

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет конструювання та дизайну

УДК 072.912:631.24

**ПОГОДЖЕНО**

Декан факультету  
конструювання та дизайну  
(назва факультету)

\_\_\_\_\_ Ружи́ло З.В.  
(підпис) (ПІБ)

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

Завідувач кафедри  
будівництва  
(назва кафедри)

\_\_\_\_\_ Яковенко І.А.  
(підпис) (ПІБ)

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему: Проектування зернового елеватора потужністю 36тис. тон у м. Будичани

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
(код і назва)

Освітня програма «Магістр»  
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

**Гарант освітньої програми**

\_\_\_\_\_ К.Т.Н., доцент  
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис)

\_\_\_\_\_ Бакулін Є.А.  
(ПІБ)

**Керівник магістерської кваліфікаційної роботи**

\_\_\_\_\_ Д.Т.н., професор  
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис)

\_\_\_\_\_ Мартинов А.Л.  
(ПІБ)

**Виконав**

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ Даценко Н.О.  
(ПІБ студента)

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет конструювання та дизайну

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри будівництва

Д.т.н., професор

Яковенко І.А.

(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 року

**З А В Д А Н Н Я**

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ  
ДАЦЕНКО НАЗАРІЯ ОЛЕГОВИЧА**

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
(прізвище, ім'я, по батькові)  
(код і назва)

Освітня програма «Магістр»  
(назва)

Орієнтація освітньої програми \_\_\_\_\_  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи **Проектування зернового елеватора  
потужністю 3бтис. тон у м. Будичани**  
затверджена наказом ректора НУБіП України від “22” 12. 2023 р. № 2358 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2024.11.14  
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи:

Елеватор призначений для приймання насіння пшениці (35%), ячменю(15%),  
кукурудзи(5%), соняшнику(45%) з автотранспорту, очищення, сушіння, накопичення та  
зберігання насіння з подальшим відвантаженням на автотранспорт та залізничні вагони.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Об'єкт дослідження – сталеві конструкції башти силосу AGI MODEL 77-C34.
2. Предмет досліджень – напружено - деформований стан конструктивних елементів башти силосу визначений у програмних комплексах «LIRA» і «SCAD».

Перелік графічного матеріалу (за потреби) плани, фасади, розрізи, технологічна карта,  
організація будівництва, розрахункова частина

Дата видачі завдання “ 31” 10. 2023 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ Мартинов В.Л.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Даценко Н.О.  
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

## З М І С Т

<b>Вступ</b>	<b>5</b>
<b>1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД</b>	<b>6</b>
1.1. Загальні відомості	6
1.2. Зведення силосів зі збірних залізобетонних конструкцій	6
1.3. Зведення силосів із монолітного залізобетону	10
1.4. Зведення силосів зі сталевих листових матеріалів	12
1.5. Інноваційні технології зведення силосів	16
<b>2. АРХІТЕКТУРНО – БУДІВЕЛЬНІ РІШЕННЯ</b>	<b>18</b>
2.1. Загальні дані по об'єкту проектування	18
2.1.1. Короткий опис технологічного процесу	18
2.2. Рішення генерального плану	19
2.3. Організація рельєфу	21
2.4. Внутрішні майданчикові проїзди - автодороги	21
2.5. Адміністративно-побутовий корпус	22
2.6. Ваги автомобільні в/п 80т.	25
2.7. Башти силосу для зберігання зернових культур	26
2.8. Пожежні резервуари та насосна станція пожежогасіння	27
2.9. Огорожа території	27
2.10. Забезпечення надійності та безпеки	27
2.11. Заходи з пожежної безпеки	28
2.12. Антикорозійний захист	29
2.13. Проектні заходи з енергозбереження	30
2.14. Інжирне забезпечення	30
2.14.1. Рішення водопостачання та водовідведення	30
2.14.2. Рішення електропостачання	32
2.15. Рішення з опалення, вентиляція, кондиціонування	33
<b>3. РОЗРАХУНКОВО – КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА</b>	<b>35</b>
3.1. Розрахунок норійної вежі	35
3.1.1. Вихідні умови для проведення розрахунків	35
3.1.3. Конструктивні рішення норійної вежі	35
3.2. Розрахунок сталеві колони К-1	36
3.2.1. Вихідні умови	36
3.2.2. Визначення розрахункової довжини колони	36
3.2.3. Визначення зусиль в перетинах колони	36
3.2.4. Розрахунок оголовку колони	38
3.2.5. Розрахунок перетину колони	39
3.2.6. Розрахунок бази колони	40
3.3. Розрахунок балки Б-5 норійної вежі	41
3.3.1. Вихідні умови	41
3.3.2. Визначення навантажень	42
3.3.3. Визначення зусиль і підбір перерізу балки	43
<b>4. ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ</b>	<b>45</b>
4.1. Характеристика інженерно - геологічних умов	45

4.2.	Прийняті конструктивні рішення фундаментів силосів	47
4.3.	Розрахунок палевого фундаменту	49
4.4.	Рекомендації з виконання робіт та експлуатації пальових фундаментів	50

## **5 ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА 52**

5.1.	Сфера застосування	52
5.2.	Загальна характеристика башти силосу	52
5.3.	Вимоги до конструктивних елементів та комплектуючих	53
5.4.	Вимоги до з'єднання конструкцій	54
5.5.	Послідовність технології виконання робіт	55
5.6.	Основні процеси та операцій по зведенню башти силосу	56
5.7.	Механізми, пристрої та транспортні засоби	59
5.8.	Гранично припустимі відхилення конструкцій від проекту	60
5.9.	Вимоги до виконавчої документації	60
5.10.	Заходи з охорони праці та техніки безпеки	61

## **6. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА 62**

6.1.	Загальні дані	62
6.2.	Основні положення з організації будівельного генерального плану	63
6.3.	Проект будівельного генерального плану	64
6.3.1.	Виконання земляних робіт	66
6.3.2.	Влаштування палевого поля	66
6.3.3.	Виконання бетонних робіт	67
6.3.4.	Виконання монтажних робіт	68
6.3.5.	Виконання робіт по монтажу обладнання	69
6.3.6.	Виконання робіт у зимовий час	70
6.4.	Адміністративні та побутові тимчасові приміщення	70
6.5.	Вибір монтажних кранів	71
6.6.	Вибір захватних пристроїв	73
6.7.	Мережевий графік на одну башту силосу	74
6.7.1.	Визначення тривалості будівництва	74
6.7.2.	Поєднання будівельних, монтажних і спеціальних робіт	75
6.7.3.	Техніко – економічні показники мережевого графіку	75
6.8.	Заходи запобігання впливу будівництва на навколишнє середовище	75

6.8.1. Характеристика викидів забруднюючих речовин в період будівництва				
76				
6.8.2.	Організація	санітарно-захисної		зони
77				
6.8.3.	Організація	зливових		стоків
77				
6.8.4.	Організація побутових (господарсько-фекальних) стоків			78
6.8.5.				Висновки
78				

## **7. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА 79**

## **8. ПРОЕКТНІ ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ 81**

8.1.	Вимоги з охорони праці				81
8.2.	Заходи щодо забезпечення безпеки технологічних процесів				82
8.3.	Контроль	за	виконанням	вимог	безпеки
85					праці
8.4.	Вимоги до виробничих приміщень				86
8.5.	Заходи захисту персоналу від травмування				86

## **9. НАУКОВО ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ 88**

9.1.	Загальне описання споруди – башти силосу				88
9.2.	Постановка задачі наукового дослідження				90
9.3.	Розробка скінчено-елементної моделі башти силосу				91
9.3.1.	Загальні положення				91
9.3.2.	Жорсткісні та фізико-механічні характеристики конструкцій				92
9.3.3.	Навантаження та їхні комбінації				93
<b>9.4.</b>	<b><i>Результати</i></b>	<b><i>розрахунку</i></b>	<b><i>в</i></b>	<b><i>ПК</i></b>	<b><i>«LIRA»</i></b>
<b>96</b>					
9.4.1.	Переміщення				97
9.4.2.	Зусилля				99
<b>9.5.</b>	<b><i>Результати</i></b>	<b><i>розрахунку</i></b>	<b><i>в</i></b>	<b><i>ПК</i></b>	<b><i>«SCAD»</i></b>
<b>102</b>					
9.6.	Висновки				104

## **10. ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА 105**

## **ДОДАТКИ 108**

## ВСТУП

Аграрії України щорічно збирають великі врожаї зернових культур. За деякими оцінками експертів, щорічний врожай всіх зернових культур по Україні, за статистичними даними, оцінюється в межах 45,0-50,0 млн. тон, а в окремі роки по Україні були зібрані рекордні врожаї у 2019 році - 75,1 млн. тон, а у 2021 році - 106,0 млн. При цьому внутрішнє споживання всіх зернових культур України знаходиться в межах 23,0 – 25,0 млн. тон.

За такими статистичними даними можливо констатувати, що Україна в цілому, щорічно, майже в два рази виробляє більше зернових культур ніж споживає. Для збереження та раціональне використання таких залишків необхідні великі потужності по зберіганню та пиреробки зернових культур. Відповідно стає проблема розвитку потужної логістичної інфраструктури для ефективного збереження, оперативного завантаження та відвантаження зернових культур, їхньої переробки і реалізації.

На даний час при масштабному будівництві, модернізації і реконструкції елеваторів наявних потужностей все ж таки не вистачає. При цьому необхідно зазначити, що 65-70% елеваторів фізично зношені та морально застарілі і не відповідають нормативним вимогам довготривалого зберігання зерна, оперативності приймання і відвантаження, логістичної мережі постачання та збитку. Реальна на сьогоднішній день потужностей для довготривалого зберігання зернових культур в Україні не вистачає.

Перед аграріями постає питання створення по всій країні єдиної потужної мережі елеваторних комплексів для тривалого зберігання, сушіння та очищення сільськогосподарських культур. Україні потрібно розвинути зернопереробну галузь, яка у подальшому забезпечить внутрішній та зовнішній ринок високоякісною продукцією зернових культур.

# 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

## 1.1. Загальні відомості

*Силос* - грецькою мовою – σῖρος – *siros* - «яма для зберігання зерна».

Англійською мовою силос – *silo* – «циліндричний, циліндроконічний або призматичний резервуар (башта).

Силосом вважають будь-яку ємність, у якої лінійний розмір висоти перевищує діаметр у 1,5 – 2 рази. Силосний бункер - ємність для акумулювання, короткострокового зберігання вихідної сировини.

Силоси являють собою циліндричні або прямокутні резервуари заввишки від 30,0 та більше метрів. Діаметр споруд становить від 6,0 м до 12,0 м. Такі споруди можуть бути згруповані від 6 до 24 банок. Силоси використовуються для зберігання продуктів сільського господарства, а саме - зернових, соняшникових, кукурудзяних та інших культур. Крім того, силоси використовують для зберігання гранульованої сировини.

Силосні споруди зводять зі збірних або монолітних залізобетонних конструкцій. Товщина стін залізобетонних силосів приймається постійною – не менше 200 мм із двостороннім вертикальним та горизонтальним армуванням. Останнім часом здебільшого силоси зводять із металевих листових матеріалів.

## 1.2. Зведення силосів зі збірних залізобетонних конструкцій

Силосні споруди зі збірних залізобетонних конструкцій являють собою вертикальні порожнисті свирдловини які утворюються циліндричної чи прямокутної формою (рис. 1.1).





Рис. 1.1. Загальний вигляд силосів із залізобетонних конструкцій

На рис. 2 представлена конструкція збірного силосу з шести банок, що складається з конструктивних елементів: фундаментна плита, нисуча колона, перекриття, стіни та над силосна галерея. Найбільш відповідальні конструкції силосу – стіни – виготовляються з монолітного чи збірного залізобетону.

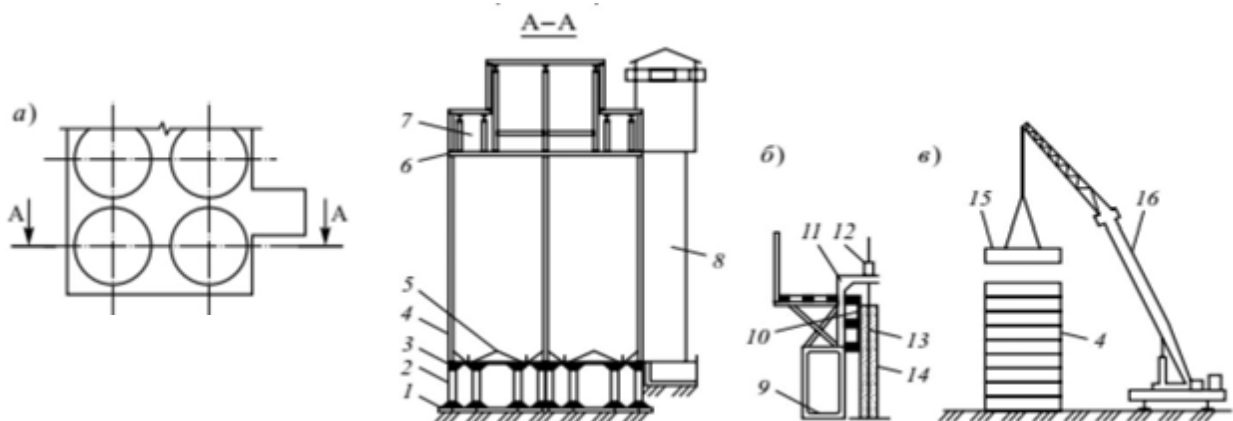


Рис. 1.2. Залізобетонні силоси: а – конструкція силосу (план та розріз); б, в - пристрій монолітніх банок і збірних залізобитонних силосів; 1 – фундаментна плита; 2 – несучі колони; 3, 6 – під силосне та над силосне перекриття; 4 – силосна банка; 5 – укоси; 7 – над силосна галерея; 8 – сходові клітка; 9 – риштування для затирання стін; 10 – опалубка; 11 – домкратна рама; 12 – домкрат; 13 – домкратний стрижень; 14 – стіна; 15 – кільце; 16 – кран

Більше поширеними є силоси у формі циліндрів діаметром 10,0 м і висотою 35,0 м. Конструкції фундаментів виконуються з монолітного залізобитонну. Силосну споруду складають із залізобетонних кілець (саг) висото яких становить 1500 мм. Кільця (саги) складаються з окремих

залізобитонних елементів товщиною 120-200 мм і шириною близько 1000 мм. Кільця формують на майданчику укрупненого складання, а потім монтують в проектне положення. Стикування кілець по висоті здійснюється за допомогою пазів та гребнів відповідно внизу та вверху. Окремі вертикальні циліндри - банки з'єднують між собою для забезпечення просторової стійкості (рис. 1.3).

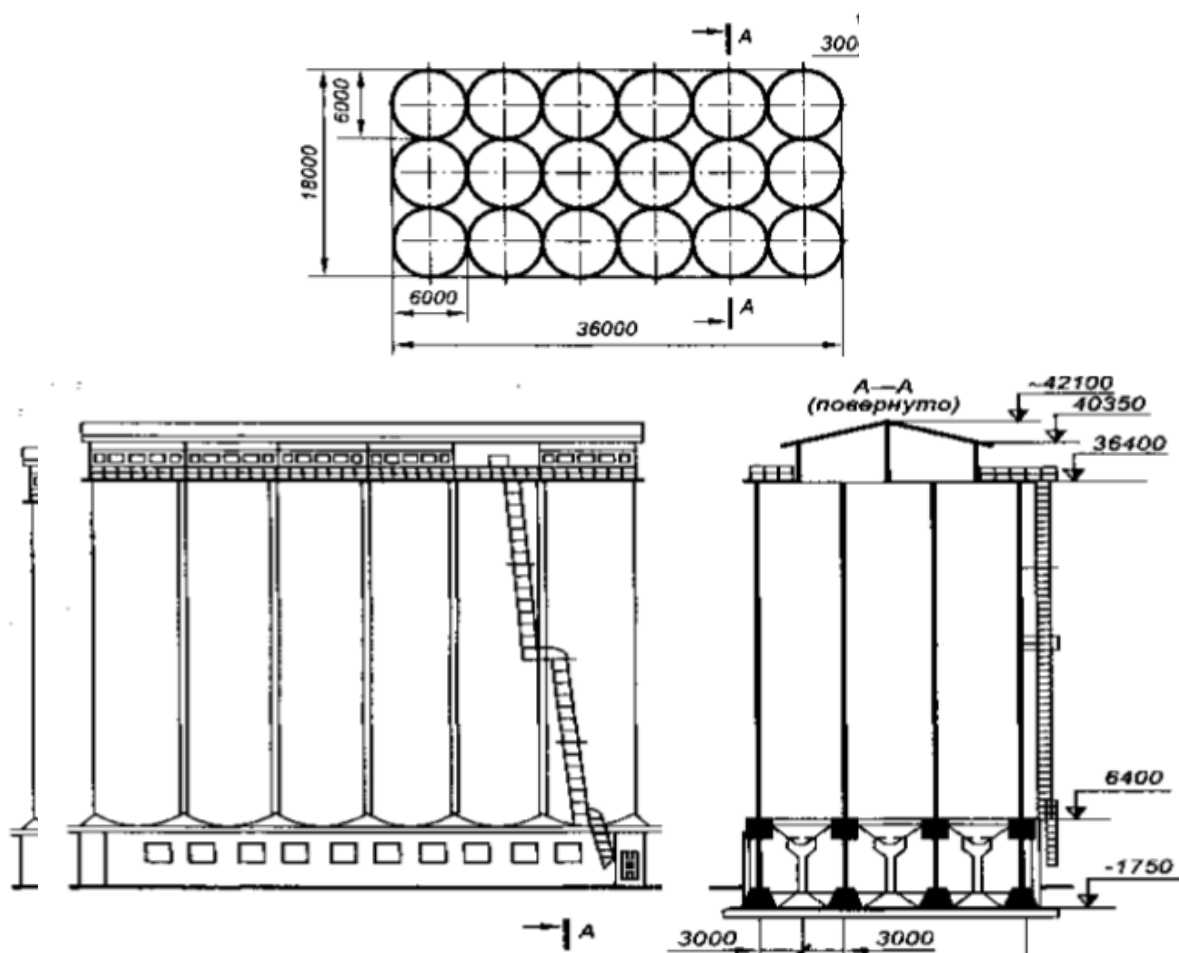


Рис. 1.3. Конструктивна схема силосної споруди: план; фасад; поперечний розріз башти силосу

Силосні банки із збірних залізобитонних лотків або кілець монтують за допомогою баштових або стрілових кранів великої вантажопідйомності.

Силосні кільця заввишки 1,5 м і діаметром 6...10 м можуть виготовлятися на заводі або збиратися на будівельному майданчику. У процесі складання кілець можлива їхня попередня напруга. Зведення силосних споруд зі збірних залізобетонних конструкцій здійснюють у такій технологічній послідовності:

- виконується комплекс підготовчих робіт. Загороджують будівельний майданчик, улаштовують під'їзні шляхи, облаштовують елементами побуту та будівельного господарства, виконують геодезичне розмічування, забезпечують безпечні умови праці та здійснюють інші заходи для раціонального виконання будівельних робіт;
- виконують роботи з розроблення ґрунтів і влаштування фундаментів. Фундаменти виконуються з монолітних залізобетонних конструкцій;
- зводять конструкції нижнього ярусу (роздаткового бункера);
- здійснюють монтаж конструкції силосу зі зібраних кілець. Для забезпечення ефективного складання кілець використовують інвентарні кондуктори, які влаштовані на майданчику укрупненого складання;
- зібрані кільця силосу захоплюють стропами безпосередньо з кондуктора за допомогою самохідних стрілових або баштових кранів і монтують у проектне положення; в разі недостатньої вантажопідйомності крана використовують комплект із двох механізмів. У цьому випадку кільце захоплюють спеціальної траверсою;
- після монтажу верхнього ярусу кілець влаштовують конструкції покриття.

Після монтажу кільця в проектне положення горизонтальні стики герметизуються - заповнюються розчином. Стикування кілець може здійснюватися насухо або із зазором та опорними майданчиками. Стики закладаються з підвісного рештування - колесок, які тимчасово закріплюють за змонтовані елементи. При монтажі конструкцій використовуються звичайні способи встановлення збірних залізобетонних елементів. Установка кілець здійснюється з риштування, підвішуються до випусків раніше замонтованих кілець, що переставляються краном. Для підйому робітників влаштовується полегшена шахта з майданчиками та драбинами, що нарощується в міру зведення силосу. Для проходу робітників із шахти на робочі місця застосовуються інвентарні драбини. В цілому конструкції монтують звичайним методом нарощування. Контроль якості виконання робіт та вимоги безпеки праці аналогічні вимогам до зведення інших висотних споруд.

### 1.3. Зведення силосів із монолітного залізобетону

Як правело зведення силосів із монолітного залізобетону виконуватися за методом безшовних технологій (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Загальний вигляд силосних башт із монолітного залізобетону

Для зведення монолітних стін силосів може застосовуватися щитова, підйомно-переставна й інші типи опалубок. Однак перевага зазвичай віддається ковзній опалубці, що дозволяє весь комплекс залізобетонних робіт виконувати одночасно. При цьому швидкість бетування (не менше 2,5 м на добу) дозволяє закінчувати роботи з влаштування стін за 8...12 діб, а уповільнення темпів бетування призводить лише до погіршення якості робіт.

Технологія виконання робіт включає звичайні процеси влаштування опалубки, армування конструкцій, укладання та ущільнення бетонної суміші. Для зведення силосних споруд використовується спеціальна системна опалубка, що забезпечує зведення циліндричних поверхонь. Опалубка постійно поліпшується за рахунок постійної модернізації з'єднань. Установка і зняття опалубки не займає багато часу. Пдача арматури в коннструкцію подається кранами. Бетонна суміш укладається за допомогою цебра або бетононасосом. Робітники розташовуються на риштованні, яке влаштовують усередині силосу та на зовнішніх підвісних колісках. Для зведення силосів використовується підйомно-переставна та ковзаюча опалубка. Технологія зведення таких споруд аналогічна зведенню баштовиих споруд.

При бетуванні стін силосів у ковзній опалубці повинні неухильно дотримуватися таких основних вимог:

- висота опалубки повинна становити 1,1-1,2 м (зменшення висоти призводить до порушення стійкості, а збільшення - до обтяження);
- конусність опалубки має становити 0,5% її висоти (при зменшенні конусності неминуче виникають великі сили тертя між бетонною сумішшю та опалубкою і, як наслідок, зриви бетону; зі збільшенням конусності виникають нерівності стіни з допомогою «опливання» бетонної суміші);
- щити опалубки не повинні жорстко кріпитися до кружала і між собою (інакше можливе прозлизання окремих домкратів, що може призвести до викривлення опалубки та порушення вертикальності стін);
- поперечний зв'язок домкратної рами не повинен підійматися над робочим настилом (палубою) більш ніж на 0,3 м (інакше вільні кінці вертикальної арматури відхилятимуться і ускладнюватимуть в'язку горизонтальних кілець арматури);
- вивантаження бетонної суміші необхідно проводити рівномірно по всьому периметру стін (щоб уникнути перекосу палуби).

