримання в належному санітарному стані та поточного ремонту.

Внутрішнє опорядження приміщень приймається простим і функціональним, відповідно до складського призначення будівлі. Основними вимогами до нього є довговічність, зручність експлуатації, стійкість до забруднення, можливість очищення поверхонь і відповідність санітарно-гігієнічним вимогам.

Двері та ворота у складській будівлі виконуються з матеріалів, стійких до механічних впливів та інтенсивної експлуатації. Вхідні двері для персоналу та вантажні ворота розміщуються відповідно до функціонального зонування будівлі, що забезпечує зручність руху людей, продукції та складської техніки.

Прийняті рішення щодо підлог і внутрішнього опорядження забезпечують надійну експлуатацію складської будівлі, створюють умови для безпечного

переміщення вантажів, зберігання готової продукції та підтримання приміщень у належному технічному і санітарному стані.

2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1. Розрахунок поперечної рами

2.1.1 Обчислення навантажень на раму

На раму діють навантаження: постійні (від маси огорожуючи і несучих конструкцій); атмосферні (вітрове та снігове навантаження).

Постійне навантаження від покрівлі та стінових панелей.

Розрахункове навантаження від маси конструкцій перекриття на 1м^2 горизонтальної проекції покрівлі становить:

$$q_0 = q_1 + q_2^n \gamma_f = 0.730 + 0.08 \cdot 1.05 = 0.814 \text{кН/м}^2, \text{ де } q_1 = 0.730 \text{кН/м}^2$$

- розрахункове навантаження від покрівлі;

$$q_2^n = 0.05 \text{кН/м}^2 - \text{маса зв'язків покриття};$$

$$\gamma_f = 1.05 - \text{коефіцієнт надійності за навантаженням}$$

Таблиця 2.1. Збір навантаження на раму

№	Навантаження	Нормативне значення q_n кН/м^2	Коефіцієнт надійності	Розрахункове значення, q , кН./м^2
1.	<u>Профнастил</u> ТП 60	0,13	1,05	0,136
2.	Пароізоляційна плівка	0.002	1,3	0,0026
3.	Мінераловатний утеплювач	0,1	1,3	0,13
4.	<u>Профнастил</u> ТП 60	0,13	1,05	0,136
5.	Прогони покриття	0,12	1,05	0,126
6.	Ригель покриття	0,19	1,05	0,199
Всього		0.672		0,730

2.1.2 Навантаження від снігу

Варіант 1.

На ригель рами діють навантаження, прикладені до ригеля (від маси покриття і несучих конструкцій, снігового навантаження) і до колон рами (вітрове навантаження)

Розрахункове розподілене лінійне навантаження від маси покрівлі і несучих конструкцій приймається з розрахунку рами:

$$q = 0,814 \text{ кН/м}^2$$

Навантаження на 1м^2 покрівлі $S = S_0\mu$; $S_0 = 1,36$; $\mu = 1$;

$$S = 1,36 \cdot 1 = 1,36 \text{ кН/м}^2$$

Розрахункове навантаження

$$S_p = \gamma_f S_0 \mu = 1,36 \cdot 1 \cdot 1,5 = 2,04 \text{ кН/м}$$

Розрахункове навантаження на 1м ригеля $S_p = S \cdot B \text{ кН/м}$

$$S_p = 2,04 \cdot 7,5 = 15,3 \text{ кН/м}$$

Варіант 2.

Враховується тільки для двосхилих покрівель, ми оберемо

схему "б" так як $10^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$

$$c_1 = 0,6; \quad c_2 = 1,4; \quad S_p = 15,3 \text{ кН/м}$$

Запишемо розподілене лінійне навантаження від розрахункового снігового навантаження на різних ділянках:

$$S_1 = S_p \cdot c_1 = 15,3 \times 0,6 = 9,18 \text{ кН/м}$$

$$S_2 = S_p \cdot c_2 = 15,3 \times 1,4 = 21,42 \text{ кН/м}$$

$$S_3 = S_3 = 9,8 \text{ кН/м}$$

Снігове навантаження для варіанта 2 враховується тільки під час розрахунку стояків, до яких прикладене навантаження, в інших випадках використовують варіант 1.

2.1.3 Вітрове навантаження

Нормативний швидкісний напір вітру для м. Немирів до 10 м $w_0 = 0,47 \text{ кПа}$ (І вітровий район).

Нормативне значення статичної складової вітрового тиску на 1м^2 поверхні будівлі обчислюють за формулою $w_m = w_0 k c_e$;

$$\text{де } w_0 = 0,47, k = 0,59, c_e = 0,8 \text{ отже } w_m = 0,47 \cdot 0,59 \cdot 0,8 = 0,222 \text{ кН/м}^2$$

Розрахункове навантаження на один метр висоти обчислюють за формулою: $w = \gamma_f \cdot w_0 \cdot k \cdot c_e \cdot B$; де $\gamma_f = 1,2$; $B = 7,5\text{м}$; $w_0 = 0,47$; $c_e = 0,8$

$$w = 1,2 \cdot 0,47 \cdot 0,59 \cdot 0,8 \cdot 7,5 = 1,99\text{кН/м}^2 \text{ (активний тиск)}$$

$$w = 1,2 \cdot 0,47 \cdot 0,59 \cdot 0,6 \cdot 7,5 = 1,49\text{кН/м}^2 \text{ (пасивний тиск)}$$

Знаходимо зосереджену силу вітру з навітряної сторони будівлі

$$W = \gamma_f \cdot w_0 \cdot k \cdot c_e \cdot B_p \cdot h_w + B \cdot h/2$$

$$= 1,2 \cdot 0,8 \cdot 0,47 \cdot 0,59 \cdot 7,5 \cdot 3,6 + 1,94 \cdot 8/2 = 14,94$$

Розрахункове навантаження з навітряного боку (відкос):

$$w_{ek}^I = 0,6/0,8 \cdot w_{ek} = 0,75 \cdot 1,94 = 1,455\text{кН}$$

$$W^I = 0,75 \cdot 14,94 = 11,205\text{кН}$$

Подальший розрахунок рами проводимо за допомогою програми ЛІРА 9.4. Результати розрахунків (зусилля та РСУ) виводимо у формі таблиць.

Проектування, розрахунок та підбір перерізів колони проводимо за допомогою програми „ЛІР-СТК”. Результати розрахунку зведені у таблицях.

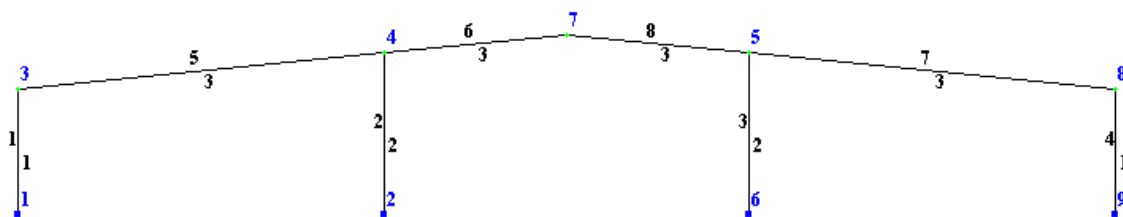


Рисунок 2.1. Розрахункова схема рами

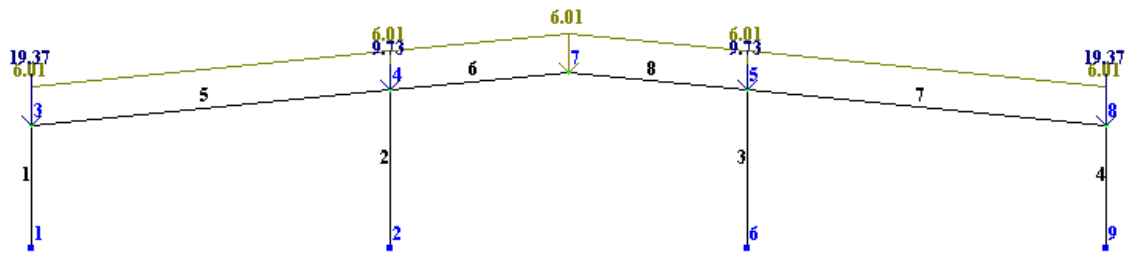


Рисунок 2.2. Розрахункова схема рами (постійне навантаження)

Постійне навантаження від власної ваги
Зпюра N
Единиці вимірювання - кН

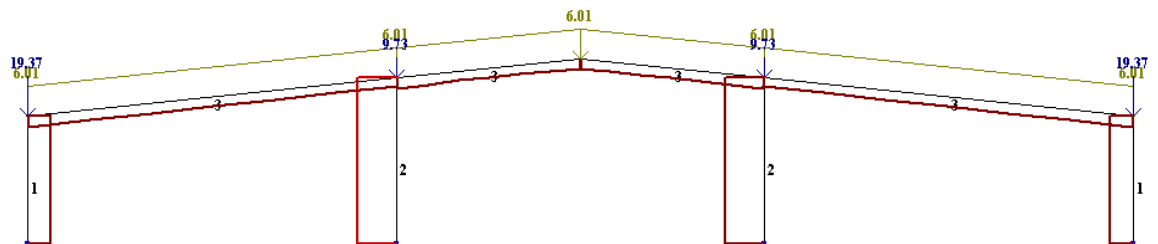


Рисунок 2.3. Епюра N від постійного навантаження

Постійне навантаження від власної ваги
Зпюра Qz
Единиці вимірювання - кН

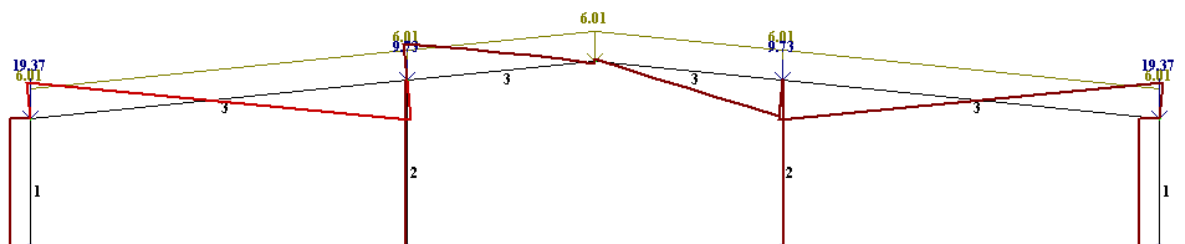
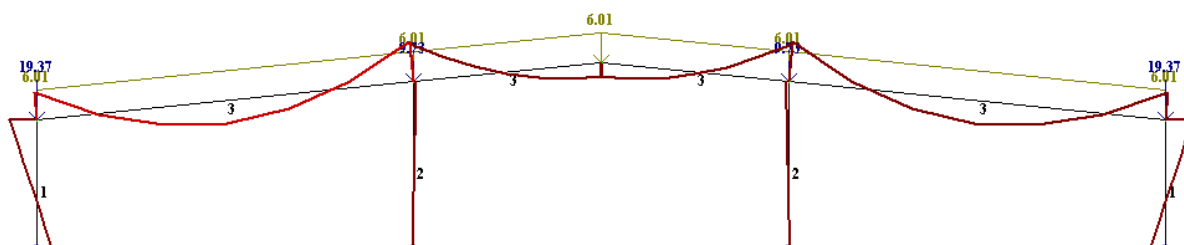


Рисунок 2.4. Епюра Q_z від постійного навантаження

Постійне навантаження від власної ваги
Епюра M_y
Единиці вимірювання - кН*м

Рисунок 2.5. Епюра M_y від постійного навантаження

Снігове навантаження

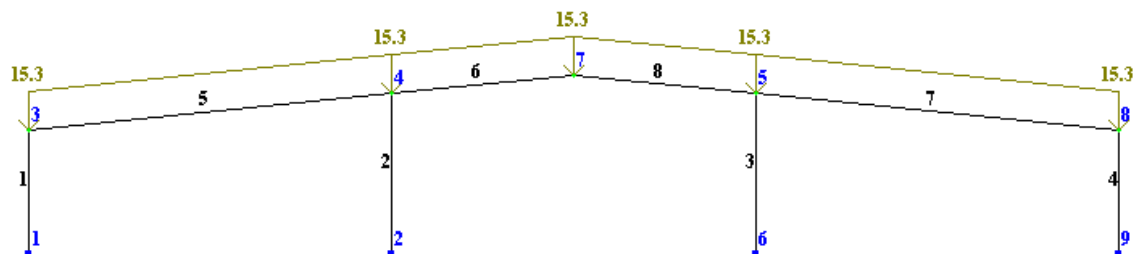


Рисунок 2.6. Розрахункова схема рами (снігове навантаження)

Снігове навантаження
Епюра N
Единиці вимірювання - кН

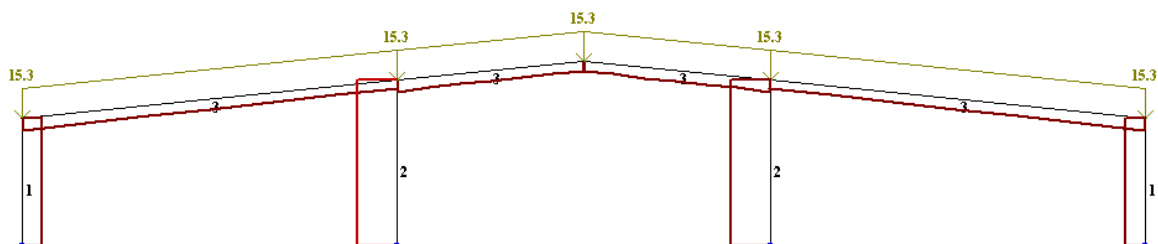


Рисунок 2.7. Епюра N від снігового навантаження

Снігове навантаження
Епюра Q_z
Единиці вимірювання - кН

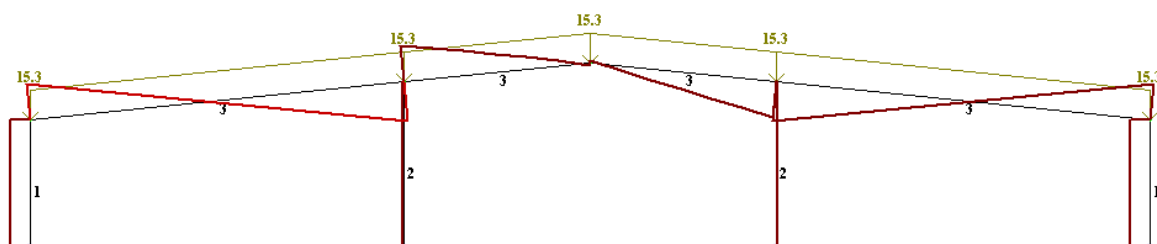


Рисунок 2.8. Епюра Q_z від снігового навантаження

Снігове навантаження
Епюра M_y
Единиці вимірювання - кН*м

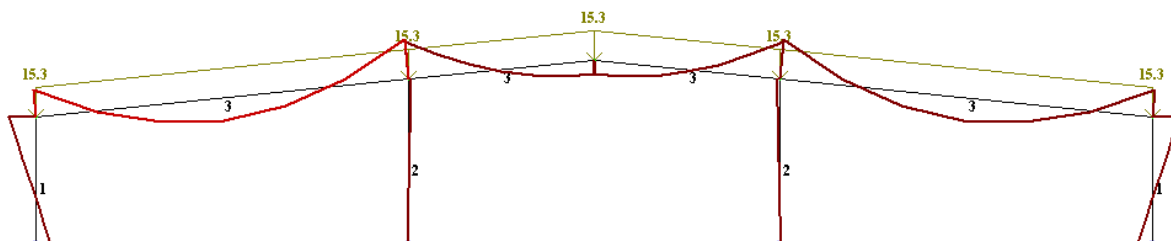


Рисунок 2.9. Епюра M_y від снігового навантаження

Вітрове навантаження

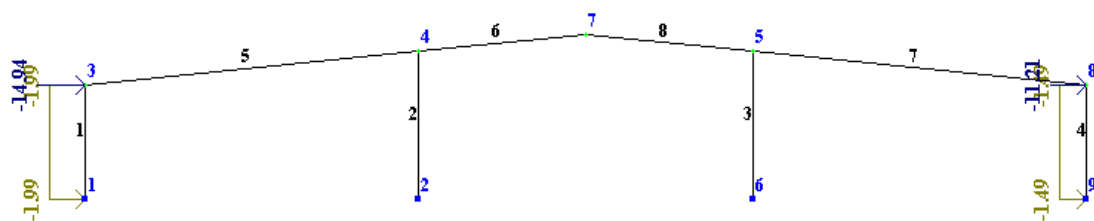


Рисунок 2.10. Розрахункова схема рами (вітрове навантаження)

Вітрове навантаження
 Епюра N
 Единиці вимірювання - кН

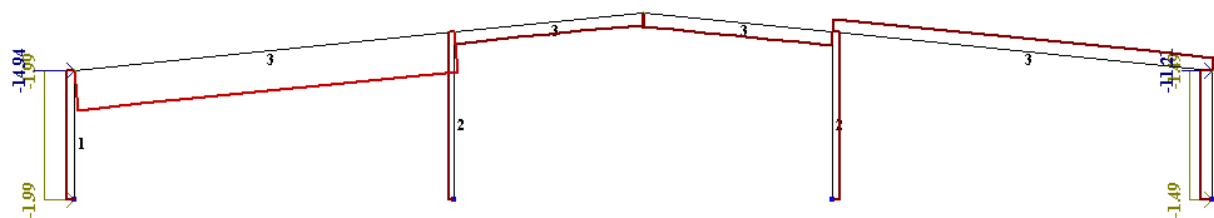


Рисунок 2.11. Епюра N від вітрового навантаження

Вітрове навантаження
Епюра Q_z
Единиці вимірювання - кН

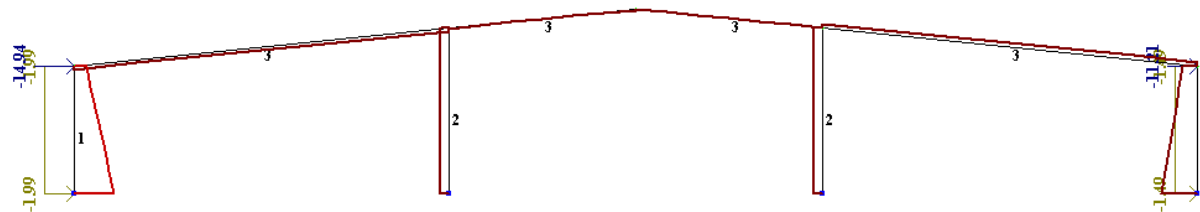


Рисунок 2.12. Епюра Q_z від вітрового навантаження

Вітрове навантаження
Епюра M_y
Единиці вимірювання - кН*м

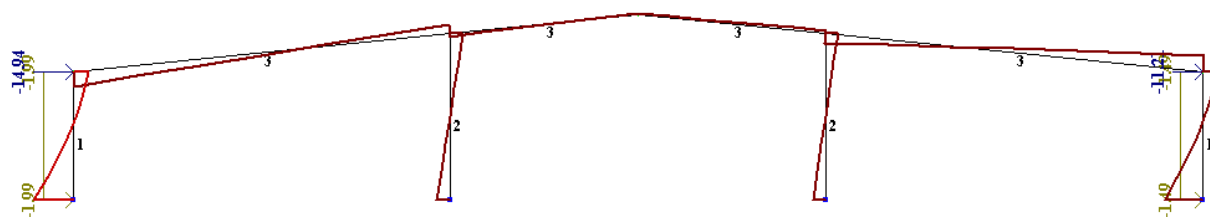


Рисунок 2.13. Епюра M_y від вітрового навантаження

Друге снігове навантаження

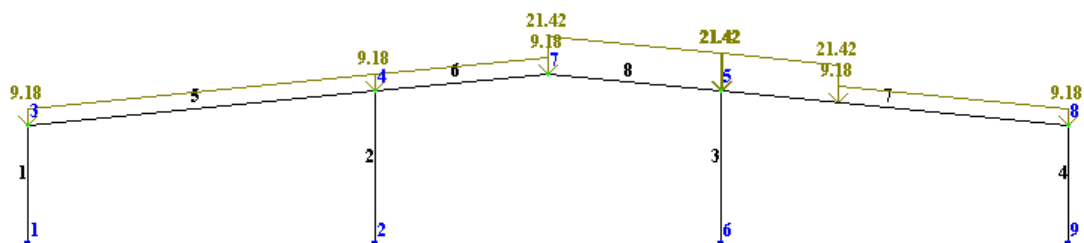


Рисунок 2.14. Розрахункова схема рами (друге снігове навантаження)

Друге снігове навантаження
Епюра N
Единиці вимірювання - кН

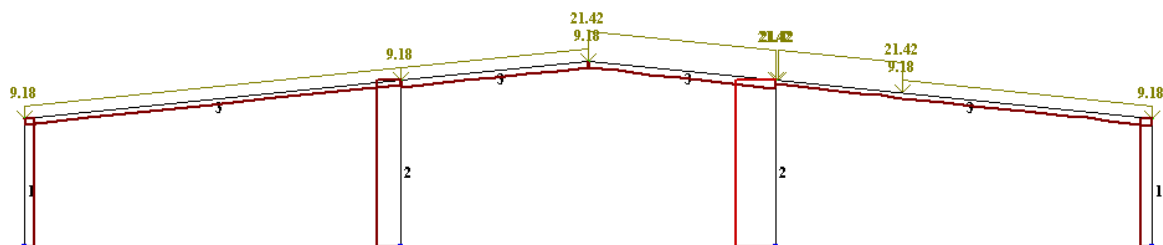


Рисунок 2.15. Епюра N від другого снігового навантаження

Друге снігове навантаження
Епюра Q_z
Единиці вимірювання - кН

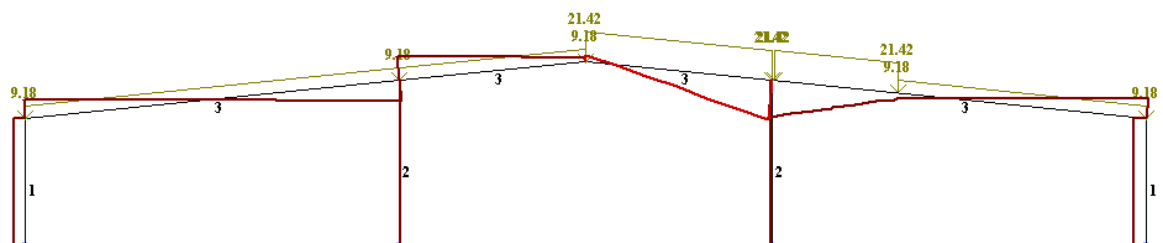


Рисунок 2.16. Епюра Q_z від другого снігового навантаження

Друге снігове навантаження
Епюра M_y
Единиці вимірювання - кН*м

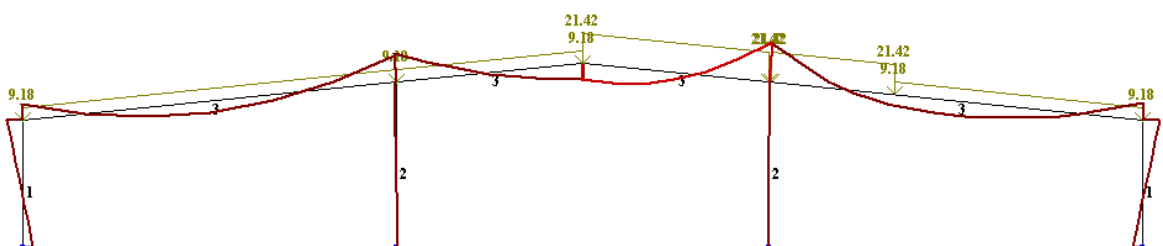


Рисунок 2.17. Епюра M_y від другого снігового навантаження

Таблиця 2.2. Таблиця зусиль стержнів від постійного навантаження

Таблиця зусиль (стержни)

№ элем	№ сечен	Усилия			№ загруз
		N (кН)	M_y (кН*м)	Q_z (кН)	
1	1	-91 777	-208 676	39 151	4
1	2	-91 777	112 364	39 151	4
2	1	-154 762	6 943	-2 468	4
2	2	-154 762	-19 221	-2 468	4
3	1	-154 762	-6 943	2 468	4
3	2	-154 762	19 221	2 468	4
4	1	-91 777	112 364	-39 151	4
4	2	-91 777	-208 676	-39 151	4
5	1	-46 162	-208 676	68 152	4
5	2	-31 738	-304 380	-76 088	4
6	1	-43 713	-285 159	68 470	4
6	2	-36 501	105 699	-3 650	4
7	1	-46 162	-208 676	68 152	4
7	2	-31 738	-304 380	-76 088	4
8	1	-36 501	105 699	3 650	4
8	2	-43 713	-285 159	-68 470	4

Таблиця 2.3. Таблиця зусиль стержнів від другого снігового навантаження

Таблиця зусиль (стержни)

№ элем	№ сечен	Усилия			№ загруз
		N (кН)	M_y (кН*м)	Q_z (кН)	
1	1	-108 398	-316 274	63 460	3
1	2	-108 398	204 096	63 460	3
2	1	-250 913	-36 043	7 629	3
2	2	-250 913	44 820	7 629	3
3	1	-433 068	19 816	-4 242	3
3	2	-433 068	-25 145	-4 242	3
4	1	-116 311	198 487	-66 847	3
4	2	-116 311	-349 655	-66 847	3
5	1	-73 931	-316 274	101 546	3
5	2	-51 899	-524 042	-118 774	3
6	1	-84 456	-568 862	130 135	3
6	2	-73 440	336 287	19 975	3
7	1	-78 088	-349 655	109 082	3
7	2	-46 422	-776 994	-207 579	3
8	1	-68 031	336 287	34 122	3
8	2	-93 735	-802 139	-222 918	3

Таблиця 2.4. Таблиця зусиль стержнів снігового навантаження

Таблиця зусиль (стержни)

№ элем	№ сечен	Усилия			№ загруз
		N (кН)	My (кН*м)	Qz (кН)	
1	1	-184 338	-531 308	99 686	1
1	2	-184 338	286 114	99 686	1
2	1	-369 210	17 662	-6 280	1
2	2	-369 210	-48 907	-6 280	1
3	1	-369 210	-17 662	6 280	1
3	2	-369 210	48 907	6 280	1
4	1	-184 338	286 114	-99 686	1
4	2	-184 338	-531 308	-99 686	1
5	1	-117 533	-531 308	173 504	1
5	2	-80 813	-774 826	-193 697	1
6	1	-111 302	-725 919	174 306	1
6	2	-92 942	269 092	-9 294	1
7	1	-117 533	-531 308	173 504	1
7	2	-80 813	-774 826	-193 697	1
8	1	-92 942	269 092	9 294	1
8	2	-111 302	-725 919	-174 306	1

Таблиця 2.5. Таблиця зусиль стержнів вітрового навантаження

Таблиця зусиль (стержни)

№ элем	№ сечен	Усилия			№ загруз
		N (кН)	My (кН*м)	Qz (кН)	
1	1	1 486	34 705	-6 914	2
1	2	1 486	-88 892	-23 232	2
2	1	-0 929	29 505	-5 438	2
2	2	-0 929	-28 143	-5 438	2
3	1	1 558	28 810	-5 266	2
3	2	1 558	-27 011	-5 266	2
4	1	-2 114	84 460	-20 750	2
4	2	-2 114	-35 594	-8 532	2
5	1	-7 839	34 705	-2 277	2
5	2	-7 839	-20 220	-2 277	2
6	1	-2 520	7 924	-0 811	2
6	2	-2 520	-1 860	-0 811	2
7	1	2 455	-35 594	2 370	2
7	2	2 455	21 578	2 370	2
8	1	-2 630	-1 860	-0 296	2
8	2	-2 630	-5 433	-0 296	2

Таблица 2.6. Таблица розрахункових сполучень зусиль

Таблица РСУ (стержни)

№ элем	№ сечен	Усилия			№№ загруз
		N (кН)	My (кН*м)	Qz (кН)	
1	1	-367599	-979491	187079	1 2 3 4
1	2	-367599	487653	170761	1 2 3 4
2	1	-370140	47167	-11719	1 2
2	1	-621053	11124	-4090	1 2 3
2	1	-524902	54110	-14187	1 2 4
2	1	-742986	21324	-7198	1 2 3 4
2	2	-524902	-96272	-14187	1 2 4
2	2	-621053	-32231	-4090	1 2 3
2	2	-742986	-54973	-7198	1 2 3 4
3	1	-904438	22386	-0458	1 2 3 4
3	1	-800721	30963	-3228	1 2 3
3	1	-522415	4204	3482	1 2 4
3	2	-522415	41118	3482	1 2 4
3	2	-800721	-3249	-3228	1 2 3
3	2	-904438	17526	-0458	1 2 3 4
4	1	-378320	655957	-217791	1 2 3 4
4	2	-378320	101151	-205573	1 2 3 4
5	1	-235763	-979491	327363	1 2 3 4
5	2	-224054	101151	210277	1 2 3 4
5	3	-212346	711113	93191	1 2 3 4
5	4	-200637	850394	-23896	1 2 3 4
5	5	-188928	518995	-140982	1 2 3 4
5	6	-177220	-283085	-258068	1 2 3 4
5	7	-165511	518995	-375154	1 2 3 4
6	1	-231359	-306466	355663	1 2 3 4
6	2	-225505	-844834	297120	1 2 3 4
6	3	-219651	-306466	238577	1 2 3 4
6	4	-213796	114232	180034	1 2 3 4
6	5	-207942	417259	121490	1 2 3 4
6	6	-202088	602617	62947	1 2 3 4
6	7	-196233	670305	4404	1 2 3 4
6	7	-168902	603519	9869	1 2 3
6	7	-131962	372931	-13756	1 2 4
7	1	-229211	887893	338793	1 2 3 4
7	2	-217503	46756	221707	1 2 3 4
7	3	-205794	702665	104620	1 2 3 4
7	4	-194086	887893	-12466	1 2 3 4
7	5	-182290	602406	-130427	1 2 3 4
7	6	-166175	-245810	-291577	1 2 3 4
7	7	-150289	519959	-450431	1 2 3 4

8	1	-191475	670305	43175	1 2 3 4
8	2	-199533	676109	-37400	1 2 3 4
8	3	-207590	519959	-117975	1 2 3 4
8	4	-185635	199271	-177200	1 2 3
8	4	-215648	201855	-198550	1 2 3 4
8	5	-223705	-278202	-279125	1 2 3 4
8	6	-231763	-920213	-359700	1 2 3 4
8	7	-239820	-278202	-440275	1 2 3 4

Підбір та перевірка перерізів елементів рами проводимо у програмному комплексі „ЛИР-СТК”. Результати розрахунку зведені у таблицях.

Таблица 2.7. Підбір перерізу колон рами

Колонны

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Проценты истощения несущей способности колонны по сечениям, %											Длина элемента		
				нор	УУ1	УЗ1	УУЗ	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У			
Сечение: 1. Составной двутавр																	
Сечение: 320 х 14, пояс; стыковка																	
Профиль: 320 х 14; ГОСТ 19903 - 74*																	
Сталь: ВСт3кп2-1; ТУ 14-1-3023-80																	
Сортамент: Прокат листовой горячекатаный толщиной 2.5...25 мм																	
Сечение: 450 х 8, стенка																	
Профиль: 450 х 8; ГОСТ 19903 - 74*																	
Сталь: ВСт3кп2-1; ТУ 14-1-3023-80																	
Сортамент: Прокат листовой горячекатаный толщиной 2.5...25 мм																	
1				Подобрано: 1. Составной двутавр 320 х 16 пояс; стыковка Профиль: 320 х 16; ГОСТ 19903 - 74* Сталь: ВСт3кп2-1; ТУ 14-1-3023-80 418 х 8 стенка Профиль: 418 х 8; ГОСТ 19903 - 74* Сталь: ВСт3кп2-1; ТУ 14-1-3023-80													
1	1			3	15	70	96	15	0	0	0	100	59	96	0	100	8 20
1	2			3	15	37	56	15	0	0	0	100	58	56	0	100	8 20
4				Подобрано: 1. Составной двутавр 320 х 14 пояс; стыковка Профиль: 320 х 14; ГОСТ 19903 - 74* Сталь: ВСт3кп2-1; ТУ 14-1-3023-80 415 х 8 стенка Профиль: 415 х 8; ГОСТ 19903 - 74* Сталь: ВСт3кп2-1; ТУ 14-1-3023-80													
4	1			2	85	47	61	13	0	0	0	100	94	78	0	100	8 20
4	2			2	85	75	92	13	0	0	0	100	99	92	0	100	8 20
Сечение: 2. Составной двутавр																	
Сечение: 280 х 14, пояс; стыковка																	
Профиль: 280 х 14; ГОСТ 19903 - 74*																	
Сталь: ВСт3кп2-1; ТУ 14-1-3023-80																	
Сортамент: Прокат листовой горячекатаный толщиной 2.5...25 мм																	
Сечение: 320 х 14, стенка																	
Профиль: 320 х 14; ГОСТ 19903 - 74*																	
Сталь: ВСт3кп2-1; ТУ 14-1-3023-80																	
Сортамент: Прокат листовой горячекатаный толщиной 2.5...25 мм																	
2				Подобрано: 2. Составной двутавр 250 х 12 пояс; стыковка Профиль: 250 х 12; ГОСТ 19903 - 74* Сталь: ВСт3кп2-1; ТУ 14-1-3023-80 260 х 6 стенка Профиль: 260х 6; ГОСТ 19903 - 74* Сталь: ВСт3кп2-1; ТУ 14-1-3023-80													
2	1			0	00	63	73	63	0	0	0	100	77	73	0	100	10 60
2	2			0	00	92	96	63	0	0	0	100	88	96	0	100	10 60
3				Подобрано: 2. Составной двутавр 300 х 14 пояс; стыковка Профиль: 300 х 14; ГОСТ 19903 - 74* Сталь: ВСт3кп2-1; ТУ 14-1-3023-80 322 х 8 стенка Профиль: 322 х 8; ГОСТ 19903 - 74* Сталь: ВСт3кп2-1; ТУ 14-1-3023-80													
3	1			0	00	86	91	77	0	0	0	100	86	91	0	100	10 60
3	2			0	00	79	86	77	0	0	0	100	84	86	0	100	10 60

Таблица 2.8. Підбір перерізу балки рами

Балки

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Фб min	Проценты истощения несущей способности балки по сечениям, %										Длина элемента
					нор	тау	с1	УБ	Прг	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
Сечение: 3. Составной двутавр															
Сечение: 280 х 14, пояс; стыковка															
Профиль: 280 х 14; ГОСТ 19903 - 74*															
Сталь: ВСт3кп2-1; ТУ 14-1-3023-80															
Сортамент: Прокат листовой горячекатаный толщиной 2.5...25 мм															
Сечение: 560 х 12, стенка															
Профиль: 560 х 12; ГОСТ 19903 - 74*															
Сталь: ВСт3кп2-1; ТУ 14-1-3023-80															
Сортамент: Прокат листовой горячекатаный толщиной 2.5...25 мм															
		КБ1	Подобрано: 3. Составной двутавр												
			280х14												
			Профиль: 280 х 14; ГОСТ 19903 - 74*												
			Сталь: ВСт3кп2-1; ТУ 14-1-3023-80												
			572 х 8 стенка												
			Профиль: 572 х 8; ГОСТ 19903 - 74*												
			Сталь: ВСт3кп2-1; ТУ 14-1-3023-80												
5	1	КБ1	0=00	#####	60	32	54	0	51	92	72	60	51	92	36=18
5	2	КБ1	0=00	#####	6	20	15	0	51	92	72	20	51	92	36=18
5	3	КБ1	0=00	#####	43	9	37	0	51	92	72	43	51	92	36=18
5	4	КБ1	0=00	#####	52	2	43	0	51	92	72	52	51	92	36=18
5	5	КБ1	0=00	#####	31	14	28	0	51	92	72	31	51	92	36=18
5	6	КБ1	0=00	#####	17	25	22	0	51	92	72	25	51	92	36=18
5	7	КБ1	0=00	#####	95	36	83	0	51	92	87	95	51	92	36=18
6	1	КБ1	0=00	#####	92	35	80	0	51	92	86	92	51	92	36=18
6	2	КБ1	0=00	#####	52	29	48	0	51	92	72	52	51	92	36=18
6	3	КБ1	0=00	#####	19	23	22	0	51	92	72	23	51	92	36=18
6	4	КБ1	0=00	#####	7	18	13	0	51	92	72	18	51	92	36=18
6	5	КБ1	0=00	#####	26	12	23	0	51	92	72	26	51	92	36=18
6	6	КБ1	0=00	#####	37	6	31	0	51	92	72	37	51	92	36=18
6	7	КБ1	0=00	#####	41	1	35	0	51	92	72	41	51	92	36=18
		КБ2	Подобрано: 3. Составной двутавр												
			280 х 12 пояс; стыковка												
			Профиль: 280 х 12; ГОСТ 19903 - 74*												
			Сталь: ВСт3кп2-1; ТУ 14-1-3023-80												
			560 х 10 стенка												
			Профиль: 560 х 10; ГОСТ 19903 - 74*												
			Сталь: ВСт3кп2-1; ТУ 14-1-3023-80												
7	1	КБ2	0=00	#####	59	24	51	0	39	94	57	59	39	94	36=18
7	2	КБ2	0=00	#####	3	15	9	0	39	94	57	15	39	94	36=18
7	3	КБ2	0=00	#####	38	7	33	0	39	94	57	38	39	94	36=18
7	4	КБ2	0=00	#####	48	1	41	0	39	94	57	48	39	94	36=18
7	5	КБ2	0=00	#####	33	9	28	0	39	94	57	33	39	94	36=18
7	6	КБ2	0=00	#####	14	20	16	0	39	94	57	20	39	94	36=18
7	7	КБ2	0=00	#####	96	32	83	0	39	94	70	96	39	94	36=18
8	1	КБ2	0=00	#####	37	3	31	0	39	94	57	37	39	94	36=18
8	2	КБ2	0=00	#####	38	3	32	0	39	94	57	38	39	94	36=18
8	3	КБ2	0=00	#####	29	8	25	0	39	94	57	29	39	94	36=18
8	4	КБ2	0=00	#####	11	14	12	0	39	94	57	14	39	94	36=18
8	5	КБ2	0=00	#####	15	20	17	0	39	94	57	20	39	94	36=18
8	6	КБ2	0=00	#####	51	25	45	0	39	94	57	51	39	94	36=18
8	7	КБ2	0=00	#####	95	31	82	0	39	94	69	95	39	94	36=18

2.2. Розрахунок бази з траверсою

Для суцільних колон найчастіше приймається база з траверсою.