Щоб не допустити зчеплення укладеної бетонної суміші з опалубкою, роботи з її підйому, армування і бетонування повинні проводитися безперервно (без зупинок) в три заміни. Підйом усієї системи опалубки з палубою здійснюється за рахунок домкратів, що спираються на круглі сталеві стрижні діаметром 32 мм, що встановлюються через кожні 1,5-2,0 м на стіні. Для підйому опалубки можуть використовуватися три типи домкратів: електромеханічні, гідравлічні або ружні. Найбільшого поширення отримали гідравлічні домкрати, що забезпечують більш рівномірний та плавне піднесення опалубки по всьому фронту споруди.

Роботи зі зведення силосу проводять у наступній послідовності:

- після виконання робіт нульового циклу та нівелювання основи стін виконують розбивку споруди, перевіряють розміри щитів опалубки та роботу механізмів підйому;
- встановлюють кільця кружалі, арматур стін та домкратні рами, монтують металоконструкції робочої підлоги та щити опалубки (особливо ретельно

перевіряють її конусуність, так як при подальших роботах змінити її неможливо);

- встановлюють домкрати і підключають їх до насосних станцій;
- встановлюють домкрати домкратні стирижні різної довжини (різниця довжин стирижнів становить 1-1,2 м);
- виконують технологічний процес армування та ущільнення суміші при постійному підйомі опалубки (бетона суміш марки не нижче М200 рухливістю 6-12 см укладають одночасно з двох протилежних сторін споруди та ущільнюють вібраторами з гнучким валом та уручну – шитикуванням; дефекти поверхні стін, що виходять з-під опалубки, затирають з підвісних риштування, домкратні стирижні в процесі підйому нарощують із застосуванням різьбових з'єднань або зварювання);
- бетонують перекриття, надсилірній галереї, встановлюють воронки та технологічне обладнання.

Прикладом вітчизняного досвіду зведення силосів з монолітного залізобетону є Київський елеватор . Комплекс споруд було зведено в 1950 році Споруда виконана з монолітного залізобетону у ковизній опалубці. Головні виробничі елементи елеватора: робоча башта, два силосні корпуси, три верхні з'єднувальні мости, двоповерхова нижня з'єднувальна галерея, приймальний пристрій на вісім ящиків, пневматичний пристрій для приймання зерна з водного транспорту (середня експлуатаційна продуктивність – 90,0 т за годину). Розміри робочої башти у плані 19,2 на 7,0 м. Висота від верху фундамінтної плити до покривлі вишки становить 66,9 м, до покривлі робочої башти - 59,2 м.

#### **1.4. Зведення силосів зі сталевих листових матеріалів**

Останніми роками особливої актуальності набуло будівництво силосних споруд зі сталевих листових елементів заводської готовності. Ці силоси призначені для зберігання насіння соняшнику, кукурудзи та інших зернових культур. Силоси можуть виготовлятися шляхом складання зі штучних листових матеріалів або способом спірального намотування. Найбільш поширений є

спосіб зведення силосів з листових матеріалів заводської готовності. Такі силоси являють собою циліндричні споруди діаметром близько 3-32м, висотою близько 6-27м. Місткість таких силосів може становити 24 000 т. Для виготовлення панелей силосів використовується високоякісна оцинкована сталь. Товщина оцинкованих панелей силосу залежить від висоти силосу і становить 1-5 міліметри. Висота металевих панелей становить 1100-2000 мм. Для надання конструкції міцності, всередині або ззовні силосу встановлюють вертикальні ребра жорсткості - спеціальні сталеві елементи Z або U - потрібного профілю. Товщина ребер залежить від розмірів силосу і становить 2-10 мм, а висота 100-160 мм. Для монтажу елементів конструкції металевих силосів використовують болтові з'єднання. Кожне з'єднання під болт силосу виконується зі спеціальними конусними шайбами та ущільнювальними полімерними прокладками. Таке конструктивне рішення дає змогу швидко, якісно й надійно зібрати металоконструкції силосу. Спеціальна конструкція болтових з'єднань елементів гарантує повну водонепроникність силосу. При цьому все складання відбувається без пошкодження антикорозійного покриття, а витрати на виконання монтажних робіт мінімальні.

При спорудженні силосу застосовують оригінальну будівельну технологію зведення від даху до днища. Монтаж конструкцій стін силосу здійснюють методом підрозування. Термін зведення силосу такого типу усереднених габаритів становить від 5 до 7 днів.

Загальна технологічна схема виконання робіт зі зведення силосу із сталевих листових матеріалів передбачає:

- підготовчі роботи. Облаштування будівельного майданчика необхідними елементами будівельного господарства, що забезпечують раціональну і безпечну технологію виконання будівельних робіт;
- влаштування фундаментів. Фундамент влаштовують у вигляді суцільної плити або на палях залежно від діючих навантажень і властивостей ґрунтів основів;

- зведення конструкцій покриття споруди. Для цього по центру силосу встановлюють тимчасову опору, на яку спираються нисучі конструкції покриття, а потім влаштовується дахове покриття (рис. 1.5).



Рис. 1.5. Влаштування конструкції фундаменту та покриття силосної споруди

- зведення стін силосної споруди методом підрощування. По периметру фундаменту встановлюють підйомники у вигляді опорних елементів з ручними таями. Гак талі закріплюється за спрямовуючі елементи (ребра жорсткості силосу). Зазначені підйомні пристосування влаштовують по всьому периметру споруди. Гаком талі захоплюють за вушко і піднімають готову частину силосної споруди на один ярус. Ярус підіймається одночасно по всьому периметру споруди. Після підйому внизу встановлюють (підрощують) наступний ряд готових сталевих елементів (панелей і ребер), преставляють планки з вушками і процедуру повторюють до поуного зведення споруди (рис. 1.6).



Рис. 1.6. Технологія зведення силосної споруди методом підросування з допомогою спеціального технологічного обладнання

Елементи силосу виготовляють з окцинкованої сталі з провошинами для болтових з'єднань. Кріплення конструкцій силосних споруд здійснюються до фундаментів за допомогою спеціальних анкерів випусків. Цей анкер являє собою шпмльку, вставлену на спеціальному хімічному розчині у свердловину в тілі фундаменту (рис. 1.7).



Рис. 1.7. Сталеві елементи конструкції силосу методом підросування

Переваги методу підросування зведення силосів є те, що використовуються засоби малої механізації і для зведення башт вантажопідйомні крани не потрібні, всі елементи забиваються на болтових з'єднаннях (рис. 1.8).



Рис. 1.8. Масове зведення башт силосу методом підрощування

### **1.5. Інноваційні технології зведення силосів**

В наступний час на будівельному ринку з'явилася інноваційна технологія зведення силосів шляхом спірального намотування (рис. 1.9). Запатентована технологія сталевих силосів із подвійним профільованням раніше належала Німеччині. Подвійне профільування – технічна особливість.



Рис. 1.9. Силосна споруда виконана за допомогою технології спірального намотування

Для виготовлення силосів за такої технології використовують міцну оцинковану сталеву стрічку шириною близько 500 міліметрів. Ця стрічка за допомогою спеціального обладнання розкочується концентричними кільцями і опресується з подальшими ярусами. За цією технологією можуть влаштовувати силоси діаметром від трьох до сорока м. Унікальність такої

технології полягає в намотування силосів із рулонів сталевих елементів прямо на будівельному майданчику без застосування зварювання чи болтових кріплень (рис. 1.10).

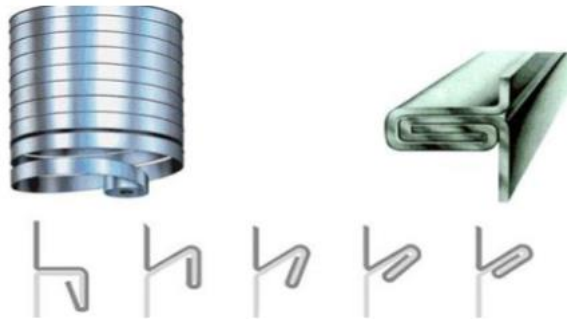


Рис. 1.10. Технології спірального намотування з використанням подвійного фальцю намотування стрічки

Принцип системи з'єднань у подвійний фальц полягає у: на крайках сталевих смуг робиться подвійний загин, і в результаті створюється спіральна фальцева конструкція товщиною 20 на 40 мм з кроком 36 сантиметрів, що забезпечує високу міцність, стійкість і абсолютну герметичність.

Технологія зведення силосів цим способом передбачає (рис. 1.11):

- влаштування фундаментів;
- влаштування покриття силосу;
- влаштування стінок споруди шляхом спірального намотування.
- підйом конструкцій виконують краном;
- монтаж технологічного обладнання.

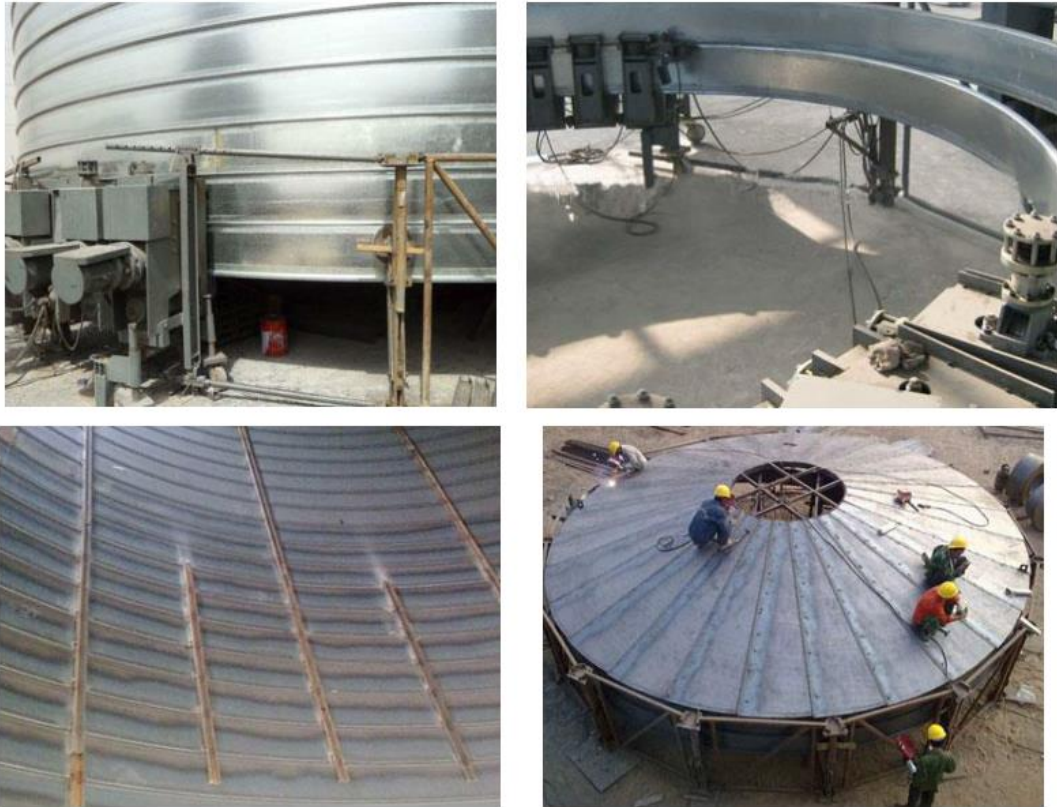


Рис. 1.11. Технологія зведення башт силосу методом спірального намотування сталевій стрічки

Дуже важливою частиною зведення силостних споруд є дотримання технологічних принципів зведення та контроль з якості виконання робіт. Контроль виконання робіт виконують згідно вимог проектно-технологічної документації.

## **2. АРХІТЕКТУРНО – БУДІВЕЛЬНІ РІШЕННЯ**

### **2.1. Загальні дані по об'єкту проектування**

Архітектурно-конструктивна частина проекту зернового елеватора потужністю 36 тис.т у м. Будучани, розрублено у відповідності з завданням на проектування та діючих нормативних документів:

- ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи»;
- ДБН В.2.1-10:2009 «Основи та фундаменти споруд»;
- ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції»;
- ДБН В.2.6-198:2010 «Сталеві конструкції»
- ДСТУ Б А.2.4-15:2008 СПДБ. «Антикорозійний захист конструкцій будівель і споруд»;
- ДБН В.1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»;
- ДБН В.2.5-13-98 «Пожежна автоматика будинків і споруд».

Навантаження снігові прийнято з ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» по вазі снігового покриву - 1400 Па.

Навантаження вітрове ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» - 550Па.

Коефіцієнти надійності прийнят від повідно до ДБН В.1.2-2:2006.

Ділянка проектування знаходиться на околиці м. Будичани Житомирської області.

#### **2.1.1. Короткий опис технологічного процесу**

Елеватор призначений для приймання насіння пшшніці (35%), ячменю(15%), кукурудзи(5%), соняшнику(45%) з автотранспорту, очищення, сушіння, накопичення та зберігання насіння з подальшим відвантаженням на автотранспорт та залізничні вагони.

Зерно доставляється на елеватор автотранспортом. Автомашина із зерном зважується на електронних платформних вагах. Проектом передбачено дві лінії розвантаження зерна потужністю 175,0 т/год з розвантажувачами типу УРАГ-2180.7 (підйомна платформа). Зирно розвантажуються в бункери. Далі зерно системою ланцюгових конвеєрів та норій поступає на дві лінії очещення зерна. Очисні машини обладнані системою аспірації для

вловлювання пилових домішок від зерна. Норії, електронні ваги та скребкові конвеєри, розміщені в приймально-очисному відділенні обладнані системою аспірації. Очищене зірно системою норій та конвеєрів поступає в силоси для зберігання.

Із силосів зерно системою ланцюгових конвеєрів та норій надходить на відвантаження на авто або залізничний транспорт.

Для інвентарного обліку зерна в приймально очисному відділенні встановлені електронні поточні ваги.

Проектом передбачено встановлення нового сучасного обладнання вітчизняного та імпортного виробництва, оснащеного автоматичними приладами контролю та управління виробництвом.

Технологічні обладнання оснащене системою аспірації та пилевидалення. Викид від обладнання не перевищують нормативно-встановлених значень. Елеватор не є осередком, який забруднює довколишнє середовище.

## **2.2. Рішення генерального плану**

Будівництво здійснюється у три черги. В основу генерального плану покладений принципи:

- раціональне розміщення будівлі та споруд згідно технологічного процесу;
- скорочення довжини внутрішньо майданчикових проїздів та інженерних мереж;
- забезпечення пожежної безпеки.

В складі проекту першої черги передбачені будівлі та споруди:

1. Адміністративно-побутовий корпус (1 черга);
2. КПП (проект., 1 черга);
3. Ваги автомобільні в/п 80 т (проект. 1 черга.);
4. Навіс над вагами (проект. 1 черга.);
5. Споруди елеватора (проект. 1 черга.);
6. Башти силосу для зберігання зерна 6 шт. (проект. 1 черга);
7. Силос зернових відходів (проект. 1 черга);
8. Щитова (проект. 1 черга);

9. Трансформаторна підстанція (проект. 1 черга);
10. Пожежні резервуари 2x150 м<sup>3</sup> (проект. 1 черга);
11. Насосна станція пожежогасіння (проект. 1 черга);
12. Установка очищення дощових стоків (проект. 1 черга);
13. Мала очисна споруда побутових стоків (проект. 1 черга);
14. Огорожа з воротами (проект. 1 черга);
15. Майданчик для відстою вантажних машин (проект. 1 черга);
16. Тимчасова стоянка для легкових машин (проект. 1 черга).

Генеральний план забудови наведено рис. 2.1. Основний техніко-економічні показники по генплану забудови див. табл. 2.1.

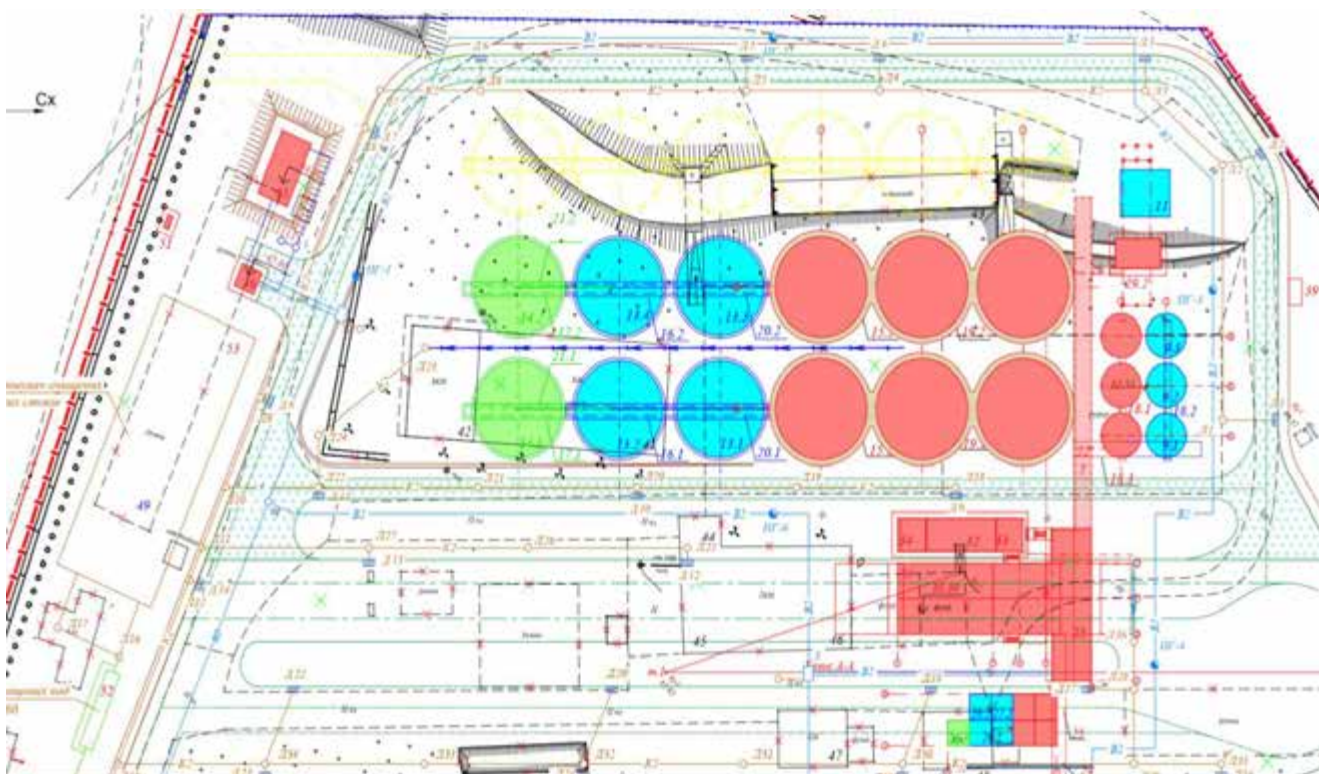


Рис. 2.1. Генеральний план забудови

Таблиця 2.1

**Основні показники по генплану**

№ № п. п.	Найменування	Од. вим.	Кіл-сть	Примітки
1	Площа проектуємої ділянки	м <sup>2</sup>	58365	
2	Площа забудови	м <sup>2</sup>	15951	
3	Площа проїздів	м <sup>2</sup>	14690	

4	Щільність забудови	%	27,25	
5	Відсоток проїздів	%	25,10	

### 2.3. Організація рельєфу

Організація рельєфу ділянок розроблена з урахуванням відміток існуючої автодороги та гідрогеологічних умов майданчика. Враховуючи характер рельєфу, геологію площадки та вимоги технологічного процесів, вертикальне планування та Картограму земельних робіт ділянок виконане суцільним, на більшій території ділянка в насипу і трохи менше в виїмці. Проектні відмітки будинків та споруд по відношенню до планувальних відміток земелі назначені у відповідності з даними будівельної частини проекту.

### 2.4. Внутрішні майданчикові проїзди - автодороги

В'їзд та виїзд автотранспорту на територію площадки відбувається з існуючої автодорог. Для транспортного зв'язку з існуючою сіткою автомобільних доріг проектом передбачені два в'їзди: один – головний, з якого на територію заїзд через ворота, другий – пожежний. Початок під'їздів прийнятий на крайці автодороги. Перед заїздом на територію передбачений майданчик для відстою вантажних автомобілів, стоянка для легкових автомобілів, велосипедата два місця для мало мобільних груп населення.

Конструкція дорожнього одягу прийнята залежно від навантаження на дорогу. Прийнято три типи конструкції дорожнього одягу.

#### 1 - Tun (навантаження на вісь -11,0 т) складається:

- монолітний бетон кл.С25/30 ДСТУ Б.В.2.75-98 - 0,19;
- армованій сіткою з арматури d8, d12 із чарунками 400x400мм;
- поліетиленова плівка 180мкм;
- пісок ДСТУ Б В.2.7-32-96 - 0,05;
- щебінь гранитний (фракція 40-60 по ДСТУ Б.В.2.75-98 - 0,20;
- з розклинюванням щебенем (фракції 20-40) - 0,20;
- ущільнений ґрунт з коефіцієнтом 0,98 - 0,65.

#### 2 – Tun (навантаження на вісь - 6,0т) складається:

-бетон кл. С2530 ДСТУ Б.В.2.75-98	-0,15;
- поліетиленова плівка	180мкм;
- пісок ДСТУ Б В.2.7-32-96	- 0,05;
- щебінь гранітний (фракція 40-60 по ДСТУ Б.В.2.75-98)	- 0,15;
- з розклинюванням щебенем(фракції 20-40)	- 0,15;
-ущільнений ґрунт з коефіцієнтом 0,98	- 0,50.

**3 – Тип – тротуари складається:**

- цементобетон кл.С15/20	- 0,10;
- пісок ДСТУ Б В.2.7-32-96	- 0,05;
- щебінь гранітний(фракція 40-60) по ДСТУ Б.В.2.75-98	- 0,10;
- пісок	- 0,10;
- ущільнений ґрунт з коефіцієнтом 0,98	- 0,35.

**2.5. Адміністративно-побутовий корпус**

Запройкована будівля за своїми конструктивними ознаками відноситься до II ступеня капітальності.

Ступінь вогнестійкості будівлі - II.

Ступінь відповідальності - СС2.

Основні будівельні показники.

Площа забудови (всього) - 812,0 м<sup>2</sup>.

Площа забудови (АБК) - 487,0 м<sup>2</sup>.

Загальна площа - 1349,0 м<sup>2</sup>.

Будівельний об'єм (всього) - 5088,0 м<sup>3</sup>.

Будівельний об'єм (в т.ч. підвал) - 1121,0 м<sup>3</sup>.

Будівельний об'єм (в т.ч. нов.. буд) - 1142,0 м<sup>3</sup>.

Будівля адміністративно-побутового корпусу – прямокутний триповерхова будівля з підвалом цегляними несучими стінами розмір в плані 30,2 x 12,7 м, висота поверхів – 2,9 та 2,8м. За умовну відмітку 0.000 прийнято рівень чистої підлоги першого поверх.

Стіни спроектовані з силікатної цегли товщиною 510мм. Стіни утеплити шаром пінополістиролу (Г1) та оштукатурити по сітці – «Церезітом».