Розрахунок бази з траверсою виконуємо в наступному порядку:

1. Обчислюємо ширину опорної плити, см

$$B_{nl} = b + 2(t_{TP} + C_1) = 45,0 + 2 \cdot (1 + 8) = 63 \text{ см}$$

де h – висота перерізу гілки (двотавра, швелера), см; $t_{TP} = (8 \dots 16)$ мм – товщина листів траверси;

$C_1 = (50 \dots 120)$ мм – виліт консолі, необхідний для розміщення анкерних болтів.

Остаточно ширину плити $B_{nl} = 650$ мм.

2. Обчислюємо розрахунковий опір бетону місцевому зім'яттю під опорною плитою бази, МПа

$$R_{b,loc} = \gamma R_b = 7.5 \cdot 1.2 = 9 \text{ МПа},$$

де R_b - розрахунковий опір бетону при осьовому стиску для В 12.5, $R_b = 7,5$ МПа,

$\gamma = 1,2$ – коефіцієнт, який враховує збільшення міцності бетону при місцевому зім'ятті.

3. Необхідна площа опорної плити бази, см^2

$$A_{nl} = \frac{N}{R_{b,loc}} = \frac{378,320 \cdot 10}{9} = 420,36 \text{ см}^2$$

де N – розрахункове зусилля в колоні, кН;

$R_{b,loc}$ - розрахунковий опір бетону, МПа.

4. Розрахункова довжина плити, см

$$L_{nl} = \frac{A_{nl}}{B_{nl}} = \frac{420,36}{65} = 9,5 \text{ см} = 95 \text{ мм}.$$

З конструктивних міркувань довжина опорної плити повинна бути $L_{пл} = 32,0 + 2 \cdot 8 = 48 \text{ см}$, де b – ширина перерізу колони; b_2 – розмір, який забезпечує зручність розміщення отворів для анкерних болтів, приймається для колон $b_2 = (70 \dots 80) \text{ мм}$. Отже приймаємо $L_{пл} = 500 \text{ мм}$ урахуванням наведених вище рекомендацій розмір L_{nl} також заокруглюють, приймаючи кратним 50 мм.

$$L_{пл} = 50\text{см} \geq 48\text{см}.$$

Обчислюємо напруження в бетоні під плитою

$$\sigma_b = \frac{N}{B_{пл} \cdot L_{пл}} = \frac{378,320 \cdot 10}{65 \cdot 50} = 1,16 \leq R_{b,loc} = 9\text{МПа}.$$

6. Обчислюють величину розрахункового моменту в опорній плиті бази

Опорна плита бази працює на згин, як пластина, завантажена рівномірно-розподіленим по площі контакту відпором фундаменту σ_f і оперта на елементи бази колони. Виходячи з умови опирання вся площа опорної плити розділяється на розрахункові ділянки

1 – консольні; 2 – оперті на три сторони; 3 – оперті на чотири сторони.

Для кожної із виділених ділянок опорної плити обчислюємо максимальний згинальний момент:

Ділянка 1.

На цій ділянці плита працює як консольна балка і максимальний згинальний момент, $\text{кН} \cdot \text{см}$

$$M_1 = \frac{q \cdot C_1^2}{2} = \frac{1,16 \cdot 8^2}{2} = 74,24 \text{кН} \cdot \text{см},$$

де $q = \sigma_f \cdot 1 = 1,16 \cdot 1 = 1,16 \text{ см}$ – реактивний тиск фундаменту на плиту в кН/см для смужки шириною 1 см.

$C_1 = 80\text{мм}$ - довжина консольної ділянки плити

Ділянка 2.

На цій ділянці, плита працює як пластина, оперта на три сторони. Найбільш напруженою точкою є середина вільної сторони, де максимальний згинальний момент, $\text{кН} \cdot \text{см}$

$$M_2 = \beta \cdot q \cdot a_2^2,$$

де $a_2 = b$ - довжина вільного краю плити, см, приймається рівній висоті перерізу швелера, або двотавра гілки колони (для колон суцільного перерізу $a_2 = b_f$ - ширині полиці двотавра); β - коефіцієнт, який залежить від відношення довжини закріпленої сторони пластини b_2 до вільної a_2 і приймається з табл. 2.9.

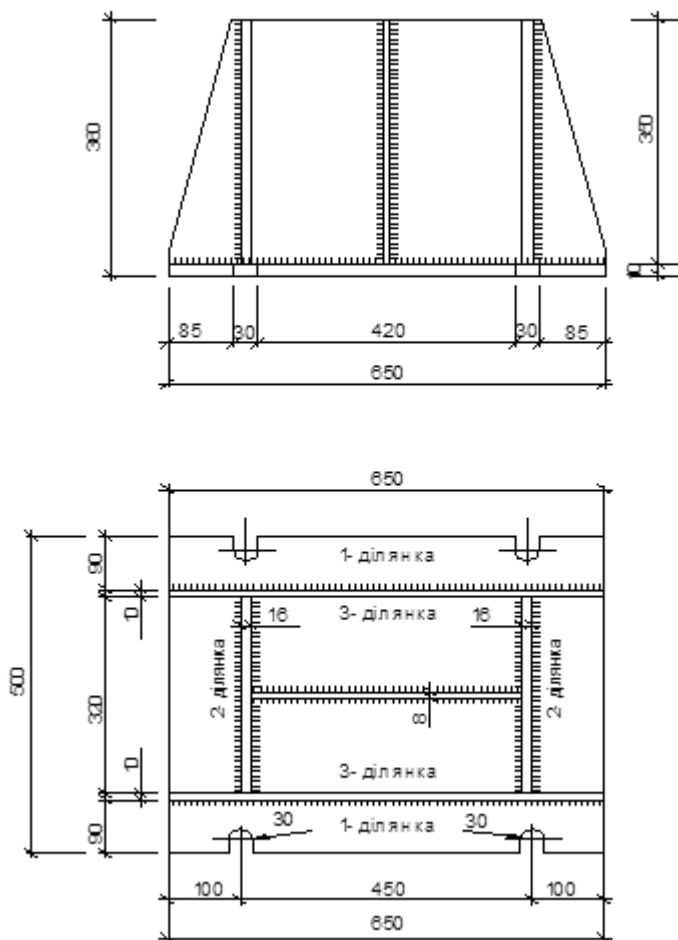


Рисунок 2.18. База колони

Таблиця 2.9. Значення коефіцієнта β для плити опертої на три сторони

Коефіцієнт	Співвідношення сторін $\frac{b_2}{a_2}$									
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	2,0	> 2
β	0,060	0,074	0,088	0,097	0,107	0,112	0,120	1,126	0,132	0,133

Розмір b_2 визначається наступним чином:

в) для суцільного перерізу $b_2 = \frac{(L_{пл} - h)}{2} = \frac{(650 - 450)}{2} = 100$,

де h – висота перерізу колони.

При $b_2/a_2 = \frac{100}{320} = 0.31 < 0,5$ плиту необхідно розраховувати, як

консольну балку з вильотом консолі b_2 і максимальний момент буде

$$M_2 = \frac{q \cdot b_2^2}{2} = \frac{1,16 \cdot 10^2}{2} = 58 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

Ділянка 3.

Розрахунок плити на цій ділянці проводиться як пластини, опертої на чотири сторони. Максимальний згинальний момент, кН·см

$$M_3 = \alpha \cdot q \cdot a_3^2 = 0,069 \cdot 1,16 \cdot 50^2 = 200,1 \text{ кН} \cdot \text{см},$$

де α - коефіцієнт, який залежить від відношення більшої сторони пластини до меншої, приймається з табл. 2.10.;

a_3 - довжина короткої сторони пластини, см.

Таблиця 2.10. Значення коефіцієнта α для плити опертої на чотири сторони

Коефіцієнт	Відношення більшої сторони до меншої											
	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	> 2
α	0,048	0,055	0,063	0,069	0,075	0,081	0,086	0,091	0,094	0,098	0,1	0,125

Необхідно прагнути, щоб згинальні моменти на окремих ділянках опорної плити були близькими за величиною, що є показником економічності бази. Зменшити величини згинальних моментів можливо за рахунок встановлення діафрагм або ребер жорсткості.

7. Товщину плити обчислюють із умови міцності на згин за найбільшим із знайдених моментів (M_1, M_2, M_3).

$$t_{nl} = \sqrt{\frac{6 \cdot 200,1}{220}} \sqrt{\frac{6 M_{max}}{R_y}} \text{ мм}$$

Товщину опорних плит приймаємо 25 мм.

8. Обчислюють висоту траверси.

Зусилля від колони на траверсу передається через вертикальні кутові шви, довжина яких і визначає висоту траверси

$$h_{TP} = \frac{N}{n \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{nf}} + 1 = \frac{378,320 \cdot 10}{8 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 215} + 1 = 6,23 = 7 \text{ см}$$

де N – розрахункове зусилля в колоні, кН; n – кількість зварних швів, які прикріплюють траверсу до стержня колони $n = 8$);

$\beta_f = 0,7$ – коефіцієнт глибини провару шва – для ручного зварювання

k_f - катет кутових швів, приймається $k_f \leq t_{TP}$;

R_{wf} - розрахунковий опір кутових швів зрізу по металу шва, МПа, залежно від типу зварного матеріалу.

Висоту траверси заокруглюють до 10 мм і повинна вона задовільняти наступні конструктивні вимоги:

а) $h_{TP} = 7 \leq (0,5 \dots 0,7) \cdot b = (16 \dots 22,4)$,

де $b=32$ – ширина перерізу колони, см;

б) $h_{TP} = 70 < 300$ мм;

в) $h_{TP} = 7 \leq 85\beta_f k_f = 34,7$

Отже, враховуючи конструктивні вимоги ,висоту траверси приймаємо 350 мм.

2.3. Розрахунок оголовка колони

Прийняте в розрахунку жорстке сполучення балки з колоною здійснюється опиранням балки на колону зверху. При опиранні конструкції зверху, стержень колони в верху закінчується оголовком, який складається з плити і ребер, підтримуючих плиту. Ребра передають навантаження на стержень колони.

Розрахунок оголовка виконують в наступному порядку:

Визначають розміри плити оголовка:

а) товщина плити оголовка призначається конструктивно і приймається в межах 20...25мм;

б) розміри плити оголовка в плані $B_{nл1}$ і $L_{nл1}$ залежать від габаритних розмірів перерізу стержня:

в) для колон суцільного перерізу: довжина плити

$$L_{nл1} = h + t_f + 40 = 450 + 16 + 40 = 506 \text{ мм},$$

ширина плити $B_{nll} = b_f + 40 = 320 + 40 = 360 \text{ мм};$

Тут: b - ширина перерізу наскрізної колони; h – висота перерізу; b_f - ширина полиці швелера або двотавра; t_f – товщина полиці зварного двотавра.

Розміри плити оголовка в плані приймають кратними 10 мм. Для фіксації положення головних балок на колоні в опорній плиті оголовка встановлюють отвори діаметром $d = 23...27 \text{ мм}$ під болти діаметром $d = 20...24 \text{ мм}$, осі яких повинні співпадати з осями відповідних отворів, виконаних в опорній частині нижнього поясу балок, які опираються на колону.

2. Товщина опорного ребра оголовка визначається з умови роботи його на зминання по контакту з плитою оголовка, см:

$$t_{s1} = \frac{N}{l_{ef} R_p} = \frac{378,320 \cdot 10}{72 \cdot 351,22} = 0,19 \text{ см}, = 3 \text{ см}$$

де N - розрахункове зусилля в колоні, кН,

l_{ef} - розрахункова довжина площини зминання, см; визначається за виразом

$$l_{ef} = b_s + 2 \cdot t_{nll} = 30 + 2 \cdot 20 = 70 \text{ см},$$

(тут $b_s = 30 \text{ см}$ - ширина опорного ребра головної балки; t_{nll} - товщина плити оголовка; $R_p = 351,22$ розрахунковий опір сталі зминанню торцевої поверхні, МПа, Отриману товщину опорного ребра необхідно заокруглити в більшу сторону до величини, яка відповідає стандартній товщині листової сталі.

3. Визначаємо висоту опорного ребра.

Опорне ребро оголовка приварюється до стінок гілок колони чотирма вертикальними кутовими швами у колонах наскрізного перерізу і двома у суцільних колонах, довжина яких і визначає висоту опорного ребра

$$h_{s1} = \frac{N}{n \beta_f k_f R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{378,320 \cdot 10}{2 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 215} + 1 \text{ см} = 17,56 \text{ см},$$

де N - розрахункове зусилля в колоні, кН ;

$\beta_f = 0,7$ – коефіцієнт глибини проварювання шва для ручного зварювання, k_f

- катет кутового шва, см, - товщини стінки швелера чи двотавра гілки); R_{wf} ,

МПа – розрахунковий опір кутових швів зрізу за наплавленням металом,

З конструктивних міркувань висота опорного ребра повинна бути не більше $85\beta_f k_f = 85 \cdot 0,7 \cdot 1 = 59,5$ см (тут $\beta_f = 0,7$ – ручне зварювання) і приймається кратною 10 мм, $h_s = 20$ см.

4. Опорне ребро оголовка перевіряють також на зріз.

$$\tau = \frac{N}{2h_{s1}t_{s1}} = \frac{378,320}{2 \cdot 20 \cdot 0,3} = 35,8 \leq R_s \gamma_c = 127,6$$

де N – розрахункове зусилля в колоні, кН ; h_{s1} і t_{s1} – висота та товщина опорного ребра відповідно, см; R_s – розрахунковий опір сталі зсуву, МПа, визначається за формулою $R_s = 0,58R_y$; $\gamma_c = 1$ – коефіцієнт умов роботи конструкції.

Щоб придати жорсткості опорному ребру, яке підтримує плиту оголовка і укріпити стержень колони від втрати стійкості стінки, в місцях передачі великих зосереджених навантажень $\left(\frac{N}{2}\right)$, вертикальне ребро обрамляють знизу горизонтальним ребром товщиною 10...12 мм (рис.2.19.)

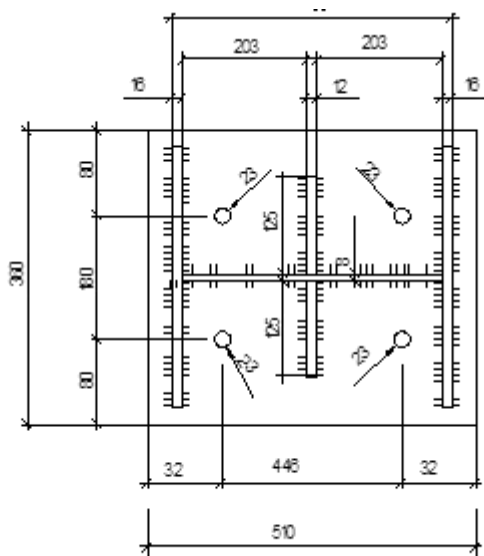


Рисунок 2.19. Оголовок колони

Таким чином, у результаті розрахунку оголовка колони визначено основні геометричні параметри його елементів: плити оголовка, опорного ребра та вертикальних ребер жорсткості. Прийняті розміри забезпечують надійне передавання зосередженого навантаження від балки на стержень колони та

рівномірний розподіл зусиль у зоні спирання. Виконані перевірки підтверджують достатню міцність опорного ребра за умовами зминання, зрізу та стійкості. Для забезпечення просторової жорсткості вузла і запобігання місцевим деформаціям передбачено встановлення вертикального ребра, яке підтримує плиту оголовка та підсилює стержень колони в місці передавання навантаження. Прийнята конструкція оголовка відповідає характеру роботи вузла та забезпечує надійну сумісну роботу балки і колони.

3. ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ

3.1. Розрахунок фундаменту ФМ-1

3.1.1 Визначення фізико-механічних характеристик

1 шар – рослинний.

$$\rho = 0,8 \text{ м} \cdot h = 1,48 \text{ г/см}^3$$

Питома вага рослинного ґрунту:

$$\gamma = \rho \cdot g = 1,48 \cdot 9,81 = 14,52 \text{ кН/м}^3$$

2 шар – лесовий просідаючий ґрунт.

$$\rho = 1,64 \text{ г/см}^3; \quad \rho_s = 2,67 \text{ г/см}^3$$

Природна вологість $W=0,09$.

Вологість на межі розкочування $W_p=0,14$

Вологість на межі текучості $W_L=0,2$

$$h=7,6 \text{ м}$$

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} \cdot (1 + W) - 1 = \frac{2,67}{1,64} \cdot (1 + 0,09) - 1 = 0,774$$

$$\text{Число пластичності } I_p = W_L - W_p = 0,2 - 0,14 = 0,06$$

Згідно ГОСТ 25100-82 даний тип ґрунту за величиною числа пластичності відноситься до супіску ($0,01 \leq I_p \leq 0,07$).

Стан глинистого ґрунту оцінюється за показником текучості I_L :

$$I_L = \frac{W - W_p}{I_p} = \frac{0,09 - 0,14}{0,06} = \frac{-0,05}{0,06} = -0,833$$

За показником текучості $I_L=-0,833$ даний ґрунт відноситься до твердого супіску.

Питома вага частинок:

$$\gamma_s = \rho_s \cdot g = 2,67 \cdot 9,81 = 26,19 \text{ кН/м}^3$$

$$\gamma = \rho \cdot g = 1,64 \cdot 9,81 = 16,08 \text{ кН/м}^3$$

3 шар – суглинок

$$\rho = 1,78 \text{ г/см}^3; \quad \rho_s = 2,70 \text{ г/см}^3$$

Природна вологість $W=0,19$.

Вологість на межі розкочування $W_p=0,2$

Вологість на межі текучості $W_L=0,3$

$h=3,1\text{м}$

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} \cdot (1 + W) - 1 = \frac{2,7}{1,78} \cdot (1 + 0,19) - 1 = 0,805$$

Число пластичності $I_p = W_L - W_p = 0,3 - 0,2 = 0,1$

Стан глинистого ґрунту оцінюється за показником текучості I_L :

$$I_L = \frac{W - W_p}{I_p} = \frac{0,19 - 0,2}{0,1} = \frac{-0,01}{0,1} = -0,1$$

За показником текучості $I_L = -0,1$ даний ґрунт відноситься до твердого суглинку.

Питома вага частинок:

$$\gamma_s = \rho_s \cdot g = 2,7 \cdot 9,81 = 26,49 \text{ кН/м}^3$$

$$\gamma = \rho \cdot g = 1,78 \cdot 9,81 = 17,46 \text{ кН/м}^3$$

4 шар – пісок дрібний

$$\rho = 1,85 \text{ г/см}^3; \quad \rho_s = 2,65 \text{ г/см}^3$$

Природна вологість $W=0,07$

Коефіцієнт пористості ґрунту:

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} \cdot (1 + W) - 1 = \frac{2,65}{1,85} \cdot (1 + 0,07) - 1 = 0,532$$

За показником пористості $e = 0,532$ відносять до щільного піску ($e < 0,6$).

Ступінь вологості піску S_r визначається за формулою:

$$S_r = \frac{\rho_s \cdot W}{e \cdot \rho_w} = \frac{2,65 \cdot 0,07}{0,532 \cdot 1} = 0,348$$

ρ_w – щільність води, що приймається 1 т/м^3

За показником ступені вологості дрібний пісок відносять до маловологого ($0 \leq S_r \leq 0,5$)

Питома вага ґрунту (піску дрібного), що розташований нижче рівня ґрунтових вод з врахуванням зваженої дії води:

$$\gamma_{SB} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e} = \frac{26,1 - 9,81}{1 + 0,532} = 19,7 \text{ кН/м}^3$$

де $\gamma_W = \rho_W \cdot g = 1 \cdot 9,81 = 9,81 \text{ кН/м}^3$ - питома вага води.

$$\gamma_s = \rho_s \cdot g = 2,65 \cdot 9,81 = 26,1 \text{ кН/м}^3$$

$$\gamma = \rho \cdot g = 1,85 \cdot 9,81 = 18,15 \text{ кН/м}^3$$

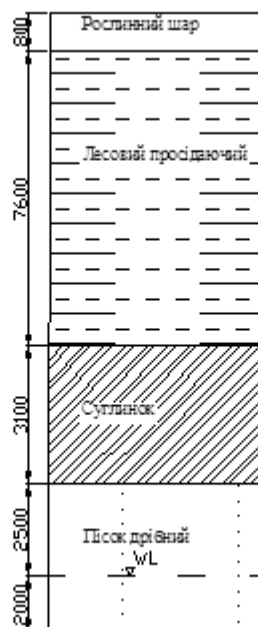


Рисунок 3.1 фізико-механічні характеристики ґрунту

3.1.2 Механічні характеристики ґрунту

1 шар – не несучий, тому механічні характеристики для цього шару не визначаються.

2 шар – супісок твердий.

Нормативні показники:

$$\phi_{II} = \frac{\phi_n}{\gamma_g} = \frac{23,52}{1} = 23,52$$

$$c_{II} = \frac{c_n}{\gamma_g} = \frac{12,52}{1} = 12,52 \text{ кПа}$$

Таблиця 3.1. Розрахункові показники (при розрахунку на несучу спроможність)

	e		
	0,75	0,774	0,85
c_n	13	12,52	11
ϕ_n	24	23,52	21
E	10	9,28	7

$$\phi_I = \frac{\phi_n}{\gamma_g} = \frac{23,52}{1,15} = 20^{\circ}27$$

γ_g -коефіцієнт надійності по ґрунту

$$c_I = \frac{\phi_n}{\gamma_g} = \frac{12,52}{1,5} = 8,35 \text{ кПа}$$

3 шар – суглинок твердий.

Нормативні показники:

$$\phi_{II} = \frac{\phi_n}{\gamma_g} = \frac{22,4}{1} = 22,4 \quad c_{II} = \frac{c_n}{\gamma_g} = \frac{23,4}{1} = 23,4 \text{ кПа}$$

Таблиця 3.2. Розрахункові показники (при розрахунку на несучу спроможність)

	e		
	0,75	0,805	0,85
c_n	25	23,4	22
ϕ_n	23	22,4	22
E	17	15,4	14

$$\phi_I = \frac{\phi_n}{\gamma_g} = \frac{22,4}{1,15} = 19^{\circ}28$$

γ_g -коефіцієнт надійності по ґрунту

$$c_I = \frac{\phi_n}{\gamma_g} = \frac{22,4}{1,5} = 14,93 \text{ кПа}$$

4 шар – пісок дрібний щільний маловологий.

$$\phi_I = \frac{\phi_n}{\gamma_g} = \frac{34,52}{1,1} = 31,38^{\circ} \quad c_I = \frac{c_n}{\gamma_g} = \frac{3,26}{1,5} = 2,17 \text{ кПа}$$

Таблиця 3.3. Розрахункові показники (при розрахунку на несучу спроможність)

	e		
	0,55	0,532	0,65
c_n	4	3,26	2
ϕ_n	36	24,52 ⁰	32
E	38	34,3	28

Для Немирова глибина промерзання складає 1,0 м. Приймаємо глибину закладання фундаменту $h=1,2$ м.

Навантаження на фундамент:

Окрім навантаження від самої споруди на фундамент діятиме ще й навантаження від готової продукції, що складуватиметься на підлогу над площею фундаменту. Інтенсивність цього навантаження $q=2.2 \text{ кН/м}^2$

$$1) \text{ Нормативне: } N_I=378,3 \text{ кН} \quad M_I= 107,9 \text{ кН}\cdot\text{м} \quad Q_I=20,5 \text{ кН}$$

$$2) \text{ Розрахункове: } N_{II}=378,3 \cdot 1,2=423,9 \text{ кН} \quad M_{II}= 127,9 \text{ кН}\cdot\text{м} \quad Q_{II}=24,6 \text{ кН}$$

Розрахунок ведеться за двома граничними станами:

А) За другою групою граничних станів (за деформаціями) по формулі:

$$S \leq S_u,$$

де S – сумісна деформація основи та споруди, що визначається розрахунком;

S_u - граничне значення сумісної деформації основи та споруди.

Б) За першою групою граничних станів (за міцністю). При цьому повинна виконуватись умова:

$$P \leq R$$

Значення R – розрахунковий опір ґрунту визначається за формулою:

$$\begin{aligned} R &= \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot [M_\gamma \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma_{II}^i + M_c \cdot C_{II}] \\ &= \frac{1,25 \cdot 1}{1,1} \cdot [0,6 \cdot 1 \cdot 1,8 \cdot 16,85 + 3,65 \cdot 1,2 \cdot 15,04 + 6,24 \cdot 12,52] = \\ &= 184,3 (\text{кПа}), \end{aligned}$$

де γ_{c1}, γ_{c2} - коефіцієнти умови роботи ($\gamma_{c1} = 1,25; \gamma_{c2} = 1$)

$$k = 1,1$$

При $\phi_{II} = 23^{\circ}52' \quad M_\gamma = 0,6; \quad M_q = 3,65; \quad M_c = 6,24$

$$k_z = 1$$

$$\begin{aligned} \gamma_{II} &= \frac{18,15 \cdot 4,5 + 17,46 \cdot 3,1 + 16,08 \cdot 7,6 + 14,52 \cdot 0,8}{4,5 + 3,1 + 7,6 + 0,8} = \frac{269,625}{16} = 16,85 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3} \\ \gamma_{II}^I &= \frac{14,52 \cdot 0,8 + 0,4 \cdot 16,08}{0,8 + 0,4} = \frac{18,05}{1,2} = 15,04 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3} \end{aligned}$$

Навантаження на обрізі фундаменту $N_{II}=423,9 \text{ кН} \quad M_{II}=127,9 \text{ кН}\cdot\text{м} \quad Q_{II}=24,7 \text{ кН}$

Необхідні розміри основи фундаменту:

Попередньо при $k_e=1$

$$b = \sqrt{\frac{N_{II} \cdot k_e}{R - \gamma_0 \cdot d}} = \sqrt{\frac{423.9 \cdot 1}{184.3 - 20 \cdot 1.2}} = 1.4_m$$

Розрахунок при $b=1.4_m$.

$$k_e = 1 + \frac{5}{b} \left(e - \frac{b}{30} \right) = 1 + \frac{5}{1.4} \left(0.4 - \frac{1.4}{30} \right) = 2.26$$

$$e = \frac{M_{II}}{N_{II}} = \frac{127.9}{423.9} = 0.4_m$$

$$b = \sqrt{\frac{N_{II} \cdot k_e}{R - \gamma_0 \cdot d}} = \sqrt{\frac{423.9 \cdot 2.26}{184.3 - 20 \cdot 1.2}} = 2.1_m$$

Уточнюємо розрахунок при $b=2.1_m$.

$$k_e = 1 + \frac{5}{b} \left(e - \frac{b}{30} \right) = 1 + \frac{5}{2.1} \left(0.4 - \frac{2.1}{30} \right) = 1.78$$

$$e = \frac{M_{II}}{N_{II}} = \frac{127.9}{423.9} = 0.4_m$$

$$b = \sqrt{\frac{N_{II} \cdot k_e}{R - \gamma_0 \cdot d}} = \sqrt{\frac{423.9 \cdot 1.78}{184.3 - 20 \cdot 1.2}} = 1.8_m$$

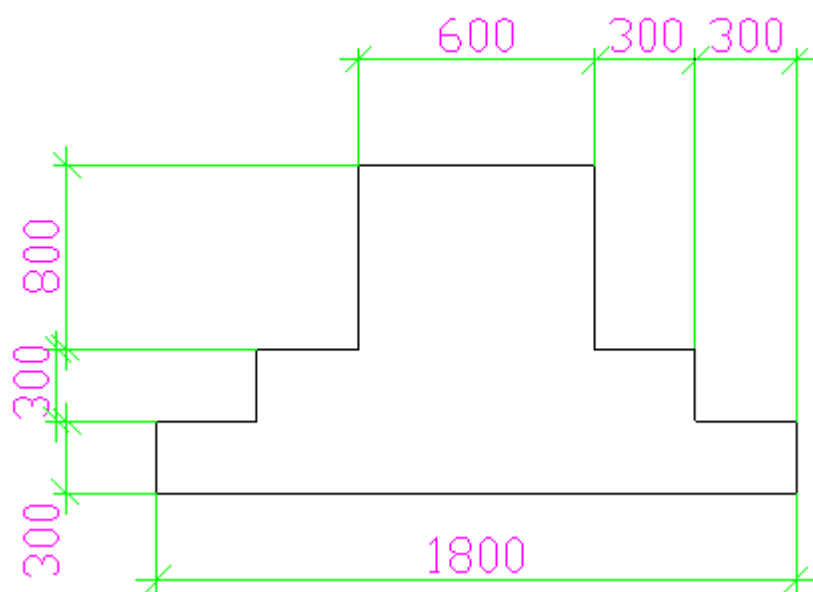
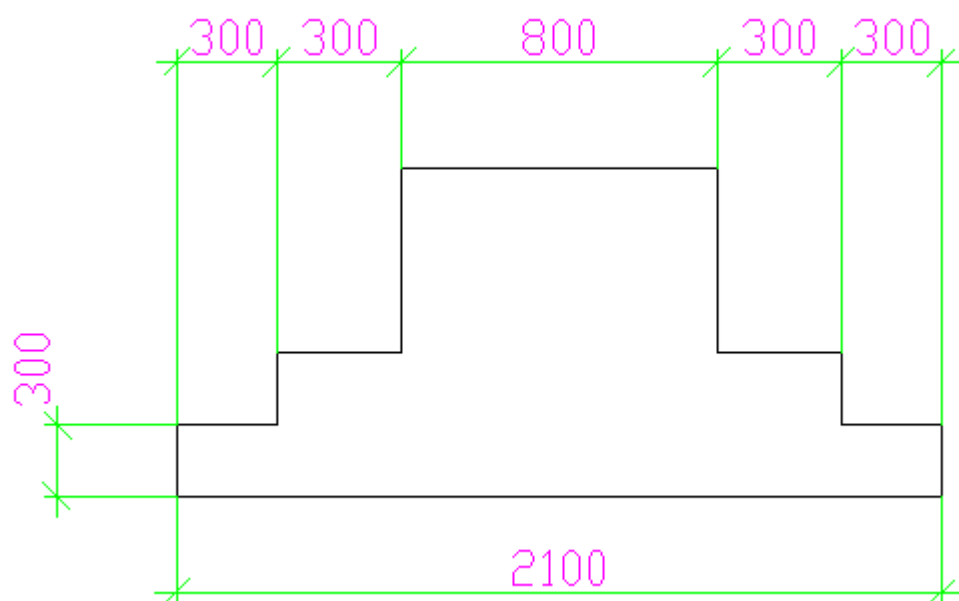
Прийнято розміри фундаментів 2100x1800мм

$$A_f = 2.1 \cdot 1.8 = 3.78_m^2$$

Максимальне та мінімальне напруження на краю підшви ф-ту:

$$\begin{aligned} & \begin{matrix} \max \\ \min \end{matrix} \\ & \sum \frac{N_{II}}{A_f} \sum \frac{M_{II}}{W_f} \frac{423.9}{3.78} \frac{127.9}{1.32} \sigma \\ & W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{2.1^2 \cdot 1.8}{6} = 1.54_m^3 \\ & \sigma \frac{\kappa H}{m^2_{\max}} \\ & \sigma \frac{\kappa H}{m^2_{\min}} \end{aligned}$$

Умови виконуються.



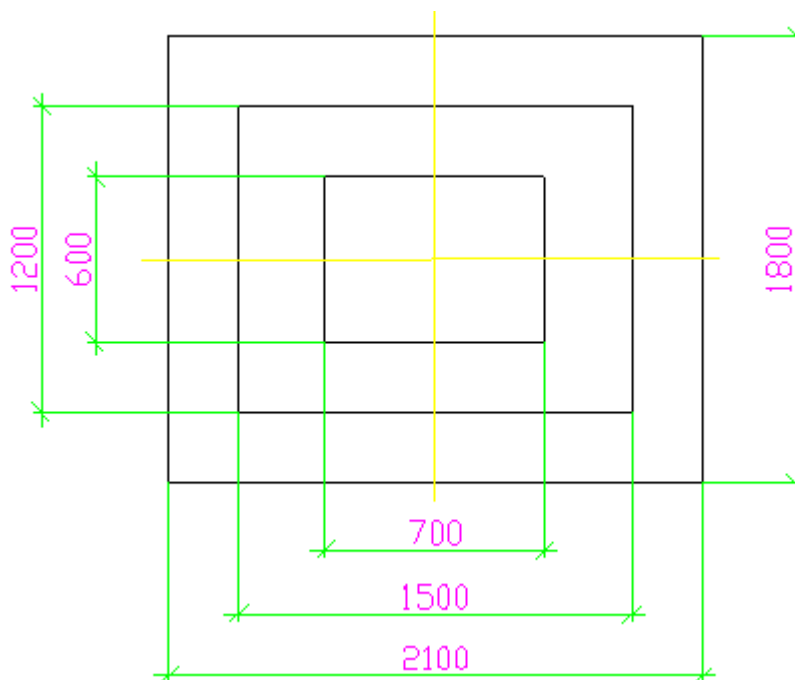


Рисунок 3.2. Габарити фундаменту

3.2. Перевірка міцності прийнятого фундаменту

3.2.1 по середньому тиску

$$P_{cp} = \frac{G_{II} + N_{II}}{A} = \frac{96.86 + 423.9}{2.1 \cdot 1.8} = \frac{520.7}{3.78} = 137.8 \text{ кПа} \leq R = 184.3 \text{ кПа}$$

$$G_{II} = G^{\phi}_{II} + G^{cp}_{II} + G^{np}_{II} = 48.26 + 40.3 + 8.3 = 96.86 \text{ кН}$$

$$G^{\phi}_{II} = (1.8 \cdot 2.1 \cdot 0.3 + 1.5 \cdot 1.2 \cdot 0.3 + 0.7 \cdot 0.7 \cdot 0.6) \cdot 2500 \cdot 9.81 = 48.26 \text{ кН}$$

$$G^{cp}_{II} = (1.2 \cdot 1.8 \cdot 2.1 - 1.968) \cdot 1600 \cdot 9.81 = 40.3 \text{ кН}$$

$$G^{np}_{II} = q^{np} \cdot A_f = 2.2 \cdot 2.1 \cdot 1.8 = 8.3 \text{ кН}$$

Б) по крайовому тиску

$$P \frac{G_{II} + N_{II}}{A} \frac{M_{II}}{W} = \frac{96.86 + 423.9}{2.1 \cdot 1.8} \frac{127.9}{2.1^2 \cdot \frac{1.8}{6}} \text{ max}$$

Фундамент з попередньо прийнятими розмірами за умовою міцності підходить.

Умова міцності на продавлювання:

$$F \leq \alpha \cdot R_{bt} \cdot h_0 \cdot U_m,$$

де F – розрахункове значення продавлюючої сили.

α – коефіцієнт, що для важкого бетону приймається рівним 1.

R_{bt} – розрахункове значення бетону на розтяг (для бетону класу В10 згідно СНиП 2.03.01-84 $R_{bt} = 0,57$ МПа).

U_m - середнє арифметичне між периметрами верхньої та нижньої основи піраміди, що утворюється в межах корисної висоти перерізу фундаменту

$$h_0 = 300 - 65 = 265 \text{ мм}$$

$$F = A_1 \cdot P_1 = 0.58 \cdot 183.7 = 106.5 \text{ кН.}$$

$$A_1 = \frac{2 + 1.4}{2} \cdot 0.3 = 1.95 \cdot 0.3 = 0.58 \text{ м}^2$$

P_1 – найбільший тиск на ґрунт від розрахункового навантаження без врахування ваги фундаменту та ґрунту на його уступах ($P \leq P_{\max}$).

$$P_1 = \frac{N_I}{A} + \frac{M_I}{W} = \frac{423.9}{3.78} + \frac{127.9}{1.32} = 183.7 \leq P_{\max}$$

$$F = 106.5 \text{ кПа} \leq 1 \cdot 0.57 \cdot 0.265 \cdot 1.7 \cdot 10^3 = 256.8 \text{ кПа.}$$

Отже міцність фундаменту на продавлювання забезпечується.

Площа робочої арматури на всю ширину фундаменту:

$$A_s = \frac{M_i}{0.9 \cdot h_i \cdot R_s}$$

де M_s – згинаючий момент в перерізі

$$M_1 = b \cdot 0.3 \cdot \frac{0.3}{2} \cdot P_{cp} = 17.39 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_2 = \frac{b \cdot 2 \cdot 0.6 \cdot 0.6}{2} \cdot P_{cp} = \frac{2.1 \cdot 2 \cdot 0.6^2 \cdot 183.7}{2} = 138.88 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$A_{s1} = \frac{M_1}{0.9 \cdot 0.265 \cdot 280 \cdot 10^3} = \frac{17.39}{0.9 \cdot 0.265 \cdot 280 \cdot 10^3} = 210.4 \text{ мм}^2$$

$$A_{s2} = \frac{M_2}{0.9 \cdot 0.565 \cdot 280 \cdot 10^3} = \frac{138.88}{0.9 \cdot 0.565 \cdot 280 \cdot 10^3} = 875.5 \text{ мм}^2$$

Приймаємо конструктивно арматуру Ø12АІІ з кроком робочої арматури в поперечному та поздовжньому напрямку 250мм (8 стрижнів в поздовжньому та 7 стрижнів в поперечному напрямку, $A_s = 8 \cdot 113 = 904 \text{ мм}^2$).

3.2.2 Розрахунок фундаменту за деформаціями

Розрахунок ведеться за методом пошарового сумування.

Деформації основи враховуються в межах потужності шару, що стискається, нижня границя якої визначається з умови:

$$\sigma_{zp} = 0,2 \cdot \sigma_{zg},$$

σ_{zp} - додатковий тиск на глибині $z=H_c$ по вертикалі, що проходить через центр фундаменту;

σ_{zg} - вертикальний тиск від власної ваги ґрунту.

H_c – глибина шару, що стискається.

Осадка основи S визначається як сума деформацій окремих шарів ґрунту в межах товщі, що стискається

$$S = \sum_{i=1}^n S_i$$

$$S_i = \frac{\sigma_{zp,i} \cdot h_i}{E_i} \cdot \beta$$

S_i - деформації в межах одного шару, см

$\beta = 0,8$; n – кількість шарів

$$\sigma_{zp,i} = \frac{\sigma_{zi-1,p} + \sigma_{zi,p}}{2};$$

h_i, E_i – відповідно товщина та модуль пружності i -го шару.

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot P_0$$

$$P_0 = P - \sigma_{zg,0} = 110.8 - 21.25 = 89.55 \text{ кПа},$$

де α - коефіцієнт, що враховує зміну додаткового тиску по глибині;

$P = 110.8 \text{ кПа}$ – середній тиск під подошвою фундаменту від розрахункового навантаження при розрахунку за II групою граничних станів.

$\sigma_{zg,0}$ - тиск від власної ваги ґрунту на рівні подошви фундаменту від ваги шарів ґрунту, що знаходяться вище рівня подошви фундаменту, кПа;

$$\sigma_{zg,0} = 0.8 \cdot 14.52 + 0.6 \cdot 16.06 = 21.25 \text{ кПа}$$

P_0 – додатковий тиск на основу, кПа.

Напруження від додаткового тиску:

$$\sigma_{zp1} = \alpha_1 \cdot P_0 = 0.8 \cdot 89.55 = 71.64 \text{ кПа} \quad (h_1 = 0,8 \text{ м} \quad h = 0,8 \text{ м})$$

$$\begin{aligned}
\sigma_{zp2} &= \alpha_2 \cdot P_0 = 0.449 \cdot 89.55 = 40.2 \text{кПа} & (h_2 = 0,8\text{м} \quad h = 1,6\text{м}) \\
\sigma_{zp3} &= \alpha_3 \cdot P_0 = 0,257 \cdot 89.55 = 23.01 \text{кПа} & (h_3 = 0,8\text{м} \quad h = 2,4\text{м}) \\
\sigma_{zp4} &= \alpha_4 \cdot P_0 = 0.16 \cdot 89.55 = 14.33 \text{кПа} & (h_4 = 0,8\text{м} \quad h = 3,2\text{м}) \\
\sigma_{zp5} &= \alpha_5 \cdot P_0 = 0.108 \cdot 89.55 = 9.67 \text{кПа} & (h_5 = 0,8\text{м} \quad h = 4\text{м}) \\
\sigma_{zp6} &= \alpha_6 \cdot P_0 = 0.077 \cdot 89.55 = 6.89 \text{кПа} & (h_6 = 0,8\text{м} \quad h = 4,8\text{м}) \\
\sigma_{zp7} &= \alpha_7 \cdot P_0 = 0,056 \cdot 73,89 = 4,14 \text{кПа} & (h_7 = 0,8\text{м} \quad h = 5,6\text{м}) \\
\sigma_{zp8} &= \alpha_8 \cdot P_0 = 0,045 \cdot 73,89 = 3,33 \text{кПа} & (h_8 = 0,8\text{м} \quad h = 6,4\text{м}) \\
\sigma_{zp9} &= \alpha_9 \cdot P_0 = 0,039 \cdot 73,89 = 2,88 \text{кПа} & (h_9 = 0,8\text{м} \quad h = 7,2\text{м}) \\
\sigma_{zp10} &= \alpha_{10} \cdot P_0 = 0,03 \cdot 73,89 = 2,22 \text{кПа} & (h_{10} = 0,8\text{м} \quad h = 8.0\text{м}) \\
\sigma_{zp11} &= \alpha_{11} \cdot P_0 = 0,026 \cdot 73,89 = 1,92 \text{кПа} & (h_{11} = 0,4\text{м} \quad h = 8,4\text{м}) \\
\sigma_{zp12} &= \alpha_{12} \cdot P_0 = 0,022 \cdot 73,89 = 1,63 \text{кПа} & (h_{12} = 0,8\text{м} \quad h = 9,2\text{м}) \\
\sigma_{zp13} &= \alpha_{13} \cdot P_0 = 0,019 \cdot 73,89 = 1,4 \text{кПа} & (h_{13} = 0,8\text{м} \quad h = 10\text{м}) \\
\sigma_{zp14} &= \alpha_{14} \cdot P_0 = 0,016 \cdot 73,89 = 1,18 \text{кПа} & (h_{14} = 0,8\text{м} \quad h = 10,8\text{м})
\end{aligned}$$

Напруження від тиску від власної ваги ґрунту:

$$\begin{aligned}
\sigma_{zg1} &= \gamma_1 \cdot h_1 + \sigma_{zg0} = 17,56 \cdot 0,8 + 16,34 = 30,39 \text{кПа} & (h = 0,8\text{м}) \\
\sigma_{zg2} &= 30,29 + \gamma_2 \cdot h_2 = 30,29 + 17,56 \cdot 0,8 = 44,34 \text{кПа} & (h = 1,6\text{м}) \\
\sigma_{zg3} &= 44,34 + \gamma_3 \cdot h_3 = 44,34 + 17,56 \cdot 0,8 = 58,39 \text{кПа} & (h = 2,4\text{м}) \\
\sigma_{zg4} &= 58,39 + \gamma_4 \cdot h_4 = 58,39 + 17,56 \cdot 0,8 = 72,43 \text{кПа} & (h = 3,2\text{м}) \\
\sigma_{zg5} &= 72,43 + \gamma_5 \cdot h_5 = 72,43 + 17,56 \cdot 0,8 = 86,48 \text{кПа} & (h = 4\text{м})
\end{aligned}$$

Отже умова $\sigma_{zp} = 0,2 \cdot \sigma_{zg}$ виконується на глибині 2,4м

$$\sigma_{zp4} = 11,82 \text{кПа} \leq \sigma_{zg4} = 72.43 \cdot 0,2 = 14,5 \text{кПа}$$

$$\sigma_{zpa} = \frac{\sigma_{zp1} + \sigma_{zp2}}{2} = \frac{59,11 + 33,18}{2} = 46,15 \text{кПа}$$

$$\sigma_{zpb} = \frac{\sigma_{zp2} + \sigma_{zp3}}{2} = \frac{33,18 + 18,99}{2} = 26,09 \text{кПа}$$

$$\sigma_{zpc} = \frac{\sigma_{zp3} + \sigma_{zp4}}{2} = \frac{18,99 + 11,82}{2} = 15,41 \text{кПа}$$

$$\sigma_{zpd} = \frac{\sigma_{zp4} + \sigma_{zp5}}{2} = \frac{11,82 + 7,98}{2} = 9,9 \text{кПа}$$

$$S_1 = \frac{\sigma_{zpa} \cdot h_1}{E_1} \cdot \beta = \frac{46,15 \cdot 0,8}{14 \cdot 10^3} \cdot 0,8 = 0,0021_m = 2,1_{mm}$$

$$S_2 = \frac{\sigma_{zpb} \cdot h_2}{E_2} \cdot \beta = \frac{26,09 \cdot 0,8}{14 \cdot 10^3} \cdot 0,8 = 0,0012_m = 1,2_{mm}$$

$$S_3 = \frac{\sigma_{zpc} \cdot h_{31}}{E_3} \cdot \beta = \frac{15,41 \cdot 0,8}{14 \cdot 10^3} \cdot 0,8 = 0,0007_m = 0,7_{mm}$$

$$S_4 = \frac{\sigma_{zpd} \cdot h_4}{E_4} \cdot \beta = \frac{9,9 \cdot 0,8}{14 \cdot 10^3} \cdot 0,8 = 0,00045_m = 0,45_{mm}$$

$$S = \sum_{n=1}^n S_i = 2,1 + 1,2 + 0,7 + 0,45 = 4,45_{mm} \leq S_u = 12_{cm}$$

Отже прийнятий фундамент задовільняє умовам розрахунку за першою групою граничних станів.

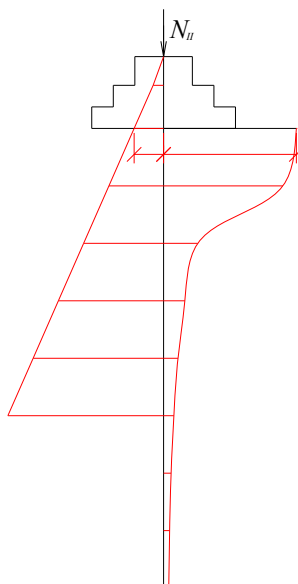


Рисунок 3.3. Габарити фундаменту

Таким чином, розрахунок фундаменту за деформаціями виконано методом пошарового підсумовування. У процесі розрахунку визначено межі стисливої товщі ґрунтової основи, обчислено додаткові напруження від навантаження фундаменту, природні напруження від власної ваги ґрунту та середні напруження в окремих шарах основи.

За результатами розрахунку осідання окремих шарів ґрунту встановлено сумарне осідання фундаменту:

$$S = 4,45 \text{ см.}$$

Отримане значення не перевищує допустимого осідання основи, тому умова розрахунку за другою групою граничних станів виконується. Прийняті розміри фундаменту забезпечують достатню деформативну надійність основи та можливість безпечної експлуатації будівлі без виникнення надмірних нерівномірних осідань.

4. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

4.1. Визначення номенклатури та об'ємів робіт

Вихідні дані доставки будівельних матеріалів (вид транспорту, дальність перевезення, методи завантаження, розвантаження, джерела забезпечення будмайданчика водою, електроенергією) зазначені в завданні на дипломне проектування.

Забезпеченість робітників на період будівництва інвентарно-побутовими приміщеннями розраховується при розробці будгенплану.

Підрахунок об'ємів будівельно-монтажних робіт зведений в таблицю 4.1.

Відомість визначення номенклатури та об'ємів робіт по будівництву представлена у дод. А.1.

Відомість об'ємів робіт і калькуляція трудовитрат представлена у дод. А.2.

4.2. Вибір методів виконання робіт

4.2.1 Роботи підготовчого періоду

До складу робіт підготовчого періоду входять:

- відведення ділянки (установлення тимчасової огорожі) ;
- створення опорної геодезичної мережі червоної лінії , репери , головні вісі будівлі , опорна будівельна сітка ;
- інженерна підготовка майданчика : планування території з влаштуванням

Організованого строку поверхневих вод ; створення постійних мереж забезпечення водою і енергією ;

- влаштування тимчасових споруд , що передбачені для потреб будівництва .

4.2.2 Земляні роботи

Земляні роботи на будівельному майданчику виконуються в технологічній послідовності, що забезпечує виконання робіт в заплановані терміни і при

максимальній механізації всіх операцій. Послідовність виконання робіт наступна:

- вертикальне планування;
- риття траншей для інженерних комунікацій і їх засипка з ущільненням ґрунту після викладання труб;
- риття котлованів під фундамент;
- засипання пазух і зворотна засипка.

Вертикальне планування території виконується бульдозером ДЗ-42 шляхом зняття верхнього шару ґрунту з послідуочим переміщенням його у тіло насипу

Риття котлованів і траншей виконуємо екскаватором ЕО-3322 з доробкою ґрунту і підчисткою до проектних відміток вручну. У зв'язку з недостатністю вільних площ, проектом передбачено вивіз ґрунту за територію будівельного майданчика автомобілями-самоскидами з наступним зворотнім транспортуванням необхідного об'єму ґрунту для засипки пазух. Зворотну засипку проводимо бульдозером ДЗ-42.

Зворотню засипку пазух котловану виконуємо бульдозером ДЗ-42 з подальшим його ущільненням трамбівками

Транспортні засоби , що продаються під завантаження ґрунту , встановлюються по передньо встановленим виїмкам з такими розрахунками , щоб кут повороту екскаватора при розвантаженні ковша був не більше 70°

По ходу будівництва вести геодезичний контроль у відповідності з СНиП 3.01.03-84 “Геодезические работы в строительстве”.

4.2.3 Будівельно-монтажні роботи

Будівля виготовляється із металевих колон таврового перерізу, що виготовляється шляхом зварювання металевих листів. Балки виготовляються також таврового перерізу і доставляються на будівельний майданчик у вигляді відправних елементів. Металеві елементи є жорсткими, їх доставляють і

встановлюють без тимчасового посилення, стропують за монтажні петлі, через спеціально вмонтовані отвори чи обхват.

Колони стропують фрикційними чи рулонними захватами, а рами – штировими. Для тимчасового закріплення колон, стики, в яких розміщені вище рівня перекриття, застосовують одиночними і груповими кондукторами.

Ригелі монтують за допомогою тросових стропів з місцевою чи дистанційним розстропуванням (напівавтоматичні стропи). Балка покриття кріпиться до колон болтовим з'єднанням.

Стінові панелі типу сендвіч монтують тими ж кранами, що й інші елементи.

Для зведення каркасу будівлі використовуємо два самохідні стрілові крани марки КС-4571-1.

Монтаж здійснюється послідовно, спочатку влаштовуються монолітні залізобетонні фундаменти ступінчастого типу, по них монтуються фундаментні балки. Монтаж каркасу ведеться спочатку у крайніх прольотах і завершується середнім прольотом. Після розкладки конструкцій відбувається монтаж колон, а потім на них монтується балки покриття. Для стійкості каркасу влаштовуються горизонтальні та вертикальні зв'язки та розпірки.

Монтаж ведеться з приоб'єктного складу. Монтаж ведеться по горизонтально-підйомному напрямку.

Монтаж металоконструкцій каркасу, прогонів покриття, влаштування покриття проводиться за допомогою автомобільно стрілового крану КС-4571-1. Одночасно з влаштуванням конструкцій фундаментів необхідно прокласти підземні мережі каналізацій, водопроводу, підведення електрокабельних ліній і каналів-лотків для монтажу трубопроводів теплопостачання.

По ходу будівництва вести геодезичний контроль у відповідності з СНиП 3.01.03-84 “Геодезичні роботи в будівництві”.

4.2.4 Влаштування покрівлі

Влаштування покрівлі починається з підготовки основи поверхні, перевіряються нівеліром нахили поверхні покриття.

Пароізоляційний шар виконується із вкладання по основі покрівлі пароізоляційної плівки (один шар). Біля місць примикання до виступаючих над покрівлею чи конструкцій, які проходять через неї пароізоляційний шар піднімається на висоту теплоізоляції, але не менше 100мм.

Теплоізоляційний шар виконується із мінераловатних плит товщиною 100мм. фірми ROKCWOOL (Польща).

Теплоізоляційний шар зовні і всередині будівлі обшивається металевим профілем ТП-60 (оцинкований).Також на покрівлі влаштовуються світлові ліхтарі та зовнішня система водовідведення з водостічних труб з електропідігрівом.

4.2.5 Оздоблювальні роботи

Оздоблювальні роботи виконуються у встановленій технологічній послідовності поточним методом з розбивкою процесів на окремі робочі операції, що виконуються спеціалізованими ланками.

Подача вікон до місця встановлення виконується автокраном .

Виконання малярних робіт проводять так, щоб виключити можливість пошкодження окремих поверхонь, а також їх захист при наступних роботах.

Малярні роботи здійснюються вручну.за допомогою валиків.

При розробці ПВР на складні роботи і роботи, що виконуються новими методами необхідно розробити технологічні карти або провести прив'язку до місцевих умов, типових карт і технологічних схем.

Роботи по монтажу внутрішніх сантехнічних систем, прокладка проводів і кабелів електроосвітлення і слабких струмів, монтажу технологічного обладнання розпочинати після здачі в цілому або його закінченої частини під монтаж.

4.3. Підбір монтажних кранів

Маса елементу, що монтується: $Q = Q_1 + Q_2$,

Де: Q_1 – маса елементу, м;

Q_2 – маса оснастки стропувань, т;

При підборі самохідних стрілових кранів спочатку вибираємо мінімально необхідну віддаль від рівня стоянки крана до верху стріли (рис. 4.1.):

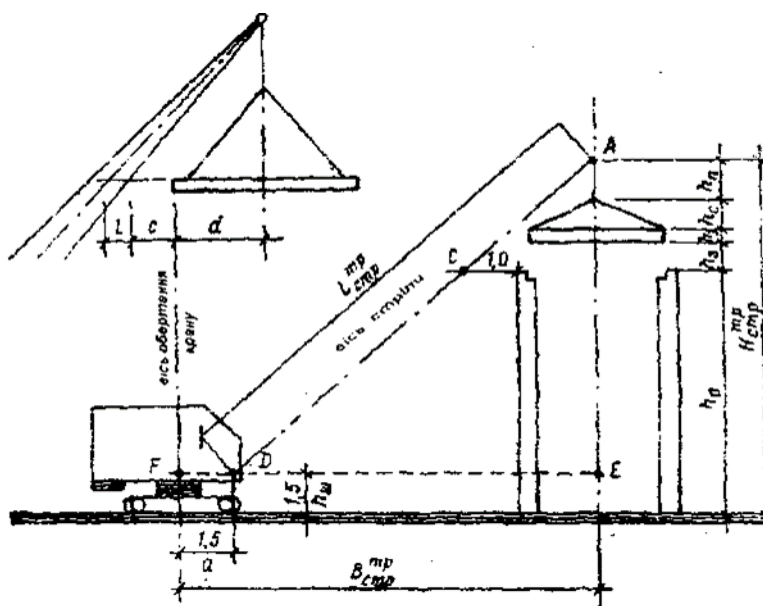


Рисунок 4.1. Схема визначення монтажних характеристик самохідного стрілового крану

$$H_{стр}^{необх} = h_0 + h_3 + h_l + h_c + h_n,$$

де h_0 – перевищення опори елементу, що монтується над рівнем стоянки монтажного крану, м;

h_3 – запас по висоті, м;

h_l – висота елементу в монтажному положенні, м;

h_c – висота стропування, м;

h_n – висота поліспасти в стягнутому положенні, м;

Найменший виліт стріли розраховуємо по формулі:

$$B_{стр}^{необх} = [(l + c + d) \cdot (H_{стр}^{необх} - h_{ш}) / (h_c + h_n)] + a,$$

де:

l – половина товщина стіни на рівні верху монтуючого елемента або раніше змонтованої конструкції, м;

c – мінімальний зазор між стрілою і монтажним елементом або між стрілою і раніш змонтованою конструкцією; м;

d – віддаль від центру ваги до наближеного до стріли крана краю елемента, м;

$h_{ш}$ – відстань від рівня стоянки крана до осі повороту стріли, м.

Тоді найменша необхідна довжина стріли

$$L_{стр}^{необх} = \sqrt{(B_{стр}^{необх} - a)^2 + (H_{стр}^{необх} - h_{ш})^2}$$

Наприклад, для колони $H_{стр}^{необх}$ за розрахунком складає $H_{стр}^{необх} = 11,6 + 1,0 + 0,6 + 4,5 + 1,5 = 19,2\text{м}$,

то:

$$B_{стр}^{необх} = \frac{(0,1+1+0,1625)(19,2-1,5)}{3} + 1,5 = 9,1\text{м};$$

звідси:

$$L_{стр}^{необх} = \sqrt{(9,1 - 1,5)^2 + (19,2 - 1,5)^2} = 19,3\text{м}.$$

Аналогічно проводяться розрахунки для всіх інших елементів, що монтуються.

За знайденими технічними параметрами для монтажу всіх елементів приймаємо кран КС-4571-1.

Таблиця 4.3. Технічні характеристики вибраних кранів

№ п/п	Вид крана	Вантажопідйомність, т	Висота підйому, м	Виліт гака, м	Довжина стріли, м
1	2	3	4	5	6
2	КС-4571-1	16	17	14	21,7

4.4. Визначення необхідності у транспортних засобах

Транспортні засоби вибираємо для доставки конструкцій на будівельний майданчик. Для доставки конструктивних елементів використовуємо човниковий метод, оскільки він є найефективнішим, так як з терміну циклу виключається час на завантаження та розвантаження, а враховується час на причеплення та відчеплення причепів, який значно менший часу завантаження і розвантаження.

При виборі транспортних засобів враховуємо їх вантажопідйомність, масу, габарити, кількість та асортимент вантажу, віддалі перевезення. Підбираємо їх таким чином, щоб коефіцієнт використання вантажопідйомності не був меншим за 0,7 для кожного монтажного елемента.

Змінну експлуатаційну продуктивність однієї транспортної одиниці визначаємо для кожного виду конструкцій. Пізніше, для човникового способу руху транспортних засобів визначаємо:

- тривалість циклу руху транспортних засобів;
- потребу в автотранспортних засобах для перевезення та компонування кожної монтажною ділянкою одним видом конструкцій;
- кількість рейсів кожної машини для одного виду конструкцій за зміну.

Змінна експлуатаційна продуктивність однієї транспортної одиниці:

$$P_e = \frac{60 G_n T_{зм} k_{\text{вв}} k_r}{t_{\text{ца}}}, \text{ (т/зм)};$$

де G_n – номінальна вантажопідйомність транспортної одиниці (із причепом), т;

$T_{зм}$ – час чистої роботи транспортної одиниці за зміну, (год.). Приймаємо 7,5 год;

$k_{\text{вв}}$ – коефіцієнт використання вантажопідйомності транспортної одиниці;

$$k_{\text{вв}} = \frac{m_i \cdot a}{G_n}$$

Таблиця 4.4. Транспортні засоби та їх технічна характеристика

№ п/п	Назва збірного елемента	Вага ел-ту, т	Розміри елемента, мм	Транспортний засіб	Вантажопідйомність G_n , т	Кількість ел-тів за один рейс	Коефіцієнт використання $k_{вв}$
1	Несучі колони	0,98	450x320 X8000	МАЗ-504 з напівпричепом- платформою	10,55	10	0,995
2	Фунд. балка	1,5	600x300 X5960	-//-	10,55	6	0,995
3	Відправні елементи рами	1,3	280x600 x12000	МАЗ-504 з напівпричепом- платформою УПП-37	12	6	0,93
4	Фахв. колони	0,6	300x250 X11600	МАЗ-504 з напівпричепом	12	20	0,97
5	Фахверкові балки	0,5	300x200 X6000	-//-	16	32	0,84
6	Металеві прогони	0,18	150x200 x6000	МАЗ-504 з напівпричепом	8	44	0,85
7	Профнастил	0,08	1100 x6000	КАМАЗ з причепом	8	100	0,85
8	Інші матеріали			КАМАЗ	8		

де m_i – маса одного елемента, т;

a – кількість перевезених елементів за один рейс, штук;

k_r – коефіцієнт використання машин у часі. Приймаємо 0,8;

$t_{ца}$ – тривалість робочого циклу автомобіля, для човникового способу:

$$t_{ца} = t_1 + \frac{2 \cdot 60L}{V_{cp}} + t_2 = 10 + \frac{2 \cdot 60 \cdot 15}{19} + 15 = 151, \text{ хв. або } 2 \text{ год } 31 \text{ хв.};$$

де t_1 , t_2 – час заміни причепів відповідно на заводі та будівельному майданчику (10-15хв.);

L – відстань транспортування (15 км);

V – середня швидкість транспортування (19 км/год).

Кількість рейсів, виконаних кожним тягачем в зміну:

$$n_{p.m} = \frac{60T_{зм}k_r}{t_{ца}}.$$

При доставці матеріалів, напівфабрикатів, будівельних деталей та конструкцій на будівельний майданчик використовуємо причепи, напівпричепи

та спеціалізовані транспортні засоби. До спеціалізованих транспортних засобів відносять: напівпричепи-платформи, для перевезення колон; а також балок-ригелів (звичайних). Всі транспортні засоби, а також їх характеристики наведені в таблиці.

4.5. Розробка технологічних карт на виконання будівельних процесів

4.5.1 ТК на монтаж рами

Область застосування

Конструктивні елементи рами виконанні із сталі марки С 245. Рама являється трьох пролітною по 24 м кожен проліт, виконана з елементів складного перерізу. Колони та балка покриття виконані зі зварного двотавра, зв'язки та розпірки виконано з металевих труб.

Рама доставляється на майданчик у вигляді відправних елементів.

Дана Т.К. охоплює таку номенклатуру робіт:

підготовка вертикального відправного елемента до монтажу;

переміщення крана;

підготовка фундаменту;

строповка відправного елемента;

підйом та установка відправного елемента;

вивірка відправного елемента;

закріплення відправного елемента;

розстроповка відправного елемента;

встановлення тимчасових опор;

підготовка горизонтального відправного елемента до монтажу;

переміщення крана;

установка драбини;

підготовка оголовка вертикального відправного елемента;

строповка горизонтального відправного елемента;

підйом, установка, вибірка та тимчасове закріплення горизонтального відправного елемента;

закріплення болтами;

розтроповка горизонтального відправного елемента;

зняття відтяжок.

переміщення тимчасових опор.

Монтаж елементів рами проводиться в теплий період року, при нормальних природно - кліматичних, геологічних умовах. Кількість змін на добу – 2.

Організація та технологія будівельного процесу

До монтажу елементів рами повинні бути встановлені фундаменти під них.

Елементи рами монтуються човниковим способом.

Послідовність ведення робіт по монтажу елементів рами:

Розкладка елементів, що монтуються в зону монтажу.

Строповка та підйом конструкцій, що монтуються.

Встановлення та вивірка елементів, що монтуються.

Тимчасове закріплення елементів, що монтуються.

Ростроповка конструкцій.

Постійне закріплення конструкцій.

Професійно-кваліфікаційний та чисельний склад бригади вказано при розробці графіку виконання робіт (аркуш 7).

Рішення по охороні праці та техніки безпеки:

1. При підйомі металевих конструкцій обов'язкова організація сигналізації. Усі сигнали машиністу крана подаються тільки одною особою-складувальником чи монтажником із ланки. Перед початком роботи монтажники зобов'язані отримати від майстра вказівки про порядок монтажу колон, перевірити справність монтажних пристосувань.

2. Забороняється знаходитися під конструкцією, підвішеною до гака крана, відтягувати її під час переміщення і залишати під час перерви підвішеною. При горизонтальному переміщенні конструкція має бути піднята не менше чим на 0,5 м вище перешкод, що зустрічаються на шляху.

3. Зони, які небезпечні для руху людей під час монтажу, повинні бути огорожені і облаштовані добре видимими попереджувальними знаками.

4. В кінцях підкранових шляхів мають бути влаштовані інвентарні опори, розраховані на сприйняття удару крану.

5. До початку робіт майстер або виробник робіт знайомить складувальників і монтажників із справжніми вказівками і дає інструктаж по безпечному виконанню робіт.

6. При розвантаженні конструкцій забороняється переміщати їх над кабіною шофера.

7. Монтажники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту.

Вказівки по контролю та оцінці якості робіт у відповідності СНиП 3.01.01-85 „по організації будівельного виробництва”. Якість виконання БМР визначається по результатам виробничого контролю та оцінюється в відповідності із спеціальною інструкцією по оцінці якості БМР. Виробничий контроль якості БМР повинен включати вхідний, операційний та приймальний (з оцінкою якості). При вхідному контролі повинно перевірятися відповідність всіх конструкцій та матеріалів їх стандартам, технічним умовам, паспортам. Майстри повинні перевіряти шляхом огляду відповідність якості конструкцій та матеріалів, які поступають на будівельну площадку, вимогам робочих креслень, технічних умов та стандартів.

Операційний контроль повинен здійснюватися після завершення будівельних процесів і забезпечувати своєчасне виявлення дефектів та причин їх виникнення, а також своєчасне прийняття рішень по їх усуненню та попередженню. При операційному контролі повинно перевірятися: відповідність виконуваних робіт робочим кресленням, будівельним нормам, стандартам. Операційний контроль повинен виконуватись виконавцями робіт та майстрами. До операційного контролю повинні бути залучені геодезичні служби.

Матеріально – технічні ресурси

В розділі подаються:

Потреби матеріальних, технічних ресурсів, необхідних для виконання будівельного процесу, які заносяться відповідно до таблиці 4,5 і 4,6

Таблиця 4.5. Основні матеріали, будівельні конструкції та деталі

№ п./п.	Назва матеріалів, конструкцій	Марка	Одиниця виміру	К-сть.
1	Колона	К-1	шт.	8
		К-2		8
		К-2		26
2	Відправний елемент балки	Б-1	шт.	12
3	Вертикальний з'язок в каркасі будівлі	ЗВ	шт.	12
4	Горизонтальний з'язок по балкам покриття	ЗГ-1,ЗГ-2	шт.	24
5	Розпірки	Р-1	шт.	87

Таблиця 4.6. Машини, обладнання, механізований інструмент, інвентар та пристрої

№ п./п.	Назва	Тип	Посилання на технічну документацію	К-ст.
1	Автокран	Q=16т, L=27.5	КС-4571-1	2
2	Строп двогілковий	Q=5т, L=2.2м	ГОСТ 19144-73	2
3	Траверса	Q=10т, h=2м	ПИ ПСК Р-19-724	6
4	Теодоліт		Т-30	2
5	Нівелір		НВ-1	1
6	Рулетка	L=20м	ГОСТ 7502-61	2
7	Огородження монтажної зони			4
8	Розчалки			6
9	Зварювальний трансформатор	СТЄ-34	ГОСТ 7282-54	1
10	Щітка сталеві			3
11	Лом монтажний			2
12	Електрощит	ЯРВ		2
13	Опори освітлювальні	Н=7м		4

14	Прожектори	ПЕС-45		4
15	Світильники	2208		3
16	Монтажні пояси		ГОСТ 12.4.087-80	8
17	Каски		ГОСТ 12.4.087-84	12

ТЕП технічної карти

Техніко – економічні показники винесені на аркуш 7 дипломного проекту.

4.5.2 ТК на влаштування покрівлі з профнастилу

Область застосування

Для покриття будівлі використовується профнастил ТП-60(оцинкований), утеплювач (мінераловатні плити з $\gamma = 50 \text{ кг/м}^3$) та пароізоляційна плівка. Профнастил має корисну ширину 1100 мм, довжину 6 м, товщиною 0,7 мм. Товщина утеплювача 150 мм. Підпокрівельна та пароізоляційна плівки – поліетиленові.

Дана Т.К. охоплює такий вид робіт:

- 1) підйом краном КС-4571-1 листів в пачці на покрівлю;див сх.1 на листах креслення;
- 2) розкладка та вкладання листів вручну з їх підгонкою;
- 3) компоновка гвинтів;
- 4) закручування самонарізних шурупів;

Монтаж елементів покрівлі проводиться в теплий період року, при нормальних природно – кліматичних умовах. Кількість змін на добу -2.

Організація та технологія будівельного процесу

До початку влаштування покрівлі має бути встановлений весь каркас будівлі і влаштована тепло- та пароізоляція.

На підготовчому етапі неохідне проведення наступних робіт:

-контрольний огляд несучих конструктивних елементів,прогонів і решетування.Особливу увагу необхідно приділити виявленню та усуненню перекосів й оцінці відповідності фактичного геометричного положення схилів

проектним значення. Перпендикулярність карниза до торця прямокутного схилу перевіряється його діагоналлю.

Тривалість зберігання та запас конструкцій та матеріалів на будівельному майданчику розрахований в розділі „Розрахунок площі складських приміщень та площадок”.

Підйом профнастилу на покрівлю виконують краном КС-4571-1 в пачках.