Третій поверх (відм. + 6.400) виконується за каркасними схемою – огорожуючі зовнішні конструкції із блоків газобетону товщиною 400мм та утеплені мінераловатними плитами товщиною 80мм та оштукатурюються по сітці «Церезитом».

Для зв'язку між поверхами по осі «1» прилаштовуються сходи типу С1.

З усіх поверхів та приміщень будівлі є достатньо евакуаційних виходів згідно ДБН В.1.1-7-2002; ДБН В.2.2-28-2010. По осі «1» прибудовано другі сходи типу СК-1. З підвального поверху зроблено вихід безпосередньо назовні.

Зв'язок між поверхами виконується по сходам типу СК-1. Експлікація приміщень наведена в таблиці 2.2.

Таблиці 2.2.

#### Експлікація приміщень Адміністративно-побутового корпусу

Номер приміщення	Найменування	Площа М <sup>2</sup>	Категорія виробництва
1	Вестибюль	30.2	
2	Переговорна	33.5	
3	Кімната приїзжих	15.6	
4	Побутові чол.	16.5	
5	Кімната прийм.іжі	14.9	
6	Гол. механік	11.4	
7	Комора	13.6	В
8	Нач. елеватора	13.8	
9	Системний адміністратор	12.2	
10	Вагова	19.7	Д
11	Бухгалтерія	19.8	
12	Каса	6.6	
13	Відділ постач. збуту	17.5	
14	Коридор	16.1	
15	Санвузол	3.4	
16	Санвузол	3.4	
17	Комора прибирального інвентарю	1.9	В
18	Душова	1.9	
19	Коридор	15.1	
20	Т.б.	2.2	

22	Кімната приїзжих	15.8	
23	Сходова клітина	14.0	
38	Технічне приміщення	6.0	
40	Універсальний зал (працюючи на підприємстві - max 35 осіб)	247	
41	Коридор	33	
42	Кімната прийм.їжі	19.1	
43	Кімната відпочинку	16.4	
44	Комора	1.9	
45	Санвузол	3.4	
46	Санвузол	5.0	
47	Комора прибирального інвентарю	7.3	В
48	Венткамера	17,3	

Покрівля 2-скатна – покрівельна трохшарова панель. Водостік організований зовнішній.

Забарвлення фасадів згідно Паспорту опорядження фасадів.

Внутрішнє оздоблення та підлога приміщень прийняті згідно з функціональними та санітарно-гігієнічним вимогами.

Підлоги в приміщеннях запроектовані відповідно їхньому функціональному призначенню.

По периметру будівлі передбачено бетонне вимощення товщ. 150мм шириною 2000мм по ущільненому щебенем ґрунту з ухилом від будівлі.

Заповнення прорізів: металопластиковими вікнами з склопакети по ДСТУ Б В.2-15-99; металевими протипожежними дверима. В приміщеннях категорії «В», та технічних приміщеннях, які межують з приміщеннями інших

категорій передбачині сертифіковані протипожежні двері 2-го типу ПД 30. Протипожежні та евакуаційні двері обладнані пристроями для самозачинення та ущільненнями в притулах.

На планах поверхів та розрізах відображена характеристика пожежної небезпеки будівельних конструкцій, веробів, матеріалів з врахуванням пожежно-технічної класифікації, встановленої ДБН В.1.1-7-2002. «Пожежна безпека об'єктів будівництва».

Будівельні показники Адміністративно-побутового корпусу див. табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Показники Адміністративно-побутового корпусу

Найменування	Одиниця виміру	Кількість
Площа забудови (всього)	м <sup>2</sup>	828
Площа забудови (АПК)	м <sup>2</sup>	487
Загальна площа (АПК)	м <sup>2</sup>	1349
Будівельний об'єм (АПК)	м <sup>3</sup>	5088
в т.ч. підвал	м <sup>3</sup>	1121
в т.ч. нов. буд.	м <sup>3</sup>	1442

## 2.6. Ваги автомобільні в/п 80т.

Ваги автомобільні з навісом та пробовідбірником технологічно та конструктивно розміщуються біля адміністративно-побутового корпусу.

Передбачено встановлення автовагів на монолітний ростверк, який спирається на забивні палі. Над вагами передбачено навіс прольотом 11,5 м з кроком колон 4,3 м. Розміри в плані 21,5x11,5 м. Висота будівлі 9,61 м.

Наземна частина споруди навісу виконана з металевих конструкцій, підземна частина – стовпчасте фундаменти. Фундаменти під навіс – окремостоячі монолітні залізобетонні з бетону класу С20/25 з розмірами в плані 1,21 x1,05 м. Фундаменти виконувати по бетоній підготовці з бетону класу С8/10, шириною 100 мм, що виходять на 100 мм за межі конструкції фундаментів.

Під всім п'ятном будівлі під стовпчастими фундаментами спроектовано водонепроникний екран з суглинку лесового оптимальної вологості, ущільненого до щільності  $1,7 \text{ т/м}^3$ , який виходить за межі фундаментів на 1,5 м в кожную сторону.

Жорсткість споруди в поперечному напрямку забезпечена жорсткими вузлами кріплення колон до балок. Жорсткість споруди в поздовжньому напрямку забезпечена системою в'язів та розпірок по колонам та системою в'язів по покриттю.

Каркас споруди запроектовано з прокатних профілів. Бази колон шарнірні. Вузли стикування прогонів покрівлі та вузли кріплення в'язів - шарнірні. Колони запроектовано складені з двох швелерів, балки покриття - з прокатних двотаврів, вертикальні та горизонтальні в'язі - з гнутих квадратних труб. Покриття споруди запроектовано з профлиста С21-1000х0.6 по гнутим сталевим швелерам. Стіни обшиті профлистом С10-1000-0,6 по прогонам з прокатних швелерів. Сходи та майданчеки - металеві, покриття з просічно - витяжного листа. Всі площадки та сходи мають огороження.

## **2.7. Башти силосу для зберігання зернових культур**

Силоси виготовлені та комплектно постачаються фірмою AGI і мають типорозмір AGI BIN MODEL 66-28C (stiffeners). Виробником надані робочі креслення та посібник по монтажу конструкцій. Технічні рішення, прийняті в робочих кресленнях, відповідають вимогам екологічних, санітарно - технічних, протипожежних та інших діючих норм і правил та забезпечують безпечну для життя і здоров'я людей експлуатацію об'єкту при виконанні передбачених кресленнями заходів.

На всіх силосах при будівництві було змонтовано систему завантаження зернових культур (grain ladder) виробництва фірми GSI Group (USA).

Споруда каркасного типу. Конструктивна схема будівлі утворена залізобетонним фундаментом (плитою перекриття, що спирається на монолітні стіни та колони, встановлених ростверк пального фундаменту) і сталеву конструкцією силосу (технологічне устаткування). Жорсткість та стійкість

конструкції забезпечуються у вертикальній площині залізобетонними стінами фундаменту і стійками силосу, об'єднаних суцільною сталеву оболонкою (стіною силосу), у горизонтальній - жорсткими дисками плити перекриття та плитою ростверку.

Конструкція споруди вирішена по рамно - в'язевій схемі. Просторова жорсткість каркасу забезпечена системою в'язів та розпірок по колонам. Колони запроектовані зі спарених швелерів. Підбункерні балки та балки перекриттів – із прокатних швелерів, двотаврів та зварних двотаврів. В'язі та розпірки – з гнутих електрозварних квадратних труб та кутиків. З'єднання балок покриття з колонами прийнято шарнірним, з колонами – жорстким. Спирання колон на фундаменти – шарнірне. Конструкція покриття вирішена по прогонній схемі. Огороджуючі конструкції стін та покрівлі – профільовані листи з трапецієвидними гофрами.

Драбини спроектовано по серії 1.450.3–7.94 «Лестниці, площадки, стремянки и ограждения стальные производственных зданий промышленных предприятий», покриття із просічно - витяжної сталі. Вси площадки та сходи мають огороження.

## **2.8. Пожежні резервуари та насосна станція пожежогасіння**

Основні будівельні показники.

Площа забудови 85,0 м<sup>2</sup>

Будівельний об'єм 525,0 м<sup>3</sup>

Споруда пожежних резервуарів - прямокутний двосекційний блок з несучими стінами розмір в плані 11,7 x 5,7 м, висотою 5,0 м. Стіни з залізобетону.

За умовну відмітку 0.000 прийнято дно резервуара, що відповідає абсолютній відмітці 84,10 на гинплані.

## **2.9. Огорожа території**

Зовнішня огорожа території елеватора та внутрішні розмежування зон території проектом передбачено сетчасті висотою 2м по металевих стовпах

забетонуваних в основу. В місцях проїзду передбачено розпашне ворота шириною від 3 до 4,5м в залежності від розташування та призначення.

## **2.10. Забезпечення надійності та безпеки**

Проектними рішеннями забезпечена надійність та безпека будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ у відповідності до вимог ДБН В.1.2-14-2009 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ».

Забезпечена основна вимога надійності будівельного об'єкта, його відповідність призначенню і здатність зберігати необхідні експлуатаційні якості протягом встановленого терміну експлуатації.

Запроектвані будівельні конструкції і основи здатні сприймати без руйнувань і недопустимих деформацій впливи, що виникають під час їх зведення і протягом встановленого терміну експлуатації, мають достатню живучість по відношенню до локальних руйнувань і передбачених нормами аварійних впливів (пожеж, вибухов тощо).

Надійність об'єкта забезпечується виконанням вимог до вибору матеріалів, конструктивних і об'ємно-планувальних рішень, до методів розрахунку, а також дотриманням правил технічної експлуатації, нагляду і догляду за конструкціями.

У відповідності до вимог розділу 5 ДБН В.1.2-14-2009 виконана класифікація будівель за відповідальністю.

Будівлі присвоєний клас наслідків (відповідальності) СС-2.

Категорія відповідальності конструкцій та їх елементів відповідно класів наслідків віднесена до категорії Б (А, В).

При розрахунку конструкцій, у відповідності до вимог п.7.6 ДБН В.1.2-14-2009, застосовані коефіцієнти надійності за відповідальністю (коефіцієнт відповідальності)  $\gamma_n$  згідно з таблицею 5 вищенаведеного ДБН.

## **2.11. Заходи з пожежної безпеки**

При розробці проекту в розділі генерального плану передбачені такі протипожежні заходи:

- протипожежні розриви між будинками та спорудами прийняті відповідно до діючих нормативних документів;
- ширина проїздів до будинків та споруд, організація руху транспорту відповідає нормативним вимогам;
- забезпечення кільцевого протипожежного проїзду, та водопроводу;
- запроектовані два резервуари пожежного запасу води;
- протипожежна насосна станція;
- в гаражі передбачається стоянка однієї пожежної машини.

Відкриті металеві конструкції обробити вогнезахисним покриттям, що забезпечує мінімальну межу вогнестійкості:

- для металевих прогонів 15 хв;
- для металевих балок 30 хв;
- для металевих колонн 120 хв.

Металеві прогони пофарбувати фарбою, що спучується, та забезпечує мінімальну межу вогнестійкості 15 хв.

Металеві балки пофарбувати фарбою, що спучується, та забезпечує мінімальну межу вогнестійкості 30хв.

В якості вогнезахисного покриття для металевих колон, що утворює фізичний бар'єр, який запобігає впливу теплового потоку та полум'я на будівельні конструкції, пропонується застосувати вермикулітову штукатурку, яка підвищує межу вогнетривкості сталевих конструкцій до 120-180 хвилин.

Вогнезахисне покриття наноситься на підготовлену поверхню способом мокрого торкретування штукатурним апаратом при температурі повітря не менш ніж +5°C. Ручне нанесення не допускається. Час остаточного формування вогнезахисного покриття складає 30 діб.

Необхідно провести випробування будівельних конструкцій з метою визначення їх ступеня вогнестійкості та скласти протоколи іспитів.

## **2.12. Антикоровий захист**

Ступінь агресивного впливу середовища прийнята згідно ДСТУ Б В .2.6-193:2013 для сталевих конструкцій, що знаходиться на відкритому повітрі-

слабо агресивна. Вси сталеві конструкції заґрунтувати й пофарбувати на підприємстві-виробнику відповідно до вказівок проекту та ДСТУ Б В.2.6-193:2013 «Захист металевих конструкцій від корозії». Перед ґрунтуванням забезпечити другу ступінь очистки конструкцій від кислот. Якість лакофарбового покриття повинно відповідати V класу захисту. Склад лакофарбового покриття:

- ґрунт ГФ-021 в одін шар;
- покриття емаль ПФ-115 в два шари.

Загальна товщина лакофарбового покриття повинна становити 55 мкм.

Всі роботи з антикорозійного захисту виконувати за вказівками ДСТУ Б В .2.6-193:2013 «Захист металевих конструкцій від корозії. Вимоги до проектування» та ДСТУ-Н Б В.2.6-186:2013 «Настанова щодо захисту будівельних конструкцій будевель та споруд від корозії».

### **2.13. Проектні заходи з енергозбереження**

З метою енергозбереження виконані наступні заходи :

- конструкція стен і покриття запроектовані із урахуванням відповідних опорів тепловіддачі;
- температура повітря в приміщеннях прийнята по технологичним вимогам допустимих температур;
- прилади опилування обладнані автоматичними терморегуляторами, між зовнішньою стіною та приладами встановлені тепловідбивні екрани з Пенофолу (типу С);
- в холодний період в АПК допускається в неробочий час зменшувати тепловий потік, а потім встановлювати нормовану температуру до початку роботи;
- повна автоматизація автономних джерел теплопостачання;
- пальники прийняті сертифіковані з максимальним коефіцієнтом корисної дії;
- впровадження сучасних мікропроцесорних засобів контролю управління і оптимізації вибору транспортування зерна в елеваторному комплексі.

Для освітлення виробничих та побутових приміщень використати світильники з енергозберігаючими лампами «нового покоління», які мають високи світлотехнічні показники.

Передбачається централізоване керування зовнішнім освітлення території, під'їзних доріг.

## **2.14. Інженерне забезпечення**

### **2.14.1. Рішення водопостачання та водовідведення**

При розробці проектних рішень з водопостачання та водовідведенням використовувалися наступні інструктивно-нормативні документи:

- ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація»;
- ДБН В.2.5-74 2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди»;
- ДБН В.2.5 - 75 2013 «Каналізація. Зовнішні мережі і споруди»;
- ДБН В.2.2-8-98 «Будівлі і споруди по зберіганню та переробці зерна».

Проектом передбачено монтаж систем:

1. Система господарсько-питного водопроводу (В1).
2. Мережа гарячого водопостачання (ТЗ).
3. Система протипожежного водопроводу (В2).
4. Мережа а господарсько-побутової каналізації (К1).
5. Мережа дощової каналізації (К2)

#### ***Господарчо-питне водопостачання***

Джерело водопостачання – є існуюча свердловина, яка знаходиться на території підприємства. Від точки підключення прокладається водопровід РЕ 80 SDR 13,6 Ø32-50. В ввідному колодязі передбачено встановлення Головки муфтової ГМ-50, віл якої буде здійснюватися наповнення пожежних резервуарів. Наповнення відбуватиметься через пожежні рукави Д-51, загальною довжиною 200м.

#### ***Гаряче водопостачання***

Влаштування мережі гарячого водопостачання для забезпечення побутових та технологічних потреб передбачається в будівлі Адміністративно-побутового корпусу. Мережа виконується з РР труб Ø20x2,8 S3,2. Магистральні трубопроводи покриваються термоізоляцією K-Flex.

Приготування гарячої води передбачається в електричних бойлерах фірми Gorenje.

#### ***Зовнішні мережі протипожежного водопроводу***

Джерелом протипожежного водопостачання є резервуари протипожежного запасу води. Підтримання необхідного тиску в мережі забезпечується пожежною насосною станцією. Вода подається двома водоводами Ø219x6,0, в заглиблену протипожежну насосну станцію. Передбачено кільцевої мережа протипожежного водопроводу з труб PE HD 80 SDR 11 D 180x16,4 мм. Пожежні гідранти встановлюються в колодязях на протоці або на відповідній лінії з установкою засувки.

Для запобігання виходу з ладу обладнання системи протипожежного водопостачання, на вводах в будівлю встановлюються фільтри для води з гідравлічним приводом та автоматичним самоочищенням.

### ***Мережа господарсько-побутової каналізації.***

Система господарсько-побутової каналізації включає в себе:

- внутрішні мережі господарсько-побутової каналізації;
- зовнішні мережі.

Внутрішні мережі прийняті з поліпропіленових каналізаційних труб Ø50-110мм. Зовнішні мережі господарсько-побутової каналізації передбачені з каналізаційних ПВХ труб. Відведення господарсько-побутової каналізації передбачається до станції біологічної очістки ПП-20, продуктивністю 4,8-6,0 м<sup>3</sup>/доб.

### ***Мережі дощової каналізації***

Для відведення дощових стоків майданчика проектом передбачено дощоприймальні колодязи. На мережах каналізації передбачається влаштування: оглядових колодязів; поворотних колодязів. Конструкції та розміри колодязів прийняті по серії ТПР 902-09-22.84.

## **2.14.2. Рішення електропостачання**

Основними споживачами електроенергії споруд елеватору є технологічне обладнання, освітлювальні прилади, електроприводи сантехнічних пристроїв. Проектом прийнята система живлення TN-C-S, з окремим нульовим робочим N та нульовим захисним PE провідниками, та з підключенням до самостійних нульових шин на електрошитах. Струмоприймачі підключаються до напруги

~380/220В з глухо заземленою нейтраллю. Технічні показники електрозабезпечення див. табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Технічні показники електрозабезпечення

Джерело живлення	ТП - 2 x1600
Категорія електропостачання	I, II, III
Напруга живлення	380/220 В
Встановлена потужність	2547,066/22,0 кВт
Потужність, яка споживається	1674,263 кВт
Річне споживання електроенергії	13 260, 2 тис. кВт•год/рік

***Силowe електрообладнання***

Магістральні, розподільчі силові та групові щити прийняті заводського виготовлення з автоматичними вимикачами на підходящих лініях, а також з диференційними вимикачами з струмом витоку  $I = 10$  та  $30$  mA на підходящих лініях до штепсельних розеток.

На випадок пожежи передбачається автоматичне відключення всіх магістральних щитів від імпульсів, які одержуються зі схеми автоматичної сигналізації.

***Електроосвітлення***

Проектом передбачається влаштування електроосвітлення:

- робочого;
- ремонтне;
- аварійного (евакуаційне).

У відповідності з вимогами ПУЕ, ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення» прийнята система загального рівномірного освітлення.

Робоче та ремонтне - електричне освітлення приміщень виконується світильниками з люмінесцентними лампами.

Аварійне (евакуаційне) освітлення здійснити шляхом встановлення освітлювальних приладів з акумуляторами, які живити від окремого автоматичного вимикача щита робочого освітлення.

Освітлювальна мережа спроектована з кабелів ВВГнгз та ВВГнг-FRLS/E30 (для аварійного освітлення) прокладається відкрито по будівельним конструкціям.

## 2.15. Рішення з опалення, вентиляція, кондиціонування

Забезпечення теплом здійснюється двома газовими котлами, які встановлено в приміщенні топкової, типу Vitodens 200-W з встановленою тепловою потужністю 40,7 кВт, фірма-виробник «Viessmann» (Німеччина). Топкова працює по температурному графіку –  $T_1/T_2 = 80/60^{\circ}\text{C}$  та тиском в системі  $P_1/P_2 = 0,3/0,2$  МПа. Теплоносієм для потреб опалення є вода з параметрами  $80 - 60^{\circ}\text{C}$ . Подавальний та зворотний трубопроводи прокладаються над підлогою опалювальних приміщень та в підготовці підлоги. Трубопроводи системи опалення приймаються з металопластикових труб фірми Stabi. В якості опалювальних приладів прийняті – сталеві панельні радіатори Vonova та регистри з гладких труб.

Для регулювання теплового потоку в приміщеннях на кожному опалювальному приладі встановлюються термостатичні клапани, на кожній гілці – балансувальні клапани.

Трубопроводи, які прокладені в підготовці підлоги та транзитні ділянки, ізолюють тепло ізолятором K-flex товщиною 13 мм.

Теплопостачання калориферів вентсистем передбачається від гребінки, розташованої в приміщенні топкової. Теплоносієм для потреб теплопостачання є вода з параметрами  $80 - 60^{\circ}\text{C}$ .

Трубопроводи системи теплопостачання виконуються із сталевих водогазопровідних труб які ізолюють теплоізолятором K-flex товщиною 13мм. Перед ізоляцією трубопроводи покривають фарбою БТ-177 в два шар по ґрунтовці ГФ-21 в один шар.

Вентиляція запроектована припливно-витяжна з механічним та природним спонуканням. У проєкті прийнято опалювально-вентиляційне обладнання фірм: Вентс, Aerostar, EVS. Повітрообмен прийнято з розрахунку асиміляції шкідливостей. Температури в робочих зонах прийняті відповідно до санітарних норм та вимог технологічного процесу.

### **3. РОЗРАХУНКОВО – КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА**

#### **3.1. Розрахунок норійної вежі**

##### **3.1.1 Вихідні умови для проведення розрахунків**

Норійна вижа являє собою прямокутну споруду в плані 17,95x5,3м та висотою 15,75м.

Розрахунки виконані відповідно до вимог:

- ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції»;
- ДБН В.2.1-2:2006 «Навантаження та впливи»;
- ДБН В.1.2-14-2009 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель та споруд, будівельних конструкцій та основ»;
- ДСТУ Б В.2.6-75:2008 «Конструкції металеві будівельні».

За корозійним впливом середовище всередині та назовні споруди не агресивне.

##### **3.1.3. Конструктивні рішення норійної вежі**

- конструкція споруди вирішена по рамно-в'язевій схемі;
- просторова жорсткість забезпечується системою в'язів та розпірок по колонам;
- колони запроектовані зі спарених швелерів.
- підбункерні балки та балки перекриття із прокатних швелерів, двотаврів та зварних двотаврів;
- в'язи та розпірки - з гнутих електрозварних квадратних труб та кутиків;
- з'єднання балок перекриття з колонами шарнирне;
- з'єднання балок покриття з колонами жорстке;
- спірання колон на фундаменти жорстке;
- конструкція покриття вирішено по прогонній схемі;
- стіни та покрівлі з профільованих листів з трапецієвидними гофрами.

Конструкції норійної вежі (колони, підбункерні балки, балки перекриттів, в'язі та розпірки) виготовлюються в заводських умовах і комплектно поставляються на будівельний майданчик. Укрупнену збірку виконують по місцю встановлення.

## 3.2. Розрахунок сталеві колони К-1

### 3.2.1. Вихідні умови

Розраховуємо сталеву колону з умов знакозмінного навантаження і найбільш несприятливого збігу навантажень.

Колонна виготовлюється із сталі класу С235 ( $R_y = 23,0 \text{ кН/см}^2$ ).

Спирання колони на фундамент прийнято жорстко зацемлине. Розрахункова схема колони рис. 3.1.

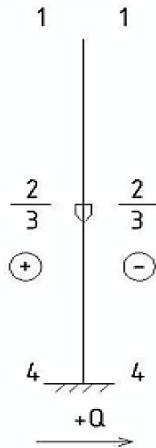


Рис. 3.1. Розрахункова схема колони норійної вежі К-1

### 3.2.2. Визначення розрахункової довжини колони

Для нижньої ділянки колони до позначки +8.090 (точки 4 - 3):

$$l_{ef,1} = \mu_1 l_1 = 0,7 \times 809 \text{ см} \approx 570 \text{ см},$$

Для верхньої ділянки колони до позначки +17.750 (точки 2 - 1):

$$l_{ef,2} = \mu_2 l_2 = 1,0 \times (1775 \text{ см} - 809 \text{ см}) \approx 970 \text{ см},$$

де

$l_{ef,1}, l_{ef,2}$  – довжини нижньої та верхньої частини колони (см);

$\mu_1 = 0,7$ ,  $\mu_2 = 1,0$  - коефіцієнти довжини нижньої та верхньої довжини колони.

### 3.2.3. Визначення зусиль в перетинах колони

Зусілля, що виникають в перетинах колони від прикладених навантажень (постійне, корисне, вітрове, снігове) та їхніх найбільш несприятливих сполучень визначаємо у табличній формі, табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Схема колони	Розрахункові сполучення зусиль												
	Переріз	Вид зус-	Коефіц-єнт поєд-	Постітне наванта-ження	Тимчасові навантаження			Основні розрахункові сполучення					
					Снігове	Вітрове	Тимчасо-ве тривале	Одне тимчасове			Два і більше тимчасових		
					6	7	8	$-M_{max}$ $N_{elbr}$	$+M_{max}$ $N_{elbr}$	$N_{max}$ $M_{elbr}$	$-M_{max}$ $N_{elbr}$	$+M_{max}$ $N_{elbr}$	$N_{max}$ $M_{elbr}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1-1	N	1	1	-600,08	-151,22	135,71	0	5+6	-	5+6	-	-	-
		0,9			-136,10	122,14		-751,22		-751,22			
	M	1	0,9	-3,00	-0,76	0,64	0	-3,76		-3,76			
2-2	Q	1	0,9	-0,49	-0,12	-2,57	0	-0,61		-0,61			
		0,9			-0,11	-2,31							
	N	1	1	-600,08	-151,22	135,71	0	5+6	5+7	5+6	-	-	-
3-3	M	1	0,9	-0,40	-136,10	122,14		-751,22	-464,37	-751,22			
		0,9			-0,10	14,25	0	-0,50	14,21	-0,50			
	Q	1	0,9	-0,49	-0,12	-2,57	0	-0,61	-3,06	-0,61			
4-4	N	1	1	-877,83	-151,22	135,71	-518,40	5+6	5+7	5+9	-	-	5+6+9
		0,9			-136,10	122,14		-1029,05	-742,12	-1396,23			-1532,33
	M	1	0,9	-0,40	-0,10	14,25	0	-0,50	14,21	-0,40			-0,49
5-5	Q	1	0,9	0,01	0	0,21	0	0,01	-3,06	0,01			0,01
		0,9			0,19	0,19							
	N	1	1	-886,77	-151,22	135,71	-518,40	5+7	5+6	5+9	-	-	5+6+9
6-6	M	1	0,9	-0,44	-136,10	122,14		-1037,99	-751,06	-1405,17			-1538,27
		0,9			-0,11	13,26	0	-0,55	12,82	-0,44			-0,54
	Q	1	0,9	0,01	-10	11,93	0	0,01	0,22	0,01			0,01
7-7					0	0,21	0						
					0	0,19							

Схема колони

Центральна колона

1

2

3

4

+0

По результатам обчислення табл. 3.1 отримуємо найбільш несприятливі сполучення зусиль які приймаємо у подальших розрахунках:

$M$ ; (кНм)	$N$ ; (кН)	$Q$ ; (кН)
$M_{max} = 14,0$	$N_{max} = -1538,0$	$Q_{max} = - 3,0$
$M_{відн} = - 0,5$	$N_{відн} = -742,0$	-

### 3.2.4. Розрахунок оголовку колони

Оголовком – опорна частина колони на яку спираються підбункерні балки. Для забезпечення жорсткості опорного листа влаштовуються вертикальні ребра жорсткості, що підпирають опорний лист та забезпечують рівномірний перерозподіл зусиль на ствол колони. Вертикальні ребра жорсткості колони та їхня товщина визначається:

$$t_s \geq \frac{F}{(b_b + 2t - a) \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{742,0}{(30 + 2 \cdot 3 - 2 \cdot 1,2) \cdot 23 \cdot 1} \approx 1,0;$$

приймаємо товщину метала ребра  $t_s = 10$  мм.

де  $F$  - сумарна опорна реакція конструкцій, що спираються на оголовок;

$b_b$  - ширина опорного ребра конструкцій, що спираються на оголовок;

$t$  - товщина опорної плити;

$a$  - сумарна довжина вирізу ребра.

Висоту ребра визначають:

$$h \geq \frac{F}{n \times t \times R_s \times \gamma_c} = \frac{742,0}{2 \times 1 \times 13,3 \times 1} \approx 30,0 \text{ см};$$

стенки колони: 
$$h = \frac{742,0}{4 \times 0,7 \times 13,3 \times 1} \approx 20,0 \text{ см};$$

де  $R_s$  - опір сталі на зріз =  $13,3 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$ .

$n$  - кількість зрізів;

$h$  – стінки колони.

Перевіряємо умову:

$$30,0 \geq 20,0 \text{ см};$$

Приймаємо висоту вертикального ребра опорної пластини оголовку  $h = 30,0$  см.

### 3.2.5. Розрахунок перетину колони

Задаємо умовою, що колона суцільного перетину з двох зварених швелерів у каробочку. Зусілля в таких колонах проходить по осі колони і визначаються:

$$N_b = 0,5N + \frac{M}{h_n};$$

де  $h_n$  – ширина колони.

Зусілля для нижньої ділянки колони (точки 4 - 3) :

$$N_{b1,1} = N_{b2,1} = 0,5 \times 1538,0 + \frac{54}{24} = 770,0 \text{ кН};$$

Зусілля для верхньої ділянки колони (точки 2 - 1)

$$N_{b1,2} = N_{b2,2} = 0,5 \times 742,0 + \frac{0,5}{24} = 371,0 \text{ кН};$$

Знаходимо необхідну площу перерезу:

$$A_b = \frac{N_b}{0,8R_y};$$

$$A_{b1} = A_{b2} = \frac{770,0}{0,8 \times 23,0} = 42,0 \text{ см}^2.$$

Приймаємо перерез колони із двох швелерів зварених в каробочку 2[240, з характеристиками:

$$A_b = 46,5 \text{ см}^2; I_{x,b} = 7980 \text{ см}^4; i_{x,b} = 13,1 \text{ см}; I_{y,b} = 410 \text{ см}^4; i_{y,b} = 2,97 \text{ см}.$$

Перевіряємо умову міцності :

$$\sigma = \frac{\gamma_n \times N}{\varphi \times A} < R_y;$$

$$\text{Гнучкість колони: } \lambda_{x1,b} = \frac{l_{x1}}{i_x} = \frac{460}{13,1} = 35,1 < 120; \quad \text{тоді } \varphi = 0,915;$$

$$\sigma_{x1,b} = \frac{N_1 \times \gamma_n}{\varphi_{en} \times A} = \frac{0,95 \times 770,0 \times 10^7}{0,915 \times 46,5} = 172,0 < R_y = 23,0 \text{ кН/см}^2 = 230 \text{ МПа}.$$

Умова міцності забезпечена.

Перевіряємо умову гнучкості колони:

$$\bar{\lambda}_1 = \lambda_1 \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 33,7 \sqrt{\frac{230,0}{2,06 \times 10^5}} = 1,115 \Rightarrow \varphi_{en} = 0,862;$$

$$\sigma = \frac{N_1 \times \gamma_n}{\varphi_{en} \times A} = \frac{0,95 \times 770,0 \times 10^7}{0,862 \times 46,5} = 182,6 < R_y = 230,0 \text{ МПа}.$$

Умова гнучкості колони забезпечена.

Перевіряємо стійкість калони:

$$\sigma = \frac{N_2 \times \gamma_n}{\varphi_e \times A} < R_y;$$

$$\sigma = \frac{742,0 \times 0,95 \times 10}{0,862 \times 24} = 101,0 < R_y = 230,0 \text{ МПа.}$$

Умова стійкості калони забезпечена.

### 3.2.6. Розрахунок бази колони

Ширина плити бази колони:

$$B = b + 2(t_s + c_1);$$

де  $b$ , – ширина калони;

$t_s$  – товщина траверси;

$c_1$  – кансольна ділянка.

$$B = 24 + 2 \times (1 + 5) = 36 \text{ см.}$$

З конструктивних міркувань з умов влаштування фундаментів призначаємо 45 см.

Визначаємо довжину плити бази:

$$L = \frac{N}{2BR_b} + \sqrt{\left(\frac{N}{2BR_b}\right)^2 + \frac{6M}{BR_b}};$$

де  $R_b = 0,85 \text{ кН/см}^2$  – розрахунковий опір бетону фундаментної тумби;

$$L_1 = \frac{1538,27}{2 \cdot 45 \cdot 0,85} + \sqrt{\left(\frac{1538,0}{2 \cdot 45 \cdot 0,85}\right)^2 + \frac{6 \cdot 54}{45 \cdot 0,85}} = 40,0 \text{ см;}$$

$$L_2 = \frac{751,06}{2 \cdot 45 \cdot 0,85} + \sqrt{\left(\frac{751,06}{2 \cdot 45 \cdot 0,85}\right)^2 + \frac{6 \cdot 1282}{45 \cdot 0,85}} = 30,0 \text{ см;}$$

Приймаємо:  $L = h_k + 2 \cdot c_2 = 40 + 2 \cdot 6 \approx 50 \text{ см.}$

$$A_{\text{пл.факт}} = 50 \times 45 = 2250 \text{ см}^2;$$

Напруження що виникають у бетоні фундаменту під плитою:

$$\sigma = \frac{N}{A_{\text{факт}}} \pm \frac{6M}{BL^2}$$

$$\sigma \frac{1538,0}{1890} \frac{6 \cdot 54}{45 \cdot 50^2} \text{ кН/см}^2; \text{ max}$$

$$\sigma \frac{1538,0}{1890} \frac{6 \cdot 54}{45 \cdot 40^2} \text{ кН/см}^2; \text{ min}$$

Так, як плита бази калони спирається на чотіри сторони, то розраховуємо її як балку:

$$M_3 = \sigma_\phi \times \frac{a^2}{8} = 0,817 \times \frac{16^2}{8} = 26,0 \text{ кНсм.}$$

$$M_{\max} = M_3 = 26,0 \text{ кНсм.}$$

Товщина плити бази калони:

$$t_{\text{пл}} = \sqrt{\frac{6M_{\max}}{R_y}};$$

$$t_{\text{пл}} = \sqrt{\frac{6 \times 26,0}{23,0}} \approx 3,0 \text{ см};$$

Прийнято  $t_{\text{пл}} = 30 \text{ мм}$ .

Патрібну висату траверси з умови її крeплення:

$$l_w = \frac{\gamma_n \times (N + M/h)}{4 \times k_f \times \beta_z \times R_{wz} \times \gamma_{wz}} = \frac{0,95 \times (1538,0 + 54/40)}{4 \times 0,7 \times 1,05 \times 16,2 \times 1,0} \approx 30,0 \text{ см};$$

З конструктивних міркувань приймаємо висату траверси  $h_{\text{тр}} = 30,0 \text{ см}$ .

Розраховуємо анкерні болти:

$$F_a = \frac{M - N \cdot a}{y};$$

де  $a = \frac{L}{2} - c = \frac{52}{2} - 24,62 \approx 1,0 \text{ см};$

$$y = \frac{L}{2} + a + e = \frac{52}{2} + 1,0 + 10 \approx 38,0 \text{ см};$$

$$c = L \frac{\sigma_{\max} + 2\sigma_{\min}}{3(\sigma_{\max} + \sigma_{\min})} = 52 \frac{0,461 + 2 \times 0,334}{3(0,461 + 0,334)} \approx 24,62 \text{ см},$$

Приймаємо два анкерних балта  $\text{Ø} 20 \text{ мм}$ .

### 3.3. Розрахунок балки Б-5 норійної вежі

#### 3.3.1. Вихідні умови

Розраховуємо сталеву балку Б-5 з умов найбільш несприятливого збигу навантажень.

Балка Б-5 виготовлюється из сталь класу С235 ( $R_y = 23,0 \text{ кН/см}^2$ ).

Спірання балки на оголовок колон прийнято шарнірне. Прагон балки 5350 мм.

Прийнятий крок другарядних балок настилу 1,0м. Розрахункова схема балки  
 рис. 3.2.

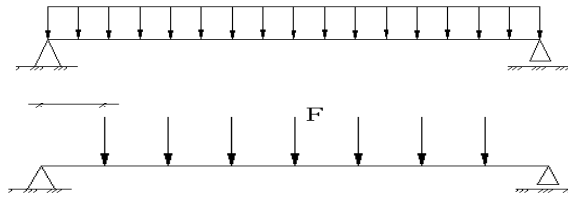


Рис. 3.2. Розрахункова сема балки прогоном 5,3 м

### 3.3.2. Визначення навантажень

Навантаження від маси другарядних балок та настилу визначається як постійне:

$g_{n1} = \sum t_i \cdot \rho_i \cdot \gamma_n / 100$  – нормативне (експлуатаційне) навантаження

$g_1 = \sum t_i \cdot \rho_i \cdot \gamma_n \cdot \gamma_f / 100$  – розрахункове (гранічне) навантаження

де,  $t_i$  – товщина  $i$  –го шару настилу, м;

$\rho_i$  – щільність матеріалу, кг/м<sup>3</sup>;

$\gamma_f$  – коефіцієнт надійності по навантаженню;

$\gamma_n$  – коефіцієнт надійності за призначенням.

Таблиця навантажень

№ п.п	Найменування	Експлуатаційне розрахункове навантаження, кН/м	Коефіцієнт надійності по навантаженню	Гранічне розрахункове навантаження, кН/м
1	Настил металевий $t=10$ мм $\rho=7850$ кг/м <sup>3</sup>	0,75	1,1	0,83
2	Другорядна балки $t=10$ мм $\rho=7850$ кг/м <sup>3</sup>	3,42	1,1	3,76
	Всього	4,2		4,6

Експлуатаційне розрахункове навантаження необхідне для розрахунку елементів за другою групою гранічних станів:

$g_e = q_{n,1} + p_n \cdot \gamma_n = 4,2 + 22 \cdot 0,95 = 25,8$  кН/м<sup>2</sup> – разом з металевим настилом.

Гранічне розрахункове навантаження необхідне для розрахунку елементів за першою групою граничних станів:

$g_m = q_1 + p_n \cdot \gamma_n \cdot \gamma_f = 4,6 + 22 \cdot 0,95 \cdot 1,2 = 30,4 \text{ кН/м}^2$  – разом з металевим настілом.

### 3.3.3. Визначення зусиль і підбір перерізу балки

Оскільки засереджених сил, що діють на балку (другорядні балки настилу, крок 0,9) на прогоні 5,3 м більше ніж п'ять, то ми можемо замінити ці зосереджені навантаження на рівномірно розподілене:

$$q_m = \frac{F_m}{a} = \frac{342,0}{0,9} \approx 380,0 \text{ кН/м}$$

Максимальний згинальний розрахунковий момент, що виникає у балці буде дорівнювати:

$$M_{max} = \frac{q_m \cdot l^2}{8} = \frac{380,0 \cdot 5,3^2}{8} \approx 1334,0 \text{ кН/м.}$$

Максимальна перерізаюча сила буде дорівнювати:

$$Q_{max} = \frac{q_m \cdot l}{2} = \frac{380,0 \cdot 5,3}{2} \approx 1007,0 \text{ кН/м.}$$

Тоді:  $\gamma_{fm} = \frac{F_m}{F_e} = \frac{380,0}{342,0} \approx 1,16$

Підбираємо поперечний переріз.

$$W_n = \frac{M}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{1334,0 \cdot 10^3}{230 \cdot 1,08} = 28903,0 \text{ см}^3$$

$$A = 2,512 \sqrt[3]{\frac{W^2}{\lambda_\omega}} = 2,512 \sqrt[3]{\frac{28903,0^2}{130}} = 468,0 \text{ см}^2$$

$$opt h = 0,77 \sqrt{A \cdot \lambda_\omega} = 0,77 \sqrt{468,0 \cdot 130} = 190,0 \text{ см}$$

$$h_\omega \approx 0,97 \cdot opt h = 0,97 \cdot 199,0 \approx 185,0 \text{ см}$$

$$t_\omega = \frac{h_\omega}{\lambda_\omega} = \frac{185,0}{130} = 1,4 \text{ см}$$

Визначаємо площу полки в залежності від коефіцієнта ( $\beta=0,4$ ).

$$A_f = t_\omega \cdot h_\omega \cdot \beta = 1,4 \cdot 185 \cdot 0,4 = 95,4 \text{ см}^2$$

де  $\beta = 0,4$  враховує пружно-пластичну стадію роботи та наявності зони чистаго згину.

Попередньо приймаємо двотавр №36.

Тавщину полочки приймаємо в межах нормативних значень:

$$b_f = \left( \frac{1}{3} \dots \frac{1}{5} \right)_{opt} h = 60 \dots 36 \text{ см}$$

Приймаємо полічку

$$t_f = \frac{A_f}{b_f} = \frac{95,4}{36} = 2,6 \text{ см}$$

Перевірка стінки балки:

$$t_\omega \geq \frac{h_\omega}{6} \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 1,4 \geq \frac{175}{6} \sqrt{\frac{230}{2,06 \cdot 10^5}} = 1,14 \text{ см}$$

Умова виконується.

Перевіряємо місцеву стійкість стиснутої полочки:

$$\frac{0,5 \cdot (b_f - t_\omega)}{t_f} \leq 0,11 \cdot \frac{h_f}{t_\omega} = \frac{0,5 \cdot (52 - 1,4)}{2,8} \leq 0,11 \cdot \frac{175,0}{1,4}$$

Умова стійкості полочки забезпечується.

Перевіряємо балку по міцності:

$$I_x = \frac{t_\omega \cdot h_\omega^3}{12} + \frac{A_f \cdot h_f^2}{2} = \frac{1,4 \cdot 175,0^3}{12} + \frac{145,0 \cdot 175,0^2}{2} = 2853998,0 \text{ см}^4$$

$$W_{x,пл} = 2 \left( A_f \frac{h_f}{2} + \frac{t_\omega \cdot h_\omega^2}{8} \right) = 2 \left( 95,0 \cdot \frac{175}{2} + \frac{1,4 \cdot 173^2}{8} \right) = 27170,0 \text{ см}^3$$

$$\sigma_{max} = \frac{M}{W_x'} = \frac{9400,0 \cdot 10^3}{29565,0} = 218,0 \leq R_y \cdot \gamma_c = 230,0$$

Міцність балки забезпечено.

## 4. ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ

### 4.1. Характеристика інженерно - геологічних умов

В геоморфологічному відношенні майданчик приурочено до схилу вододілу р. Вавчанка, ухил паверхні простежується в західному напрямку. Абсолютні відмітки паверхні змінюється від 86,9 м до 89,1 м в балтійській системі висот.

Прі досліджені території встановлено:

- майданчик забудований вирабничими будівлями в зруйнованому стані;
- через проектуему територію проходить залізнічна калія;
- паверхневий сток талих і дощових вод здійснюється по відкритій паверхні;

- наявні канави вздовж залізничної гілки.

За характером паверхневого стоку майданчик досліджень відноситься до слабасточних.

Відповідно до геологічної будови водоносні горизонти приврочені до відкладів четвертинної системи, до пісків сарматського ярусу і до тріщинуватої зони кристалічних порід.

На території вишукувань розвинутий водоносний горизонт середнечетвертинних відкладень. Водоносний горизонт безнапірний, залягає першим від поверхні. Рівень ґрунтових вод залягає на глибині 10,9-13,0м (абс. відмітки 76,10 - 74,92).

Нормативна глибина сезонного промерзання ґрунтів 0,9 м.

Водоносний горизонт віднесено до лесовидних копісків і суглинків з прошарками пісків, з включенням карбонатів, сильно опісочений еоловим піском і належить до типу "верховодки", має спорадичне поширення.

Живлення водоносного горизонту здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів і головним чином, витоків з водоґінних комунікацій.

За результатами архівних даних, лабораторних досліджень з урахуванням фізично-механічних характеристик, віків, генезису ґрунтів згідно ДСТУ Б В.2.1-2-96 «Ґрунти. Класифікація». ДСТУ Б В.2.1-5-96 «Ґрунти. Методи статичної обробки результатів випробувань» виділені наступні інженерно-геологічні елементи.

Інженерно-геологічний розрізи ділянки представлений наступними шарами:

ІГЕ1 - Насипний шар – щебінь, шлак, будівельне сміття, перем'ятий суолинок з вмістом будівельного сміття;

ІГЕ2 - Ґрунтово-рослинний шар – суглинок темно-сірий гумисований, з корінням рослинів;

ІГЕ3 - Суглинок лесовий, бурий, вологий, твердий, з мустичними розводами карбонатів, просідний;

ІГЕ4 - Суглинок лесовий, бурий та коричнево-бурий, маловологий, твердий, з включеннями карбонатів, з прошарками та лінзів супісків;

ІГЕ5 - Суглинок лесовий, буро, жовто-бурий, маловологий, твердий, з мучнистими розводами та жорсткми карбонатів до підшви шару з прошаками та лінзами пісків, просідний за рахунок вислугування карбонатних включень, нижче РГВ водонасичений, тугопластичний.

ІГЕ6 - Суглинок лесовий, бурий, темно-бурий, водонасичений від твердого до тугопластичного з включеннями друз гіпсу, карбонатів у виді гніздів і жорсткми з прошаками та лінзами пісків мілкоого і пилюватого станів.

ІГЕ7 - Глина сіра, голубувато-сіра, зеленувато-сіра, від напівтвердої консистеції, з лінзами і прошараами піску та включеннями гіпсу та карбонатів.