При стропуванні та підйомі пачок листів для запобігання деформації вони повинні бути забезпечені прокладками, а під низом пачки передбачено спеціальні дерев'яні рейки. Монтаж профілів необхідно починати з торця будівлі. На покрівлі листи підносять на відстань до 10 м і розкладають по прогонах вручну. Після підгонки самонарізаючі шурупи (РА 4,8 x 28) вгвинчують в прогин хвилі профілю наступним чином:

біля торця профнастилу на дні кожної хвилі (між ребрами);

до проміжних прогонів на дні кожної другої хвилі.

При цьому користуються електродрелью з регулюючим моментом затягування та з насадкою для шурупів. Так як шурупи є само нарізними, то попереднє свердління отворів не потребується. В якості шаблону використовують шнур з нанесеними рисками.

Самонарізаючі шурупи, також попередньо укомплектовують сталевую та ебонітовою шайбами.

Використання шурупів: 6 шт. на 1 м².

Професійно-кваліфікаційний та чисельний склад бригади вказано при розробці графіку виконання робіт (аркуш 8).

Рішення по охороні праці та техніки безпеки Т.Б.:

-до виконання покрівельних робіт допускаються робітники не молодше 18 років, які пройшли спеціальне навчання, вивчили вимоги СНиП III-4-80, склали екзамен і одержали посвідчення;

-для виконання покрівельних робіт робітники повинні бути забезпечені спецодягом, спецвзуттям, рукавицями та індивідуальними засобами захисту;

- допуск робочих до виконання покрівельних робіт дозволяється після огляду майстром або прорабом спільно з бригадиром справності несучих конструкцій покриття та огороження;

- для проходу робочих, що виконують роботи на висоті, встановлюють трапи шириною 0,5 м з поперечними планками, трапи на час роботи повинні бути закріплені;

- розміщувати на покрівлі матеріали дозволяється тільки в місцях, що передбаченні проектом, з застосуванням заходів, що запобігають їх падінню.

- під час перерв інструмент та матеріал повинен забиратися з покрівлі;

- роботи, що працюють на висоті повинні бути забезпеченні запобіжними поясами.

-забороняється виконувати роботи при густому тумані,при силі вітру більше як 6 балів,при обледенінні покрівлі або покритті її інєєм або під час зливи.

Таблиця 4.7. Калькуляція трудозатрат

ЄНУР		Найменування робіт	Одиниці виміру	Об'єм робіт	Норма часу на од., люд.-год.	Затрати на весь об'єм, люд.-год.	Розцінка на од., грн..	Затрати праці на весь об'єм, грн.
1	5-1-16	Підйом краном листів в пачках на покрівлю	100 м ²	30,24	0,1	1,044	0,056	0,585
2	5-1-17	Розкладка та вкладання на покрівлі вручну з підгонкою листів	100 м ²	30,24	1,35	14,09	0,749	7,8
4	5-1-19	Компоновка <u>самонарізаючих</u> гвинтів	100 шт.	182	0,36	22,55	0,177	11,09
5	5-1-19	Встановлення <u>самонарізаючих</u> гвинтів	100 шт.	182	0,89	55,75	0,525	32,89

Вказівки, по контролю та оцінці якості робіт: якість виконання БМР визначається по результатам виробничого контролю та оцінюється в

відповідності із спеціальною інструкцією по оцінці якості БМР. Виробничий контроль якості БМР включає вхідний, операційний та приймальний (з оцінкою якості). При вхідному контролі повинно перевірятися відповідність всіх конструкцій та матеріалів їх стандартам, технічним умовам, паспортним даним. Майстри повинні перевіряти шляхом огляду відповідність якості матеріалів, які поступили на будівельну площадку, вимогам робочих креслень, технічних умов та стандартів.

Операційний контроль повинен здійснюватися після завершення будівельних процесів і забезпечувати своєчасне виявлення дефектів та причин їх виникнення, а також своєчасне прийняття рішень по їх усуненню та попередженню. При операційному контролі повинно перевірятися: відповідність виконуваних робіт робочим кресленням, будівельним нормам, стандартам. Операційний контроль повинен виконуватись виконувачем робіт та майстрами будівельної організації.

Матеріально-технічні ресурси

В розділі подаються:

Потреби матеріальних, технічних ресурсів, необхідних для виконання будівельного процесу, які заносяться відповідно до таблиці 4.8 і 4.9

Таблиця 4.8. Основні матеріали, будівельні деталі та конструкції

№ п./п.	Назва матеріалів, конструкцій	Марка	Одиниця виміру	К-сть.
1	<u>Профнастил</u>	ТП-60	шт.	425
2	Шурупи Ø 4,8мм		шт.	18200
3	Сталева шайба		шт.	18200
4	Ебонітова шайба		шт.	18200

Таблиця 4.9. Машини, обладнання, механізований інструмент, інвентар та пристрої

№ п./п.	Назва	Тип	Марка	К-сть.
1	2	3	4	5
1	Кран		КС-4571-1	1
2	4-х віткові стропи			1
3	Електроножниці для різки листової сталі			2
4	Підмости			2
5	Шурупокрути			2
6	Дрелі			2
7	Переноски			4
8	Ніж покрівельний			2
9	Щітка брезентова покрівельна			2
10	Пристосування монтажників	CTD-96-1		8
11	Рівень			2
12	Рулетка			3
13	Ящик для шурупів			4
14	Лінійка металева 500мм.			4
15	Олівець столярний 300мм.			2
16	Кутник столяра з транспортом	Stanley		3
17	Молоток слюсарний з дерев'яною ручкою			2
18	Рулетка Q серія 10м-25мм	SR Pover		2
19	Штангенциркуль	ШЦ-125		1

Техніко-економічні показники

Техніко – економічні показники винесені на аркуш 7 дипломного проекту.

5. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

5.1. Календарний план

Календарний план винесено на аркуші 10 дипломного проекту. Тривалість робіт на графіку виконання робіт визначається лінією вектором, над яким вказується кількість робочих, що виконують даний будівельний процес.

До вихідних матеріалів, які використовуються при проектуванні календарних планів у процесі розробки проектів виробництва робіт відносяться: проект організації будівництва, робочі креслення об'єкту, дані інженерних та техніко-економічних вишукувань, дані про машини та механізми, якими планується виконання робіт, види транспорту, нормативна або директивна тривалість будівництва тощо.

Проектування календарного плану відбувається, як правило, в наступній послідовності: аналізуються вихідні дані для проектування; складають номенклатуру робіт, необхідних для зведення об'єкту; підраховують обсяги робіт; вибирають методи проведення робіт та ведучі машини; визначають необхідну кількість праце-, та машино-витрат для виконання будівельно-монтажних робіт; призначають склад бригад та ланок, розраховують тривалість виконання кожного виду робіт та пов'язують їх виконання в часі. Деякі види робіт, які виконує одна бригада або ланка, покрупнюють та підраховують їх загальну працеемність.

Нормативний термін виконання робіт по зведенню складського комплексу у м.Немирів,що у Вінницькій області ДП Алко-Інвест-Україна СНиП 1.04.03-85 складає 5 місяців. Середня кількість робітників при зведенні об'єкту складає -11 чоловік , максимальна кількість робочих дорівнює – 18 чоловік.

Календарний план виконання робіт на запроектованому об'єкті наведено на аркуші 10 графічної частини дипломного проекту.

ТЕП календарного плану

1.Тривалість будівництва

$$T = 99\text{роб. дні} < T_{\text{норм}} = 120\text{роб. дні}$$

2. Показник суміщення будівельних процесів в часі.

$$K_{\text{сум.}} = \frac{\sum t}{T} = \frac{183}{98} = 1,94$$

де:

$\sum t = 183$ роб.дні – сумарна тривалість виконання всіх будівельних процесів при послідовному веденні робіт;

$T = 98$ роб.дні – тривалість робіт за календарним планом.

3. Показник нерівномірності руху робочої сили:

$$K_{\text{нер}} = N_{\text{ср max}}$$

$N_{\text{max}} = 18$ чол. – максимальне число робітників в зміну;

$N_{\text{ср}} = 11$ чол. – середньоспискове число робітників.

$$N_{\text{ср}} = \frac{\sum Q}{T} = \frac{1075,5}{98} = 11$$

де $\sum Q = 1078,5$ люд.-зм. – сумарна працесмність.

4. Показник змінності – загальна кількість змін, віднесена до кількості пророблених днів (по календарному графіку):

$$K_{\text{зм}} = \frac{N}{T} = \frac{193}{98} = 1.96$$

5.2. Будівельний генеральний план

Будгенплан розроблений на період повного виконання робіт на будівельному майданчику і відображає стан будмайданчика при спорудженні надземної частини будинку.

5.2.1 Визначення потреби в інвентарних спорудах

Визначення площ тимчасових будівель та споруд здійснюється за максимальною чисельністю працюючих на будмайданчику та нормативної площі на одну людину, що користується даним приміщенням. Чисельність працюючих подаємо в табличній формі таблиця 5.1.

Таблиця 5.1. Розрахунок чисельності працюючих

<u>Кількість працюючих в максимально завантажену зміну</u>	<u>Робітники неосновного виробництва</u>	<u>ІТР</u>	<u>Службовці</u>	<u>МОП і охорона</u>	<u>Розрахункова кількість робітників</u>
16	1	1	0	1	19

Розрахунок площі тимчасових споруд подається в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2. Розрахунок тимчасових споруд

№ п./п.	Номенклатура інвертатних споруд	Од. вим.	Нормативний показник	Розрахунок к-сті працюючих	Площа, м ²
1	2	3	4	5	6
1	Прохідна	м ²	2	1	2
2	Контора	м ²	4	4	16
3	Гардеробні	м ²	4	16	64
4	Умивальник	м ²	0,6	19	10,8
5	Приміщення для прийому їжі	м ²	1,2	17	20,4
6	Теж, для обігріву робочих	м ²	0,25	17	4,25
7	Медичний пункт	м ²	0,5	18	9
8	Душева з переддушевою чол.	м ²	0,82	18	14,76
9	Душева з переддушевою жін.	м ²	0,82	4	3,2
10	Сушильня	м ²	0,82	16	13,12
11	Туалет .чол	м ²	0,14	14	1,96
12	Туалет .чол	м ²	0,14	4	0,65
13	Навіс для відпочинку	м ²	0,95	16	15,6
11	Кубова	м ²	0,12	~	4
				Всього:	185,17

Експлікація тимчасових споруд подається в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3. Експлікація тимчасових споруд

Найменування інвентарних будинків	Розрахункова площа, м ²	Розміри в плані, м	К-сть будинків	Прийнята площа м ²	Конструктивна характеристика	Використаний типовий об'єкт
Побутові приміщення	72	8,0×9,0	2	144,0	Збірно-щитова	
Медпункт	9	8,0×6,0	1	48,0	Контейнер	ГПО-4
Виконроб-ська	8	8,0×6,0	2	54,0	Збірно-щитова	
			2	48,0	Контейнер	420-13-2
Їдальня	26,4	9,0×6,0	1	54,0	Контейнер	
Туалет	3,08	2,5×1,8	1	4,5	Збірно-щитова	

5.2.2 Розрахунок площі складських приміщень та площадок

Площу складів розраховуємо за кількістю матеріалів;

$$Q_{зан} = Q_{заг} / T \cdot \alpha \cdot n \cdot k,$$

де:

$Q_{зан}$ – запас матеріалів на складі;

$Q_{заг}$ – загальна кількість матеріалів необхідних для будівництва;

T – тривалість розрахункового періоду, днів;

$\alpha = 1,1$ – коефіцієнт нерівномірності постачання матеріалів на склади;

$k = 1,3$ – коефіцієнт нерівномірності витрат матеріалів.

Корисна площа складу F без проходів визначається за формулою:

$$F = Q_{зан} / q$$

де:

q – кількість матеріалів, що вкладаються на 1 м² складу.

Загальна площа складу:

$$S = F / \beta$$

Таблиця 5.4. Визначення площ та кількості складів складів

Конструкції, матеріали	Одиниця виміру	Загальна потреба	Тривалість укладки, T , дні	Найбільша добова витрата	Запас в днях, n	Коеф. нерівності постачання, a	Коеф. нерівном. витрат k	Запас на складі	Норма складув. на 1м^2 , q	Загальна площа складу S , м^2	Коеф. викор. площі складу β	Х-ка складу
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15
Збірні залізобетонні	м^3	17	10 8	6,28	5	1,1 0	1,2 0	37,67	0,75	78,92	0,7	Відк р.
Металеві колони	т	21,3	10 8	6,28	5	1,1 0	1,2 0	37,67	0,75	78,92	0,7	Відк р.
Металеві балки	т	43,2	29	27,38	3	1,2 0	1,1 0	90,35	1,00	154,8 9	0,7	Відк р.
Арматура для монолітних конструкцій	т	21,8	56	0,61	6	1,1 0	1,2 0	4,37	1,50	6,41	0,5	Навіс
Скло віконне	м^2	218	11	15,64	3	1,2 0	1,1 0	51,60	0,70	176,9 1	0,5	Закр
Щитова опалубка	м^3	211	56	0,68	6	1,1 0	1,1 0	4,48	1,60	6,16	0,5	Відк р.
Цегла	тис. шт.	2,15	42	0,06	3	1,2 0	1,2 0	0,21	0,70	0,46	0,8	Навіс
Щебінь	м^3	380	65	4,92	3	1,1 0	1,1 0	16,25	1,60	18,62	0,6	Відк р.
Пісок	м^3	470	65	6,46	3	1,2 0	1,2 0	23,26	1,60	29,08	0,6	Відк р.
Рулонні покрівельні ізоляційні матеріали	м^2	302 4	57	142,1 1	2	1,1 0	1,2 0	341,0 5	10,5 0	44,66	0,8	Навіс
Мінераловатний утеплювач	м^2	302 4	53	6,26	3	1,2 0	1,2 0	22,55	2,50	16,65	0,6 5	Навіс
Металевий профнастил	м^2	302 4	65	8,21	3	1,2 0	1,2 0	22,55	2,50	32,55	0,6 5	Навіс
Цемент	т	28,7	20 8	4,30	5	1,1 0	1,1 0	23,67	1,30	40,05	0,5	Закр.
Емаль спня	кг	35	57	11,40	3	1,1 0	1,1 0	37,63	2,50	25,47	0,6 5	Закр.

5.2.3 Розрахунок водопостачання будівельного майданчика

Джерело тимчасового водопостачання – це система водопостачання міста.Немирів

Господарські витрати води за годину:

$$Q_{госп} = \frac{N \cdot D \cdot K_1}{n \cdot 1000} = \frac{18 \cdot 60 \cdot 2,7}{8 \cdot 1000} = 0,36 м^3,$$

де:

N= 18 чел. – максимальна кількість працюючих у зміну;

D=60 літрів – питомі витрати води на одного працюючого в зміну;

K₁=2,7 – коефіцієнт нерівномірності водопостачання за годину;

n=8 год. – число годин у зміну.

Виробничі витрати води за годину:

$$Q_{вироб.} = \frac{\rho_{np} \cdot D \cdot K_2}{n \cdot 1000} =$$

$$= \frac{(85,6 + 156,2 + 980 + 584,7 + 657,5) \cdot 1460 \cdot 1,6}{8 \cdot 1000 \cdot 28} = 21,4 м^3$$

де:

ρ_{np} – обсяг роботи, що виконується в зміну;

D– питома витрата води на одиницю обсягу роботи, л;

K₂ =1,6 –коефіцієнт нерівномірності водопостачання.

Сумарні витрати води на виробничі і господарські потреби:

$$\sum Q = Q_{госп} + Q_{вир} = 0,36 + 21,4 = 21,6 м^3$$

Розрахункові секундні витрати води:

$$q_{розр} = \frac{\sum Q \cdot 1000}{3600} + q_{пож} = \frac{21,6 \cdot 1000}{3600} + 10 = 25,4 л/с$$

де:

$q_{пож}$ =10 л/с – витрати води на протипожежні потреби.

Діаметр водопровідної лінії:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{розр} \cdot 1000}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 25,4 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,5}} = 150_{мм}$$

де :

v – швидкість руху води, м/с.

5.2.4 Дощове водовідведення і витрати дощових вод

Дощове водовідведення служить для організованого відводу з території складського комплексу атмосферних опадів.

Дощове водовідведення поділяють на внутрішню мережу – для відведення дощових вод з покрівлі корпусу; зовнішню – для відводу атмосферних опадів з території складського комплексу.

В мережу внутрішнього водовідведення відводимо чисті стічні води виробничі.

Внутрішній дощовий водовідвід складається з наступних елементів:

водостічні воронки, які приймають воду з покрівлі корпусу;

відвідні металеві труби з оцинкованої сталі – вертикальні стояки;

горизонтальний відвідний трубопровід;

випуски, які з'єднують колектори внутрішніх мереж з зовнішньою мережею (Ø 150мм).

Площа обслуговування даху однією воронкою рівна $350_{м^2}$. На даху складського комплексу розміщено 10 воронки, воронки розміщують на відстані 15м одна від одної.

Розрахунок витрати дощових вод з водостічної площі

$$\begin{aligned} \text{для даху з нахилом } i = 10\% \quad Q_{розр} \\ Q_{розр} = \frac{F \cdot q_{20}}{10000} ; \end{aligned}$$

де q_{20} – інтенсивність дощу тривалістю 20 хвилин

$$Q_{розр} = \frac{q_{20} \cdot F}{10000} = \frac{3042 \cdot 100}{10000} = 30,42 \text{ л/с}$$

Водостічна воронка збирає воду з площі 350 м^2

Кількість воронок рівна:

$$n = \frac{F}{A} = \frac{350}{30,42} = 10 \text{ шт}$$

Відстань між воронками по ширині – 15, не більше допустимої максимальної відстані 48м.

Визначаємо розрахункову витрату води:

$$Q_{\text{розр}} = \frac{30,42}{10} = 3,04 \text{ л/с}$$

Пропускн^у здатність самотічних водовідводів визначаємо з рівня наповнення водою 0,8 діаметра труби. Система зовнішніх водостоків в самотічному режимі. Приймаємо діаметр водостічних воронок Ø 100мм.

Розрахункова витрата води на 1-ну воронку при Ø100мм рівна 3,04л/с.

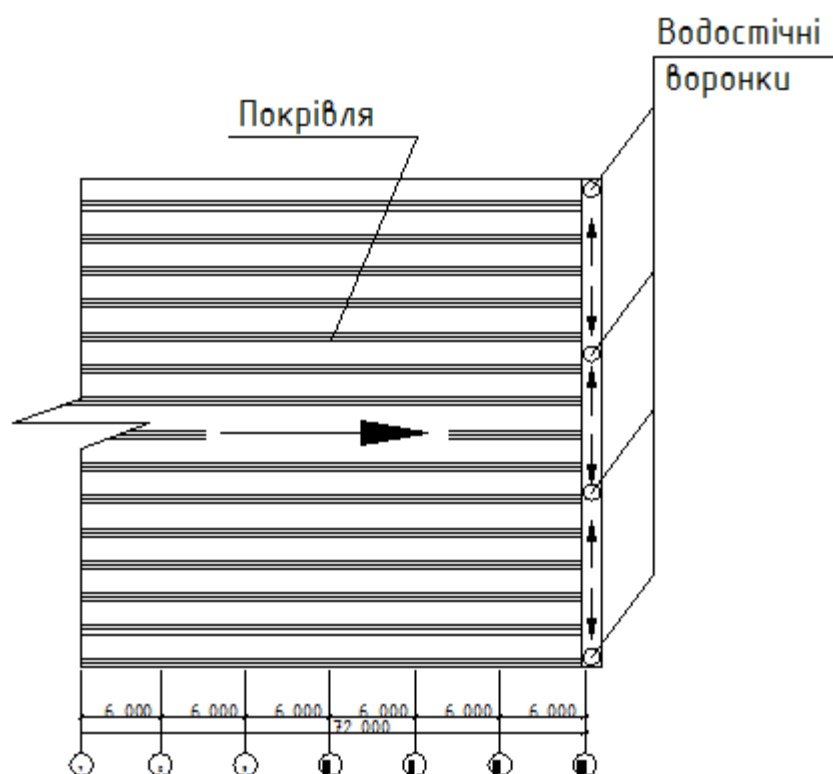


Рисунок 5.1. Схема влаштування водостічних воронок складу

5.2.5 Розрахунок електропостачання будівельного майданчика

Потреба в загальній електричній потужності з врахуванням втрат і одночасної роботи всіх споживачів:

$$P_{\text{заг}} = 1,1 \left(\frac{K_1 \cdot \sum P_c}{\cos \phi} + K_2 \cdot \sum P_m + K_3 \cdot \sum P_{\text{он}} + K_4 \cdot \sum P_{\text{ов}} \right); (\text{кВт})$$

де:

$\cos \phi = 0,75$ – коефіцієнт потужності;

$K_1=0,4, K_2=1,0, K_3=0,9, K_4=1,0$ – коефіцієнт попиту;

$\sum P_m = 51,44$ кВт – потужність на технічні потреби;

$\sum P_{\text{он}} = 5,94$ кВт – витрати електроенергії на освітлення майданчика;

$\sum P_{\text{ов}} = 8,36$ кВт – для освітлення приміщень;

Розрахунок проводимо у відповідності до таблиці 5.5.

Таблиця 5.5. Розрахунок електропостачання

№ п/п	Найменування споживачів	Од. виміру	Обсяг або кількість	Норма на одиницю або встановлена потужність	Загальні витрати ел. енергії
	Силова електростанція				58,54
1	Зварювальний агрегат	шт.	1	30	30
2	Електроножиці	шт.	3	1,2	3,6
3	Електроболгарка	шт.	2	2,2	4,4
4	Розчинонасос	шт.	1	10	20
5	Малярний агрегат	шт.	2	0,27	0,54
	Внутрішнє освітлення				6,85
7	Контора і побутові приміщення	м.кв.	143,07	0,015	2,14605
8	Душові	м.кв.	14,76	0,003	0,14
9	Навіси	м.кв.	318,38	0,003	0,98
10	Закриті склади	м.кв.	186,64	0,015	3,1
	Зовнішнє освітлення				11,92

11	Територія майданчика	100 м.кв.	49,6	0,15	7,4
12	Відкриті складські майданчики	100 м.кв.	9,65	0,05	0,48
13	Освітлення робочого місця прожектором	1 шт	4	1	4

всього: 63,32

За отриманими даними приймаємо трифазний силовий трансформатор АД-100-Т/400 з потужністю 100 кВт.

5.2.6 Розрахунок заземлення зварювального апарату

Для сварки арматурних коркасів та будівельних конструкцій при будівництві складського приміщення використовується електрозварювальний апарат постійного струму з приводом від електродвигуна.

Двигун серії 4А, напруга $U=380\text{В}$, мережа трьохфазна з ізольованою нейтраллю.

Грунт - суглинок з питомим електричним опором $R=100\text{ Омм}$. На початку заземлювача застосовуються сталі труби діаметром 0,08 м та довжиною 2,5 м, що з'єднанні зваркою сталеву полюсою 40х4 мм.

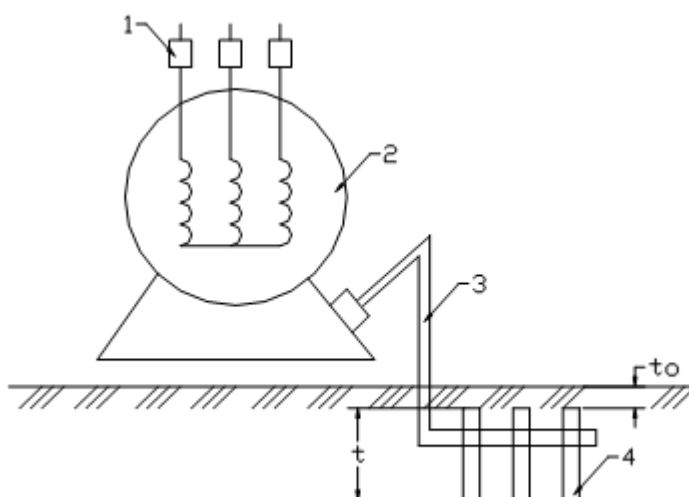


Рисунок 5.2. Склад заземлення двигуна: 1 – плавкі вставки, 2 – електродвигун, 3 – з'єднувальна полюса, 4 – трубний заземлювач.

Потужність двигуна - 15 кВт, кількість обертів за хвилину – 3000 хв⁻¹ , трансформатор потужністю 150 кВА.

За нормами опір заземлюючого приладу $[r_3] \leq 4$ Ом.

Розрахунок заземлюючого приладу.

Опір одиночного вертикального заземлювача визначаємо за формулою:

$$R_b = \frac{R_p}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{4t + l}{4t - l} \frac{1}{2} \right)$$

де: t - відстань від середини заземлювача до поверхні ґрунту (м); d - довжина полоси (м); l відстань полоси до поверхні землі (м); $d = 0.5b$ (b - ширина полоси, що дорівнює 0,08м).

Визначаємо розрахунковий питомий опір ґрунту R_p при використанні з'єднувальної полоси у вигляді горизонтальної стрічки довжиною 50 м.

При довжині полоси $d=50$ м $\psi'=5,9$ (згідно таблиці).

Тоді $R_p=R \psi'=100 \cdot 5,9=590$ Ом·м.

$R_r=(590/2\pi 50)\ln(50^2/(0,04 \cdot 0,8))=21$ Ом.

Визначаємо наближене число N кількості одичочних стержневих заземлювачів за формулою:

$$N=R_b/[r_3]\eta_b=8/4 \cdot 1=2 \text{ шт.}$$

де: $[r_3]$ - допустимий за нормами опір заземлюючого пристрою; η_b - коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів ($\eta_b = 1$).

Приймаємо розташування вертикальних заземлювачів по контуру з відстанню між суміжними заземлювачами рівними 21 м.

Із таблиці : $\eta_b = 0,66$, $\eta_r = 0,39$

Знаходимо необхідну кількість вертикальних заземлювачів

$$n = R_b([r_3] \eta_b) = 8/(4 \cdot 0,66) = 3 \text{ шт.}$$

Розраховуємо загальний розрахунковий опір заземлюючого пристрою R з

$$R = \frac{R_r \cdot R_b}{R_b \cdot \eta_r + R_r \cdot \eta_b \cdot n} = \frac{8 \cdot 21}{8 \cdot 0,39 + 21 \cdot 0,66 \cdot 3} \approx 3,76 \text{ Ом}$$

врахуванням з'єднувальної полоси:

Тобто загальний опір розрахованого заземляючого пристрою відповідає обов'язковій умові: він повинен бути не більший допустимого значення ($R \leq [r_3]$), рівного 4 Ом.

З цього слідує, що розрахунок заземляючого пристрою виконано вірно.

5.2.7 Техніко-економічні показники будгенплану

Техніко-економічні показники будгенплану подано на листі №9 графічної частини дипломного проекту.

5.3. Заходи по охороні праці та пожежної безпеки

При проектуванні будгенплану питання охорони праці вирішується відповідно до вимог СНуП III-4-80 „Техніка безпеки в будівництві”, а питання пожежної безпеки – відповідно до „правил пожежної безпеки при виробництві будівельно-монтажних робіт” і СНуП 2.01.02-85 „Протипожежні норми”. При проектуванні будгенплану передбачені такі заходи:

- визначені небезпечні зони, вхід до яких робітників, що не зв'язані з виконанням цих робіт, заборонений;

- встановлено безпечні шляхи для пішоходів та автомобільного транспорту;
- тимчасові адміністративно-господарські приміщення розміщені на безпечній віддалі від основних небезпечних факторів;

- забезпеченні протипожежні розриви між тимчасовими і постійними будівлями;

- влаштовано освітлення будмайданчику, проходів та робочих зон;

- забезпечені безпечні умови праці, що виключають можливість ураження електричним струмом.

Таблиця 5.6. Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів

№ п /п	Небезпечні та шкідливі фактори	Джерела та види робіт	Кількісні оцінки	Норматив
1	2	3	4	5
1	Обвали ґрунту котловану	Виконання зем. робіт при влаштуванні фундаменту	h = 1,2 м Лесовий просідаючий РГВ-14м.	СНиП III-4-80* р.9 т.4
2	Падіння людини з висоти	Земляні роботи, монтажні, покрівельні, опоряджувальні а) внутрішні б) зовнішні	h = 1,2м h = 12,6м v = 15 м/с h = 12,6м v = 15 м/с h = 8,0 м	СНиП III-4-80* р.9 п. 9.5 р.12 п.12.8, п.12.11 р.15 п. 15.5, 15.1 р.16 п.16.10 ГОСТ 12.4.059-89
3	Експлуатація машин і механізмів	Експлуатація кранів, вантажозахватних пристроїв, землерийних машин	Довжина стріли до 30 м , вис. підйому крюка 26 м	ДБН А.3.1-5-96 п.7.10 СНиП III-4-80* ГОСТ 12.3.033-84
4	Падіння конструкцій та ін. предметів	Монтажні Покрівельні опоряджувальні а) внутрішні б) зовнішні	h = 12,6 м	СНиП III-4-80* р.9 п. 9.5 р.12 п. 12.6, 12.7, 12.9, 12.12 ДБН А.3.1-5-96 п.7.10
5	Отруєння хімічними речовинами	Виконання малярних робіт	ГДК _{ацетил.} = 0.1мг/м ³ ГДК _{толул.} = 50мг/м ³	СНиП III-4-80* пр. 9 ГОСТ 12.1.005-88
6	Підвищений рівень шуму	Робота машин і механізмів	43 – 75 Дб	СНиП III-4-80* ГОСТ12.1.003-83 ДСН 3.3.6.037-99
7	Гази	Малярні роботи, газозварювальні роботи	ГДК: СО-20мг/м ³ NO ₂ -5мг/м ³ SO ₂ -10мг/м ³	ГОСТ 12.1.005-88

8	Вібрація	Ущільнення бетонної суміші	Частота 2, 4, 8, 16, 31, 63 Гц Амплітуда 0.005-0.11 мм	СНиП III-4-80* р.11 п. 11.7 ДСН 3.3.6.039-99 ГОСТ12.1.012-90
9	Метеорологічні умови	Покрівельні роботи опоряджувальні роботи тільки зовнішні	Швидкість вітру $v = 15$ м/с	ГОСТ12.1.005-88 ДСН 3.3.6.042-99
10	Атмосферна електрика	Покрівельні роботи, опоряджувальні роботи на сталевих лісах без заземлення	Середнє значення ударів блискавки за рік на 1 км ² -3 Категорія II.	РД 34.21.122-87
11	Виникнення пожеж при виконанні робіт	Влаштування утеплювача й покрівлі	Вибухо-небезпечність кат "Д" вогнест. II кат	ДНАОП 0.01-1.01-95 НАПБ.Б.07.005-86 (ОНТП.24-86)

5.4. Заходи по охороні навколишнього середовища на період будівництва

Природоохоронні заходи при проектуванні будгенплану здійснені за такими основними напрямками: зменшення забрудненості повітря, боротьба із шумом, охорона та раціональне використання водних ресурсів, ґрунту.

Найбільш загальні заходи:

встановлені чіткі розміри і межі будмайданчика;

своєчасне і якісне влаштування під'їзних доріг;

перевезення і складання товарних бетонів і розчинів здійснюють у герметичних ємностях;

при прибиранні сміття в будинках і спорудах використовуються спеціальні трубчасті люльки;

забороняється закопування в ґрунті відходів та залишків будівельних матеріалів при планувальних роботах;

завершення будівництва якісним прибиранням і благоустроєм території з відновленням родючого шару ґрунту.

6. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

6.1. Загальні положення

Економічна частина магістерської кваліфікаційної роботи виконується з метою визначення кошторисної вартості будівництва складського комплексу, оцінки основних трудових і вартісних показників, а також обґрунтування ефективності прийнятих проєктних рішень.

В умовах сучасного будівельного виробництва економічне обґрунтування є важливою складовою проєктування, оскільки дає змогу оцінити доцільність прийнятих архітектурно-планувальних, конструктивних та організаційно-технологічних рішень. При виборі варіантів проєктних рішень враховуються не лише технічні показники, а й кошторисна вартість будівництва, трудомісткість робіт, тривалість виконання будівельно-монтажних процесів, витрати матеріальних і трудових ресурсів.

До основних показників економічної оцінки об'єкта належать загальна кошторисна вартість будівництва, кошторисна заробітна плата, трудомісткість будівельно-монтажних робіт, тривалість будівництва, одинична вартість будівельного об'єму, а також виробіток робітників на один людино-день. Сукупність цих показників дає можливість оцінити економічну доцільність прийнятих рішень і порівняти їх із нормативними або аналогічними показниками для об'єктів подібного призначення.

Будівництво складського комплексу у м. Немирів має важливе значення для забезпечення зберігання готової продукції, раціональної організації складських процесів, підвищення ефективності логістики та створення належних умов для навантаження, розвантаження і транспортування продукції.

6.2. Визначення кошторисної вартості будівництва

Кошторисна вартість будівництва визначається на підставі обсягів будівельно-монтажних робіт, прийнятих конструктивних рішень, ресурсних

показників, вартості матеріалів, витрат праці робітників, експлуатації машин і механізмів, а також інших витрат, передбачених чинними нормативними документами у сфері ціноутворення в будівництві.

Для визначення кошторисної вартості загальнобудівельних робіт складського комплексу передбачається складання локального кошторису. Локальний кошторис є основним первинним кошторисним документом, у якому визначається вартість окремих видів будівельних робіт відповідно до їх фізичних обсягів і прийнятих одиничних розцінок.

У складі локального кошторису спочатку визначаються прямі витрати, до яких належать витрати на оплату праці робітників, вартість будівельних матеріалів, виробів і конструкцій, а також витрати на експлуатацію будівельних машин і механізмів. Після цього враховуються загальновиробничі витрати, кошторисний прибуток, адміністративні витрати та інші нарахування, передбачені нормативною методикою визначення вартості будівництва.

Кошторисна документація складається з урахуванням чинних нормативних документів у галузі ціноутворення в будівництві, ресурсних елементних кошторисних норм, показників вартості експлуатації будівельних машин і механізмів, а також усереднених показників витрат, що застосовуються при розробленні кошторисної документації.

При складанні кошторисних розрахунків враховуються такі види витрат: прямі витрати на виконання будівельно-монтажних робіт; загальновиробничі витрати; кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд; додаткові витрати, пов'язані з виконанням робіт у зимовий період; витрати, пов'язані з подорожчанням матеріально-технічних ресурсів; витрати на перевезення працівників будівельно-монтажних організацій; кошти на утримання служби замовника, включаючи технічний нагляд; кошти на покриття ризиків учасників будівництва; кошти на страхування ризиків замовника у будівництві.

Загальна кошторисна вартість будівництва визначається як підсумок вартості будівельно-монтажних робіт, витрат на обладнання, інших супутніх витрат та передбачених нормативних нарахувань. Отриманий показник використовується для оцінки загальної потреби у фінансуванні будівництва об'єкта.

6.3. Техніко-економічні показники

Розрахунок техніко-економічних показників виконується з метою узагальнення основних результатів кошторисних розрахунків і оцінки ефективності прийнятих проектних рішень.

Загальна кошторисна вартість будівництва за зведеним кошторисним розрахунком становить:

$$K_{\text{заг}} = 25840,198 \text{ тис. грн.}$$

Кошторисна трудомісткість будівництва становить:

$$T_k = 37,488 \text{ тис. люд.-год.}$$

Трудові витрати на будівництво становлять:

$$T_d = 686 \text{ люд.-днів.}$$

Кошторисна заробітна плата становить:

$$Z_k = 533,84 \text{ тис. грн.}$$

Виробіток робітників на один людино-день визначається за формулою:

$$B = K_{\text{заг}} / T_d,$$

де B — виробіток робітників на 1 людино-день, грн/люд.-день;

$K_{\text{заг}}$ — загальна кошторисна вартість будівництва, грн;

T_d — трудові витрати на будівництво, люд.-днів.

$$B = 2584198 / 686 = 3767 \text{ грн/люд.-день.}$$

Отже, виробіток робітників на один людино-день становить 3767 грн/люд.-день.

Показник одиничної вартості будівництва визначається як відношення загальної кошторисної вартості до прийнятого вимірника одиничної вартості:

$$C_o = K_{заг} / V,$$

де C_o — показник одиничної вартості, грн/м³;

$K_{заг}$ — загальна кошторисна вартість будівництва, грн;

V — будівельний об'єм або інший прийнятий вимірник одиничної вартості, м³.

За результатами розрахунку показник одиничної вартості становить 99,42 грн/м³.

Тривалість будівництва за проектом становить 4,5 місяця, нормативна тривалість — 5 місяців. Скорочення тривалості будівництва порівняно з нормативною свідчить про раціональну організацію будівельно-монтажних робіт і можливість ефективного використання трудових і технічних ресурсів.

Таблиця 6.1. Техніко економічні показники

Назва показників	Одиниці виміру	Кількість
I. Показники кошторисної вартості		
1. Загальна кошторисна вартість по зведеному кошторисному розрахунку вартості будівництва	тис. грн.	2584,198
II. Показники трудових витрат		
1. Кошторисна трудомісткість	тис. люд.-год.	37,488
2. Трудові витрати на будівництво	люд.-днів	686
3. Виробіток робочих на 1 людину-день	грн.	3767
III. Кошторисна заробітна плата	тис. грн.	533,84
IV. Середній розряд робітника	розряд	3,4
V. Вимірник одиничної вартості	м³	25992
VI. Показник одиничної вартості	грн.	99,42
VII. Тривалість будівництва		
1. За проектом	міс.	4,5
2. Нормативна	міс.	5

Показник одиничної вартості становить 1399,42 грн/м³, що дає можливість оцінити вартість будівництва відносно будівельного об'єму об'єкта. Виробіток робітників на один людину-день становить 3767 грн/люд.-день. Тривалість

будівництва за проектом становить 4,5 місяця, що є меншою за нормативну тривалість 5 місяців.

7. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

Тема наукової роботи: Чисельне моделювання напружено-деформованого стану залізобетонних балок, армованих композитною арматурою із застосуванням методу скінченних елементів.

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ: Напружено-деформований стан залізобетонних балок із композитним армуванням при дії статичного навантаження.

ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ: Вплив заміни сталеві арматури на композитну на деформації, напруження, тріщиностійкість і прогини залізобетонної балки, визначені методом скінченних елементів.

Мета наукової роботи: Дослідити особливості напружено-деформованого стану залізобетонної балки з композитною арматурою та оцінити ефективність її застосування порівняно зі сталевим армуванням шляхом чисельного моделювання методом скінченних елементів.

Задачі роботи:

1. Провести аналіз літературних джерел щодо видів, властивостей та технології виготовлення композитної арматури.
2. Виконати аналіз фізико-механічних характеристик композитної та сталеві арматури.
3. Розглянути особливості проєктування та застосування композитної арматури у залізобетонних конструкціях.
4. Створити розрахункову модель залізобетонної балки з композитною арматурою у програмному комплексі ANSYS методом скінченних елементів.
5. Провести чисельне дослідження напружено-деформованого стану балки при дії зовнішнього навантаження.

6. Порівняти деформації, напруження, прогини та характер тріщиноутворення для балок із композитною та сталевую арматурою.

7. Оцінити ефективність використання композитної арматури у згинальних залізобетонних елементах.

7.1. Актуальність роботи

У сучасному будівництві залізобетонні конструкції залишаються одним із найбільш поширених видів несучих елементів будівель і споруд. Вони поєднують високу міцність бетону на стиск та ефективну роботу арматури на розтяг, що забезпечує надійність, довговічність і технологічність конструктивних рішень. Водночас традиційне сталеве армування має низку недоліків, серед яких особливе значення має схильність до корозії, значна власна маса, висока теплопровідність, а також потреба у забезпеченні достатнього захисного шару бетону для збереження довговічності конструкції. У зв'язку з цим актуальним напрямом розвитку будівельної галузі є застосування альтернативних видів армування, зокрема композитної арматури [31].

Композитна арматура є сучасним неметалевим матеріалом, який виготовляється на основі скляних, базальтових, вуглецевих або арамідних волокон, об'єднаних полімерною матрицею. Така арматура характеризується високою корозійною стійкістю, малою масою, низькою теплопровідністю та достатньо високою міцністю на розтяг [32]. Завдяки цим властивостям вона може бути ефективною у конструкціях, що експлуатуються в умовах підвищеної вологості, агресивного середовища, дії хімічних речовин або температурних перепадів. Для складських, промислових і сільськогосподарських будівель питання довговічності конструкцій є особливо важливим, оскільки такі об'єкти часто мають значні площі, тривалий строк експлуатації та підвищені вимоги до надійності.

Разом із тим застосування композитної арматури у згинальних залізобетонних елементах потребує додаткового вивчення. На відміну від

сталевій арматури, композитна має інші фізико-механічні характеристики, зокрема нижчий модуль пружності та інший характер роботи під навантаженням. Це впливає на деформативність конструкцій, величину прогинів, ширину розкриття тріщин, напружений стан бетону та арматури. Тому проста заміна сталевій арматури на композитну без урахування особливостей її роботи може призвести до некоректної оцінки несучої здатності та експлуатаційної придатності конструкції [33].

Особливо актуальним є дослідження роботи залізобетонних балок, оскільки вони є типовими згинальними елементами, що широко застосовуються у перекриттях, покриттях, каркасах промислових будівель, складських спорудах та інших об'єктах цивільного й промислового призначення [35]. Для таких елементів важливо забезпечити не лише міцність, а й обмеження деформацій, прогинів і тріщиноутворення. Саме ці параметри часто визначають придатність конструкції до нормальної експлуатації.

Виконання експериментальних досліджень залізобетонних елементів потребує значних матеріальних, часових і технічних ресурсів. Тому важливого значення набувають методи чисельного моделювання, які дозволяють досліджувати напружено-деформований стан конструкцій із достатньою деталізацією. Одним із найефективніших підходів є метод скінченних елементів, який дає змогу враховувати геометрію елемента, властивості матеріалів, умови закріплення, характер навантаження та взаємодію бетону з арматурою. Використання програмних комплексів, зокрема ANSYS, дозволяє моделювати роботу залізобетонних балок, аналізувати розподіл напружень, деформацій і переміщень, а також порівнювати різні варіанти армування [36].

Актуальність даної роботи зумовлена необхідністю порівняльної оцінки роботи залізобетонних балок зі сталевією та композитною арматурою. Таке дослідження дає можливість встановити, як заміна традиційного сталевіого армування на композитне впливає на напружено-деформований стан конструкції, її прогини, деформації та тріщиностійкість. Отримані результати

можуть бути використані для обґрунтування доцільності застосування композитної арматури у будівельних конструкціях, а також для уточнення підходів до їх проектування.

7.2. Властивості та виготовлення композитної арматури

7.2.1 Композитна арматура. Класифікація і види

Композитна арматура — це неметалеві арматурні стержні, які виготовляються на основі високоміцних волокон мінерального або органічного походження. До основних видів волокон, що застосовуються для виробництва композитної арматури, належать скляні, базальтові, вуглецеві та арамідні волокна. Вони виконують роль основного силового елемента, який сприймає розтягувальні зусилля, тоді як полімерна матриця забезпечує їх об'єднання в єдиний монолітний стержень.

Окремі волокна з'єднуються між собою за допомогою синтетичних смол, зокрема епоксидних, епоксифенольних, поліефірних та інших полімерних в'язучих матеріалів. Після просочування волокон смолою та подальшого тверднення формується міцний композитний стержень, який має високу міцність на розтяг, малу власну масу, стійкість до корозії та низьку теплопровідність. Саме поєднання волокон і полімерної матриці забезпечує композитній арматурі необхідні фізико-механічні властивості [37].

Залежно від виду використаних волокон композитну арматуру поділяють на кілька основних типів. Арматуру, виготовлену зі скляних волокон, називають склопластиковою арматурою (АСП). Вона є одним із найбільш поширених видів композитної арматури завдяки порівняно невисокій вартості, достатній міцності та стійкості до дії агресивного середовища. Арматуру, виготовлену з базальтових волокон, називають базальтопластиковою арматурою (АБП). Вона характеризується підвищеною термостійкістю, хімічною стійкістю та довговічністю. Арматуру на основі вуглецевих волокон називають вуглепластиковою. Такий матеріал має дуже високу міцність і жорсткість, однак

відрізняється більшою вартістю порівняно зі скло- та базальтопластиковою арматурою.

До окремої групи належить арамідопластикова арматура, яка виготовляється з арамідних волокон. Вона має високу міцність на розтяг і добру стійкість до динамічних впливів, проте її застосування у будівництві є менш поширеним через вищу вартість і специфічні умови експлуатації [35].

Таким чином, композитна арматура є сучасною альтернативою традиційній сталевій арматурі. Її властивості значною мірою залежать від типу волокон, виду полімерного в'язучого, технології виготовлення та характеру зчеплення з бетоном. Основні види композитної арматури наведено на рисунку 7.1.

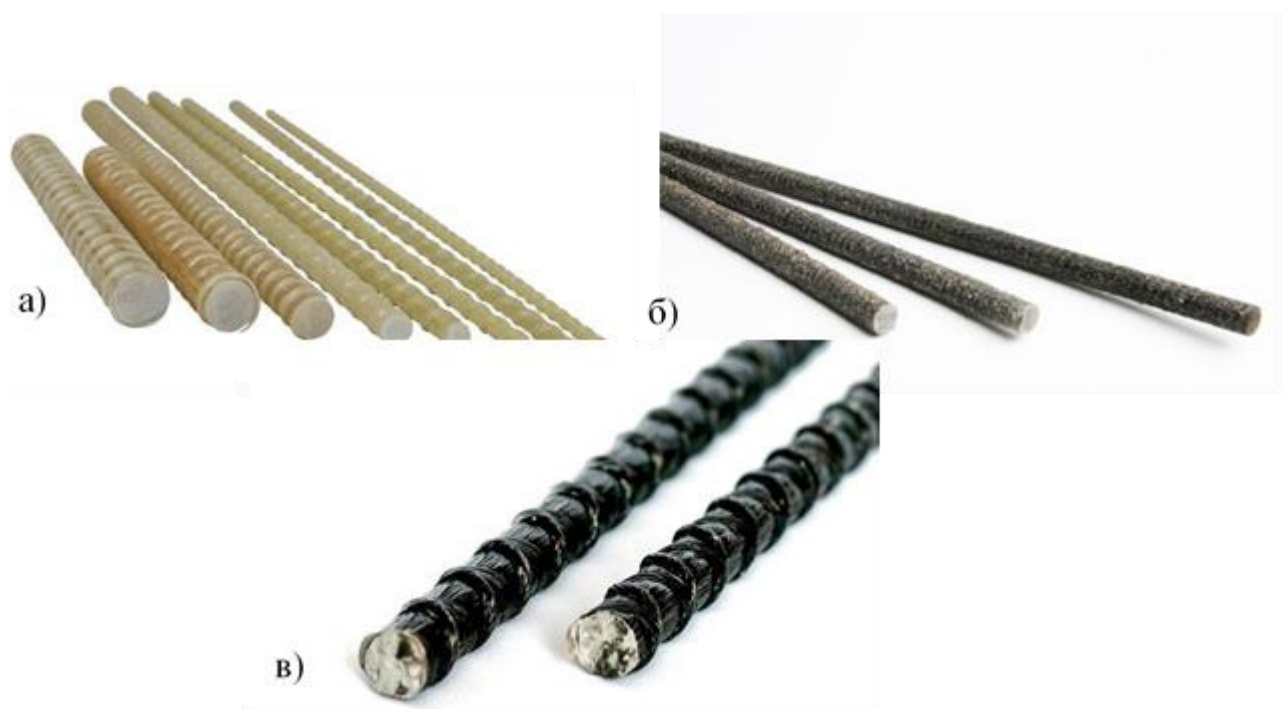


Рисунок 7.1 Композитна арматура: а) склопластикова арматура; б) базальтопластикова арматура; в) вуглепластикова арматура

7.2.2 Історія винайдення композитної арматури

В 60-х роках двадцятого століття в будівельній промисловості виплило питання - чи є можливість в полімерної арматура замінити металеву. Деякі

об'єкти експлуатувались в агресивному становищі, тому потрібно було знайти якусь альтернативу металевій арматурі. Застосування металевої арматури в агресивному середовищі було недосконалим через її схильність до корозії, а також через її хорошу електропровідність.

В цей час появились думки створити міцну неметалеву арматуру, яка буде складатись з суцільного лугостійкого скляного волокна діаметром 10-15 мікрон.. Такі волокна об'єднуєть в монолітний прут за допомогою синтетичних смол (епоксидної, поліефірної, епоксифенольної та ін.) Тоді дана арматура була задіяна в конструкціях хімічних складів, в низці покриттів які розміщені на жорсткій основі (підлоги цехів, складів, дорожні покриття), у полімербетонних ваннах в цехах електролізу на підприємствах кольорової металургії. Та до масового виробництва такої арматури не дійшло [37].

Навіть в 21-му столітті постає питання про створення різновидів композитної арматури. Вчені всьго світу проводять досліді для створення зразків і випробовують їх задля покращення характеристик.

7.2.3 Технологічний процес виготовлення композитної арматури

Технологічний цикл виробництва здійснюється на спеціалізованих лініях.

Стандартний комплект обладнання для випуску композитної арматури:

- шпулярник, на якому встановлюють бобіни із склоровінгу;
- натяжний механізм включає вузол нагріву сировини і ванну для просочення;
- обмотувальник призначений для формування і обмотки (навивки) стержня;
- верстат для розподілу піщаної посипання;
- тунельна піч служить для прогріву пучка ниток після просочення епоксидною смолою;
- ванна для водяного охолодження джгута після печі;

- притискний пристрій з приводом, автоматичний різак.

Для монтажу лінії приміщення має бути не меншим ніж 22 метри . Ширина верстата близько одного метра. Середня пускова потужність - 12 кВт, робоча - 4 кВт (рис. 7.2).



Рисунок 7.2. Верстат для виготовлення композитної арматури

Технологія пред'являє дві вимоги до оснащення цеху:

До печі підводиться примусова витяжка.

У цеху потрібно встановити припливну (примусову або природну) вентиляцію.

На ринку представлено обладнання різних компаній, Розраховане на різну продуктивність і обсяги продукції зі скловолокна, отже, різний за ціною.

Короткий технологічний процес підготовки склоровінгу:

- підготовка вихідної сировини - для додання матеріалу тягучість його розплавляють;
- витяжка ниток товщиною до 20 мкм;
- нанесення на нитки епоксидної смоли;
- формування пучків з безлічі ниток, тобто власне, склоровінгу.

Ровінг – слугує основою майбутньої арматури (рис. 7.3). Міцність та інші технологічні характеристики залежать від нього. Щоб композитна арматура відповідала всім вимогам потрібно використовувати тільки якісну сировину.

Щоб знизити вартість виробів інколи додають скло, отримане в результаті рециклінгу. Процес підігріву і поділу ниток здійснюється на агрегатах лінії. Устаткування налаштовується на виробу певної довжини і діаметру.



Рисунок 7.3. Змотування просоченого смолами ровінгу в пучок верстаком.

Етапи процесу формування композитної арматури:

Заправлені в шпулярник нитки надходять на пристрій натягу, який виконує кілька функцій. Верстат рівномірно розподіляє виниклу в нитках внутрішню напругу і розміщує їх у формі пучка.

Зв'язки з нанесеним масляним складом обсушують і прогрівають нагрітим повітрям.

Підготовлені зв'язки ниток опускають в ванни, заповнені нагрітим вяжучим.

Калібрувальний механізм формує стрижень заданого діаметра. У разі виготовлення арматурних стержнів з ребрами, на основу додатково намотуються нитки, що формують ребра.

Заготовки надходять в тунельну піч. Попередньо по поверхні виробів без навивки розподіляється пісок дрібної фракції (рис. 7.4).



а)

б)

Рисунок 7.4. Метод підсилення зчеплення з композитною арматурою: а) формування ребер з ровінгу; б) нанесення покриття із піску

Після виходу арматури залишається тільки її охолодити під проточною водою, нарізати або змотати в бухти

Таблиця 7.1 Таблиця допустимої заміни при поздовжніх навантаженнях

Сталева арматура А-III	Композитна арматура
6А-III (d = 6мм)	АСП-4, АБП-4 (d = 4мм)
8А-III (d = 8мм)	АСП-6, АБП-6 (d = 6мм)
10А-III (d = 10мм)	АСП-8, АБП-8 (d = 8мм)
12А-III (d = 12мм)	АСП-8, АБП-8 (d = 8мм)
14А-III (d = 14мм)	АСП-10, АБП-10 (d = 10мм)
16А-III (d = 16мм)	АСП - 12, АБП-12 (d = 12мм)

Композитну арматуру дозволяється використовувати в конструкціях, які експлуатуються з поперечно-пружними напруженнями, але з двократним збільшенням діаметру.

Таблиця 7.2. Таблиця заміни при поперечно-пружних навантаженнях

Сталева арматура А-III	Композитна арматура
6А-III (d = 6mm)	АСП-12, АБП-12 (d = 12mm)
8А-III (d = 8mm)	АСП-16, АБП-16 (d = 16mm)
10А-III (d = 10mm)	АСП-20, АБП-20 (d = 20mm)

Склопластикова арматура має відмінність у монтажі, не використовується звичайний електрозварювальний спосіб як у металевій арматурі. Існує практично один спосіб для з'єднання просторового арматурного каркасу в місцях перетину стержнів. Для з'єднання арматурного каркасу потрібно використовувати якісні матеріали – які мають орошу міцність, для того щоб витримати навантаження, які виникають при поданні бетонної суміші в опалубку, та при його ущільненні.

Одними з найбільш поширенішими варіантами вязки такої арматури:

Сталевим м'яким вязальним дротом. Товщина дроту повинна бути 0.8-1.2 мм, щоб полегшити монтаж робітнику. Також існують різні механізовані способи.

При малих обсягах можна використовувати кусачки і щіпці. Спосіб вязання вузла не має особливого значення;

за допомогою спеціального в'язального гачка;

за допомогою спеціального автоматичного вязального пістолета, використовується при великих масштабах.

Поліпропіленовим вязальним шпагатом. Такий варіант відноситься до ручної роботи, виконується при відносно не великих об'ємах роботи, цей спосіб є дешевшим.

Основний спосіб є використання пластикових хомутиків (рис. 7.5). Цей спосіб є також є ручний, який не можливо автоматизувати. Такий спосіб забезпечує швидкість та простоту монтажу, забезпечуючи вищу міцність вузла.

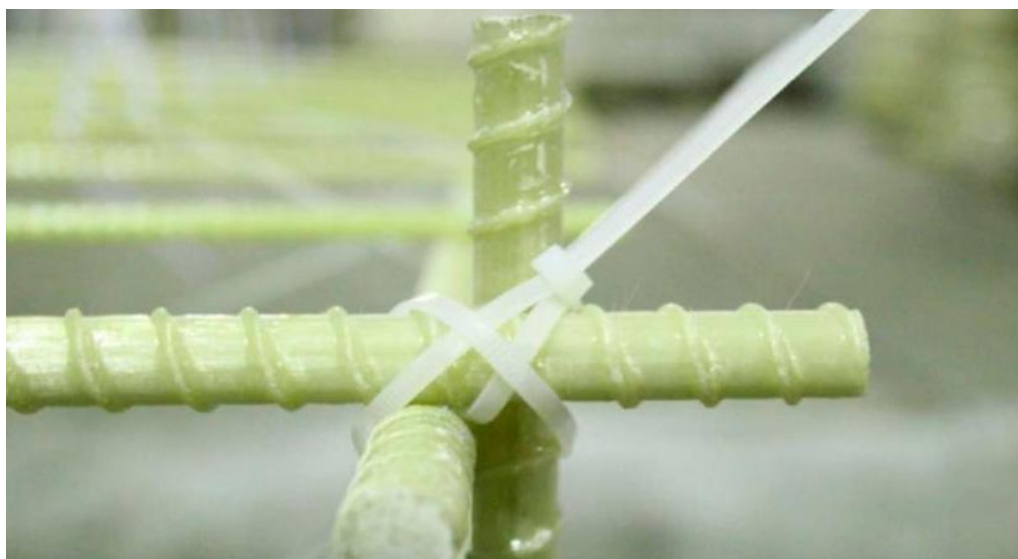


Рисунок 7.5. Використання пластикових хомутів для в'язання

Можливий монтаж за допомогою пластикових кліпс (рис. 7.6). цей варіант є дорогим, через вартість самих кліпс. Але за допомогою кліпс можна рівно та швидко розкласти армутру. Такий монтаж дозволяє прискорити монтаж, забезпечити правильну геометричну форму арматурного поясу при великих обсягах і масштабах робіт.

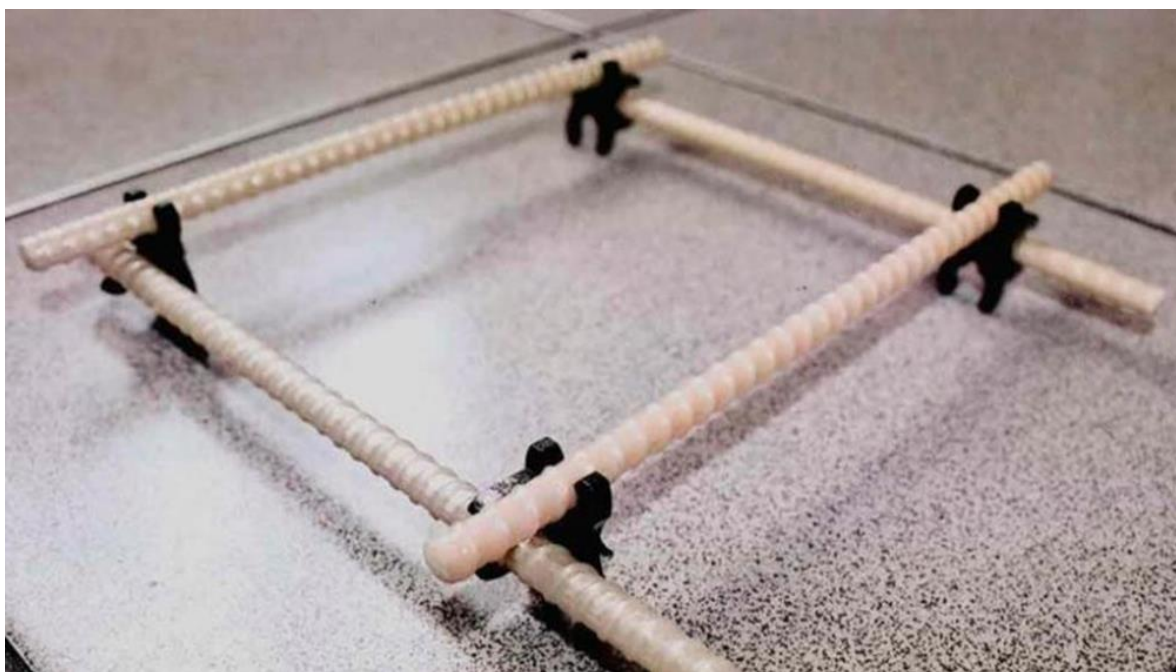


Рисунок 7.6. Використання пластикових хомутів для в'язання

7.2.4 Технічні характеристики композитної арматури

Для порівняння основних фізико-механічних властивостей композитної та металевої арматури створено таблицю 7.3. Порівняно арматуру класу А400с і склопластикову арматуру (АСП).

Таблиця 7.3. Характеристики композитної та металевої арматури

1	2	3
	Склопластикова арматура (АСП)	Металева арматура
Сировина	Ровінг скляний лугостійкий, смола епоксидна	Метал
Пружність	Максимально пружний	Пружно-пластичний
Діаметр продукції, мм	4-20 мм	6-80 мм
Міцність за розтягу, МПа	800-1300 МПа	390-490 МПа
Подовження, %	2,2%	25%
Пружність в МПа	50 000-55 000 МПа	210 000 МПа
Щільність гот ової продукції в кг / м3	1400-1900 кг/м3	7850 кг/м3
Теплопровідність, Вт / (м0оС)	0,35 Вт/(м0оС)	46 Вт/(м0оС)
Лінійне розширення, ах-5 / С	9-12 ах-5/С 9-12	13-15 ах-5/С 13-15
Стійкість до агресивного середовища	Нержавіючий матеріал, кислотостійкий	Корозіє, низька стійкість
Теплопровідність	Нетеплопровідний	Теплопровідний
Діелектричні властивості	Не проводить електрику	Електропровідна
Довжина продукції в м	В залежності з заявкою замовника	Стрижні 11,7 м
Термін експлуатації	Не менше 80 років	Згідно ГОСТу

7.2.5 Переваги та недоліки композитної арматури

Як і будь-який інший будівельний матеріал, композитна арматура має як переваги, так і певні недоліки, які необхідно враховувати під час її застосування у залізобетонних конструкціях. Її властивості значною мірою залежать від виду

волокон, типу полімерної матриці, технології виготовлення та умов експлуатації конструкції.

До основних переваг композитної арматури належить її мала власна маса. Порівняно зі сталевую арматурою вона значно легша, що спрощує транспортування, складування, подавання на будівельний майданчик і виконання монтажних робіт. Завдяки цьому зменшуються трудові витрати, полегшується робота монтажників і знижується потреба у використанні важкої вантажопідіймальної техніки [38].

Важливою перевагою композитної арматури є висока міцність на розтяг. За цим показником окремі види композитної арматури можуть перевищувати сталеву, що робить її ефективною для застосування в елементах, які працюють на розтяг або згин. При цьому мала маса у поєднанні з високою розривною міцністю забезпечує вигідне співвідношення міцності до ваги матеріалу.

Композитна арматура не піддається корозії, що є однією з її найважливіших експлуатаційних переваг. На відміну від сталеві арматури, вона не іржавіє під дією вологи, солей, хімічно агресивних середовищ та інших чинників. Це дозволяє використовувати її у конструкціях, які експлуатуються в умовах підвищеної вологості, у промислових, складських, сільськогосподарських та інженерних спорудах, де довговічність конструкцій має особливе значення.

До переваг композитної арматури також належать низька теплопровідність і енергоефективність. Вона не створює таких виражених містків холоду, як сталева арматура, тому може бути доцільною у конструкціях, для яких важливе зменшення тепловтрат. Крім того, композитна арматура не проводить електричний струм і не піддається дії електромагнітного поля, що дає можливість застосовувати її в об'єктах, де необхідні діелектричні властивості матеріалів [39].

Окремою перевагою є радіопрозорість композитної арматури. Вона не створює перешкод для проходження радіохвиль, тому може використовуватися

у спеціальних спорудах, де важливо уникнути електромагнітних завад. Також композитна арматура є стійкою до агресивного середовища, має тривалий строк служби та характеризується простотою монтажу.

Економічність застосування композитної арматури проявляється не лише у вартості самого матеріалу, а й у зменшенні витрат на транспортування, монтаж, захисні заходи від корозії та подальше обслуговування конструкцій. Завдяки високій довговічності вона може зменшувати витрати на ремонт і відновлення будівельних конструкцій у процесі експлуатації [40].

Важливою властивістю композитної арматури є також коефіцієнт температурного розширення, близький до бетону. Це сприяє сумісній роботі арматури і бетонної матриці при зміні температури та зменшує ризик виникнення додаткових внутрішніх напружень у конструкції.

Разом із тим композитна арматура має і певні недоліки. Одним із головних є нижчий модуль пружності порівняно зі сталевую арматурою. Це означає, що конструкції з композитним армуванням можуть мати більші деформації та прогини при дії навантаження. Саме тому при проєктуванні таких елементів необхідно особливу увагу приділяти розрахункам за другою групою граничних станів, зокрема перевірці прогинів і ширини розкриття тріщин.

Ще одним недоліком є обмежена термостійкість композитної арматури. Полімерна матриця, яка об'єднує волокна в єдиний стержень, може втрачати свої властивості при дії високих температур. У зв'язку з цим застосування композитної арматури потребує врахування умов пожежної безпеки, температурного режиму експлуатації та можливого нагрівання конструкцій.

До технологічних недоліків належить неможливість виготовлення гнутих елементів безпосередньо на будівельному майданчику. Якщо для конструкції потрібні криволінійні або зігнуті стержні, їх необхідно виготовляти заздалегідь у заводських умовах. Це зменшує гнучкість монтажних робіт і потребує точнішого попереднього проєктування арматурних виробів [41].

Композитну арматуру також неможливо зварювати, оскільки вона не є металевим матеріалом. З'єднання таких стержнів виконують за допомогою в'язального дроту, пластикових хомутів, спеціальних муфт або інших механічних способів. Це потрібно враховувати під час розроблення арматурних каркасів і вузлів з'єднання.

Складність виробництва композитної арматури також можна віднести до її недоліків. Якість готового матеріалу суттєво залежить від технології виготовлення, рівномірності просочення волокон полімерним в'язучим, дотримання температурного режиму тверднення та контролю геометричних параметрів стержнів. Недотримання технології може призвести до зниження міцності, погіршення зчеплення з бетоном і нестабільності фізико-механічних характеристик [38].

Отже, композитна арматура є перспективним будівельним матеріалом, який має низку важливих переваг: малу масу, високу міцність на розтяг, корозійну стійкість, довговічність, низьку теплопровідність та простоту транспортування. Водночас її застосування потребує обґрунтованого підходу, оскільки низький модуль пружності, обмежена термостійкість, неможливість зварювання та складність виготовлення гнутих елементів впливають на особливості проектування і розрахунку конструкцій. Тому ефективне використання композитної арматури можливе лише за умови врахування як її переваг, так і обмежень.

7.2.6 Особливості проектування

Основною характеристикою міцності композитної арматури є характеристичне значення опору на розтяг. Розрахункові значення опору композитної арматури на розтяг f_{fd} визначають за формулою 1.1.

$$f_{fd} = \frac{f_{fk}}{\gamma_{sf}}, \quad (1.1)$$

де f_{fk} -характеристичне значення опору на розтяг;

γ_{sf} - коефіцієнт надійності для композитної арматури, який дорівнює 1,5.

Основними деформаційними характеристиками неметалевої композитної арматури є значення:

- модуля пружності арматури E_f
- відносних деформацій видовження арматури при досягненні напружень розрахункової міцності на розтяг f_{fd} ;

- граничних відносних деформацій видовження арматури ε_{fu}

Елементи з неметалевою композитною арматурою в рамках першої групи граничних станів слід розраховувати за несучою здатністю згідно з ДБН В.2.6-98 і ДСТУ Б В.2.6-156 з урахуванням додаткових положень з ДСТУ-Н Б В.2.6-185:2012.

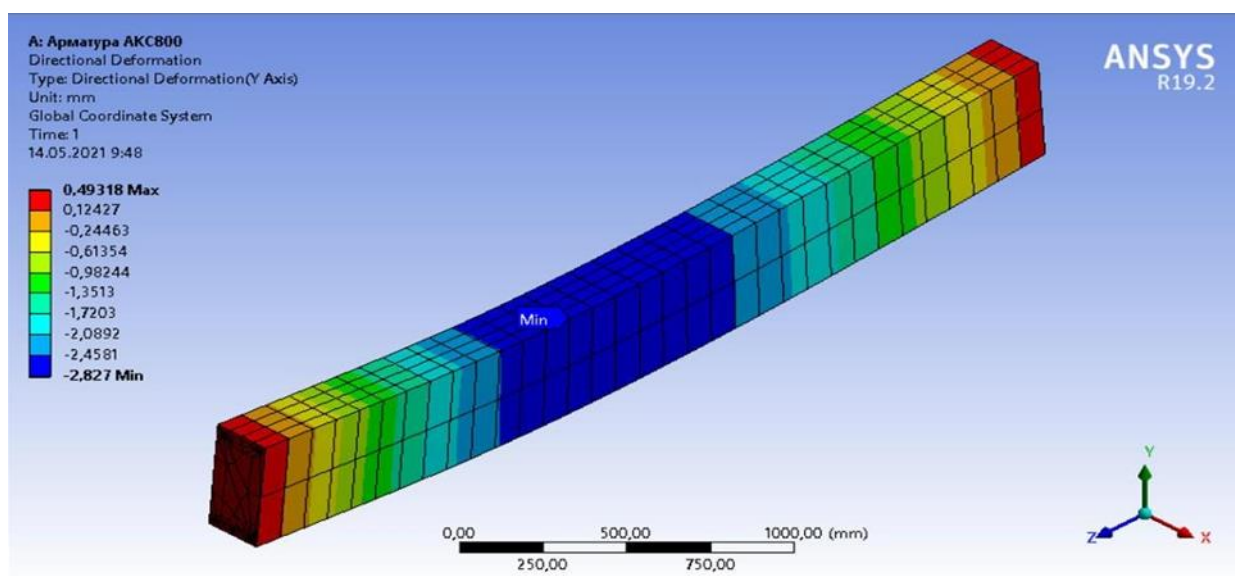
При розрахунку бетонних елементів з неметалевою композитною арматурою за другою групою граничних станів слід керуватись вимогами 7.1 ДБН В.2.6-98 з обмеження рівня напружень в бетоні, контролю тріщиноутворення та ширини розкриття тріщин, контролю прогинів. При обмеженні рівня напруження в бетоні слід керуватись вимогами 5.2 ДСТУ Б В.2.6-156. При контролі тріщиноутворення та ширини розкриття тріщин, а також контролі прогинів слід керуватись 5.3 і 5.4 ДСТУ Б В.2.6-156 з урахуванням додаткових положень з ДСТУ-Н Б В.2.6-185:2012.

7.3. НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН БЕТОННОЇ БАЛКИ ПІДСИЛЕНОЇ КОМПОЗИТНОЮ АРМАТУРОЮ

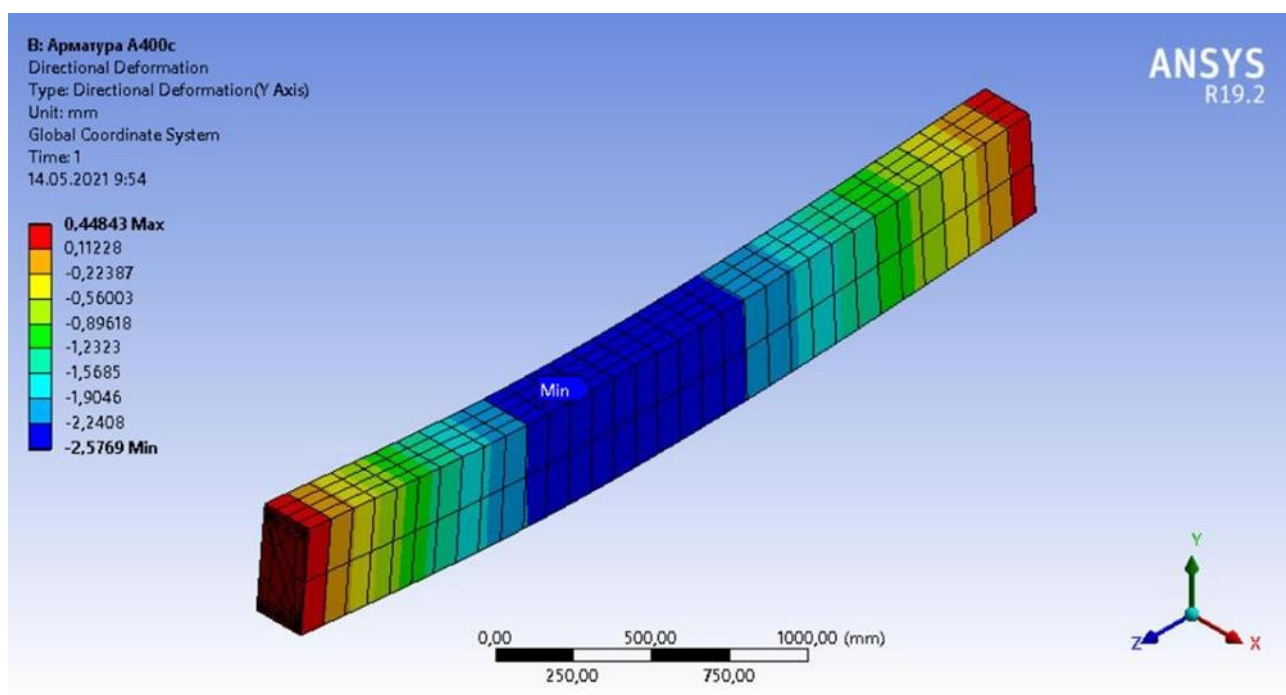
7.3.1 Аналіз переміщення і деформації по осі Y

На рисунку 7.7 зображено деформацію по осі Y від навантаження 150 кН для балки армованої композитною арматурою АКС800 та сталевую А400С. В результаті аналізу виявлено що в балці із сталевую арматурою максимальне переміщення сягає 2,58 мм, тоді як для балки з композитною арматурою 2,83 мм. Отже балка армована композитною арматурою прогнулась на 9,7% більше ніж зразок з металевую, що зумовлено різницею модулів пружності композитної та

металевої арматури. Також порівняння деформацій представлено в графічному вигляді на рисунку 7.8.



a)



б)

Рисунок 7.7. Деформація балки по осі Y: а) – з робочою арматурою АКC800; б) – з робочою арматурою A400C.