ПГЕ8 - Пісок мілкий, жовто-бурий, сірий, кварцевий, водянисто-насичений, глинистий, щільний, з прошками піску гравелистого та середньої крупності і рідкими лінзами суглинку. Топогеологічний розріз представлений на рис. 4.1

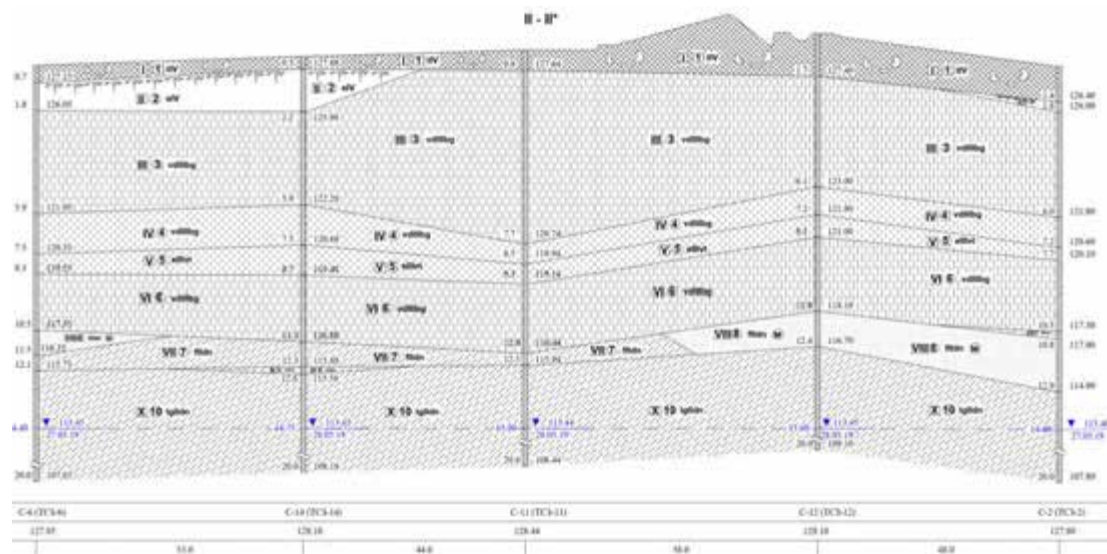


Рис. 4.1. Топогеологічний розріз проектуємої ділянки

Основою фундаментів відповідно даних інженерно-геологічних вишукувань та відповідних рекомендацій по влаштуванню фундаментів служить ґрунтовий прошарок ПГЕ-4 - Суглинок лесовий, бурий та коричнево-бурий, маловолоний, твердмй, з включеннями карбонатів, з прошарками та лінзами копісків з наступними характеристиками:

- $\rho = 1,86 \text{ г/см}^3$ ;
- $\phi = 18^\circ$ ;
- $c = 0,30 \text{ кг/см}^2$ ;
- $E = 122 \text{ кг/см}^2$ .

Фундаменти прийняті пальові. За технологіями виконання палі – забивні по попередньо просвердленим лідериним свердловинах. Палі об'єднуються в монолітний залізобетонний ростеверк.

## 4.2. Сприйнятні конструктивні рішення фундаментів силосів

Фундаменти під башту силосу зберігання зерна, 12 штук, враховуючи те, що вони виготовляються та комплектуються фірмою AGI і мають типовий розмір AGI BIN MODEL 66-28С, приймаються відокренленими, пальовими, круглої форми в плані, з монолітними залізобитонними ростеверками, з поглибленням для розташування транспортерних галерей.

Палі прийняті забивні, залізобетонні (по серії 1.011.1-10), перерізом 300x300мм, 11-го типу армування. Заглиблення палі в опорний шар ґрунтової основи повинин бути не менше 1,0 м.

Розрахункова схема плити ростеверку наведена на рис. 4.2.

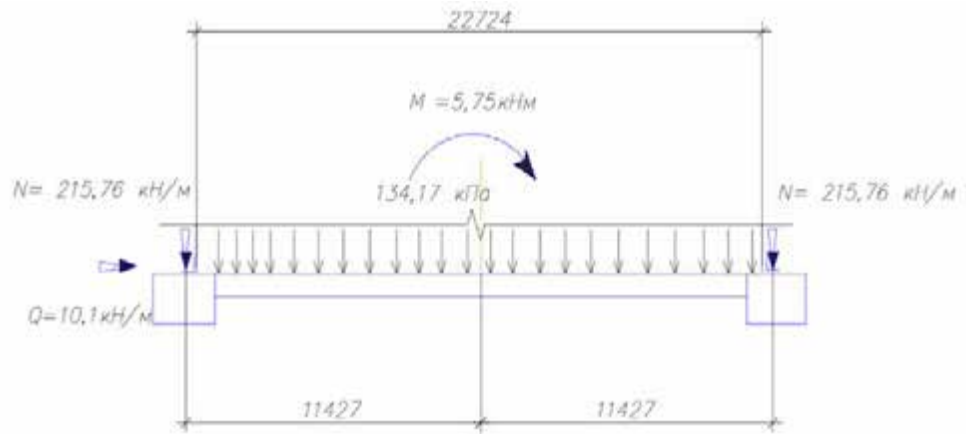


Рис. 4.2. Розрахункова схема плити ростверку

При проведенні натуральних випробувань забивної палі 300 на 300 мм статичним навантаженням, визначено сумарний опір одиначної палі становить 453,675 кН (рис. 4.3), а просідання ґрунту при замочуванні 1,1 см.

Таблиця  
значень опору забивної палі

Глибина, м	Лобовий опір, кН	Бічний опір, кН	Сумарний опір, кН
1	144,703	0	144,703
2	187,221	7,854	195,075
3	218,05	16,422	234,472
4	256,025	37,604	293,629
5	332,383	68,663	401,046
6	327,075	111,432	438,507
7	299,308	154,367	453,675
8	427,729	208,893	636,622
9	474,279	268,321	742,6
10	464,275	340,864	805,139
10,4	492,858	361,855	854,714

Розрахунок просідання ґрунтів від власної ваги при замочуванні

Глибина підшви верстви	Товща шару	Щільність сухого ґрунту	Щільність часток ґрунту	Коефіцієнт пористості	Питома вага водонасиченого ґрунту	Тиск від власної ваги ґрунту на підшви верстви	Відносна просідність при побутовому тиску	Просідання верстви
	h	$\rho_d$	$\rho$	e				
м		т/м <sup>3</sup>		д.од.	кН/м <sup>3</sup>	Мпа	д.од.	см
2,2	2,2	1,41	2,67	0,893	18,82	0,0414		
3	0,8	1,44	2,67	0,854	19,01	0,0570	0,50	0,40
4	1	1,45	2,67	0,841	19,07	0,0763	1,00	1,00
5,0	1,0	1,46	2,67	0,829	19,13	0,0957	1,48	1,48
6,5	1,5	1,47	2,67	0,816	19,19	0,1248		
6,7	0,2	1,44	2,68	0,861	19,03	0,1275	0,90	0,20
7,7	1,0	1,45	2,68	0,848	19,09	0,1470	1,10	1,10
8,4	0,7	1,56	2,68	0,795	20,23	0,1699	1,60	1,10

Рис. 4.3. Результати натурального статистичного випробування забивних палів перетином 300 на 300 мм

По результатам натуральних випробувань приймаємо максимальне розрахункове вертикальне навантаження на одиночну палю 450,00 кН (45тн).

#### 4.3. Розрахунок палевого фундаменту

До розрахунку приймаємо максимальні значення навантажень на верх обрізу ростверкування плити. Палі обираємо залізобетонні, перетином 300 на 300 мм, довжиною 7,0 м по серійному номеру 1.011.1-10, матеріал бетон С20/25, арматура А240 та А300. Оголовок палі заводимо в ростверк на 100 мм з влаштуванням арматурних випусків які зв'язуюються з арматурними сітками ростверку.

У вигляді несучого шару обираємо ґрунтовий прошарок ПЕ4 (суглинок лесовий, бурий та коричнево-бурий, маловологий, твердий, з включеннями карбонатів, з прошарками та лінзами сушіків 5,3 м). Таким чином мінімальна довжина палі з інженерно-геологічних умов буде становити:

$$l_{cb}=0,1+5,3+1,0=6,4 \text{ (м)}$$

де 1,0 – нормативне мінімальне занурення палі в несучий прошарок ґрунту.

Остаточно з конструктивних міркувань приймаємо по каталугу серії 1.011.1-10, палю довжиною 7,0 м, перерізом 300 на 300мм, гостріє палі 250 мм.

Несуча здатність палі визначається за формулою:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{CR} R A + u \sum \gamma_{cf} f_i h_i),$$

де  $\gamma_c$  - коефіцієнт умов праці,  $\gamma_c=1,0$ ;

$\gamma_{CR}$ ,  $\gamma_{cf}$  - коефіцієнти по ґрунту під нижнім кінцем палі та бічній поверхні відповідно (у нас  $\gamma_{CR}=1,2$ ;  $\gamma_{cf} = 0$ );

$R$  - розрахунковий опір під нижнім кінцем палі 1220 кН.

В нашому випадку третя о бічну поверхню палі не враховуємо. В такому випадку при  $\gamma_{cf} = 0$ , несуча здатність палі буде рівна:

$$F_d = \gamma_c \cdot R \cdot A,$$

де  $\gamma_c$  – коефіцієнт умов роботи  $\gamma_c = 1,0$ ;

$A$  – площа перетину палі ( $0,3 \cdot 0,3 = 0,09 \text{ м}^2 \approx 0,1 \text{ м}^2$ );

$$F_d = \gamma_c \cdot R \cdot A = 1,0 \cdot 1,2 \cdot 0,1 \cdot 1220 = 1454 \text{ кН} = (14,5 \text{ тн}).$$

Розрахункова несуча здатність одиночної палі становить 1512 кН = 151,2тн.

$$F_d \leq N_{\epsilon}$$

14,5тн ≤ 45,0 тн , умова виконується.

Максимальне вертикальне навантаження  $N_e$  на одну палу на підставі натурального випробування складає 450,0 кН = (45,0 тн).

Враховуючи необхідність влаштування підземної транспортної галереї з конструктивних міркувань призначаємо 104 палі з нерівною розбивочною сіткою. План пального поля див. рис. 4.4.

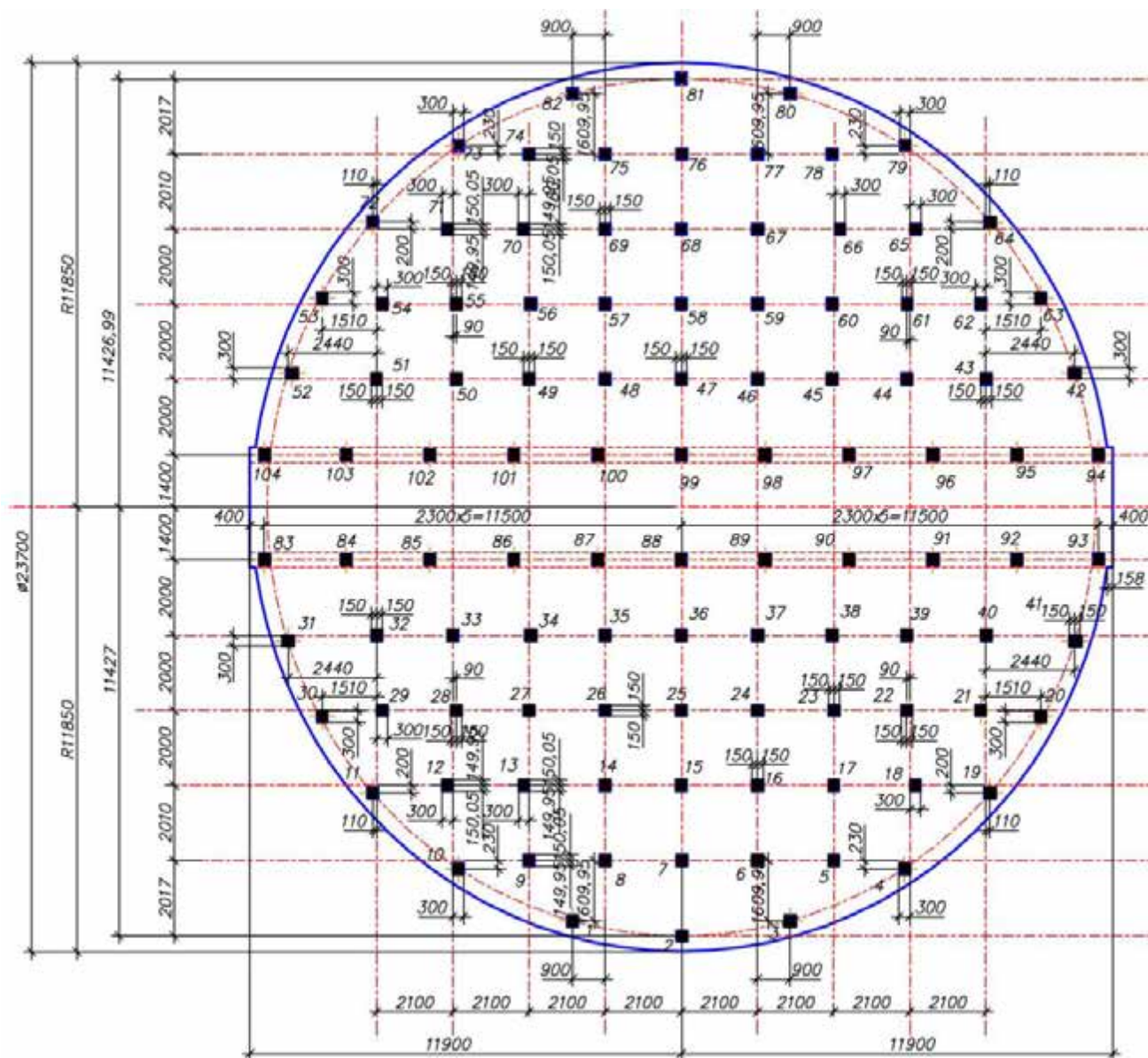


Рис. 4.4. План пального поля

#### 4.4. Рекомендації з виконання робіт та експлуатації палих фундаментів

Для запобігання виникнення нерівномірних осадок та кренів під час експлуатації, башти силосу першої черги будівництва передбачено завантажувати одночасно, до повних об'ємів, з витриманням повним завантаженням не менше півтори місяців.

З метою запобігання впливів занурення палей на існуючі споруди, палі під башти силосу другої і третьої черг будівництва виконувати методом тисків.

Після закінчення будівництва при завнтажені баштів силосу з метою зменшення можливих нерівноіірних осідань фундаменту, необхідно провести первинне обтискання пальової основи рівномірнм навантаженням наступним чином:

1. Це навантаження створюється власною вагою башти силосу і первісним завантаженням сипким митеріалом, котрий буде зберігатися у силосі.
2. Первісне завантаження силосу проводиться в три черги рівномірно по всій площині, причому кожна черга дорівнює 1/3 висоти стіни силосу.
3. В процесі первісного завантажння силосу, здійсненого на протязі місяця виконується щоденне спостереження за осіданням фундаменту і станом конструкцій силосу.
4. Після закінчення повної загрузки силосу споитереження продовжують ще на протязі місяця до стабілізації осідання.
5. Для спостереження за осіданням на фундаментах установлюються репери.
6. В період первісного завантаження неівеліровка репирів проводиться щоденно.
7. Первісне розвантаження силосу ведеться в зворотньому первісному завантаженню.
8. Башти силосів завантвжувати у шаховому порядку через один.

## **5 ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА**

### **На зведення башти силосу типорозміром AGI BIN MODEL 66-28C**

#### **5.1. Сфера застосування**

Технологічна карта розроблена на весь комплекс будівельно-монтажнмх робіт до якого входить технологічнв послідовність її зведення:

1. Підготовка будівельного майданчика;
2. Транспортування конструкцій;
3. Підйом та зборка конструктивних елементвв;
4. Монтажне зварювання на місці;
4. Фінальні перевірки;
5. Антикоровзійний захист металивих конструкцій.

Будівельно-монтажні роботи повинні виконуватися спеціалізованою монтажною організацією, що має ліцензіювання на право виконмння даного виду робіт. Будівельнп організація повинна бути забезпечена кваліфікованими

фахівцями з правом виконання даного виду робіт, необхідними машинами, механізмами, транспортними засобами. Обладнання, якого бракує, може бути залучено на умовах оренди або на умовах субпідрядного договору.

## 5.2. Загальна характеристика башти силосу

Основні конструктивні елементи металевої башти силосу типорозмірім AGI BIN MODEL 66-28С наведено рис. 5.1. та табл. 5.1.

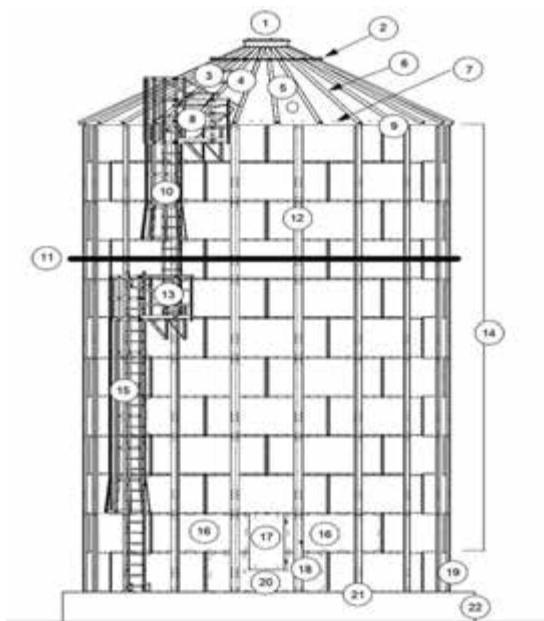


Рис. 5.1. Основні збірочні одиниці башти силосу AGI BIN MODEL 66-28С

Таблиця 5.1

Основні конструктивні елементи башти силосу AGI BIN MODEL 66-28С

№	Назва конструкції, виробу, деталі	Примітка
1	2	3
1	Засипна кришка з опорами	комплект
2	Кільця зводу купола	елементи
3	Покривельна дробина	комплект
4	Оглядовий люк	комплект
5	Вентиляційні листи	комплект
6	Редра жорсткості покрівлі	елементи
7	Секція кута кільця купола	елементи
8	Верхня площадка бокової дробини	комплект
9	Захист від птахів по карнізу покрівлі	елементи

10	Верхня бічна дробина та каркас безпеки	комплект
11	Кільцева ферма жорсткості обшивки	елементи
12	Бокові ребра жорсткості та стикові накладки	елементи
13	Проміжна площадка бічної дробини	комплект
14	Стінові листи	елементи
15	Нижня бічна дробина та каркас безпеки	елементи
16	Короткий боковий дверний лист	комплект
17	Двері	комплект
18	Нижній лист з дверним отвором	комплект
19	Листи нижнього ярусу (перфорація для вентиляції)	елементи
20	Вивантажувач бункера	комплект
21	Опорні пластини ребер жорсткості	елементи
22	Фундамент	

### **5.3. Вимоги до конструктивних елементів та комплектуючих**

Конструкції та комплектуючих повинні виготовлятися згідно з кресленнями КМД, розроблених за робочою документацією КМ.

Всі занкнуті профілі мають бути герметизовано шляхом встановлення заглушок та зваркм суцільними швами, які перешкоджають попаданню волог всередину цих елементів.

Марки сталі вказані на кресленнях вузлів, у відомості елементів та специфікації металопрокату. Стандарти на металопрокат повнні бути вказані у специфікації металопрокату.

Металоконструкції виготовляти згідно з відповідності з ДБН В.2.6-163:2010 «Сталеві конструкції», ДСТУ Б В.2.6-75:2008 «Конструкції металеві будівельні» та вимогами даного проекту.

При виконанні монтажних робіт необхідно керуватись ДБН В .2.6-163:2010 «Сталеві конструкції. Норми проектування виготмвлення та монтажу», ДСТУ Б В.2.6-200:2014 «Конструкції металеві будівельні. Вимоги до монтажу», ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова бизпека в будівництві».

Монтаж конструкцій вести за проектом виконання робіт, розробленим спеціальною організацією.

- Граничні відхилення конструкцій від проекту прийняти з таблицею 3.5.1 ДБН В.2.6-163:2010.

Проект розроблено для будівництва в літніх умовах. При будівництві у зимових умовах враховувати вказівки по монтажу конструкцій у зимовий період згідно з ДБН В.2.6-163:2010, ДСТУ Б В.2.6-200:2014.

#### **5.4. Вимоги до з'єднання конструкцій**

Всі заводські з'єднання конструкцій зварні. Монтажні з'єднання - зварні та болтві.

Катети не оговорених та не розрахункових зварних швів прийняти мінімальними за табл .16.1 ДБН В.2.6-198:2014.

Для заводських з'єднань елементів конструкцій застосовувати автоматичне і напівавтоматичні зварювання, для монтажних з'єднань - ручне дугове зварювання.

Монтажні з'єднання елементів виконувати на болтах нормальної міцності та на монтажному зварюванні.

Болти для монтажних з'єднань М16 (крім оговорених на кресленнях) класу точності В за класом міцності 5.8, гайки класу міцності 4.

Для запобігання самовідгвинчування гайок болтів нормальної міцності забезпечується установка контргайок або пружинних шайбів. Спільна установка круглих і пружинних шайб не допускається .

Всі зварні шви контролювати візуальним способом та за допомогою ультразвукової діагностики.

Всі елементи з неоговореними зусиллями прикріпити на зусилля 3,0 тс.

#### **5.5. Послідовність технології виконання робіт**

Технологічна послідовність монтажів башти силосу складається з п'яти основних етапів:

**1. Підготовка будівельного майданчика.** Перед початку монтажу необхідно підготувати будівельний простір. Це включає вирівнювання поверхні, встановлення тимчасових об'єктів та підготовку необхідного обладнання.

**2. Транспортування конструкцій.** Готові металоелементні конструкції доставляються на будівельний майданчик замовника за допомогою спеціального транспорту. При цьому постачання повинно здійснюватися постійно та ритмічно, без будь-яких пошкоджень конструкцій, виробів та комплектуючих.

**3. Підйом та встановлення.** Монтаж металоелементних конструкцій здійснюється за допомогою підйомників з лебідками та крану «Като КА 900» (зі стрілою 30,5 м) та іншого будівельного обладнання. Конструкції встановлюються у відповідності до проектних креслень, після чого проводиться їх надійне закріплення.

**4. Зварювання на місці.** Окремі конструкції силосу (враховуючи їхні габарити, рис. 5.2) збираються безпосередньо на будівельному майданчику із поставки комплектуючих з допомогою електрозварки та болтових з'єднань. Після зварювання та з'єднання конструкцій на місці вони монтуються з допомогою крана «Като КА 900».