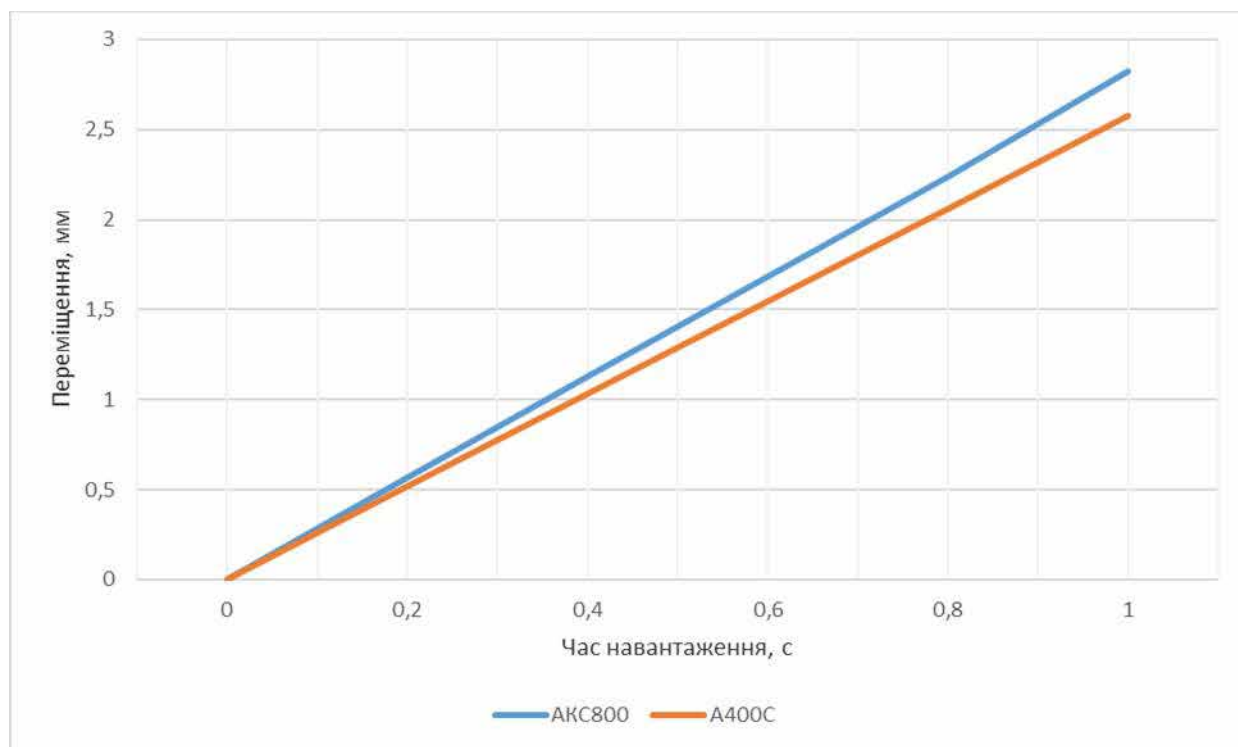
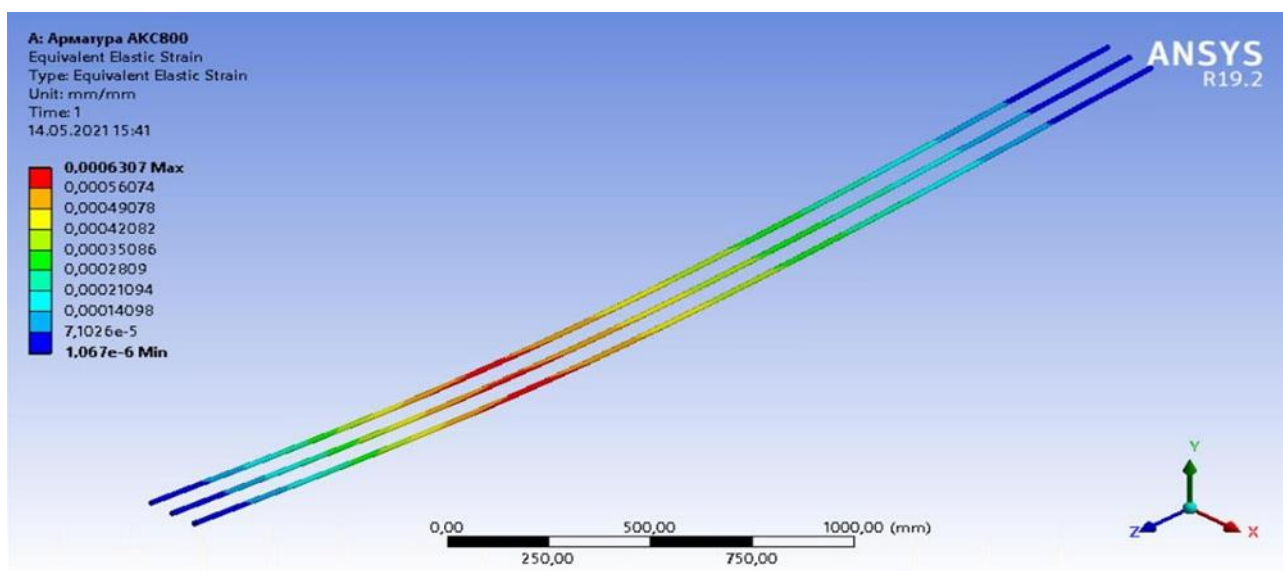


Рисунок 7.8. Графік для порівняння переміщення

Еквівалентне відносне видовження в стержнях арматури зображено на рисунку 3.3, та подано результати в графічному вигляді на рисунку 7.9.



а)

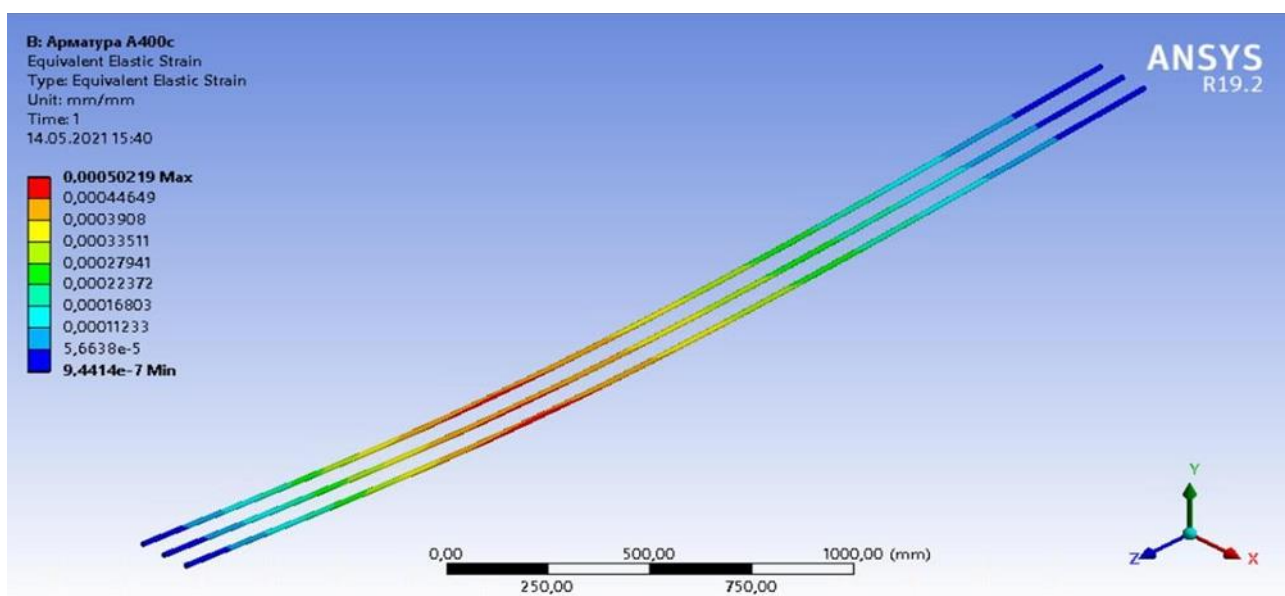


Рисунок 7.9 – Еквівалентне відносне видовження за максимального навантаження: а) – робочої арматури АКС800, б) – робочої арматури А400С

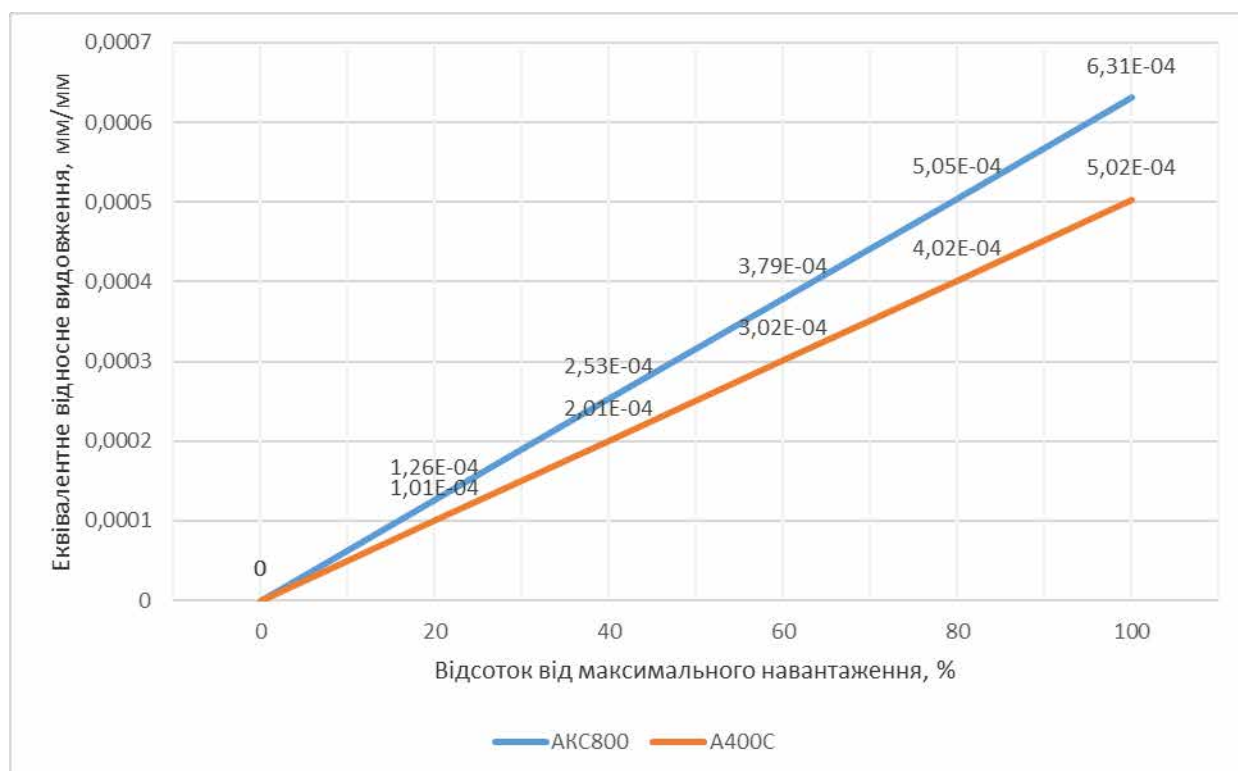


Рисунок 7.10. Еквівалентне відносне видовження

Максимальне відносне видовження в арматурі АКС800 більше на 25,5% ніж у стержнях А400с. Згідно графіку розподілу (рис. 7.11) еквівалентне відносне

видовження вздовж осі арматури максимальне в перерізі, де прикладено навантаження.

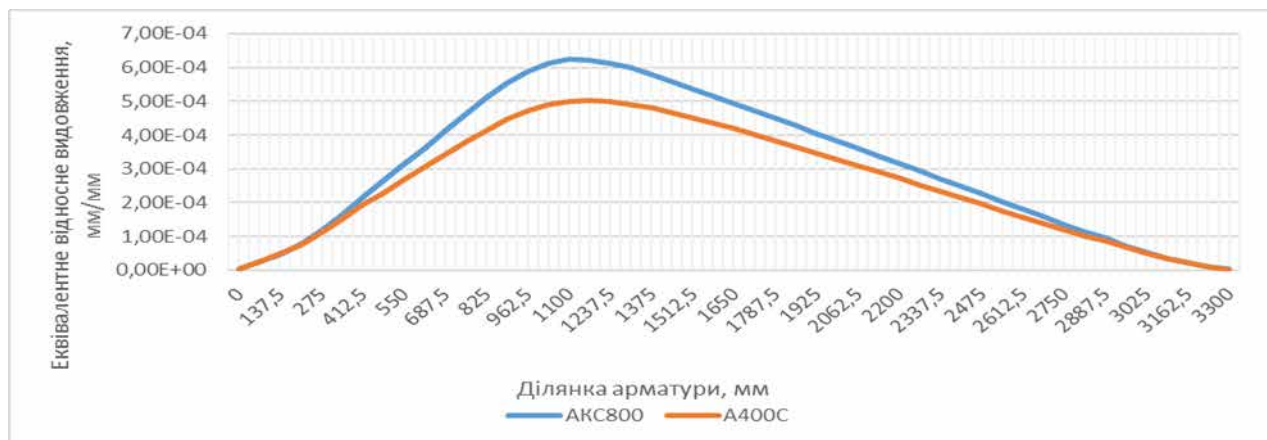
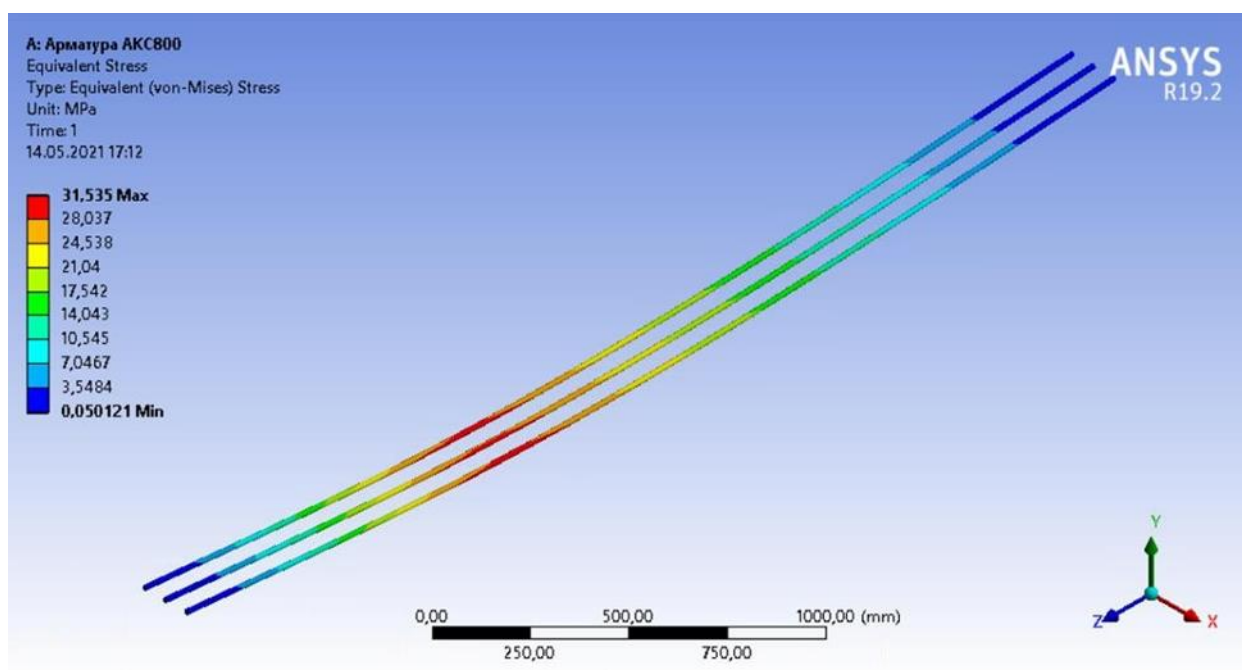


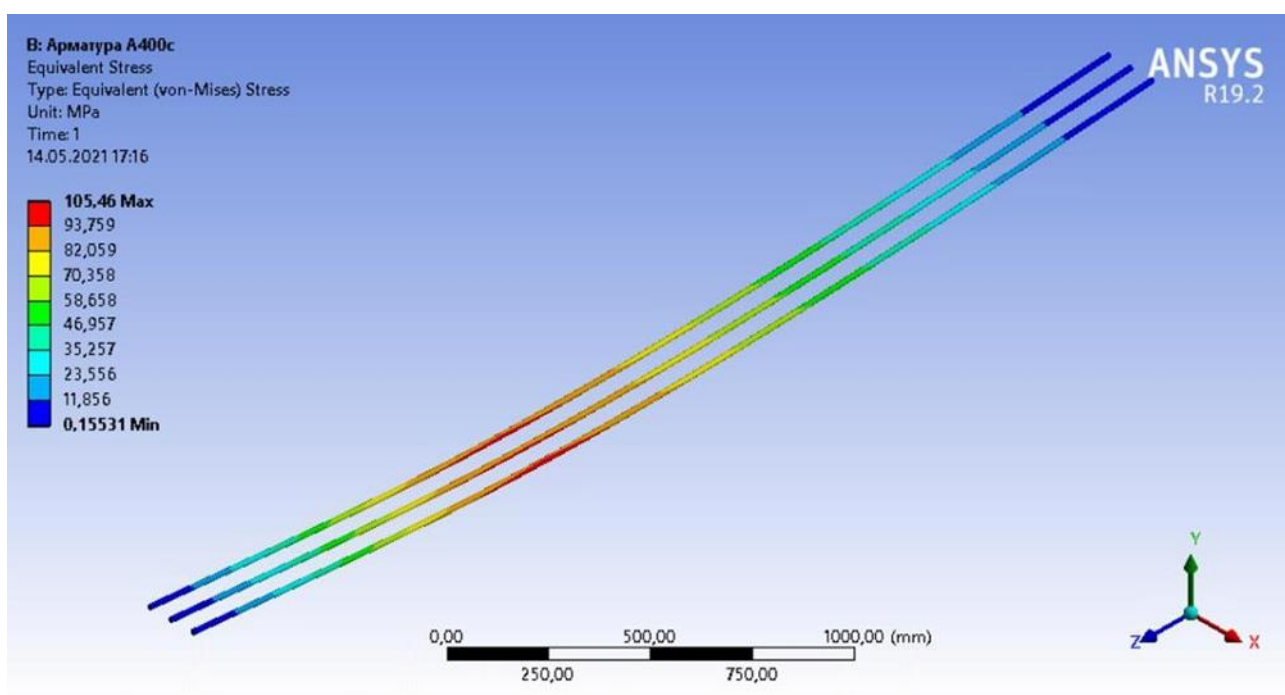
Рисунок 7.11. Еквівалентне відносне видовження

7.3.2 Аналіз напруженого стану

На рисунку 7.12 представлено розподіл полів еквівалентних напружень в робочій арматурі АКС800 (а) та в робочій арматурі 400С (б) за прикладеного навантаження 150кН. Проаналізувавши ці дані можна припустити, що в металевій арматурі А400с максимальне напруження $\sigma = 105$ МПа, що складає 29 % від максимально допустимого $\sigma_{0,2}=365$ МПа (границі текучості), тоді як в склопластиковій арматурі АКС800 максимальне напруження сягає позначки 31,5 МПа, що в свою чергу сягає 6 % від максимального значення 530 МПа. Отже в результаті дослідження виявлено, що максимальне напруження $\sigma_{\max}$ в сталевій арматурі А400с в 3,34 рази перевищує напруження в композитній арматурі АКС800.



a)



б)

Рисунок 7.12 – Еквівалентне напруження в арматурі при максимальному навантаженні для: а) робочої арматури АКС800;
 б) робочої арматури А400с

На графіку зображено зміну еквівалентного напруження вздовж осі арматури за навантаження 150 кН для робочої арматури АКС800 та А400с. Проведено дослідження січення балки в місці прикладання навантаження. При дослідженні напруження в січенні арматури спостерігається збільшення напруження в нижніх розтягнутих волокнах арматури. Проаналізувавши дані розподілу напружень, можна зробити висновок, що балка з композитною арматурою здатна витримати значно більші розтягуючі навантаження. Також розраховано еквівалентні напруження в тілі бетону за максимального навантаження 150 кН.

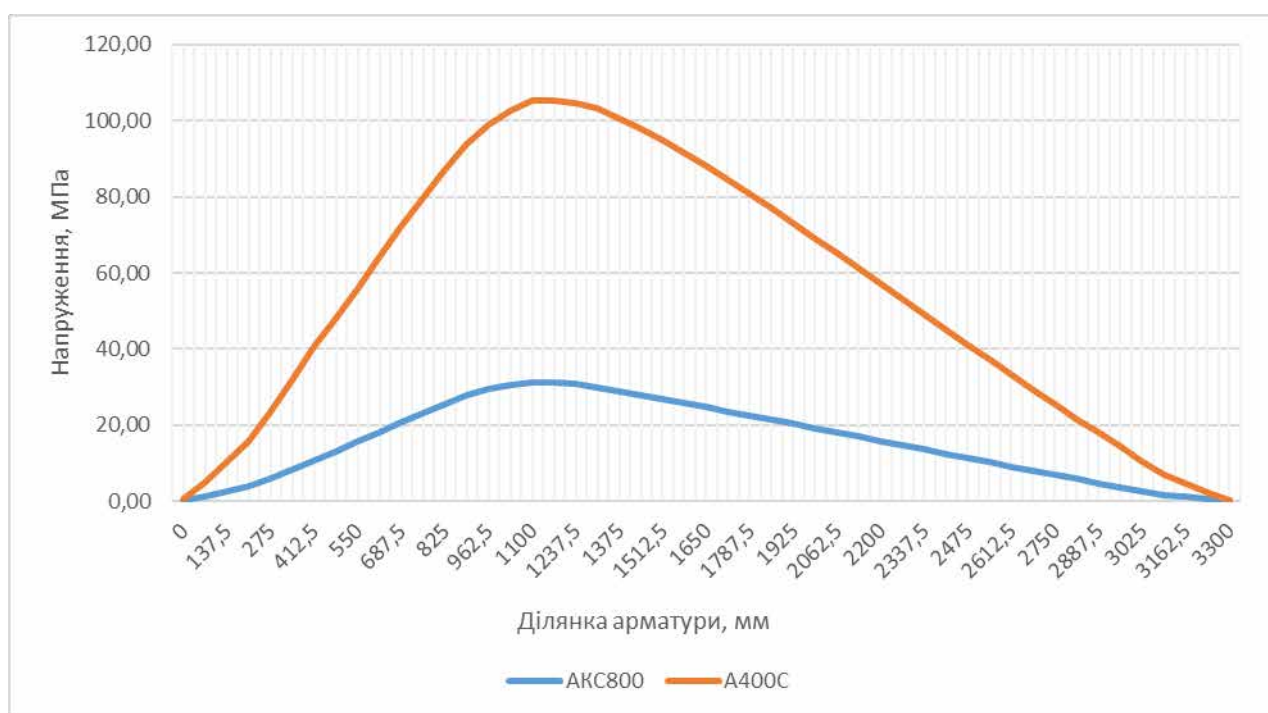
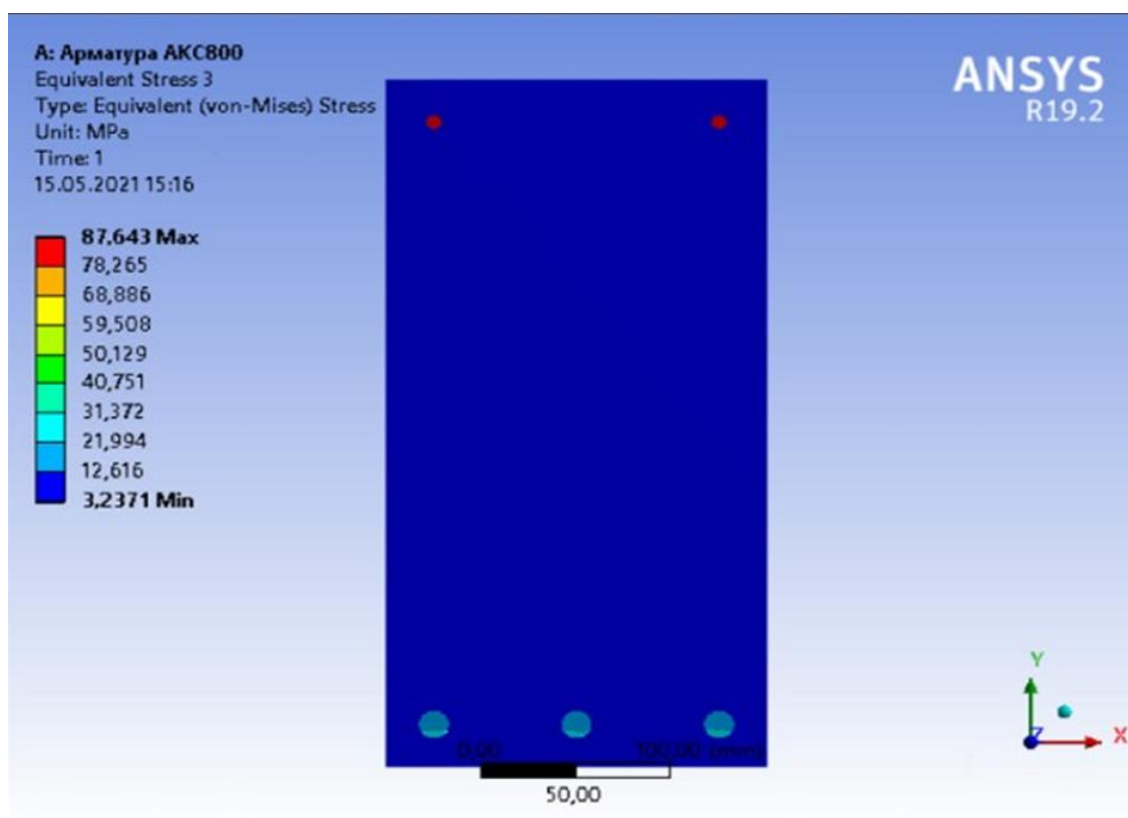
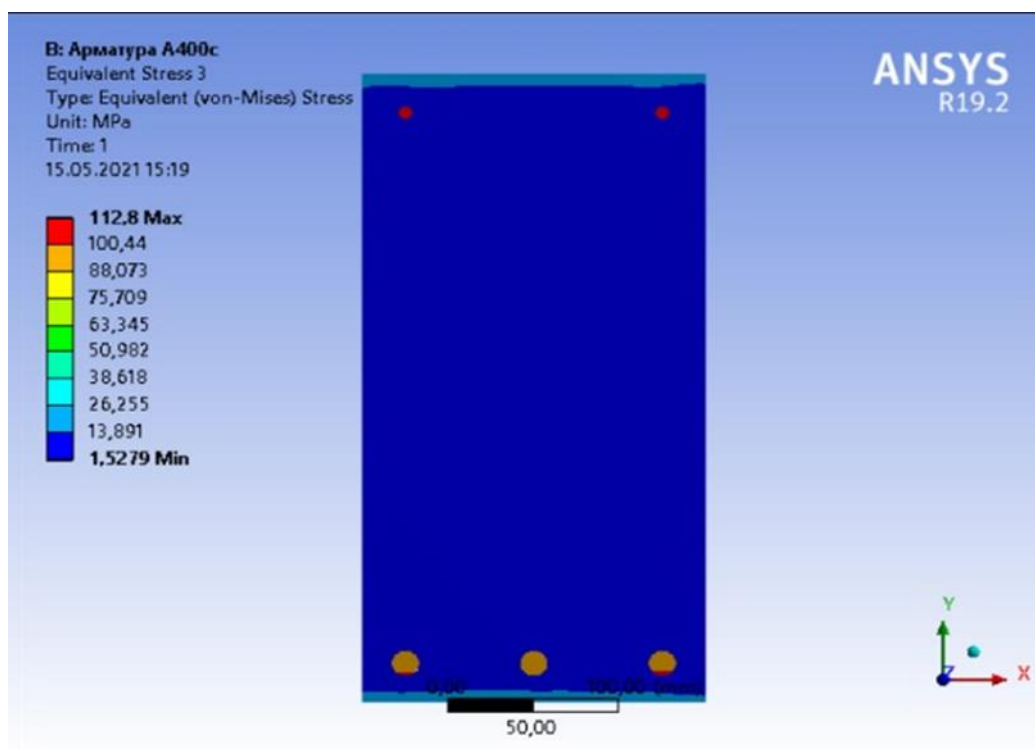


Рисунок 7.13. Еквівалентне напруження вздовж осі арматури

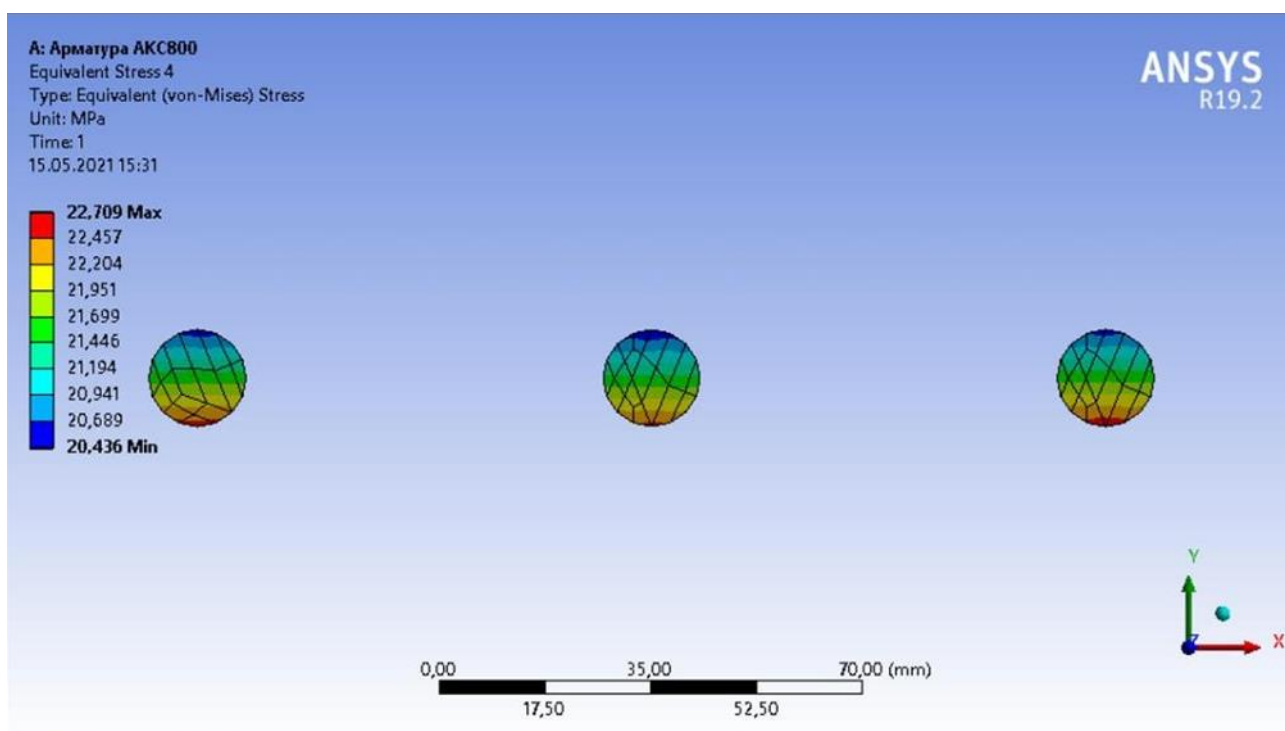


(a)

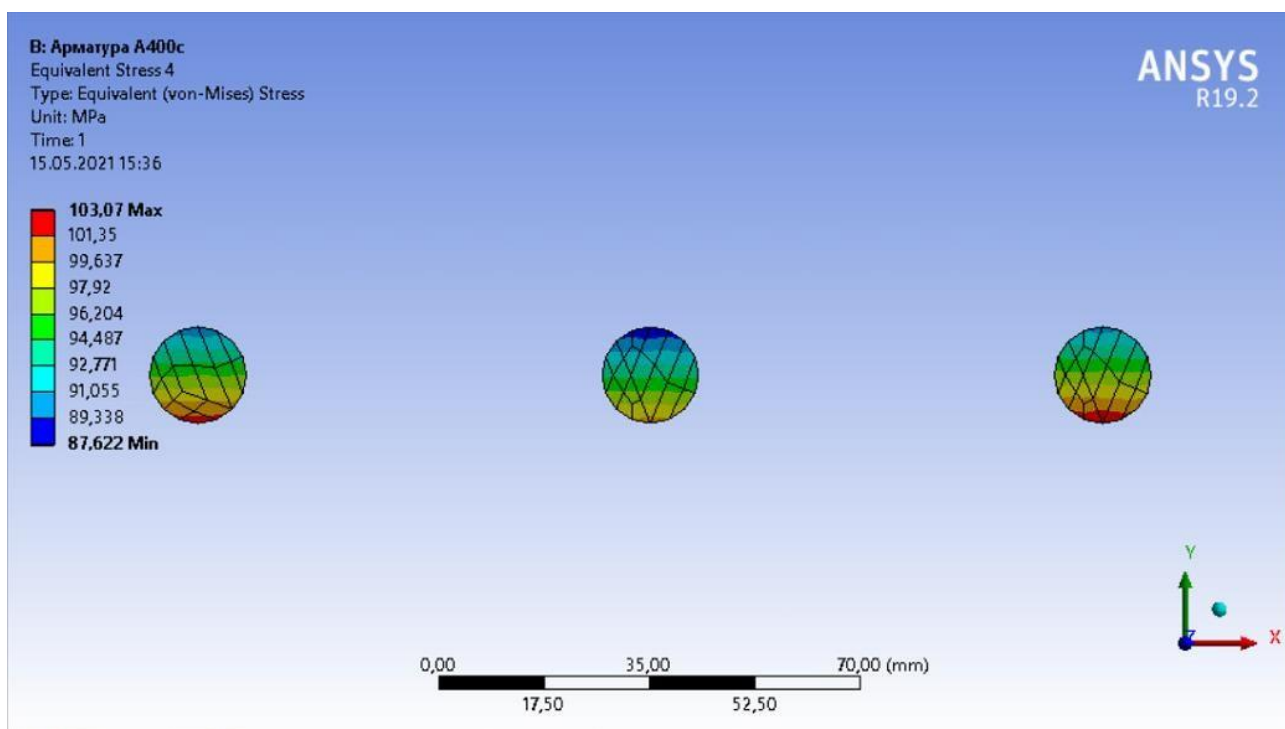


(б)