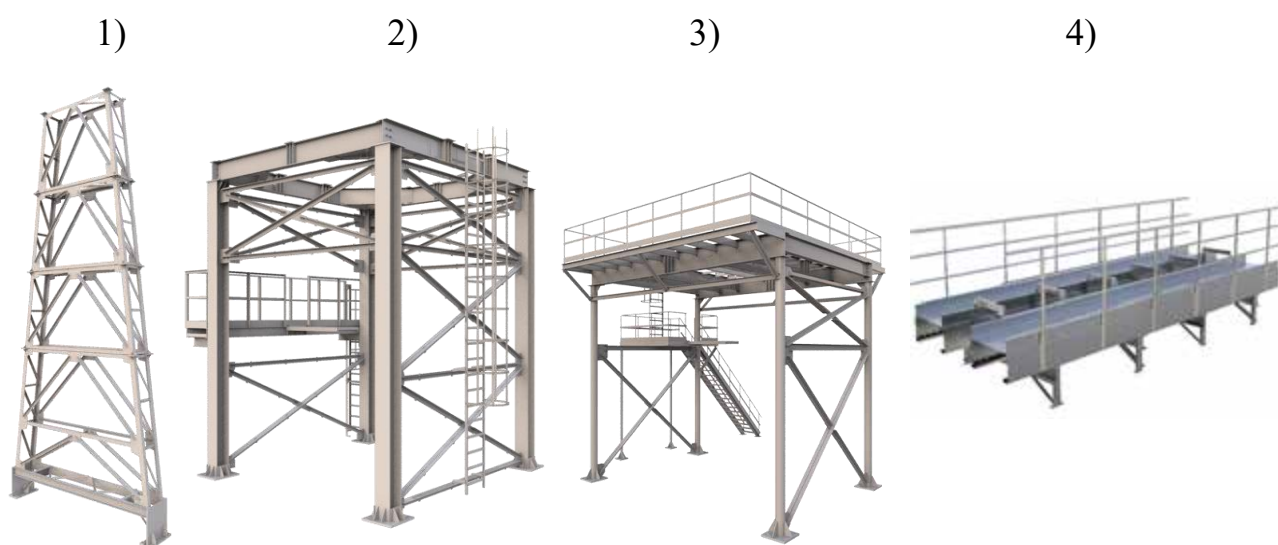


Рис. 5.2. Конструктивні елементи що збираються на будівельному майданчику з комплектуючих і монтується після завершення зведення башти силосу:

1 - опори транспортних мостиків; 2 - норійна вежа; 3 - естакада завантаження автотранспорту; 4 - транспортні та перехідні мостики

**4. Фінальні перевірки.** Після завершення усіх монтажних-будівельних робіт проводиться ретельна перевірка всіх з'єднань та вузлів башти силосу. Перевірку проводять: представники служби геодезичного контролю, технічного нагляду, замовника та генпроектувальника. По результатах перевірки складається акт. В разі виявлення відхилень від проекту генпідрядник доопрацьовує недоліки та забезпечує проведення повторної перевірки.

**5. Антикоровий захист.** Для забезпечення довговічності металоконструкцій проводиться обробка антикорозійними складами. Це можуть бути фарбування, оцинкування або нанесення спеціальних покриттів відповідно до прийнятих проектних рішень.

#### **5.6. Основні процеси та операції по зведенню башти силосу**

**Підготовка конструкцій силосу до монтажу.** Транспортування складальних одиниць і деталей, що входять до складу башти силосу, від місяця одержання до місця монтажу необхідно проводити в транспортному пакуванні, виготовленому підприємством - виробником силосів.

Розпакування складальних одиниць і деталей, що входять до складу корпусу силосу, необхідно проводити із застосуванням способів та інструментів, що виключають деформацію вузлів і деталей, а також ушкодження їхніх захисних покриттів.

Після розпакування проводиться огляд складальних одиниць і деталей, що входять до складу корпусів силосу, під час якого необхідно перевірити відсутність деформацій і пошкоджень вузлів і деталей, а також їхню комплектність.

Перевірка комплектності деталей і вузлів кожних силосів здійснюється за комп'ютерною відомістю, що додається до паспорта.

Для монтажу силосів використовуються спеціальні пристосування та обладнання для того, щоб втримувати внутрішнє кільце даху силосу на належній висоті по центіву ємності (монтажні підйомники).

**Монтажні підйомники.** Монтажні підйомники з лебідками встановлюються із розрахунку - один підйомник на кожний бічний лист силосу (рис. 5.3). Це дозволить звести до мінімуму деформацію бічних листів під час монтажу.

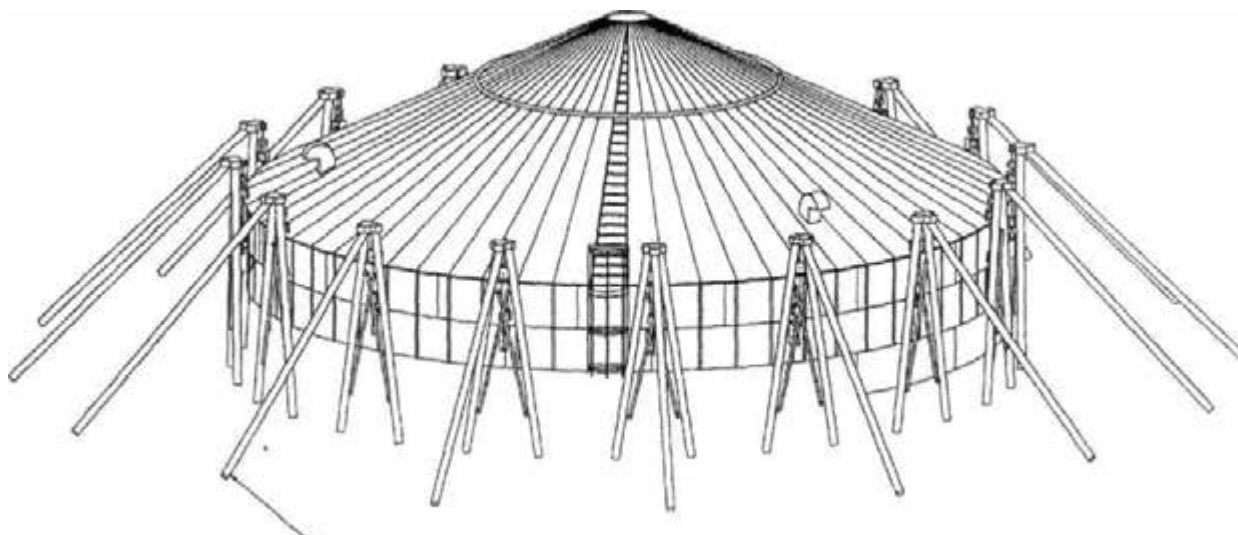


Рис. 5.3. Встановлення підйомників з лебідками

Якщо не буде використано рекомендовану кількість лебідок (виробником силосів), це може призвести до деформації або нахилу стінки всередину або назовні, або навіть до непередбачуваної деформації бічного листа.

Необхідно, щоб вантажопідйомність лебідок (талів) підйомників, які використовуються під час монтажу, відповідала вантажопідйомності, зазначеній виробником силосів у паспорті.

Не слід перевищувати допустиму вантажопідйомність лебідок. Необхідно завжди перевіряйте вагу усіх комплектуючих, щоб забезпечити надійну і безаварійну процедуру монтажу.

У разі виникнення необхідності залишити конструкцію на місці зведення на будь-який проміжок часу до того, як монтаж буде завершено і ємність буде закріплена анкерами до бетонної основи, ємність має бути добре скріплена тимчасовим крипленням.

**Збірка конструкцій силосу.** Складання корпусу силосу необхідно проводити в такому порядку:

- 1) складання каркаса даху;
- 2) складення даху;
- 3) складання корпусу силосу.

Складання корпусу силосу проводять зверху - вниз, методом нарощування, за допомогою спеціальних монтажних пристосувань або вантажопідйомною технікою.

Нумерація ярусів корпусу силосу починається з верхнього ярусу.

Для забезпечення правильного складання ярусу силосу необхідно проводити встановлення панелей відповідно до монтажних схем.

Перевірити правильність встановлення всього силосу в зборі (корпус і конусне днище силосу на опорній основі) необхідно провести після закінчення всіх складально-монтажних роботи. За необхідності, можливо зробити вирівнювання вертикальності встановленого силосу за допомогою сталевих підкладок під опори силосу, з подальшим заливанням бетонним розчином наявних щілин. У разі встановлення силосу без опорної основи необхідно провести затягування гайок анкерних болтів. Будь-які зазори між фундаментом і опорними поверхнями днища силосу - не допускаються!

Демонтувати монтажні підйомники, зовнішні та внутрішні риштування, за необхідності, відновити пошкоджені лакофарбові покриття. Встановити відсутні сходи обслуговування з огорожами на конусному днищі силосу, прокласти кабель зниження від датчика рівня вздовж сходів обслуговування і закріпити табличку з маркуванням силосу.

Після закінчення складально-монтажних робіт до силосу приєднують завантажувальний зерноправід, за необхідності встановлюють і приєднують до вступних патрубків вентилятори, укріплюють термпідвіски з кабелями зниження і блоками живлення, підводять електроживлення до джерел споживання - вентиляторів і блоку живлення термпідвісок, а також під'єднують до контуру заземлення.

Правильність складання силосу необхідно пред'явити інженеру з технічного нагляду, замовнику і представнику проектної організації, про що складається акт виконання складально-монтажних робіт.

№ п.п	Найменування відхилення	Відхилення, що допускається
-------	-------------------------	-----------------------------

### 5.7. Механізми, пристрої та транспортні засоби

Необхідна кількість механізмів, пристроїв та транспортних засобів для виконання всього комплексу будівельно-монтажних робіт із зведення однієї башти силосу AGI BIN MODEL 66-28С визначено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2

№ п.п.	Найменування та марка механізму	Кількість	Примітка
1	2	3	4
1	Бульдозер ДТ - 75	1	Підготовка території. Земляні та планувальні роботи
2	Екскаватор ЕО-3322	1	
3	Самоскид ЗІЛ, вантажопідъемність 5,0 тон	3	
4	Самоскид КАМАЗ, вантажопідъемність 20,0 т	2	
5	Універсальна установка УСВ-120	1	Занурення палів
6	Кран «Като КА 900» зі стрілою 30,5 м	1	Монтажні роботи
7	Площинний ущільнювач - ГВР 1,25	1	Влаштування монолітних залізобетонних фундаментів
8	Зварювальний трансформатор ТД-500	1	
9	Міксери для транспортування бетону 6,0 м <sup>3</sup>	2	
10	Компресор ПСРК 5 - 25	1	
11	Глибинний вібратор типу ИВ-67	1	
12	Поверхневий вібратор марки С-414	1	
13	Каток дорожній АМКОДОР - 6631	1	Благоустрій

### 5.8. Гранично припустимі відхилення конструкцій від проекту

В процесі монтажу металоконструкцій башти силосу допустимі відхилення від проекту які наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3

1	Верхня площина опорної плити:	
	- за висотою	$\pm 1,5$ мм
	- за ухилом	1/1500
2	Поверх фундаменту:	
	- за висотою	$\pm 5$ мм
	- за ухилом	1/1000
3	Зсуви анкерних болтів у плані:	
	- розташованих усередині контуру опори конструкції	5 мм
	- розташованих ззовні контуру опори конструкцій	10 мм
4	Відхил верхнього анкерного болта від проекту	+20 мм; - 0 мм
5	Відхил довжини нарезки анкерного болта	+30 мм; - 0 мм

Допустимі відхилення від проекту

### 5.9. Вимоги до виконавчої документації

Под час виконання будивельно-монтажних робіт по зведенню башти силосу типорозмером AGI BIN MODEL 66-28С в обов'язковому порядку ведуться виконавчи документи:

- акти приймання пріхованих робіт;
- документи (сертифікати, паспорти тощо), що засвідчують якість матеріалів (сталі, сталевих канатів, металевих виробів, електродів, електродного дроту та інших зварювальних матеріалів, а також матеріалів для фарбування), використаних под час монтажу і які ввійшли до складу споруди;
- дані про результати геодезичних вимірів при перевірці сітки осей фундаментів і установце конструкцій;
- журнали виконання робіт;
- акти випробування сталевих конструкцій;
- документи про контроль якості зварних з'єднань;
- описи посвідчень (дипломів) про кваліфікацію зварювальників, котрі виконували зварювання конструкцій під час мантажу;
- опеси посвідчень про кваліфікацію робітників, котрі виконували встановлення високомицних болтів;

- акті на форбування, яке виконувалось під час монтажу.

### 5.10. Заходи з охорони праці та техніки безпеки

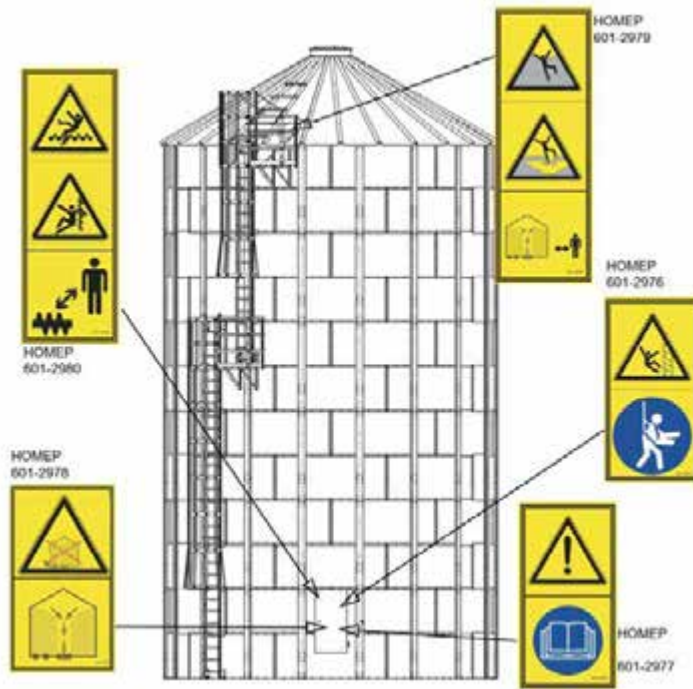


Рис. 5.4. Розміщення міжнародних знаків безпеки

Таблиця 5.4

#### Небезпеки та заходи з їх попередження

№	Знак	Визначення небезпеки	Заходи
1	601-2976	Небезпечність падіння	Використання ременів безпеки та альпіністського знаряддя
2	601-2977	Небезпека обладнання	Проведення інструктажу
3	601-2978	Небезпечність руйнування бункеру	Встановлення тимчасових підпірок при монтажі
4	601-2979	Небезпека отруєння чадними газами	Захисні маски
5	601-2980	Небезпека – обертаючі механізми	Проведення інструктажу

## 6. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

### 6.1. Загальні дані

Органзація будівництва зернового елеватора потужністю 36,0 тис. тон м. Будичани з влаштуванням шести металевих башт силосу типорозміром АГІ

VIN MODEL 66-28C та адміністративно-побутовим корпусом, розроблена відповідно до вимог ДБН А.3.1-5-96 «Організація будівельного виробництва».

Будівництво проектуємого об'єкта здійснюється відповідно до розробленої та погодженої в устновленому порядку робочої проектної документації, на підставі зареєстрованої Декларації на початок виконання будівельних робіт (ст. 34 ЗУ «Про регулювання містобудівельної діяльності»).

Проект організації будівництва є основою для:

- розподілу обсягів будівельно-монтажних робіт за періодами будівництва;
- проведення організаційно-технічної підготовки будівництва, що включає забезпечення кадрами, матеріально-технічними ресурсами та обладнанням;
- розроблення проектів виконання робіт.

Забезпечення будівництва конструкціями, виробами та матеріалами здійснюється за транспартними схемами, цінниками на місцеві будівельні матеріали, вироби і конструкції для будівництва в Україні за договірними цінами. При чому, прадукція, що поставляється, має бути сертифікована.

Будівництво передбачено пооб'єктно, потоковим методом, з комплексною механізацією та сумищенням у часі основних виробничих процесів.

Будівництво проектуваного об'єкта виконується у два періоди:

- підготовчий;
- асновний.

**Підготовчий період.** Складають роботи, що забезпечують нормальні умови виконання всього комплексу будівельно-мантажних робіт, складських і транспортних операцій протягом усього періоду будівництва:

- агородження будівельного майданчика;
- винесення наявних інженерних мереж з-під плями забудови;
- геодезичні разбивочні роботи для прокладання інженерних мереж та зведення споруд і будівель;
- влаштування тимчасових інженерних комунікацій;
- влаштування тимчасових доріг на території будівельного майданчика;
- влаштування побутових приміщень для будивельників з підведенням тимчасових мереж до санітарно-побутових приміщень;

- влоштування складських майданчиків і приміщень для будматеріалів.

**Основний період.** Передбачіно:

- влаштування фундаментів;
- мантаж башти силосу;
- мантаж обладнання;
- пусканалагоджувальні роботи;
- прокладання інженерних мереж і комунікацій;
- благоустрій території;
- ввід аб'єкта в експлуатацію.

**6.2. Основні положення з організації будівельного генерального плану**

організація будівельного виробництва на майданчику показана на генеральному будівельному плані (див. креслення).

Під час підготовки до виконання будівельно-монтажних робіт має бути розроблено проект виконання робіт, погоджений усіма організаціями, які беруть участь у будівництві.

Будівництво проєктованих об'єктів необхідно виконувати за робочими кресленнями у повній відповідності з ПВР (проект виконання робіт). У проекті виконання робіт має бути уточнено терміни виконання робіт, обрано найефективніші машини, механізми та способи виконання робіт з урахуванням вимог правил техніки безпеки, ахорони праці, дотримання вимог пожежної безпеки на будівельному майданчику. Об'єктами, що визначають тривалість основного періоду будівництва, є металеві силоси для зберігання зернових культур та адміністративно-побутовий корпус.

Реалізація асновних функцій управління будівництвом (планування, контроль і облік) визначається наявними формами управління чинною структураю генпідрядника.

На підставі прийнятих под час проєктування об'ємно-планувальних, конструктивних і технологічних рішень цим проектом організації будівництва рекомендуються методи виконання основних будівельно-монтажних робіт.

Будівництво основних об'єктів здійснюється одним потоком, що підрозділяється на такі спеціалізовані види робіт:

- земляні роботи;
- влаштування пального поля;
- монолітних ростверків і фундаментів;
- зворотне засипання глинистого ґрунту з ущільненням;
- мантаж металевих конструкцій силосу;
- оздоблювальні роботи;
- мантаж і налагодження обладнання.

Будівництво всіх інших об'єктів здійснюється самостійними об'єктними потоками, що функціонують у часі паралельно будівництву основних об'єктів.

Всі будівельно-монтажні роботи виконуються під безпосереднім керівництвом майстра (виконроба).

При виконанні робіт необхідно суворо дотримуватись вимог ДБН «Техніка безпеки в будівництві», «Правил будови та безпечної експлуатації вантажопідйомних механізмів» ДНАОП 0.00-1.03-02.

### **6.3. Проект будівельного генерального плану**

До початку будівельно-монтажних робіт територія будівельного майданчика повинна бути агороджена та з'єднана проїздом з існуючою транспортною інфраструктурою згідно ДСТУ 12.4.059-99. ССБТ.

Границю будівельної площадки та небезпечні зони роботи крана необхідно позначити добре видимими попереджувальними знаками безпеки та написами встановленої форми згідно ДСТУ 12.4.026-96\*. Доступ сторонніх осіб на територію будмайданчика забороняється.

В'їзд та виїзд на майданчик автотранспорту та іншої будівельної техніки визначається головним виконавцем робіт із затвердженням схеми руху по території. Щит зі схемаю руху транспорту та аб'єктами будівництва необхідно розмістити біля в'їзду на території будмайданчика. На будгенплані показано два в'їзди для автотранспорту на період виконання надземних частин будівель.

Схема руху транспорту і схема тимчасових дорог повинні забезпечити підїзд в зону дії монтажних і вантажно-розвантажувальних механізмів, до засобів вертикального транспорту, складам, побутових приміщень. Будівельні дороги повинні бути кільцеві з наскрізним проїздом та майданчиками розвороту та ведстою транспортних засобів.

Будівельним генеральним планом передбачена комплексна механізація робіт та централізоване постачання конструкцій, виробів і матеріалів.

Звернути увагу! Кран під час ведення будівельно - монтажних робіт на будь-якій стоянці необхідно огородити інвентарною сигнальною огорожею згідно ДСТУ 23407-98 на відалі 1,0м від поворотної частини крана при будь-якому його положженні.

Для здійснення всього комплексу будівельно-монтажних робіт передбачається зведення тимчасових зборно-розбірних контейнерних, пересувних адміністративно-господарських будівель та споруд. Вони розташовані поза зоною дії крана з урахуванням пожежної безпеки стосовно безпечних зон між ними та іншими будівельними спорудами.

У випадку роботи в темну частину доби робочі місця освітлювати додатково переносними прожекторами.

Постачання будівельного майданчика електроенергією, водою та мережами водовідведення здійснювати по постійній схемі згідно представлених технічних умов відповідних організацій. Електропостачання здійснюється від існуючої ТП. Водопостачання здійснюється від існуючої водопровідної мережі.

Інженерні комунікації прокладаються в траншеях, які риються відкритим способом екскаватором на відповідну глибину згідно технічних умов на їх прокладання.

Для потреб пожежогасіння під час будівництва встановлюються щити з протипожежним інвентарем, бочки з водою, ящики з піском.

### **6.3.1. Виконання земляних робіт**

До початку виконання земляних робіт необхідно провести геодезичну розбивку та встановити обноску для закріплення осей. Місця накладення котловану, що розробляються, на зони наявних підземних та повітряних комунікацій мають бути позначені на генплані.

Виконання земляних робіт необхідно вести відповідно з дотриманням вимог ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 та вимог «Земляні споруди, основи та фундаменти» з урахуванням вимог, викладених у проєкті.

Перед початком виконання земляних робіт при необхідності необхідно відвести поверхневі води за допомогою спеціальних постійних пристроїв.

Розміри котловану повинні відповідати вимогам Технологічної карти на розробку котловану. Виїмка ґрунту по дна котловану повинна не перевищувати проєктні позначки встановлені у ППР.

Розробку ґрунту котловану необхідно виконувати за допомогою екскаватора з зворотною лопатою, ємністю ковша не менш 0,5 м<sup>3</sup>. Розроблений ґрунт відразу вантажиться та транспортується автосамоскидами в місця відсіпки.

Зворотнє засипання і вертикальне планування виконувати вручну. Ущільнення ґрунту в пазуках котлованів і траншей виконати пошарово пневматичними тромбуваннями.

### **6.3.2. Влаштування пальового поля**

Виконання робіт із влаштування пальових фундаментів виконується відповідно до вимог ПВР. Для фіксації вертикальних позначок на будмайнанчику встановлюється та закріплюється постійний репер. Репер прив'язується до знаків державного управління геодезії та картографії прецизійним нівеліром. Абсолютна позначка проставляється на репері. Геодезичною службою виконується розбивка та закріплення головних осей фундаментів под си́лоси - поздовжньої і паперечної. Осі пальових радів закріплюються створеними знаками або виносяться на обноску.

Вдавлення паль виконувати установкою УСВ120. Занурення паль виконувати в лідерні свердловини. Перед зануренням паль перевіряється технічна документація на палі, їх маркування та нанесення розмітки по

довжині паль. Палі занурюють до заданій проектної пазначки. Під час занурення паль необхідно спостерігати:

- чи не відбувалася зміщення осі палі від проектного положення;
- чи працювало абладнання під час занурення паль - справно.

Точність занурення паль у плані не павинна перевищувати значення  $\pm 0,2d$ .

### **6.3.3. Виконання бетонних робіт**

Фундаменти, приямки, вставки між силосами запроєктовані монолітними бетонними та залізобетонними. Влаштування монолітних конструкцій необхідно виконувати відповідно до робочих креслень, проекту виконання робіт.

Установлення та распалублення монолітних конструкцій, проводяться за ППР. Допустима міцність бетону під час распалубки – не менш 25,0 МПа .

Конструкції і габаритні розміри монолітних виробів характеризуються повторюваністю, що робить дацільним використання інвентарної щитової опалубки блок-форм (разбірно-переставної). Арматура і щити апалубки до місця встановлення подаються монтажними кранами.

Бетоні сумішами паставляються на будівництво централізовано. Транспортування та падачу бетонних сумішей здійснюється спеціалізованими засобами.

Ущільнення бетонної суміші в конструкціях здійснювати глибинними вібраторами типу ИВ-67, а беонних підготовок і днищч - паверхневими вібраторами марки С-414.

У разі перерви в бетануванні конструкцій, під час продовження бетонних робіт робочі шви бетонування повинні ачищатися від бруду і пилу, оброблятися піскоструминним опаратом і прамиватися водою.

Заходи з догляду за бетоном, порядок і строки їх проведення, контроль за їх викананням і строки распалубки повинні встановлюватися ППР.

Гідроізоляція фундаментів виконана сумішшю CR65 (ДСТУ Б В.2.7. – 126:2011), торгової марки «CERAZIT».

#### **6.3.4. Виконання монтажних робіт**

Всі мантажні роботи спроектовано з дотриманням відповідних глав ДБН В.2.6-135:2010 «Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу».

Основними мантажними кранами на будівництві проєктованих будівель і споруд прийняті:

- пневмоколісний кран КС-5363 - мантаж конструкцій АБК (адміністративно-побутовий корпус) і конструкцій дапоміжних споруд;
- автокран Kato KA 900 - зведення каркасу башти силосу.

Для руху і стоянок монтажних кранів в осях будівель і навколо споруд необхідно спланувати майданчики та укласти дорожні плити. Місце роботи монтажного механізму огорожується.

Монтажні роботи ведуться згідно з будгепланом з дотриманням вимог:

- будівельно-монтажні роботи виконуються за принципом «на себе», за якого раніше виконуються найвіддаленіші від крана роботи, потім послідовно всі інші, для того щоб не допускати поштовхів і ударів по раніше змонтованих конструкціях;
- послідовність робіт повина забезпечувати стійкість і геометричну незмінність виконаних частин будівлі або споруди на всіх стадіях робіт;
- подача елементів у зону робіт краном повинна забезпечувати їхнє положення, що відповідає проєктному. Звільнити конструкції від стропування можна тільки після їх надійного закріплення.

Монтаж металевих силосів виконує організація, що має ліцензію на цей вид робіт і досвід на виконання аналогічних робіт.

Під час монтажу слід дотримуватися технолагічної послідовності виконання робіт відповідно до вказівок ззаводу-виготовлювача.

Пастачання листових канструкцій на будівельний майданчик має бути комплектним. Необхідно датримуватися додаткових заходів обережності, що не допускають пашкодження крайок і деформацій листів.

Має бути приділена велика увага до контролю постачання, зберігання деталей металевих силосів та їх складання.

**Вимоги постачання конструкцій силосу.** Оцинкованні конструкції, вироби та деталі силосу у разі потрапляння вологи на них, можуть бути пошкоджені електрохімічною корозією (біла іржа). Всі конструкції та комплектуючі поставляються в герметичних контейнерах і тарі з відповідним маркуванням. Якщо оцинковані деталі корпусу силосу не будуть змонтовані протягом десяти днів, необхідно зберігати їх у транспортних контейнерах і пакуванні досить високо, щоб забезпечити циркуляцію повітря під пакуванням і запобігти потраплянню вад в пакування. Необхідно забезпечити зберігання таким чином, щоб одін кінець транспортного контейнера був щонайменше на 15 см вище за інший. Підкласти опору для довгих упаковок по центру і по краях. Щоб дощ не потрапляв всередину упаковок, укрітити брезентом. При цьому циркуляція повітря має зберігатися між обгорнутими краями і землею. Для укріття виробів не використовуються полімерні матеріали.

У разі, якщо силоси не будуть змонтовані протягом десяти днів, необхідно забезпечити зберігання оцинкованих деталей і вузлів силосу всередині сухого провітрюваного закритого приміщення. Зберігання понад шість місяців навіть усередині приміщення не рекомендується.

Якщо під час отримання поставки булґ виявлено білі плями, про це необхідно без зволікання повідомити у відділ збуту заводу-виробника.

Перед тим як приступати до фактичного монтажу та встановлення силосу в проектне положення, необхідно ознайомитися з інструкцією по монтажу.

#### **6.3.5. Виконання робіт по монтажу обладнання**

Для монтажу обладнання пропонується використовувати крім спеціального обладнання і підйомно-транспортне, задіяне на виробництві будівельних робіт. У проекті силосів враховано влаштування монтажних прорізів для забезпечення безперешкодної подачі елементів технологічного та інженерного обладнання до місць його встановлення. Фактичні габаритні розміри прорізів необхідно уточнити по місцю з урахуванням можливості укрупнювального складання окремих елементів у блоки.

Для укрупнювального складання і зберігання абладнання, що надходить на будівництво, передбачено влаштування майданчиків і навісів.

### **6.3.6. Виконання робіт у зимовий час**

До настання періоду від'ємних температур зовнішнього повітря мають бути виконані такі оснавні заходи:

- завезено на будмайданчик необхідну кількість утеплювальних матеріалів (тирси, шлаку, повсті, матів солом'яних і очеретяних) та організовано їх зберігання;
- підготовлено майданчик для виконання земляних робіт у зимовий час із засипанням необхідних ділянок утеплювальними матеріалами.
- підготовлено механізми і пристосування для розроблення мерзлого ґрунту в зимових умовах.

При виконанні работ повині дотримуватися таких умов:

- бетону суміш укладати в конструкції тільки на очищену теплу основу;
- зварювання деталей металоконструкцій з маловуглецевих сталей СТЗ при температурі зовнішнього повітря мінус 30<sup>0</sup>С і нижче, а також зварювання конструкцій із середньовуглецевих і низьковуглецевих сталей при температурі мінус 20<sup>0</sup>С і нижче проводити забороняється.

Малярські роботи виконуються в опалювальних приміщеннях або із застосуванням морозостійких фарб.

### **6.4. Адміністративні та побутові тимчасові приміщення**

Всі адміністративні та санітарно-побутові приміщення, місця відпочинку, проходи для людей, які влаштовуються на будівельному майданчику розташовуються за межами небезпечних зон.

Установки (точки) для вживання питної води облаштовуються на відстані не більше ніж 75,0 м по горизонталі і не більше ніж 10,0 м по вертикалі від робочих місць.

Для організації адміністративних, побутових та складських приміщень використаємо інвентарні шчитові збірно-розбірні будинки. Їх розташування на будгенплані виконуємо з урахуванням рози вітрів із навітрянної сторони пануючих вітрів. Розташування інвентарних тимчасових будівель, прив'язка їх до місцевості наведено на кресленнях будівельного генерального плану (див.

креслення). Номенклатура та необхідна кількість таких приміщень наведено у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1

Інвентарні щитові збірно-розбірні будинки

№ на плані	Найменування	Кіл-ть, шт	Розміри, м
1	Прохідна	2	4,0x2,0
2	Контора виконроба	1	2,0x2,0
3	Контора субпідрядника	1	2,0x2,0
4	Майстерня	1	4,0x5,0
5	Комора	1	4,0x4,5
6	Гардероби з умивальниками чоловічі	2	4,5x6,0
7	Гардероби з умивальниками жіночі	1	2,0x5,0
8	Приміщення для приймання їжі	1	6,0x8.5
9	Душові чоловічі	1	4,0x6,0
10	Душові жіночі	1	2,0x3,0
11	Медпункт	1	3,0x4,0
12	Туалет	1	2,0x3,0
13	Приміщення для сушіння одягу	1	2,0x3,0

### 6.5. Вибір монтажних кранів

Вантажопідйомність та висота кранів залежать від вильоту стріли, тому вибір крану полягає у визначенні необхідної довжини стріли, та відповідно параметрів вантажопідйомності та монтажної висоти.

Для виконання комплексу монтажних-будівельних робіт по зведенню шести башт силосу та АПК необхідно різні крани враховуючи габарити об'єктів (рис. 6.1., 6.3.).

Крани підбираємо по необхідним монтажним характеристикам в залежності від розмірів об'єктів в плані, по висоті, ваги та розмірів конструкцій, тобто по трьом основним параметрам:

- максимальна маса конструкції  $Q$ , т;
- максимальна монтажна висота  $H$ , м;
- максимальний вилет стріли при максимальній масі конструкції  $L$ , м.

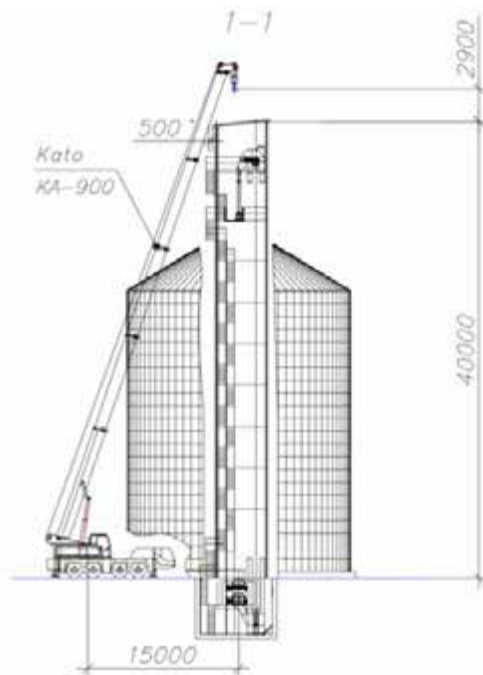


Рис. 6.1. Параметри башті силосу типорозміром AGI BIN MODEL 66-28С

За технічними характеристиками, техніко-економічними показниками і враховуючи наявну базу механізації ген підрядної організації найбільш доцільно використовувати кран Kato KA-900. Технічні характеристики крана наведено рис. 6.2.

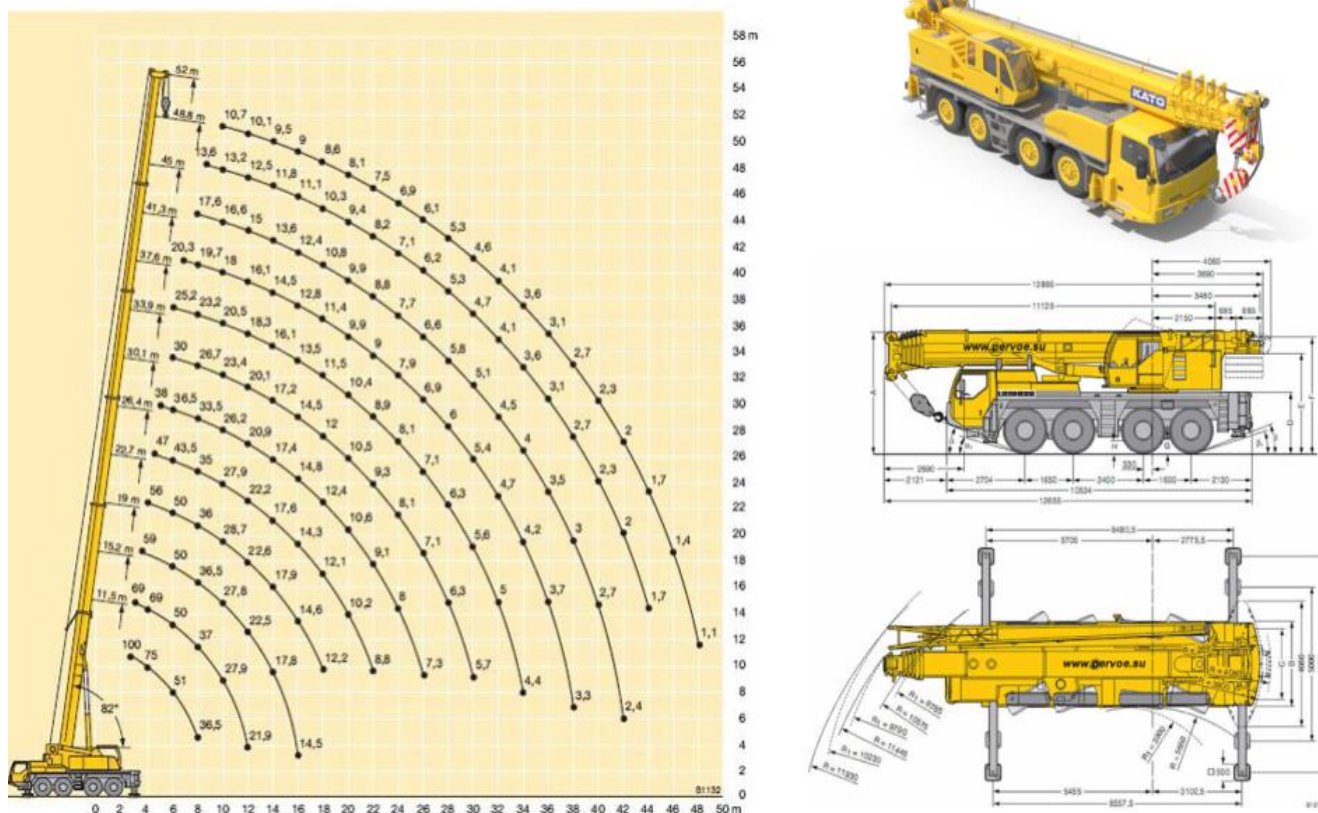


Рис. 6.2. Технічні характеристики крана Kato KA-900

Для зведення адміністративно - побутового корпусу враховуючи параметри об'єкта та необхідні технічні характеристики монтажного крана

доцільно використовувати кран КС-557кр, технічні характеристики якого наведені на рис. 6.4.

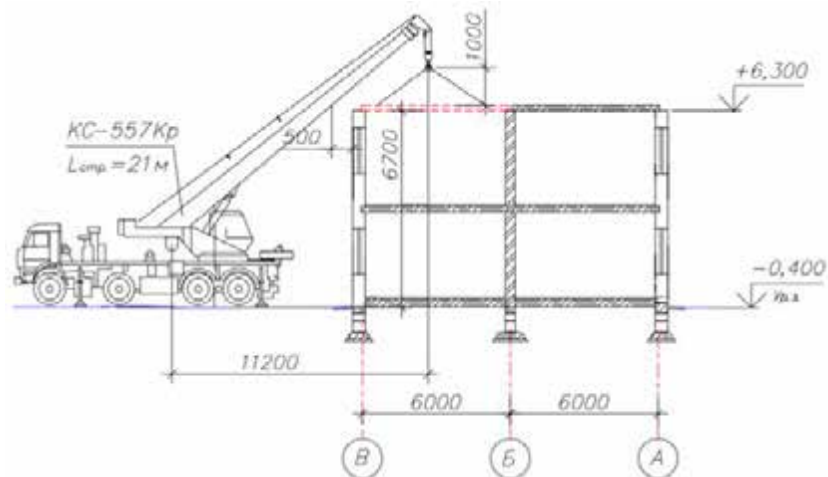


Рис. 6. 3. Технічні характеристики крана КС-557кр

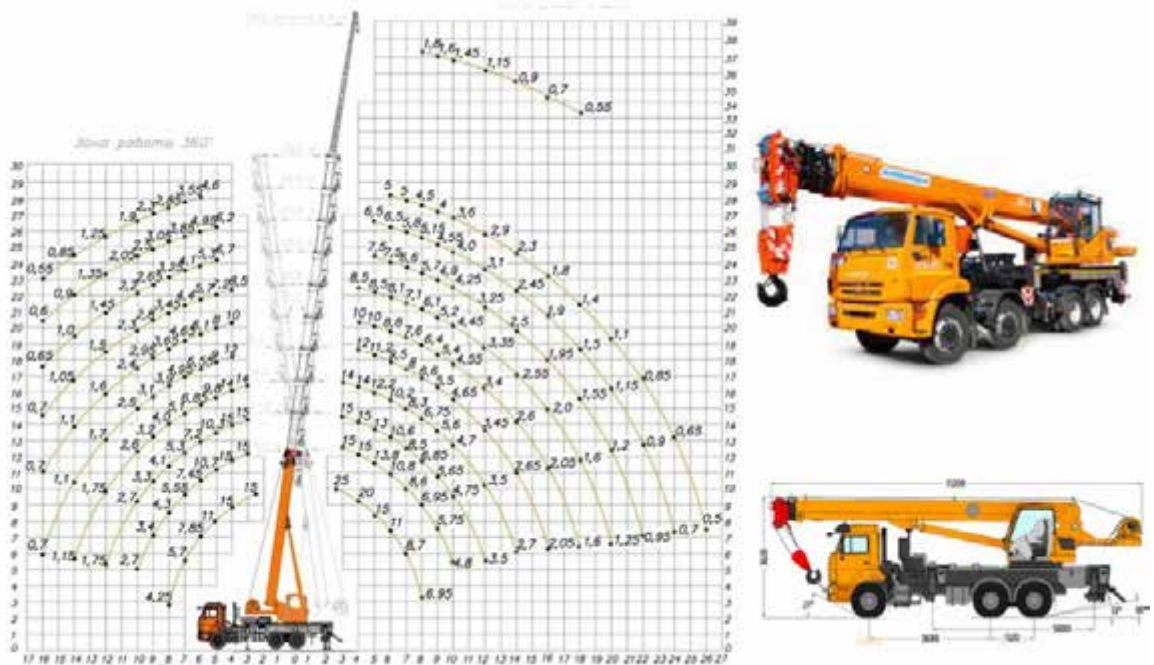


Рис. 6. 4. Технічні характеристики крана КС-557кр

## 6.6. Вибір захватних пристроїв

Для виконання комплексу будівельно-монтажних робіт для роботи монтажних кранів вибираємо необхідну кількість захватні пристрої, що представлено у таблиці 6.2.

Таблица 6.2

Захватні пристраї для роботи монтажних кранів

№ п/п	Найменування вантажо-захоплюючого пристрою	Характеристика Q (т); V(м <sup>3</sup> )	Марка	Кількість	Примітка
1	Двовітковий строп	Q=3,2	2СК-3.2/3000	2	ДСТУ Б В.2.8-10-98
2	Чотиривітковий строп	Q=6,3	4СКІ-6.3/5000	2	ДСТУ Б В.2.8-10-98
3	Монтажна траверса з вантажопідіймальними захоплювачами	Q=2x3,5	EN902/12/2x3.5	комплект	комплект
4	Двопетлевий строп	Q=1,1	СКП-1.6/4000	2	ДСТУ Б В.2.8-10-98

### **6.7. Мережевий графік на одну башту силосу**

Мережевий графік є розрахунково-графічною моделлю будівництва об'єкта на якому відображено виконання окремих операцій, процесів, потоків у часі та просторі з позначенням їх черговості та взаємозв'язку. Мережевий графік розробляється для забезпечення черговість та технологічної послідовності виконання окремих видів робіт по будівельному об'єкту.

#### **6.7.1. Визначення тривалості будівництва**

Згідно ДСТУ Б А.3.1-2013 п. 4.1.3, визначених «Норм тривалості будівництва та доробку в будівництві підприємств, будівель і споруд» частина II «Сільськогосподарське та водогосподарське будівництво», «Насіннесховища силосного типу», виконаних із застосуванням легких металевих конструкцій комплектного постачання» тривалість будівництва розраховується на основі умов будівництва, обсягів будівельно-монтажних робіт, витрат трудових і матеріально-технічних ресурсів, враховуючи практичний досвід будівництва аналогічних об'єктів.

Відповідно ДСТУ Б А.3.1-22:2013 термін зведення однієї башти силосу становить T=8,0 місяців. Підготовчий період складає від 10% до 20% від тривалості будівництва і становить 1,6 місяця - час на інженерну підготовку

будівельного майданчика. Загальний нормативний термін будівництва буде становити 9,6 місяців, 211 робочих днів.

### **6.7.2. Поєднання будівельних, монтажних і спеціальних робіт**

Одночасне виконання на будівельному майданчику монтажних, будівельних і спеціальних будівельних робіт допускається відповідно до мережевого графіка виконання робіт, розробленого генпідрядною організацією та погодженого з усіма учасниками будівництва.

При цьому на ділянці де ведуться будівельно-монтажні роботи, не допускається виконання інших робіт і знаходження людей під мантованими елементами конструкцій, апалубки та устаткування до встановлення їх у проектне положення та надійного закріплення.

Відповідальність за дотримання мережевого графіка суміщених робіт лежить цілком на генпідряднику.

### **6.7.3. Техніко – економічні показники мережевого графіку**

№ п/п	Найменування	Кількість
1	Нормативний термін будівництва	9,6 місяців (211 робочих днів)
2	Плануємий термін будівництва	8,0 місяців (176 робочих днів)
3	Кількість робітників в т.ч.:	13 (середня кількість)
	- $N_{\min}$	2
	- $N_{\max}$	24

### **6.8. Заходи запобігання впливу будівництва на навколишнє середовище**

Оцінка впливу будівельної діяльності при спорудженні зернового елеватора потужністю 36,0 тис. тон в м. Будичани на навколишнє середовище (ОВНС) розроблена відповідно до вимог нормативних документів:

- Закон України «Про охорону навколишнього середовища», затверджений Верховною Радою України 25 липня 1991 р.;
- Закон України «Пра відходи», затверджений Верховною Радою України 5 березня 1998р;
- «Про охорону атмосферного повітря», затверджений Верховною Радою України 16 жовтня 1992 р.;

- Закон України «Про екологічну експертизу» від 9 лютого 1995 року;
- ДБН А.2.2-1-2003 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні та будівництві підприємств, будинків і споруд». Основні положення проектування;
- Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря – ДСП-201-97;
- Санітарна класифікація підприємств, виробництв та споруд і розміри санітарно-захисних зон для них (Наказ МОЗ України № 173 від 19.06.96 р.).

### **6.8.1. Характеристика викидів забруднюючих речовин в період будівництва**

Вплив на атмосферне повітря в період будівництва можна віднести до локальним короточасним впливів. У період будівництва в атмосферне повітря виділяються забруднюючі речовини при наступних процесах:

- При роботі двигунів дорожньої та будівельно-монтажної техніки;
- При роботі компресорної станції;

Перелік і характеристики шкідливих речовин, що виділяються в атмосферу в період будівництва проектного об'єкта, прийняті за проектами-аналогам і представлені в таблиці 6.3

Таблиці 6.3

Речовини, що викидаються в атмосферу в період будівництва

№ п/п	Назва речовини	ГДК м.р.	ГДК м.р.	Клас небезпеки
1	Азот (IV) оксид (Азоту діоксид)	0,2	0,04	3
2	Азот (II) оксид (Азоту оксид)	0,4	0,06	3
3	Вуглецю оксид	5	3	4
4	Бенз (а) пірен (3, 4-Бензпірен)		0,000001	1

6	Вуглець чорний (Сажа)	0,15	0,05	3
7	Формальдегід	0,035	0,003	2
8	Сірка діоксид (Ангідрид сірчистий)	0,5	0,05	3
9	Бензин (нафтовий, мало сірчистий)	5	5	4

У період будівництва основними джерелами викидів забруднюючих речовин є дорожня техніка та автотранспорт.

Викиди дорожньої техніки мають місце при виконанні наступних робіт:

- планування смуги будівництва;
- трамбування або вирівнювання вибоїн, непередбачено виниклі в процесі провадження робіт;
- ущільнення ґрунту трамбувальними машинами;
- попереднє (грубе) планування ділянки будівництва бульдозерами після закінчення робіт.

Викиди мають місце також при русі автомобілів (підвіз і розвантаження матеріалів та обладнання).