Рисунок 7.14. Напруження у січєні балки в місці прикладання навантаження за а) АК800; та б) A400с

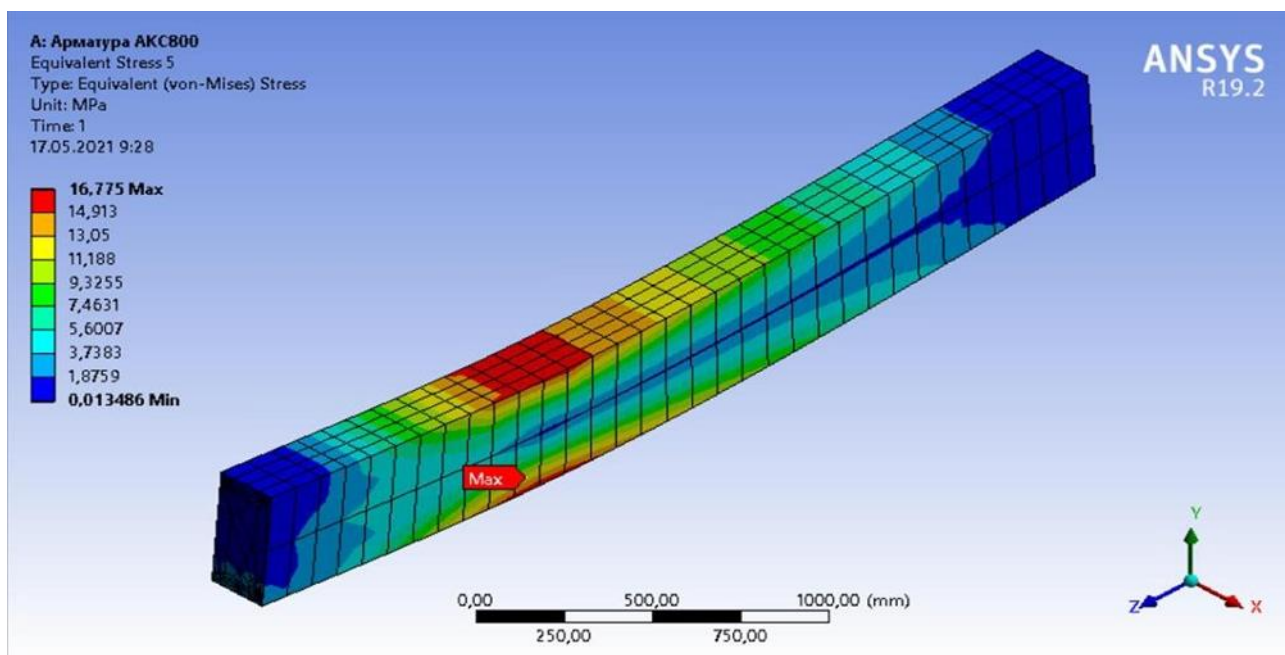


а)

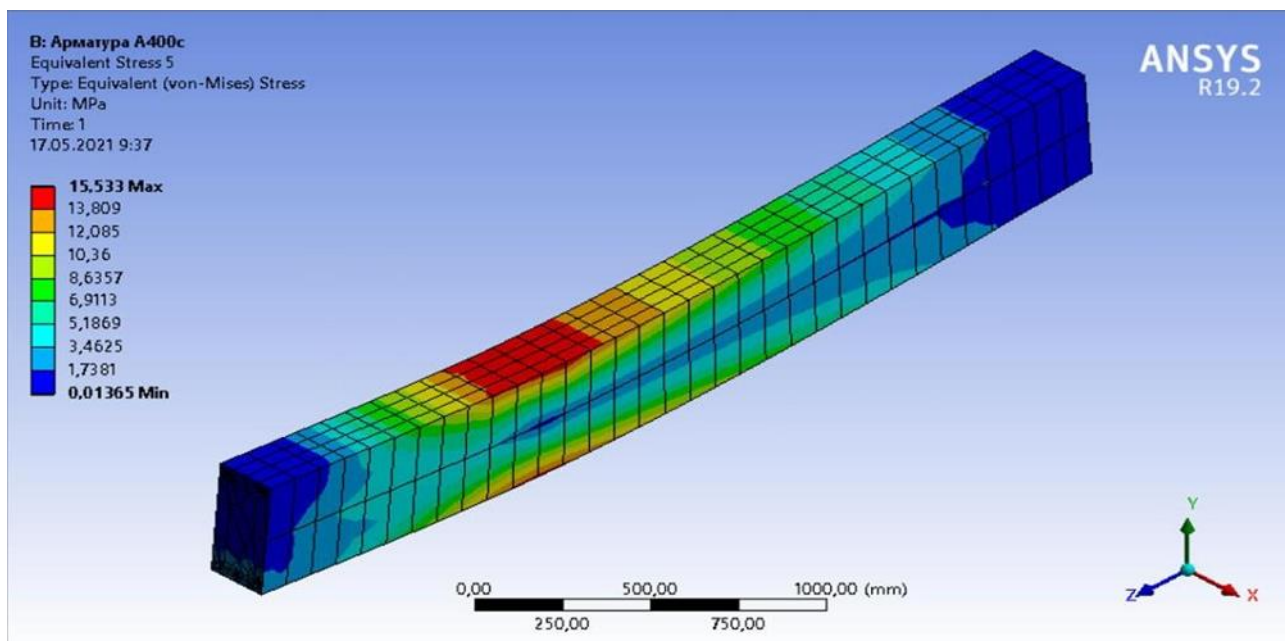


б)

Рисунок 7.15. Напруження у розрізі арматури в місці прикладання навантаження а) АКС800; та б) А400с



а)



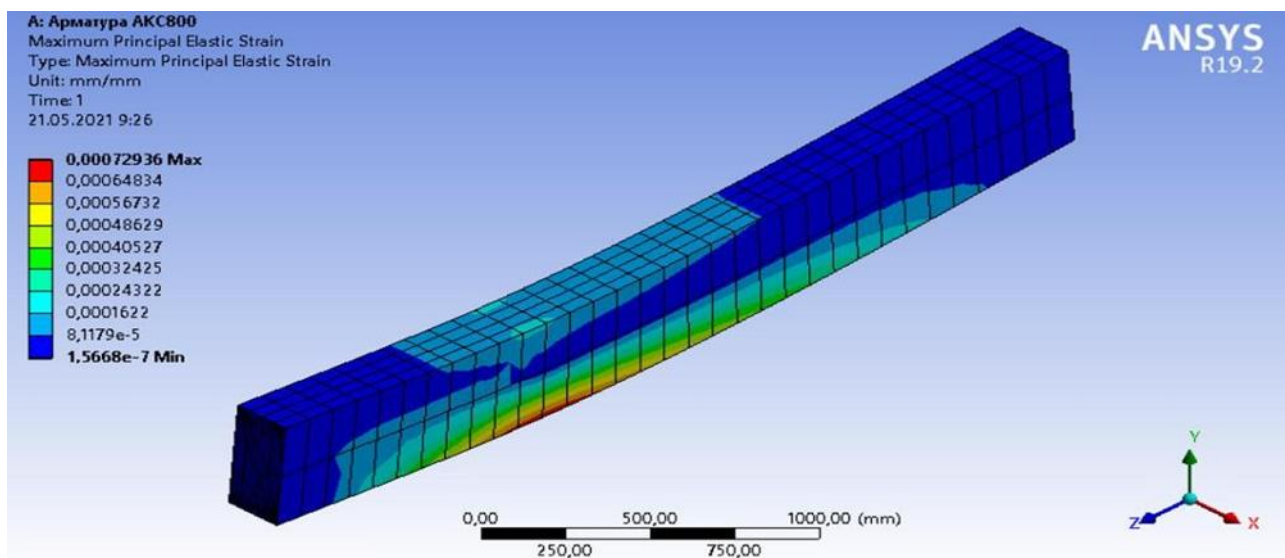
б)

Рисунок 7.16. Напруження у бетоні С20/25 з використанням арматури а) АКС800; та б) А400

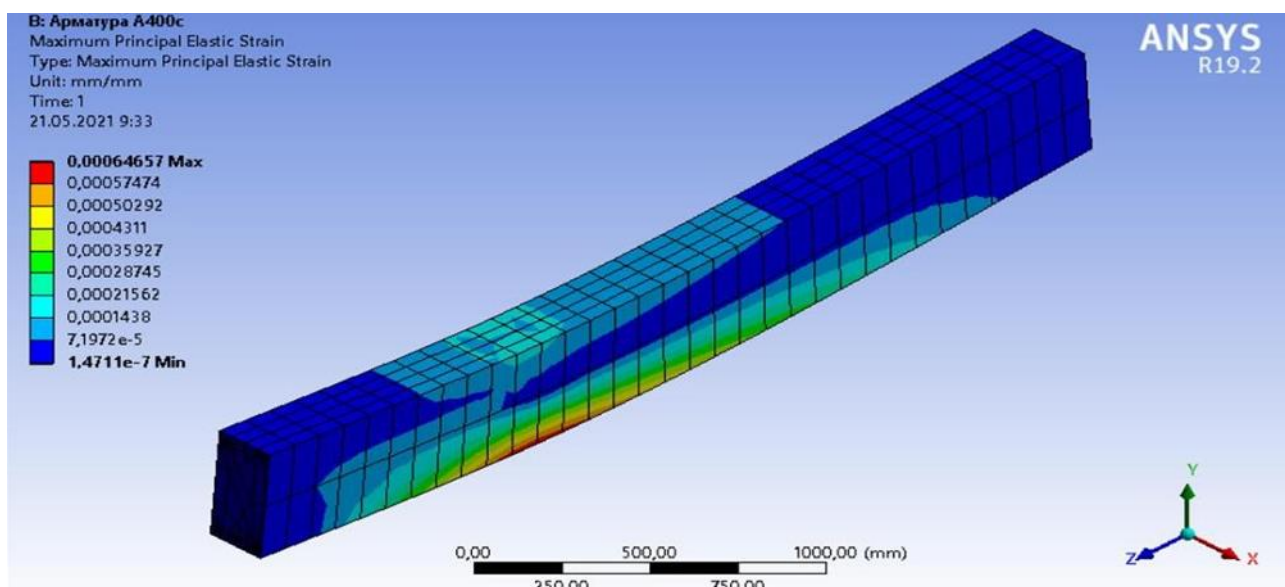
7.3.3 Аналіз утворення тріщин

На рисунку 7.17 зображено максимальну пружну деформацію для балки армованої композитною та сталеву арматурами. Проаналізувавши деформацію

в балках можна зауважити, що максимальні переміщення відбуваються в нижніх шарах балки, під місцем дії навантаження, деочевидно за певних навантажень будуть зароджуватися тріщини. Також спостерігали незначні переміщення по всій довжині балки в нижніх шарах і у верхніх поблизу бруса до якого прикладене навантаження. Максимальне переміщення в балці із композитною арматурою на 13,2% більше ніж в балці із сталевією арматурою. Також з аналізу можна спрогнозувати подальший розвиток тріщин. А саме, при збільшенні навантаження на балку, тріщина від місця навантаження буде поширюватися до лівої опори по діагоналі (рис. 7.18). Це зумовлено тим що навантаження яке діє на балку розміщене ближче до лівої опори.



a)



б)

Рисунок 7.17. Максимальна пружна деформація балки із: а) робочою арматурою АКС800; б) робочою арматурою А400с

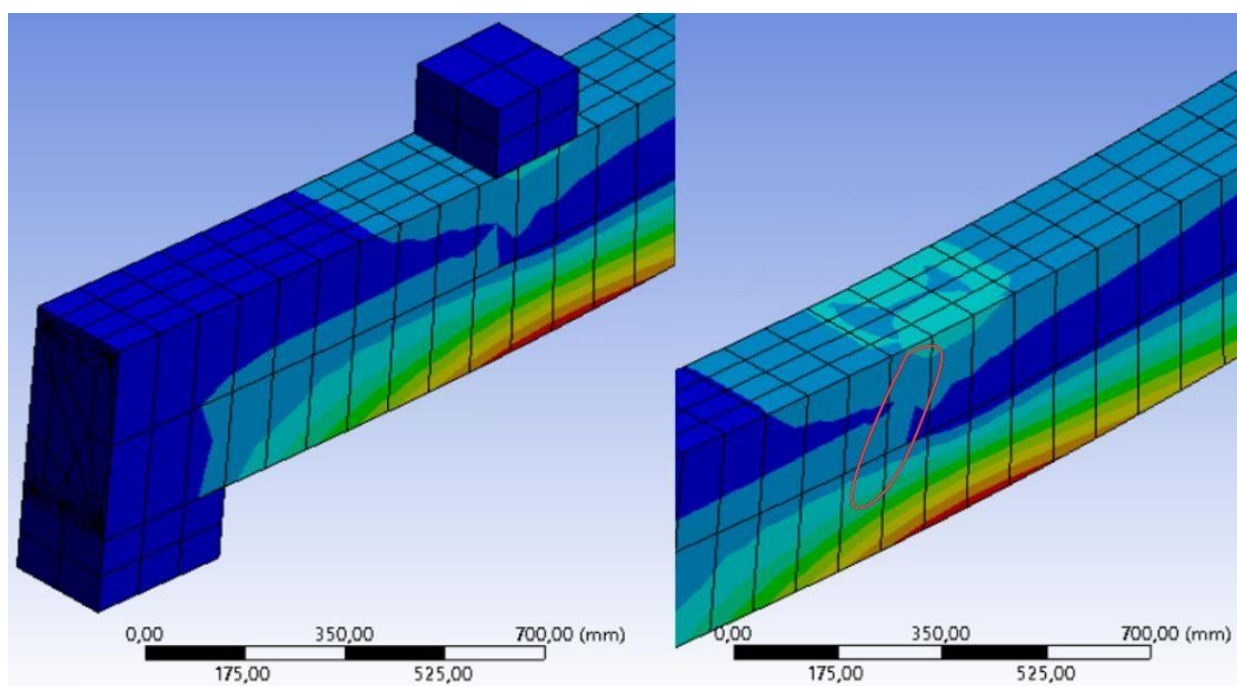


Рисунок 7.18. Розвиток тріщини

Результати моделювання МСЕ подано в табличній (таблиця 7.4) та графічній формах.

Таблиця 7.4. Результати отриманих моделюванням МСЕ

Робоча арматура	Прогин балки, мм	$\varepsilon_{\max a}$ (арматура), мм/мм	$\varepsilon_{\max b}$ (бетон), мм/мм	$\sigma_{\max a}$ (арматура), МПа	$\sigma_{\max b}$ (бетон), МПа	$\varepsilon_{\max p}$ мм/мм
A400с	2,57	$0,50 \times 10^{-3}$	$0,61 \times 10^{-3}$	105,46	15,53	$0,65 \times 10^{-3}$
АКС800	2,87	$0,63 \times 10^{-3}$	$0,7 \times 10^{-3}$	31,53	17,77	$0,73 \times 10^{-3}$

де $\varepsilon_{\max a}$ – еквівалентне відносне видовження для арматури; $\varepsilon_{\max b}$ – еквівалентне відносне видовження для бетону; $\sigma_{\max a}$ – еквівалентне напруження для арматури;

$\sigma_{\max b}$ – еквівалентне напруження для бетону;

$\varepsilon_{\max p}$ – максимальна пружна деформація

На рисунку 7.19 зображено графіки деформування матеріалу сталеві І композитної арматури: залежності напруження відносне видовження. За однакового значення напруження, відносне видовження композитної арматури учетверо перевищує видовження сталеві.

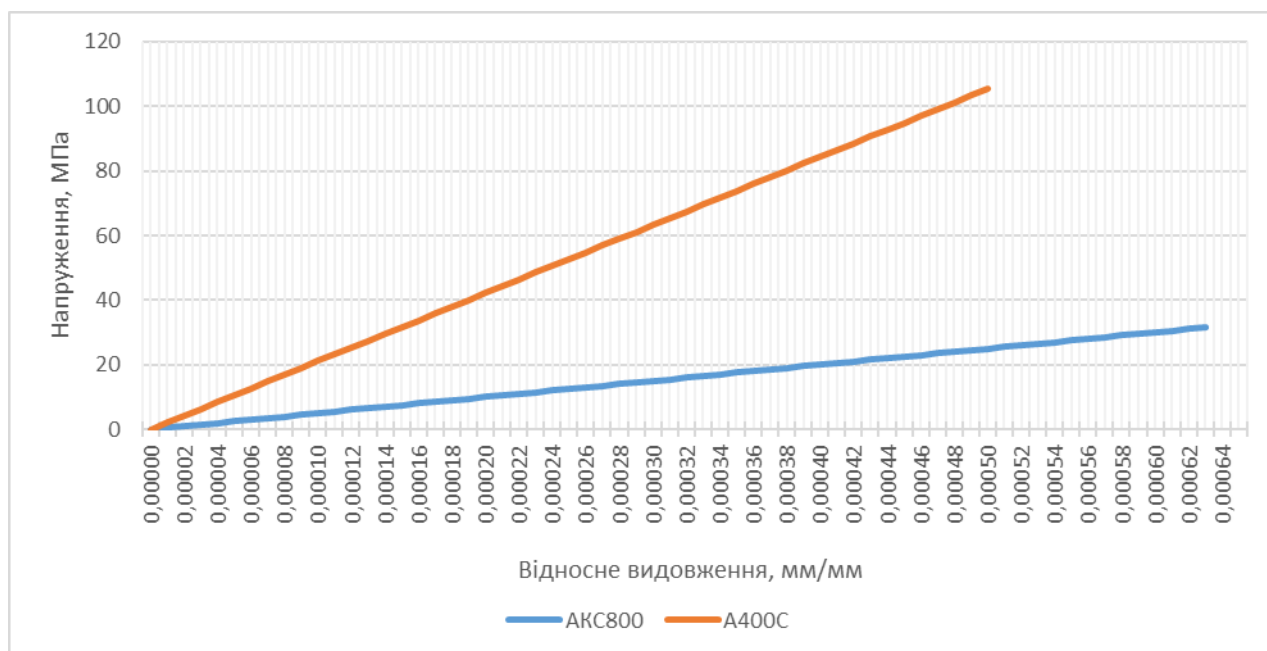


Рисунок 7.19. Діаграми деформування сталеві і композитної арматури

На рисунку 7.20 подано графіки деформування бетону із композитною арматурою АКС800 та сталеві А400с.

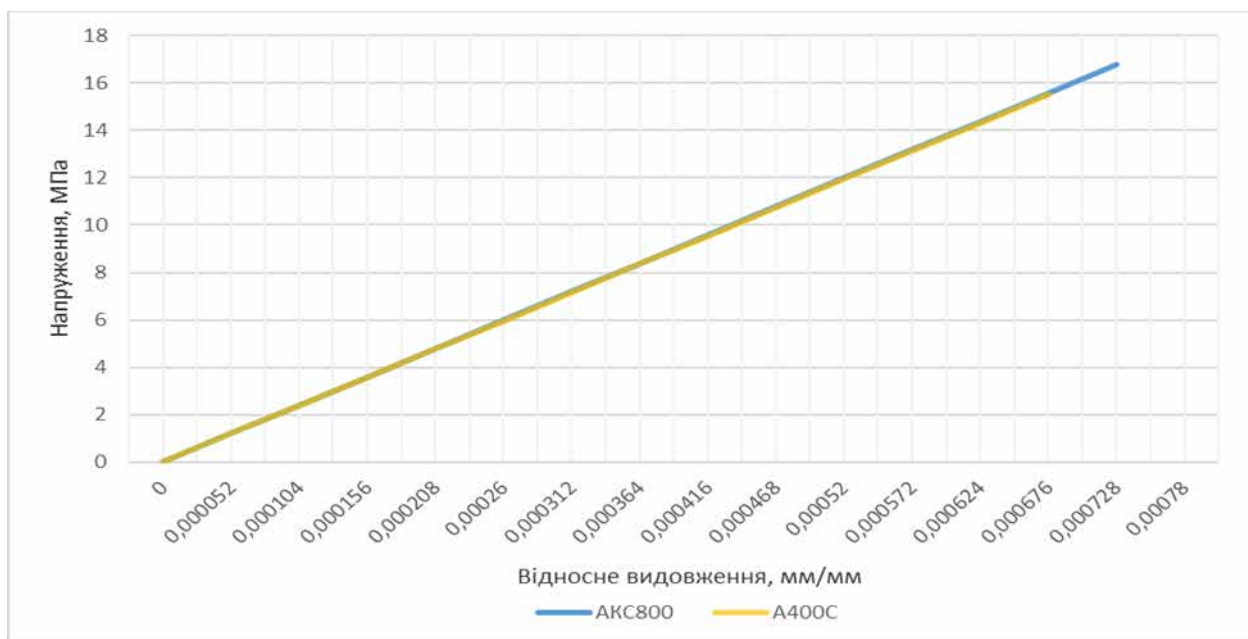


Рисунок 7.20. Діаграми деформування бетону із сталевую і композитною арматурою

Незалежно від типу арматури (сталева чи композитна), діаграми деформування бетону співпадають.

ВИСНОВКИ:

1. Проведено аналіз науково-технічної літератури щодо класифікації, властивостей, технології виготовлення та особливостей застосування композитної арматури у будівництві. Встановлено, що композитна арматура характеризується малою вагою, високою корозійною стійкістю та низькою теплопровідністю.
2. Виконано порівняльний аналіз фізико-механічних характеристик композитної та сталеві арматури. Виявлено, що композитна арматура має значно нижчий модуль пружності, що суттєво впливає на деформативність конструкцій.
3. За допомогою програмного комплексу ANSYS та методу скінченних елементів змодельовано роботу залізобетонної балки із композитною арматурою АКС800 та аналогічної балки зі сталевую арматурою А400С.

4. У результаті аналізу напружено-деформованого стану встановлено, що максимальні напруження у композитній арматурі є приблизно у 3,3–3,5 рази меншими порівняно зі сталевую арматурою при однаковому рівні навантаження.

5. Встановлено, що балка з композитною арматурою характеризується більшими прогинами та деформаціями. Максимальний прогин балки із композитною арматурою перевищив аналогічний показник для сталевій арматурі на 9,7%, а максимальна пружна деформація — на 13,2%, що пояснюється нижчим модулем пружності композитного матеріалу.

6. Аналіз розподілу деформацій показав, що найбільші переміщення та потенційні зони тріщиноутворення локалізуються у нижній розтягнутій зоні балки поблизу точки прикладання навантаження.

7. Отримані результати підтверджують перспективність використання композитної арматури у конструкціях, що експлуатуються в агресивних середовищах, однак при її застосуванні необхідно враховувати підвищену деформативність згинальних елементів.

ВИСНОВКИ

У магістерській кваліфікаційній роботі виконано комплексне проєктування складського комплексу готової продукції із під'їзними залізничними шляхами у Вінницькій області. У процесі роботи розглянуто архітектурно-планувальні, конструктивні, технологічні, організаційні, економічні та науково-дослідні питання, пов'язані з проєктуванням і зведенням складської будівлі промислового призначення. Прийняті рішення спрямовані на забезпечення надійності, функціональності, безпечної експлуатації та економічної доцільності будівництва об'єкта.

В архітектурно-будівельній частині розглянуто вихідні дані для проєктування, кліматичні умови району будівництва, основні характеристики будівлі та виробничо-складського процесу. Проєктована будівля розглядається як склад тари і готової продукції, що має зручні під'їзди для вантажного автомобільного транспорту та можливість обслуговування під'їзних залізничних шляхів. У розділі наведено об'ємно-планувальне рішення будівлі, визначено її основні техніко-експлуатаційні показники, зокрема площу забудови, будівельний об'єм, корисну та робочу площу. Прийняте планувальне рішення забезпечує раціональне використання внутрішнього простору складської будівлі та створює умови для зручного виконання вантажно-розвантажувальних операцій.

Архітектурно-конструктивне рішення будівлі прийнято з урахуванням її складського призначення, значних внутрішніх просторів та необхідності забезпечення надійної роботи несучої системи. У роботі описано несучий каркас, огорожувальні конструкції, покриття, підлоги, ворота, двері, фасадні рішення та основні матеріали конструкцій. Передбачено використання утеплених огорожувальних конструкцій, організоване водовідведення з покрівлі, а також заходи щодо захисту будівельних елементів від несприятливих впливів експлуатаційного середовища.

У межах будівельної фізики розглянуто питання антикорозійного захисту, теплотехнічної оцінки зовнішніх стін та інших зовнішніх огорожувальних конструкцій. Прийняті рішення спрямовані на забезпечення необхідного температурно-вологісного режиму у складських приміщеннях, зменшення тепловтрат, запобігання утворенню конденсату та підвищення довговічності конструкцій. Також у роботі розглянуто системи опалення та вентиляції, які забезпечують підтримання нормативних параметрів внутрішнього повітряного середовища і створюють належні умови для зберігання продукції та роботи персоналу.

Окрему увагу в архітектурно-будівельній частині приділено генеральному плану та планувальній організації території. Визначено принципи розміщення складської будівлі на ділянці, організації автомобільних під'їздів, пішохідних підходів, вантажно-розвантажувальних майданчиків, рамп і зон обслуговування залізничного транспорту. Прийнята схема території забезпечує зручне транспортне обслуговування складського комплексу, можливість маневрування вантажного транспорту, під'їзд пожежної техніки та раціональне використання території. Передбачено також благоустрій і озеленення вільних від забудови та заощення ділянок.

У розрахунково-конструктивній частині виконано розрахунок поперечної рами будівлі. Визначено постійні навантаження від конструкцій покриття та огорожувальних елементів, снігові й вітрові навантаження, побудовано розрахункові схеми та епюри внутрішніх зусиль. Розрахунок проведено з урахуванням характеру роботи несучої системи будівлі та дії основних навантажень, які виникають під час експлуатації. Отримані результати дали змогу оцінити роботу елементів поперечної рами та визначити необхідні розрахункові зусилля для подальшого проєктування вузлів і конструктивних елементів.

У роботі також виконано розрахунок основних вузлів металевого каркаса, зокрема бази колони з траверсою та оголовка колони. У процесі розрахунку

визначено геометричні параметри елементів, перевірено умови міцності та забезпечено надійне передавання зусиль між окремими конструктивними частинами каркаса. Прийняті конструктивні рішення сприяють забезпеченню стійкості, просторової незмінності та експлуатаційної надійності несучої системи складської будівлі.

У розділі «Основи і фундаменти» виконано розрахунок фундаменту ФМ-1, визначено фізико-механічні характеристики ґрунтів, проведено перевірку прийнятого фундаменту за міцністю та деформаціями. Розрахунок фундаменту за деформаціями виконано методом пошарового підсумовування, що дало змогу оцінити осідання основи під дією навантаження. За результатами перевірок встановлено, що прийняті параметри фундаменту забезпечують надійну передачу навантажень від будівлі на основу та відповідають умовам безпечної експлуатації.

У технологічній частині визначено номенклатуру та обсяги основних будівельно-монтажних робіт, обрано методи їх виконання, розглянуто роботи підготовчого періоду, земляні, монтажні, покрівельні та оздоблювальні процеси. Виконано підбір монтажних кранів, визначено потребу в транспортних засобах, розроблено технологічні карти на монтаж рами та влаштування покрівлі з профнастилу. Прийняті технологічні рішення забезпечують послідовне і раціональне виконання будівельно-монтажних процесів, ефективне використання машин, механізмів і трудових ресурсів.

У складі технології будівельного виробництва також розроблено календарний план і будівельний генеральний план. Визначено потребу в інвентарних спорудах, складських приміщеннях і майданчиках, виконано розрахунки тимчасового водопостачання та електропостачання будівельного майданчика. Розглянуто заходи з охорони праці, пожежної безпеки та охорони навколишнього середовища на період будівництва. Це дозволило комплексно оцінити організацію будівельного майданчика та забезпечити безпечне виконання робіт.

В економічній частині роботи визначено кошторисну вартість будівництва, трудомісткість, кошторисну заробітну плату, виробіток робітників і тривалість будівництва. Загальна кошторисна вартість будівництва становить 25840,198 тис. грн, кошторисна трудомісткість — 37,488 тис. люд.-год, трудові витрати — 686 люд.-днів, кошторисна заробітна плата — 5331,84 тис. грн. Виробіток робітників на один людино-день становить 3767 грн/люд.-день, а показник одиничної вартості — 1399,42 грн/м³. Тривалість будівництва за проектом становить 4,5 місяця, що є меншою за нормативну тривалість 5 місяців. Отримані показники свідчать про раціональність прийнятих організаційно-технологічних та економічних рішень.

У науково-дослідному розділі розглянуто питання застосування композитної арматури у залізобетонних елементах та виконано аналіз напружено-деформованого стану таких конструкцій із використанням методу скінченних елементів. Дослідження дозволило оцінити особливості роботи залізобетонних елементів із композитним армуванням, порівняти їх із традиційними рішеннями та визначити вплив фізико-механічних властивостей арматури на деформативність, напружений стан і тріщиностійкість конструкцій. Отримані результати мають практичне значення для подальшого вдосконалення конструктивних рішень і вибору ефективних матеріалів для будівельних конструкцій.

Таким чином, у магістерській кваліфікаційній роботі виконано повний комплекс проєктних, розрахункових, технологічних, економічних і дослідницьких завдань, необхідних для обґрунтування будівництва складського комплексу готової продукції із під'їзними залізничними шляхами. Прийняті рішення забезпечують функціональність складської будівлі, надійність її несучих конструкцій, ефективну організацію будівельного виробництва, економічну доцільність реалізації об'єкта та можливість подальшого використання результатів дослідження у практиці проєктування будівельних конструкцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель : ДБН В.2.6–31:2021. – [Чинний від 2022-09-01]. – К. : Мінрегіон України, 2022. – 23 с.
2. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу : ДБН В.2.6-163:2010. – [Чинний від 2011-12-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2011. – 201 с.
3. Будівлі та споруди. Визначення класів наслідків (відповідальності) : ДСТУ 8855:2019. – [Чинний з 2019-12-01]. – К. : Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості», 2019. – 14 с. – (Державний стандарт України).
4. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення : ДБН В.2.1–10:2018 : – [Введені в дію з 2019–01–01]. – К. : Мінрегіон України, 2018. – 36 с. – (Державні будівельні норми України).
5. Планування та забудова територій : ДБН Б.2.2-12:2019. – [Чинний з 2019-01-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2019. – (Державні будівельні норми).
6. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги : ДБН В.1.1–7:2016. – [Чинний з 2017–01–06]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2016. – (Державні будівельні норми).
7. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення : ДБН В.2.6-98:2009. – [Чинний з 2011-07-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, Державне підприємство «Укрархбудінформ», 2011. – 71 с. – (Державні будівельні норми).
8. Організація будівельного виробництва : ДБН А.3.1–5:2016. – [Введені в дію з 2017–01–01]. – К. : Держбуд України, 2016. – 11 с. – (Державні будівельні норми України).
9. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень. Система проєктної документації для будівництва : ДСТУ Б А.2.4-7:2009. – [Чинний від 2009-24-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 71 с. – (Державні будівельні норми України).

10. Будівлі підприємств : параметри : ДСТУ Б В.2.2–29:2011. – [Чинний з 2012-12-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2011. – 11 с. – (Національний стандарт України).
11. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ : ДБН В.1.2-14:2018. – [Чинний від 2019-01-01]. – К. : УкрНДІпроектстальконструкція, 2018. – 60 с. – (Державні будівельні норми України).
12. Навантаження і впливи : норми проектування : ДБН В.1.2.–2:2006. – [Чинний з 2007-01-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2006. – 68 с. – (Державні будівельні норми України).
13. Інженерні вишукування для будівництва : ДБН А.2.1–1–2014. – [Введені в дію з 2014–03–24]. – К. : Держбуд України, 2014. – 126 с. – (Державні будівельні норми України).
14. Природне і штучне освітлення. Зміна №2 : ДБН В.2.5-28-2006. – [Введені в дію з 2012-09-01]. – К. : Держбуд України, 2012. – 68 с. – (Державні будівельні норми України).
15. Бакулін Є.А. Інженерний захист та підготовка територій : навч. посіб.; за ред. канд. техн. наук Бакуліна Є.А. / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко, В.М. Бакуліна. – К. : НУБіП України, 2020. – 212 с.
16. Ковальчук Я.О. Технологія та організація будівництва : навчальний посібник / Я.О. Ковальчук. – Тернопіль : ТНТУ, 2017. – 191 с.
17. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту з дисципліни «Основи і фундаменти» підготовки фахівців ОС «Бакалавр» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» / укл. : О.В. П'ятков, Є.А. Бакулін. – К. : НУБіП України, 2023. – 85 с.
18. Білик С.І. Металеві конструкції. Том 2. Конструкції металевих каркасів промислових будівель : підручник для ВНЗ / С.І. Білик, О.В. Шимановський та ін. – Кам'янець-Подільський : Рута, 2021. – 448 с.

19. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни "Конструкції з деревини та пластмас" для студентів за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» / уклад. : М.В. Усенко. – К. : НУБіП України, 2023. – 68 с.
20. Куліков П.М. Архітектура будівель і споруд. Книга 5. Промислові будівлі : підручник / П.М. Куліков, В.О. Плоский, Г.В. Гетун. – Кам'янець-Подільський : Рута, 2020. – 820 с.
21. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни "Основи автоматизованого проєктування в будівництві" для студентів за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» / уклад.: Є.А. Дмитренко, І.А. Яковенко, О.А. Фесенко. – К. : НУБіП України, 2021. – 91 с.
22. Павліков А.М. Залізобетонні конструкції : будівлі, споруди та їх частини : підручник. – Полтава : ТОВ «АСМІ», 2017. – 284 с.
23. Бакулін Є.А. Об'ємно-просторові рішення будівель і споруд : навчальний посібник / Є.А. Бакулін, В.М. Бакуліна, Н.О. Костира. – К. : Видавничий центр НУБіП України, 2024. – 264 с.
24. Шимановський О.В. Металеві конструкції : підручник; під загальною редакцією Пермякова В.О. та Шимановського О.В. / [О.В. Шимановський, В.О. Пермяков, О.О. Нілов та ін.] – К. : Видавництво "Сталь", 2008. – 812 с.
25. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт за дисциплінами «САПР у будівництві», «Моделювання будівель та споруд сільськогосподарського призначення» підготовки фахівців ОС «Магістр» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» / уклад.: Є.А. Дмитренко, І.А. Яковенко, О.А. Фесенко. – К. : НУБіП України, 2021. – 104 с.
26. Дудар І.Н. Технологія будівельного виробництва (курсове та дипломне проєктування) : навчальний посібник / І.Н. Дудар, О.М. Лівінський, Т.В. Прилипко. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 75 с.

27. Яковенко І.А. Реконструкція будівель та споруд аеропортів : мет. реком. до виконання РГР для студентів спец. 6.06010101 / І.А. Яковенко, Є.А. Бакулін. – К.: НАУ, 2013. – 50 с.
28. Парфентьева І.О. Основи та фундаменти : навчальний посібник для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» / І.О. Парфентьева, О.В. Верешко, Д.А. Гусачук. – Луцьк : ЛНТУ, 2017. – 296 с.
29. Бакулін Є.А. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи «Проектування одноповерхової промислової каркасної будівлі із збірних залізобетонних елементів» з дисципліни «Архітектура будівель і споруд» для студентів за напрямом підготовки 192 «Будівництво та цивільна інженерія» Розрахунок будівельних конструкцій на міцність, жорсткість та вогнестійкість» / Є.А. Бакулін, Н.О. Костира, В.М. Бакуліна. – К. : Видавничий центр НУБіП України, 2022. – 83 с.
30. Дворкін Л.Й. Будівельне матеріалознавство : навч.-довід. посіб. укр. та англ. мовами / Л.Й. Дворкін. – Рівне : НУВГП, 2017. – 355 с.
31. Яковенко І.А. Напрями наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України / І.А. Яковенко, Є.А. Бакулін // Зб. тез доп. X Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження д.т.н., проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) та 125 річниці НУБіП України (24–25 лютого 2023 р., м. Київ). – К. : НУБіП України, 2023. – С. 488–491.
32. Бамбура А.М. Проектування залізобетонних конструкцій : посібник / А.М. Бамбура, І.Р. Сазонова, О.В. Дорогова, О.В. Войцехівський; за ред. А.М. Бамбури. – К. : Майстер книг, 2018. – 240 с.
33. Bakulin Y.A. Engineering protection and prepatation of territories : study guide; under the editorship of cand tech. science Ye.A. Bakulin / Ye.A. Bakulin, I.A. Yakovenko, V.M. Bakulina. – Kyiv : NULES of Ukraine, 2022. – 205 p.

34. Шутенко Л.М. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти : підручник / Л.М. Шутенко, О.Г. Рудь, О.В. Кічаєва та ін. ; за ред. Л.М. Шутенка. – Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2017. – 563 с.
35. Sümer Y. Investigation of the Effect of GFRP Reinforcement Bars on the Flexural Strength of Reinforced Concrete Beams Using the Finite Element Method / Y. Sümer, M. Öztemel // *Fibers*. – 2025. – Vol. 13, № 9. – Article 125. – DOI: 10.3390/fib13090125.
36. Sakcalı G. B. Numerical Simulation of GFRP-reinforced Rectangular Concrete Beams and Proposed Design Expressions / G. B. Sakcalı, İ. Yüksel // *Periodica Polytechnica Civil Engineering*. – 2025. – Vol. 69, № 1. – P. 263–279. – DOI: 10.3311/PPci.37254.
37. Mamdough H. Splicing behaviour of GFRP, BFRP, and steel bars in reinforced concrete beams / H. Mamdough, A. Hassan, N. Zenhom et al. // *Discover Applied Sciences*. – 2025. – Vol. 7. – Article 123. – DOI: 10.1007/s42452-025-06507-2.
38. Adel K. Strengthening RC beams and columns with CFRP, GFRP and KFRP laminates / K. Adel, M. Abdelazeem, A. Sherif et al. // *Scientific Reports*. – 2026. – Vol. 16. – Article 11004. – DOI: 10.1038/s41598-026-43464-1.
39. Petralia M. M. From Road Transport to Intermodal Freight: The Formula 1 Races Logistics Case / M. M. Petralia, L. Tebaldi // *Sustainability*. – 2025. – Vol. 17, № 15. – Article 6889. – DOI: 10.3390/su17156889.
40. Ren Y. L. Logistics Hub Location for High-Speed Rail Freight Transport—Case Ottawa–Quebec City Corridor / Y. L. Ren, A. Awasthi // *Logistics*. – 2025. – Vol. 9, № 4. – Article 158. – DOI: 10.3390/logistics9040158.
41. Cheng J. Real-Time Warehouse Monitoring with Ceiling Cameras and Digital Twin for Asset Tracking and Scene Analysis / J. Cheng, C. Verhulst, P. De Clercq et al. // *Logistics*. – 2025. – Vol. 9, № 4. – Article 153. – DOI: 10.3390/logistics9040153.

ДОДАТКИ

Додаток А. Відомості до розділу «Технологія будівельного виробництва»

Таблиця А.1. Відомість визначення номенклатури та об'ємів робіт по
будівництву

№ п.п.	Види робіт	Формули, підрахунок	Одиниці виміру	Кількість
1	2	3	4	5
	Підготовчий період			
1	Роботи в середині будівельного майданчика	Визначаються в процентному відношенні від трудоемкості загально-будівельних робіт	%	5
1	2	3	4	5
	Основний період			
	А. Підземна частина			
	Розділ 1. Земляні роботи			
2	Планування території бульдозерами потужністю до 79 кВт з переміщенням ґрунту до 10м, група ґрунтів 2	$V = \sum_{i=1}^n V_i,$ $V_i = a_i \times b_i \times h_i$	1000 м³	4,68
3	Розробка ґрунту з навантаженням в на автомобілі самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ході з	$V = \sum_{i=1}^n V_i,$ $V_i = a_i \times b_i \times h_i$	1000 м³	0,085
4	Розробка ґрунту з екскаватором у відвал	$V = \sum_{i=1}^n V_i,$ $V_i = a_i \times b_i \times h_i$	1000 м³	0,654
5	Розробка ґрунту вручну в траншеях під фундаменти , група ґрунтів 2	$V = \sum_{i=1}^n V_i,$ $V_i = a_i \times b_i \times h_i$	100 м³	0.74
	Розділ 2. Фундаменти			
6	Влаштування піщаної підготовки під монолітний фундамент	$V = \sum_{i=1}^n V_i,$ $V_i = a_i \times b_i \times h_i$	100 м³	0,44
7	Влаштування і в'язання арматури		1т	1,64
8	Влаштування опалубки		100 м²	2,11
9	Влаштування гідроізоляції	$S = \sum_{i=1}^n S_i,$ $S_i = a_i \times b_i$	100 м²	3,23
10	Подача бетонної суміші автобетононасосом		1 м³	217,46
11	Вкладання бетонної суміші	$V = \sum_{i=1}^n V_i,$ $V_i = a_i \times b_i \times h_i$	1 м³	217,46
12	Догляд за бетонною поверхнею		100 м³	217,46
13	Демонтаж опалубки	$S = \sum_{i=1}^n S_i,$ $S_i = a_i \times b_i$	100 м²	2,11
14	Влаштування фундаментних балок		шт.	34

	Б. Надземна частина			
	Розділ 1. Каркас			
15	Монтаж металевих колон	згідно специфікації	шт	16
16	Монтаж колон фахверку	згідно специфікації	шт	26
17	Укрупнення балок покриття	згідно специфікації	шт	12
18	Монтаж балок покриття	згідно специфікації	шт	12
19	Монтаж балок по колонах фахверку	згідно специфікації	шт	24
20	Монтаж вертикальних вязей	згідно специфікації	шт	6
21	Монтаж в'язей по ригелю покриття	згідно специфікації	шт	22
22	Влаштування розпірок	згідно специфікації	шт	69
	Розділ 2. Стіни			
23	Встановлення металевих стінових прогонів		шт	320
24	Монтаж стінових сандвіч панелей	$S = \sum_{i=1}^n S_i$, $S_i = a_i \times b_i$	100 м ²	10,11
	Розділ 3. Покриття			
25	Монтаж прогонів покриття		т	10,8
26	Влаштування профнастилу нижній шар	$S = \sum_{i=1}^n S_i$, $S_i = a_i \times b_i$	100 м ²	30,45
27	Влаштування пароізоляції	$S = \sum_{i=1}^n S_i$, $S_i = a_i \times b_i$	100 м ²	30,45
28	Укладання теплоізоляційних плит мінераловатних	$S = \sum_{i=1}^n S_i$, $S_i = a_i \times b_i$	100 м ²	30,12
29	Влаштування профнастилу верхній шар	$S = \sum_{i=1}^n S_i$, $S_i = a_i \times b_i$	100 м ²	30,45
	Розділ 4. Перегородки			
30	Влаштування перегородок з червоної повнотілої цегли	$S = \sum_{i=1}^n S_i$, $S_i = a_i \times b_i$	100 м ²	4,62
	Розділ 5. Підлоги			
31	Ущільнення ґрунту щебенем	$S = \sum_{i=1}^n S_i$, $S_i = a_i \times b_i$	100 м ²	25,21
32	Влаштування підготовки з пісного бетону $\delta = 50$ см	$S = \sum_{i=1}^n S_i$, $S_i = a_i \times b_i$	100 м ²	25,21
33	Влаштування плівки ПВХ	$S = \sum_{i=1}^n S_i$, $S_i = a_i \times b_i$	100 м ²	25,21
34	Армування підлоги арматурною сіткою	$S = \sum_{i=1}^n S_i$, $S_i = a_i \times b_i$	т.	15,65
35	Бетонування підлоги товщиною 150мм.	$S = \sum_{i=1}^n S_i$, $S_i = a_i \times b_i$	100 м ²	25,21
	Розділ 6. Вікна			
36	Вікна алюмінієві, заповнювач - склопакет	$S = \sum_{i=1}^n S_i$, $S_i = a_i \times b_i$	100 м ²	2,03
	Розділ 7. Ліхтарі			
37	Монтаж ліхтарів верхнього світла	$m = \sum_{i=1}^n m_i$, $m_i = \rho_i \times l_i$	шт	2
1	2	3	4	5
	Розділ 8. Двері			
38	Встановлення дверних блоків у зовн. і вн. прорізи	$S = \sum_{i=1}^n S_i$, $S_i = a_i \times b_i$	100 м ²	0,42
	Розділ 9. Ворота			

39	Встановлення воріт зовнішні прорізи	$S = \sum_{i=1}^n S_i$, $S_i = a_i \times b_i$	100 м²	0,89
40	Встановлення гідравлічних рамп		шт.	6
	Розділ 10. Зовнішнє оздоблення			
41	Олійне фарбування RAL 5019(синій)	$S = \sum_{i=1}^n S_i$, $S_i = a_i \times b_i$	100 м²	2,27
	Розділ 11. Різні роботи			
42	Монтаж металевих огорожень сходових площадок	- - - -	м.п.	24
43	Влаштування мощення біля зовнішніх стін	$V = \sum_{i=1}^n V_i$, $V_i = a_i \times b_i \times h_i$	100 м³	0,22
44	Опалення та вентиляція	Приймається в процентному відношенні	%	5
45	Водопостачання та каналізація	Приймається в процентному відношенні	%	14
46	Електрифікація	Приймається в процентному відношенні	%	10
47	Газопостачання	Приймається в процентному відношенні	%	4
48	Невраховані роботи	Приймається в процентному відношенні	%	10
49	Благоустрій	Приймається в процентному відношенні	%	5
50	Здача об'єкта	Приймається в процентному відношенні	%	0,2

Таблиця А.2. Відомість об'ємів робіт і калькуляція трудовитрат

Обґрунтування	Назва робіт	Од. ви мір у	К-сть	На одиницю		На весь об'єм				Рекомен. склад ланки чи бригади
				на елем.		Розцінка грн.	Сума з/п грн.	Трудовісткість		
				лю д. год	маш. год			В люд.год	В маш.год.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
§ E2-1-5	Планування території бульдозерами з переміщенням	100 0м²	4,68	1, 8	1, 8	74,3	8150,8 7	8,42	8,42	машиніст бр-1

	грунту до 10м, група ґрунтів 2									
§ E2-1-8.	Підземна частина Розробка ґрунта ескаватором, з навантаженням в автосамоскид	100 м³	0,85	2,7	2,7	74,2	8150,87	2,3	2,3	машиніст 6р-1, помічник машиніста 5
§ E2-1-8.	Підземна частина Розробка ґрунта ескаватором, у відвал	100 м³	6,54	2,2	2,2	74,2	8150,87	14,38	14,38	машиніст 6р-1, помічник машиніста 5-р.
ДБН 2-1-47	Доробка ґрунту вручну в траншеях під фундаменти	1 м³	74	1,3	-	16,6	3452,8	96,2	-	землекоп зр-2
§ E2-1-21.	Зворотна засипка ґрунту з переміщенням до 5м.	100 м³	6,54	0,77	0,77	62	5008,4	5,03	5,03	машиніст 6р-1
§ E2-1-45.	Ущільнення ґрунту при зворотній засипці вручну	100 м³	0,65	6,4	6,4	26,6	459,65	4,1	4,1	машиніст 6р-1
ДБН 4-1-37 пен м т.3 №2	Влаштування щебеневої підготовки під фундаменти	м³	44	0,21	-	26,6	459,65	9,24	-	бетонник 2р-4 такелажник 2р-1

§ E4-1-37	Влаштування металевої опалубки	1 м ²	211	0,39	-	26,6	459,65	82,3	-	Слюсар будівельний 4р-1
§ E4-1-45	Встановлення арматурних сіток	шт.	84	0,36	-	26,6	459,65	30,24	-	арматурщик 2р-3
§ E4-1-48	Бетонування фундаментів	10 м ³	2,17	27	-	-	-	58,6	-	Машинист бетононасосної установки 4 разр. Бетонщик 2 разр.
§ E4-1-37	Розбирання металевої опалубки	1 м ²	211	0,22	-	26,6	459,65	46,42	-	Слюсар будівельний 4р-1
§ E4-1-42	Догляд за бетоном	10 м ²	2,11	0,18	-	26,6	459,65	0,38	-	бетонщик
§ E11-37	Влаштування гідроізоляції	10 м ²	4,23	1,7	-	26,6	459,65	7,19	-	гідроізолювальник 4 разр. - 1 2 разр. - 1
§ E4-1-3	Монтаж фундаментних балок	шт.	34	0,63	0,21	26,6	459,65	21,42	7,14	Монтажник конструкцій 5 разр.-2 Машинист крана 6 "-1
	Надземна частина									
§ E5-1-8	Монтаж колон	шт.	12	3,5	0,7	54,6	2893	42	8,4	Монтажники конструкцій 6 разр. - 1 4 " - 2,3 " - 1 Машинист крана 6 разр. - 1
§ E5-1-3	Укрупнення балок покриття довжиною 12м.	шт.	24	1,4	0,28	78	1092	33,6	6,72	Монтажники конструкцій 6 разр. - 1 4 " - 2 3 " - 1 Машинист крана 6 разр. - 1

§ E5-1-6	Монтаж балок покриття	шт .	12	7,6	1,22	23,6	3162,4	91,2	14,64	монтажник 5р-2; 4р-1; 3р-1; машиніст 6р-1
§ E5-1-6	Монтаж фахверкових колон	шт .	29	0,96	0,32	54,6	273	27,8	9,28	Монтажники конструкторів 6 разр. - 1 4 " - 2,3 " - 1 Машинист крана 6 разр. - 1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
§ E5-1-6	Монтаж балок на фахверкові колони	шт .	24	0,3	0,1	64,6	168,6	7,2	2,4	Монтажники конструкторів 4 " - 2,3 " - 1 Машинист крана 6 разр. - 1
§ E5-1-6	Встановлення горизонтальних зв'язків на рамі	шт .	26	0,33	0,11	1038	37308	8,58	2,86	Монтажники конструкторів 4 " - 2,3 " - 1 Машинист крана 6 разр. - 1
§ E5-1-12	Монтаж тягів та розпірок	т.	0,96	55	-	7,2	21304,8	52,8	-	Монтажники конструкторів 4 " - 1,3 " - 2
§ E5-1-20	Кріплення покрівельного профлиста ТП-60	10 м ²	30,46	9,1	-	15,8	15856	277,1	-	Покрівельник 3р-3
§ E7-14	Влаштування теплоізоляції на покрівлі	10 м ²	30,46	5,7	-	12,98	8954	173,6	-	Покрівельник 3р-1, 2р-2.
§ E5-1-20	Кріплення покрівельного профлиста ТП-60 2-й шар.	10 м ²	30,46	9,1	-	15,8	15856	277,1	-	Покрівельник 3р-3
ДБН 4хн. 135 (145)	Монтаж дверних блоків вручну	10 м ²	4,25	3,6	-	40	5678	15,3	-	монтажник дверей 3р-2

т.1 №5										
ДБН 6-1- 14	Встановл ення воріт металевих	м ²	89,4	0, 63	-	7,04	3450	69,6	-	монтажник 4р-1; 3р-2
§ Е5- 1-15	Встановл ення віконних блоків краном	т.	2,21	7, 3	1, 4	37,6	6850	16,1	3,1	Монтажники конструкцій 4 " – 1,3 " – електрозварщ ик 4р.-1. Машинист крана б разр. – 1
ДБН 6-13	Скління вікон	10 0 м ²	2,03	2, 5	-	27,7 6	2390	6,15	-	плотник 4р-2; 2р-2
§ Е3- 11	Влаштува ння цегляних перегород ок з силікатної цегли	1 м ²	278	0, 37	-	25,5	6734	103,1	-	Муляри 4р-1; 2р-1
§ Е3- 12	Влаштува ння перегород ок з гіпсокарт ону	1 м ²	57,3	0, 71	-	5,7	3250	40,5	-	Монтажник конструкції 4р- 1.
§ Е3-3	Вла-ння цоколя з повнотіло ї силікатної цегли з утеплюва чем	1 м ³	13,1	3, 7	-	25,5	5430	46,5	-	Муляри 3р-2
§ Е5- 1-6	Кріпленн я стінових прогонів	шт .	240	0, 33	0, 11	10,4	9860	79,2	26, 4	Монтажники конструкцій 4 " – 2,3 " - 1 Машинист крана б разр. – 1
§ Е5- 1-7	Монтаж стінових сандвіч панелей	10 0 м ²	10,1 1	7, 5	1, 45	29,5	8750	75,8	14, 7	Монтажники конструкцій 4 " – 2,3 " - 1 Машинист крана б разр. – 1
ДБН 4-1- 37	Щебенева підготовк	м ³	252, 1	0, 21	-	26,6	459,65	52,92	-	бетонник 2р-4

пен м т.3 №2	а під підлогу									такелажник 2р-1
§ Е4-1-46	Армування підлоги металеву сіткою	1т.	15,65	12	-	24,5	15987	187,8	-	Арматурщик 4р.-1,3р-1.
§ Е4-1-48	Бетонування підлоги	100 м ³	3,8	18	-	49,6	18900	68,4	-	Машинист бетононасосної установки 4 разр. Бетонщик 2 разр.
§ Е8-24	Олійне фарбування RAL 5019	100 м ²	2,27	3,4	-	7,8	564	7,72	-	Маляр 3р-1
	Опалення та вентиляція	%	5					108,65		Сантехнік
	Водопостачання і каналізація	%	14					321,7		Сантехнік
	Електрифікація	%	10					217,3		Електромонтажник
	Газопостачання	%	4					86,7		Газовщик
	Благоустрій територій	%	2					43,5		Різнороби
	Невраховані роботи	%	10					217,3		Різнороби
	Здача об'єкта	%	0,2					2,9		Виконроб
	Разом							2173 люд-год.		

Додаток Б. Кошторисна документація до розділу «Економіка будівництва»

Форма
№ 1

Складський комплекс готової
продукції із під'їзними
залізничними шляхами у
Вінницькій області
(найменування об'єкта
будівництва)

Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-01-01
на загальнобудівельні роботи з будівництва складського
комплексу готової продукції із під'їзними залізничними
шляхами у Вінницькій області

(найменування робіт та об'єкта будівництва)

Об'єм головного корпусу, куб.м	6534	Кошторисна вартість	15497	тис.г рн.
Площа забудови об'єкта, кв.м	1188	Кошторисна трудомісткість	76	тис. люд.год
Загальна площа об'єкта, кв.м	1188	Кошторисна заробітна плата	5814	тис.г рн.
Площа фасаду, кв.м	924	Середній розряд робіт	4,5	

Складений в поточних цінах станом на "14" квітня
2026 р.

№ ч . ч .	Обгрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год, не зайнятих обслуговуванням машин	
					всього	експлуатації машин	всього	заробітної плати	експлуатації машин	тих, що обслуговують машини	
					заробітної плати	в тому числі заробітної плати				на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		Підземна частина									
	УПБ 1-1	Земляні роботи	100м2 площі забудови об'єкта	11, 88	<u>627</u> <u>50</u> 627 5	<u>564</u> <u>75</u> 188 25	74 54 64	745 47	<u>670923</u> 223641	<u>88,4</u> 247,7	<u>1050</u> 2943
2	УПБ 2-1	Влаштування фундаментів	100м2 площі забудови об'єкта	11, 88	<u>156</u> <u>849</u>	<u>235</u> <u>27</u>	18 63 36 6	- 155 281	<u>279505</u>	<u>184,1</u>	<u>2187</u>

3	УПБ 3-1	Каркас (колонни, діафрагми, ..)	100м2 площі забудови об'єкта	11, 88	130 71	784 2	93 01 15	-	93168	103,2	1226
					782 93 104 39	234 88 782 9			279034	147,0	1747
									93011	103,0	1224
4	УПБ 4-2	Влаштування перекриття	100м2 площі забудови об'єкта	36	115 418 384 73	115 42 384 7	41 55 03 0	-	415503	541,9	1950 7,2 1822 ,4
									138501	50,6	
5	УПБ 5-6	Зовнішні стіни і оздоблення фасаду	100м2 площі фасаду	9,2 4	494 59 659 5	741 9 247 3	45 69 99	-	68550	92,9	858, 2 300, 7
									22850	32,5	
6	УПБ 6-2	Заповнення віконних прорізів	100м2 площі фасаду	9,2 4	373 56 498 1	186 8 623	34 51 69	-	17258	70,2	648, 2
									5753	8,2	75,7
7	УПБ 7-3	Влаштування перегородок	100м2 площі забудови об'єкта	11, 88	353 9 177 0	177 59	42 04 6	-	2102	24,9	296
									701	0,8	9
8	УПБ 8-1	Влаштування покрівлі	100м2 площі забудови об'єкта	11, 88	179 706 748 78	898 5 299 5	21 34 91 3	-	889 547	1054, 6	1252 9
									35582	39,4	468
9	УПБ 9-1	Оздоблювальні роботи (за визначеним типом)	100м2 площі забудови об'єкта	11, 88	176 105 117 403	264 16 880 5	20 92 12 1	-	139 474 8	1653, 6	1964 4 1376 ,4
									313818		
									104606	115,9	
Разом прями витрати , грн.							127 652 24	415 112 6	215344 0 717813		5846 7 9445
в тому числі											
вартість матеріалів, виробів і комплектів, грн.							646 065 8				

всього		486
заробітна плата		894
Загальновиробни		0
чі витрати	Кое	273
разом, грн.	ф.	194
у тому числі:		7
трудоємність в		
загальновиробничих витратах,	0,1	814
люд-год	2	9
заробітна плата в		
загальновиробничих витратах,	115	944
грн.	,95	920
		127
відрахування на державне	0,2	904
соціальне страхування	2	9
решта статей		
загальновиробнич	7,4	507
их витрат	8	978
Всього		
кошторисна		154
вартість робіт,		971
грн.		71
кошторисна		
трудоємність,		760
люд-год		61
кошторисна		581
заробітна плата,		386
грн.		0

Склав Кащенко Д.В.
Перевірів
Дмитренко Є.А.

	л-роки	37,7
	л-місяці	3
Самоконтроль	ЗП за міс. ЗП за день ЗП за години	452,74
		1284
		1,41
		626,4
		78,30
ЗП л-год розряд		
		4,5
Структура витрат	матер ОЗП ЕММ	41,69% 26,79% 13,90%

Прямі	82,37%
Загалом	17,63%
РАЗОМ	100,00%

Складський комплекс готової
продукції із під'їзними
залізничними шляхами у
Вінницькій області
(найменування об'єкта
будівництва)

**Локальний кошторис на будівельні
роботи № 02-01-02**
на внутрішні санітарно-технічні роботи з будівництва
складського комплексу готової продукції із під'їзними
залізничними шляхами у Вінницькій області
(найменування робіт та об'єкта будівництва)

Кошторисна вартість	728	тис.грн.
Кошторисна трудомісткість	2	тис.люд.год
Кошторисна заробітна плата	188	тис.грн.
Середній розряд робіт	4,4	розряд

Складений в поточних цінах станом на "14" квітня
2026 р.

№ ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год, не зайнятих обслуговуванням машин	
					всього	експлуатації машин	всього	заробітної плати	експлуатації машин	тих, що обслуговують машини	
					заробітної плати	в тому числі заробітної плати				на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	УПС 1-2	Влаштування внутрішніх мереж опалення	100м2 загальної площі об'єкта	11,88	246686167	1233411	293050	73262	14652	86,9	1032
	УПС 2-1	Влаштування внутрішніх мереж вентиляції і кондиціонування	100м2 загальної площі об'єкта	11,88	10115	506	-	-	4884	5,4	64
							120160	20027	6008	23,7	282

3	УПС 3-1	Влаштування внутрішніх мереж холодного і гарячого водопостачання	100м2 загальної площі об'єкта	11, 88	168 6	169	-	-	2003	2,2	26
					<u>925</u> <u>6,5</u> 231 4	<u>463</u> 154					
4	УПС 4-1	Влаштування внутрішніх мереж каналізації	100м2 загальної площі об'єкта	11, 88	<u>609</u> <u>7</u> 152 4	<u>305</u> 102	-	-	181 07	21,5	<u>255,</u> <u>0</u>
5	УПС 5-1	Влаштування внутрішніх мереж газопостачання	100м2 загальної площі об'єкта	11, 88	<u>371</u> <u>3</u> 928	<u>186</u> <u>62</u>	-	-	110 26	13,1 0,8	<u>155,</u> <u>3</u> 9,7
<i>Разом прямі витрати , грн.</i>							63 97 11	149 914	<u>31986</u> 10662		<u>211</u> <u>1</u> 140
в тому числі											
вартість матеріалів, виробів і комплектів, грн.							45 78 11 16				
всього заробітна плата							05 76				
<i>Загальновиробничі витрати разом, грн.</i>				Ко еф		88 36 3					
<i>У тому числі:</i>											
загальновиробничих витратах, люд-год				0,1 05		23 6					
заробітна плата у загальновиробничих витратах, грн.				11 5,9 5		27 41 5					
відрахування на державне соціальне страхування				0,2 2		41 35 8					
решта статей загальновиробничих витат				8,7		19 59 0					
Всього кошторисна вартість робіт, грн.							72 80 74				

	кошторисна	24
	трудоємність, люд-год	88
		18
	кошторисна заробітна	79
	плата, грн.	91

Склав Кащенко Д.В.

Перевірів

Дмитренко Є.А.

		л-роки	1,23
		л-місяці	14,8
		ці	1
		ЗП за	126
		міс.	92,9
		ЗП за	3
		день	619,
		ЗП за	2
		години	77,4
		ну	0
		Структура витрат	
		матер	62,8
		р	8%
			20,5
		ОЗП	9%
			4,39
		ЕММ	%
			87,
		Прямі	86
			%
			12,
		Загал	14
			%
		РА	100
		ЗО	,00
		М	%

Складський комплекс
готової продукції із
під'їзними залізничними
шляхами у Вінницькій
області
(найменування
об'єкта будівництва)

Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-01-03

на внутрішні електромонтажні роботи з будівництва
складського комплексу готової продукції із під'їзними
залізничними шляхами у Вінницькій області
(найменування робіт та об'єкта будівництва)

Кошторисна вартість	1139	тис.г рн. тис
Кошторисна трудомісткість	6	люд.г од-
Кошторисна заробітна плата	502	тис.г рн.
Середній розряд робіт	5,5	розр яд

Складений в поточних цінах станом на "14"
квітня 2026 р.

№ ч. ч.	Обгрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість оддиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год, не зайнятих обслуговуванн ям машин	
					всього	експлуатації машин	всього	заробітної плати	експлуатації машин	тих, що обслуговують машини	
					заробітної плати	в тому числі заробітної плати			в тому числі заробітної плати	на оддиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	УПЕ 1-1	Прокладання внутрішніх мереж електропостачання і електроосвітлення	100м2 загальної площі об'єкта	11, 88	408 54	2043	485 346	254 806	24267	289,8	3443
					214 48	1430			16987	18,3	218

2	УПЕ 2-1	Встановлення електросвітлових приладів та електрофурнітури	100м2 загальної площі об'єкта	11,88	<u>147</u> <u>51</u> 159 8	<u>295</u> 128	175 242	189 85	<u>3505</u> 1519	<u>21,6</u> 1,6	<u>257</u> 19
3	УПЕ 3-1	Прокладання слабострумних мереж (зв'язок, телемережі)	100м2 загальної площі об'єкта	11,88	<u>631</u> <u>4</u> 331 5	<u>316</u> 221	750 10	393 80	<u>3751</u> 2625	<u>44,8</u> 2,8	<u>532</u> 34
4	УПЕ 4-1	Прокладання мереж пожежної сигналізації і відеоспостереження	100м2 загальної площі об'єкта	11,88	<u>153</u> <u>12</u> 803 9	<u>766</u> 536	181 907	955 01	<u>9095</u> 6367	<u>108,6</u> 6,9	<u>1290</u> <u>,6</u> 81,6
		Разом прямі витрати , грн.					917 504	408 672	<u>40618</u> 27498		<u>5523</u> 353
		в тому числі вартість матеріалів, виробів і комплектів, грн.					468 214				5875
		всього заробітна плата					436 170				
		Загальновиробничі витрати разом, грн.	Кое ф.				221 577				
		у тому числі:									
		трудоємність в загальновиробничих витратах, люд-год	0,0 97					570			
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.	115 ,95				660 79				
		відрахування на державне соціальне страхування	0,2 2				110 495				
		решта статей загальновиробничих витратах	7,6 6				450 04				
							113				
		Всього кошторисна вартість робіт, грн.					908				
		кошторисна трудоємність, люд-год					644				
		кошторисна заробітна плата, грн.					502				
							249				

Склав Кашенко
Д.В.
Перевірів
Дмитренко Є.А.

		л-роки	3,20
		л-місяц	39,3
		і	0
		ЗП за	1278
		міс.	0,22
		ЗП за	623,
		день	4
		ЗП за	77,9
		годин	3
		у	
		Контроль	
ЗП л-год.	77,93		
		Структура витрат	
		матер	41,1
		р	0%
			35,8
		ОЗП	8%
			3,57
		ЕММ	%
		Прямі	80,5
		мі	5%
		Загалом	19,4
		л	5%
		РАЗ	100,
		ОМ	00%

2	УПМ П 2-1	Монтаж виробничого устаткування	100м2 загальної площі об'єкта	11, 88	<u>561</u> 281	<u>224</u> 112	666 5	333 2	<u>2666</u> 1333	<u>3,9</u> 1,5	<u>46</u> 17
		Разом прями витрати , грн.					923 25	461 63	<u>36930</u> 18465		<u>641</u> 240
		в тому числі					923				
		вартість матеріалів, виробів і					3				
		комплектів, грн.					646				
		всього					28				881
		заробітна плата					295				
		Загальновиробничі		Кое			51				
		витрати разом, грн.		ф.							
		у тому числі:									
		трудомісткість у									
		загальновиробничих витратах,	0,0								
		люд-год	79				70				
		заробітна плата у									
		загальновиробничих витратах,	115				807				
		грн.	,95				0				
		відрахування на державне	0,2				159				
		соціальне страхування	2				93				
		решта статей									
		загальновиробни	6,2				548				
		чих витрат	3				8				
							12				
		Всього кошторисна					18				
		вартість робіт, грн.					77				
		Кошторисна					95				
		трудомісткість, люд-год					1				
							72				
		Кошторисна заробітна					69				
		плата, грн.					7				

Склав Кащенко Д.В.
Перевірив
Дмитренко Є.А.

		л-роки	0,47
		л-міся	
Контроль		ці	5,80
		ЗП	
		за	1254
		міс.	2,60
		ЗП	
	ЗП	за	611,
	л-г	день	8
		ЗП	76,4
		за	8

	годи ну	
Структ ура витрат	мате	7,58
	р	%
		37,8
	ОЗП	8%
		30,3
	ЕММ	0%
	Пря	75,7
	мі	5%
	Зага	24,2
	л	5%
		100,
	РАЗ	00
	ОМ	%

Форма
№ 3

Складський комплекс готової
продукції із під'їзними
залізничними шляхами у
Вінницькій області
(найменування об'єкта
будівництва)

Локальний кошторис на пусконаладжувальні роботи № 02-01-05

з будівництва складського комплексу готової продукції із
під'їзними залізничними шляхами у Вінницькій області
(найменування об'єкта будівництва)

Кошторисна вартість, тис.грн. 177
Кошторисна
трудомісткість вартість,
тис.люд.год. 1,7
Кошторисна заробітна плата,
тис.грн. 136

Складений в поточних цінах станом на "19" грудня
2022 р.

№ ч. ч.	Обґрунтування (шифр норм)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн	Загальна вартість, грн	Витрати труда пусконаладжувального персоналу, люд.год.	
							на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	УПМП 3-1	Пусконаладжувальні роботи	100м2 загальної площі об'єкта	11,88	10148	120552	130	1546
					10148			
Разом прями витрати						120552		
в тому числі								
Заробітна плата						120552		
Загальновиробничі витрати				Коеф				
разом, грн				.		55959		
У тому числі:								
трудомісткість у загальновиробничих витратах				0,087		134		
заробітна плата у загальновиробничих витратах				115,95		15591		
відрахування на державне соціальне страхування				0,22		29952		
решта статей загальновиробничих витрат				6,74		10417		
Всього по кошторису						176512		
Кошторисна трудомісткість						1680		
Кошторисна заробітна плата						136143		

Контроль	люд.-	
	міс.	10
	ЗП за	
	місяць	13290
	ЗП за	
	годину	79,1

Форм
а № 2

Локальний кошторис на придбання устаткування, меблів та інвентарю № 02-01-06
Складський комплекс готової продукції із під'їзними залізничними шляхами у Вінницькій області

Кошторисна вартість

332,5

тис.гр
н.

Складений в поточних цінах станом на "14"
грудня 2026 р.

№ ч. ч.	Шифр і номер позиції нормативу	Найменування устаткування, меблів та інвентарю	Кількість	Кількість	Вартість одиниці, грн.	Загальна вартість, грн.
1	2	3	4	5	6	7
1	УПО 1-1	Технологічне устаткування	100м2 загальної площі об'єкта	11,88	23162	41399
2	УПО 2-1	Виробниче устаткування	100м2 загальної площі об'єкта	11,88	3485	
3	УПО 3-1	Технічні засоби інформаційних технологій	100м2 загальної площі об'єкта	11,88	15136	
4	УПО 4-1	Меблі	100м2 загальної площі об'єкта	11,88	8307	
		Разом, грн.				31990 4,64
		Транспортні витрати на устаткування (3%)				9597
		Заготівельно-складські витрати (0,9%)				2966
		Всього кошторисна вартість, грн.				33246 7

Склад Кащенко Д.В.

Перевірив Дмитренко Є.А.

Форма
№ 4

Складський комплекс готової
продукції із під'їзними
залізничними шляхами у
Вінницькій області
(найменування об'єкта
будівництва)

ОБ'ЄКТНИЙ КОШТОРИС № 02-01
з будівництва складського комплексу готової продукції із під'їзними
залізничними шляхами у Вінницькій області

Кошторисна вартість	17995	тис.грн.
Кошторисна трудомісткість	87,6	тис.люд.г од
Кошторисна заробітна плата	6713	тис.грн.
Вимірник одиничної вартості	2754	грн./куб. м
Вимірник одиничної вартості	15147	грн./кв.м

Складений в поточних цінах станом на "14" квітня
2026 р.

№ ч.ч.	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			Кошторисна трудомісткість, тис.люд-год	Кошторисна заробітна плата на тис.грн.	Показники одиничної вартості, грн/куб.м
			будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	Всього			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2-1-1	Будівельні роботи	15497		15497	76	5814	2372
2	2-1-2	Внутрішні санітарно-технічні роботи	728		728	2	188	613
3	2-1-3	Внутрішні електромонтажні роботи	1139		1139	6	502	959
4	2-1-4	Монтаж устаткування	122		122	1	73	132
5	2-1-5	Пусконаладжувальні роботи	177		177	2	136	27
6	2-1-6	Придбання устаткування, меблів та інвентарю		332	332			51
		Всього по кошторису	17663	332	17995	88	6713	4021

контроль	0,9	0,0	82	00	0,018	1	Контроль	л-років	43,46
----------	-----	-----	----	----	-------	---	----------	---------	-------

має бути	0,5 7	0,1 3	0,3	1	л-міс ЗП за міс.грн.	521,57 52 12870, 51 Загал	ПП річна БМР ЗП річна сантех
----------	----------	----------	-----	---	----------------------------	---------------------------------------	---

Склав Кащенко
Д.В.
Перевірів
Дмитренко Є.А.