**6.8.2. Організація санітарно-захисної зони.** Згідно додатку №4 до «Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів», затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України від 19.06.96 №173, зернопереробне та комбікормове виробництво належить до об'єктів четвертого класу небезпеки і має розмір санітарно-захисної зони 100 метрів. Згідно розрахунків розсіювання концентрація забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря, на межі санітарно-захисної зони не перевищує граничнодопустиму концентрацію.

**6.8.3. Організація зливових стоків.** Вони формуються за рахунок дощових, талих (сніг, град) і поливальних вод. Це води забруднені завислими речовинами органічного та мінерального походження, нафтопродуктами, біогенними речовинами та важкими металами (див. табл. 6.4).

#### Склад стоку з будівельного майданчику

Дощовий стік		
Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	БПК <sub>20</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>
500-2000	40-70	40-80

Очищення зливових вод з будівельного майданчику здійснюється через очисні споруди фірми «Енергоресурс-інвест».

Проектом прийняті очисні споруди фірми «Енергоресурс-інвест», розраховані для фізико-механічної очистки дощових вод від осаду і нафтопродуктів.

#### **6.8.4. Організація побутових (господарсько-фекальних) стоків**

Вони утворюються в побутових приміщеннях на виробництві (наприклад, душові кабінки, туалети), відводяться через систему господарсько-побутової каналізації. Склад побутових стічних вод характеризується забрудненнями (близько 60%) в нерозчиненому, колоїдному та розчиненому стані, а також різними бактеріями і мікроорганізмами. Проектом передбачається використовувати локальну очисну установку ПП-20 призначену для аеробного біологічного очищення побутових стічних вод. Процес біологічного очищення полягає в біохімічній деструкції мікроорганізмами органічних речовин.

Зниженню загазованості повітря на території сприяє посадка на вільних від забудови та камунікацій, а саме перед адміністративно-побутовим корпусом дерев, кущів та газонів.

#### **6.8.5. Висновки**

Позитивний економічний аспект полягає в тому, що проведення запланованих робіт здійснюється на території з існуючими автошляхами та іншими комунікативними засобами.

Позитивний соціальний аспект полягає в тому, на даному підприємстві з'являться нові робочі місця та соціальні видатки які будуть поповнювати місцевий бюджет для потреб місцевих жителів.

Абговорюючи економіко-соціальні перспективи даного виробництва, слід зауважити, що зернопереробне виробництво, є однією з найпродуктивніших галузей сільськогосподарського виробництва України.

Проектні рішення будівництво відповідають вимогам діючих нормативних документів, щодо **екологічних, санітарно-гігієнічних, протіпожежних, містобудівельних і територіальних обмежень.**

## **7. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА**

### **Формування ціни на металокопструкції**

На данний час в будівництві широко застосовуються металеві копструкції та вироби які виробляються централізовано на спеціалізованих заводах з їх виготовлення. В будівництві використовується два види металокопструкцій:

- з чорного металу;
- з ЛСТК.

Для будівництва виготовлюються:

- зварені металокопструкції, які важче демонтуються, довше монтуються, але відрізняються швидкістю виготовлення;
- металокопструкції на болтовому з'єднанні, вони виготовляються довше, однак швидше монтуються і простіше демонтуються.

Необхідно відзначити, що кожен окремий вид робіт з виготовлення металокопструкцій потребує індивідуального підходу щодо терміну його виготовлення. Наприклад для виготовлення 10-ти тон зварних металокопструкцій, в заводських умовах, знадобиться два тижні.

Першочерговим фактор, від якого залежить ціна металокопструкції це тоннаж готового виробу (загальна вага). Тут існує така закономірність: чим більше кількість тон металу, тим більше сумарна вартість виробу. Однак при цьому відсоток організаційних і виробничих витрат нижче на одиницю маси виробу, отже ціна тони копструкцій стає нижче. В середньому на ринку України на металокопструкції цінна за тонну починається від 28 до 32 тис. грн/тона, а мантаж металевих копструкцій становить від 10 до 12 тис. грн/тона.

В Україні стандартами передбачено використання двох основних методів виготовлення металоконструкцій: холодної прокатки та зварювання. Вибір та застосування конкретного способу обробки металопрокату значно впливає на виготовлення конструкцій із металу та формування ціни. Ці фактори лежать в основі ціноутворення металоконструкції або виробу.

У першому випадку відбувається виготовлення металевих конструкцій, ціна яких формується на основі використання методу холодної прокатки тонкостінних листів зі сталі.

Формування вартості ґрунтується на таких основних статтях витрат:

- купівля сировини (сталі), яка займає основну частку в ціні готового виробу;
- витрати на процес прокатки, який вимагає використання сучасного обладнання та високої кваліфікації робітників.

В результаті на виході ми отримуємо однакові елементи конструкції, які легко стикуються між собою і можуть бути легко зібрані на об'єкті з використанням стандартних болтів.

Зварювальний завод, як правило, займається виготовленням складніших металоконструкцій. У такому випадку вартість конструкції формується за таким принципом:

- ціна сировини складає половину від загальної вартості замовлення;
- оплата праці робітників складає чверть вартості;
- решта витрат припадає на відходи матеріалу та антикорозійне покриття.

При цьому, в залежності від обраної технології та складності конструкцій ціноутворення може змінюватись. У загальному випадку, згідно з ринковою практикою, вартість визначається виходячи з ваги використаного металу та обсягу супутніх послуг, включаючи обробку, фарбування, сварку, згинання та інші процеси. Щоб визначитись з вартістю виготовлення металоконструкцій, потрібно врахувати наступні параметри:

- вага готового виробу;
- довжина зварного шва;
- розробка робочої документації;
- кількість та складність розрізів;
- інструменти для різання або зварки;

- вид кінцевого покриття;
- перерізи профілю, тощо.

Щоб отримати детальний прорахунок ціни виготовлення та монтажу металоконструкцій потрібно створити проєкт, креслення або робочу документацію. Найкращий варіант це використання готових типових проєктів із використанням типових (стандартних) металоконструкцій та виробів.

Приклад розрахунку кошторисної вартості наведено в Додатку.

## **8. ПРОЄКТНІ ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ**

### **8.1. Вимоги з охорони праці**

В складі робочого проєкту зернового елеватора потужністю 36,0 тис. тон у м. Будичани розроблені заходи з охорони праці та техніки безпеки на підставі:

- Закон України «Про охорону праці», введений в дію постановою Верховної Ради України від 14.10.92 №2695-ХП;
- Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про охорону праці», введений Постановою Верховної Ради від 21.11.2002р.;
- Закон України «Про пожежну безпеку», введений в дію постановою Верховної Ради України від 17.12.93 №3747-ХП;
- ДНАОП 0.00-8.03-93. «Порядок опрацювання та затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві», затверджений наказом Держнаглядохоронпраці України 21.12.93 №132 та зареєстрований Міністерством юстиції України 7.02.94 № 20/229;
- ДБН В.1.1-7-2002. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва;
- ДБН В.2.5-13-98. Пожежна автоматика будинків і споруд ;
- НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки в Україні» затверджені наказом МНС України №126 від 19.10.2004 р. та зареєстровані наказом Міністерства юстиції України №1410/10009 4.11.2004 р.;
- НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», затверджені наказом МНС України №833 від 03.12.2007 р.;

- ВБН-СГіП 46-3-94. Перелік будівель і приміщень підприємств Міністерства сільського господарства та продовольства України з встановленням їх категорій по вибухопожежній безпеці, а також класів вибухопожежонебезпечних зон по ПУЕ. Введенні в дію з 01.05.95р. ;
- ДНАОП 0.00-4.12-99. Типове положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці, затверджене наказом Держнаглядохоронпраці від 04.04.94 № 30;
- ДНАОП 0.03-3.14-85. Санітарні норми допустимих рівнів шуму на робочих місцях, затверджені наказом Мінохорони здоров'я;
- ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення», затверджені наказом Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України №168 від 15.05.2006;
- ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація» затверджені Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, наказ №553 від 31.10.2012;
- ПУЕ-85. Правила улаштування електроустановок;
- ДНАОП 0.00-1.21-84. Правила технічної експлуатації споживачів і Правила техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів;
- ДНАОП 0.00-1.32.01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. Затверджено наказом Міністерства праці та соціальної політики України 21.06.2001 р. №272.

## **8.2. Заходи щодо забезпечення безпеки технологічних процесів**

оцінка вибухонебезпеки і визначення категорії вибухопожежної і пожежної безпеки приміщень визначена відповідно до вимог НАПББ.07.005-86(ОНТП24-86) і галузевих норм технологічного проектування.

При проведенні виробничого процесу передбачені заходи захисту працюючих від можливої дії небезпечних і шкідливих виробничих чинників.

Рівні небезпечних і шкідливих виробничих чинників не перевищують значень, встановлених санітарними нормами і стандартами по безпеці праці.

Викиди пилу в атмосферу аспіраційними установками не перевищують гранично допустимих викидів (ПДВ) «Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями», вміст зернового пилу в повітрі робочої зони не перевищує установлених гранично допустимих концентрацій ПДК- 4 мг/м<sup>3</sup>. ПДК поширюється на повітря робочої зони всіх робочих місць незалежно від їх розташування (в виробничому приміщенні, на відкритих майданчиках, на транспортних засобах і т. д.). Технологічне, вентиляційне і транспортне устаткування герметичне і не є джерелом пилевиділення.

Температура, відносна вологість та швидкість руху повітря у виробничих неопалювальних приміщеннях не нормуються.

Для роботи на відкритому повітря і в неопалювальних приміщеннях в адміністративно-побутовому корпусі влаштовано приміщення для обігріву робітників. В приміщеннях для обігріву температура, відносна вологість та швидкість руху повітря відповідають нормам, вказаним в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1

Пора року	Температура, °С	Відносна вологість,%	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний період року	19-25	Не більше 75	0,2
Теплий період року	22-25	60-40	0,2

Експлуатація несправного устаткування, лабораторних і інших приладів не допускається.

Розміщення устаткування забезпечує зручність його монтажу, ремонту, обслуговування і безпечну евакуацію людей з виробничих приміщень на випадок пожежі або аварійних ситуацій. Робочі місця розташовані поза зоною переміщення механізмів, рухів вантажів і забезпечують зручність спостереження за операціями, які виконуються, і управління ними.

Висота виробничих приміщень від підлоги до підлоги мають висоту не менше 3,0м, а до низу виступаючих конструкцій – 2,2 м в місцях проходу людей висота до комунікацій та обладнання – 2,0 м висота в місцях нерегулярного проходу – 1,8 м.

При розміщенні стаціонарного устаткування в проєкті передбачені наступні вільні проходи і розриви:

- поперечні і подовжні проходи безпосередньо з виходом на сходові клітки або в суміжні приміщення, а також проходи між групами машин - завширшки не менше 1,0 м, а між окремими машинами - завширшки не менше 0,8м;
- проходи між сепаратором і конструкціями будівлі з боку привідного валу - 1,0м, а з бічних сторін - 0,8м; з боку випуску зерна - 0,7м;
- проходи біля башмака норії з трьох сторін - 0,7м;
- ширина проходів для обслуговування стрічкових і ланцюгових конвеєрів - 0,75м, між паралельно встановленими конвеєрами - 1,0м, якщо вони закриті по всій довжині тоді - 0,7м.

Ширина проходу для монтажу і ремонту конвеєрів повинна бути не менше 0,4м. Висота проходів повинна бути не менше - 2,0 м для конвеєрів, що не мають робочих місць, встановлених у виробничих приміщеннях.

На помостах і галереях для обслуговування механізмів, за винятком конвеєрів, проходи завширшки не менше 0,8м, розташування самопливів і іншого устаткування в проходах не дозволяється. Поблизу встановлені щити з протипожежним інвентарем і ящик з піском. На робочих місцях вивішені інструкції про безпечне виконання всіх робіт по обслуговуванню машин.

В проєкті передбачені заходи, що забезпечують на робочих місцях та їх територій рівень шуму, що не перевищує допустимі норми.

Заходи включають:

- своєчасне проведення технічного огляду і ремонту;
- змащування мастилом вібруючих і таких, що видають шум деталей;
- використання пристроїв, ізолюючих або знижуючих шум.

Для ослаблення вібрації і шуму устаткування, що викликає вібрацію і шум вище встановлених норм (матори, двигуни, вентилятори і ін.), встановлюються на самостійних шумоізолюючих фундаментах і підставках, віброізолюючих від підлоги і надійно закріплено. Допустимі рівні шуму на робочих місцях повинні відповідати нормам, вказаним в таблиці 8.2.

Таблиця 8.2

Робочі місця	Рівні звукового тиску (дБ) в октавних полосах з середньгеометричними частотами (Гц)								Рівні звуку та еквівалент рівня звуку, дБ
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Виробничі приміщення, територія елеватора	99	92	86	83	80	78	76	74	85
Приміщення лабораторії	94	87	82	78	75	73	71	70	80

Для забезпечення нормальної і безпечної експлуатації елеватора повинен проводитися планово - попереджувальний ремонт устаткування, будівель і споруд.

Ремонтні роботи в приміщеннях елеватора можуть проводитися тільки з дозволу начальника цеху або головного інженера підприємства.

Ремонт зерносушарки, особливо топки, дозволяється проводити тільки після повного припинення її роботи і охолодження.

### **8.3. Контроль за виконанням вимог безпеки праці**

Керівник підприємства призначає відповідальних за пожежну безпеку приміщень, технологічного устаткування, а також за утримання і експлуатацію технічних засобів протипожежного захисту організовує на виробництві службу охорони праці відповідно до Типового положення. Накази про призначення цих працівників видаються після перевірки ними знань в установленому порядку відповідних нормативних актів з охорони праці і пожежної безпеки.

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо керівнику підприємства і прирівнюється до основних виробничо-технічних служб.

Організація роботи по охороні праці на підприємстві, права і обов'язки посадовців і працівників повинні бути відображені в нормативних актах, розроблених відповідно до «Порядку опрацювання і затвердження власником нормативних актів про охорону праці», які діють на підприємстві.

В процесі експлуатації необхідно систематично контролювати:

- освітленості виробничих приміщень необхідно проводити один раз на рік;

- контроль електробезпеки повинен проводитись постійно;
- контроль пожежної безпеки проводити постійно;
- вимірювання шуму на робочих місцях періодично 1 раз на півроку;
- контроль електростатичної безпеки здійснюється постійно;
- рівні вібрації не повинні перевищувати ненормативні значення;
- контроль роботи вентиляційних систем постійно;
- вимірювання і оцінка шкідливих і небезпечних чинників здійснюється промсан лабораторіями в плановому порядку.

Про проведення контрольних робіт слід робити відповідну відмітку в робочих журналах.

#### 8.4. Вимоги до виробничих приміщень

Найменування приміщення	Категорія приміщень по вибухо-пожежній небезпеці НАПБ Б.7.005-86 (ОНТП 24-86)	Клас приміщень відповідно ПУЕ	Обґрунтування прийнятої категорії
Щитова, операторська	Г	-	ДБН В.2.2-8-98
Приймальний пристрій автотранспорту	Зовнішнє, відкрите приміщення	-	
Очищення	Очищення	П-П	
Сушіння	Відкрите	-	
Вагова	Д	-	
Візірочна	В	П-Па	

#### 8.5. Заходи захисту персоналу від травмування

Заходи щодо захисту персоналу від травмування:

- підготовка фахівців з питань охорони праці і пожежної безпеки, а також підвищення рівня знань з питань охорони праці ІТР;
- забезпечення працівників всіма діючими нормативними документами у галузі охорони праці і пожежної безпеки;

- забезпечення проведення постійного оперативного контролю за станом і утриманням устаткування, машин відповідно до діючих положень і виключення випадків допуску в експлуатацію несправного або такого, що не відповідає нормативним документам устаткування;
- підвищення якості навчання і інструктажу з охорони праці, а також виключення випадків допуску до роботи ненавчених і непроінструктованих працівників;
- підвищення відповідальності працівників за дотримання виробничої дисципліни і вимог всіх нормативних документів по охороні праці і пожежної безпеки;
- забезпечення працюючих на виробничих ділянках спецодягом, спецвзуттям і засобами індивідуального захисту (ЗІЗ).

Для попередження механічних травм застосовувати захисні пристосування (кожухи, кришки і ін.), які встановлюються між небезпечним виробничим чинником і працюючим.

З метою попередження виробничих травм для звернення уваги працюючих до потенційно небезпечних зон, існуючих на устаткуванні, повинні застосовуватися знаки безпеки і сигнальні кольори.

Пожежна безпека підприємства повинна відповідати вимогам Закону України «Про пожежну безпеку», «Правил пожежної безпеки в Україні» і вимогам відповідних нормативних актів.

В кожному підрозділі повинна бути відпрацьована інструкція по заходах пожежної безпеки і схема евакуації людей з приміщень, затверджена власником підприємства, вивчена в системі виробничого навчання і вивішена на видному місці. Безпечна евакуація людей, які знаходяться в приміщеннях, передбачається через евакуаційні виходи. На шляху евакуації оброблення стін і підлоги виконується з негорючих матеріалів. Ширина евакуаційного виходу (дверей) прийнята залежно від загальної кількості людей на 1,0м ширини виходу. Двері на шляху евакуації відкриваються у напрямі виходу з приміщення.

**9. НАУКОВО ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ**  
**АНАЛІЗ СПІВСТАВЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗРАХУНКІВ БАШТИ**  
**СИЛОСУ У ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСАХ «LIRA» ТА «SCAD»**

**9.1. Загальне описання споруди – башти силосу**

Технологічне призначення споруди - силос для зберігання зернових культур. Силоси виготовлені фірмою AGI і мають типорозмір AGI BIN MODEL 77-C34. На всіх силосах передбачено систему завантаження зернових культур (grain ladder) виробництва фірми GSI Group (USA).

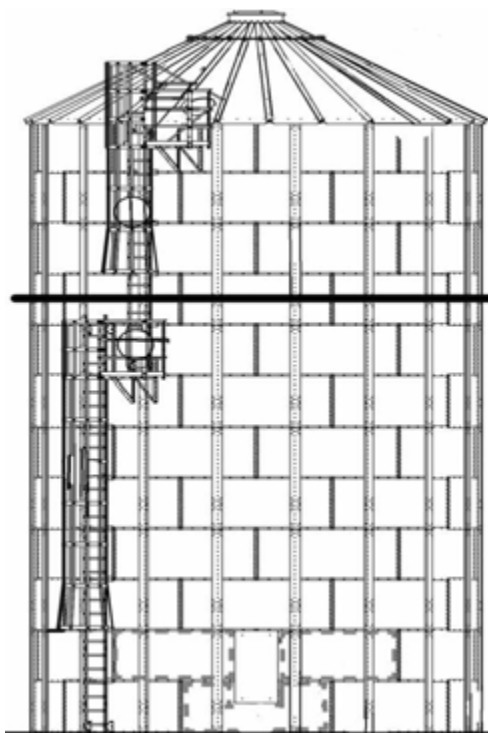


Рис. 9.1. Загальний вигляд башти силосу AGI MODEL 77-C34

***Умови проектування:***

Робочі креслення «КМ» силосу розроблені на підставі технологічного завдання у відповідності до вимог:

- ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції»;
- ДБН В.2.1-2:2006 «Навантаження та впливи»;
- ДБН В.1.2-14-2009 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель та споруд, будівельних конструкцій та основ»;
- ДСТУ Б В.2.6-75:2008 «Конструкції металеві будівельні».

***Кліматичні умови та навантаження:***

- Характеристичне снігове навантаження - 1340 Па (ДБН В 1.2-2:2006);
- Характеристичне вітрове навантаження - 470 Па (ДБН В 1.2-2:2006);
- Розрахункова зимова температура зовнішнього повітря (найхолоднішої п'ятиденки) - мінус 26°C (ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010);
- Зона вологості - нормальна (ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010);
- Кліматичний район будівництва – II (ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010).

**Вимоги надійності:** «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ»:

- Клас відповідальності споруди – СС-2 (ДБН В.1.2-14-2009);
- Клас відповідальності конструкцій – Б (ДБН В.1.2-14-2009);
- Коефіцієнт надійності за призначенням від рівня відповідальності –  $\gamma_n=1,05$  (ДБН В.1.2-14-2009).

**Вимоги сейсмічності:** «Будівництво в сейсмічних районах України»:

- Сейсмічність – 6 балів шкали MSK-64, Карта ЗСР-2004, В (ДБН В.1.1-12:2014).

**Конструктивні рішення:**

- Конструкція споруди вирішена по рамно - в'язевій схемі.
- Просторова жорсткість каркасу забезпечена системою в'язів та розпірок по колонам;
- Колони запроектовані зі спарених швелерів. Підбункерні балки та балки перекриттів – із прокатних швелерів, двотаврів та зварних двотаврів;
- В'язі та розпірки – з гнутих електрозварних квадратних труб та кутиків;
- З'єднання балок перекриття з колонами прийнято шарнірним, балок покриття з колонами – жорстким;
- Спирання колон на фундаменти – шарнірне;
- Конструкція покриття вирішена по прогонній схемі:
  - кільцева балка – по верху стін проходить елемент жорсткості у вигляді пластини перетином 273x3 мм, сприймає горизонтальний розпір від балок покрівлі;
  - балки покрівлі – сприймають навантаження від системи завантаження;
  - вітрові ребра жорсткості покрівлі – сприймають вітрові навантаження;

- система завантаження – похилі лотки завантаження спричиняють навантаження від власної ваги;
- Огороджуючи конструкції стін та покрівлі – профільовані листи з трапецієвидними гофрами.

## **9.2. Постановка задачі наукового дослідження**

Як засвідчує практика експлуатації башт силосу часто виникають характерні пошкодження конструктивних елементів, зокрема:

1) деформація стін силосу в місцях сполучення із балками покрівлі, до яких кріпилась система завантаження. При цьому загальний горизонтальний переріз стіни силосу змінився з кола на еліпс з незначним ексцентриситетом.

2) деформації в зоні кріплення балок, що включає в себе деформацію ребер жорсткості та профілю стіни (оболонки);

3) зміщення кільцевої балки від проєктного положення в місцях сполучення із балками покрівлі;

4) втрата стійкості та деформація балок покрівлі в місцях кріплення системи завантаження із втратою загальної стійкості покрівлі із порушенням її геометричної схеми та виходом із проєктного положення;

5) деформація елементів сполучення вітрового ребра жорсткості покрівлі;

6) обрив елементів системи завантаження силосу.

З метою запобігання утворення деформацій башт силосу проводимо наукове дослідження з чисельного моделювання напружено-деформованого стану складових конструктивних елементів в програмних комплексах «LIRA» і «SCAD» з подальшим аналізом співставлення отриманих результатів розрахунків.

**Об'єкт дослідження** – сталеві конструкції башти силосу AGI MODEL 77-C34.

**Предмет досліджень** – напружено - деформований стан конструктивних елементів башти силосу визначений у програмних комплексах «LIRA» і «SCAD».

**Мета роботи** – провести аналіз співставлення результатів розрахунків конструктивних елементів башти силосу AGI MODEL 77-С34 виконаних в програмних комплексах «LIRA» та «SCAD».

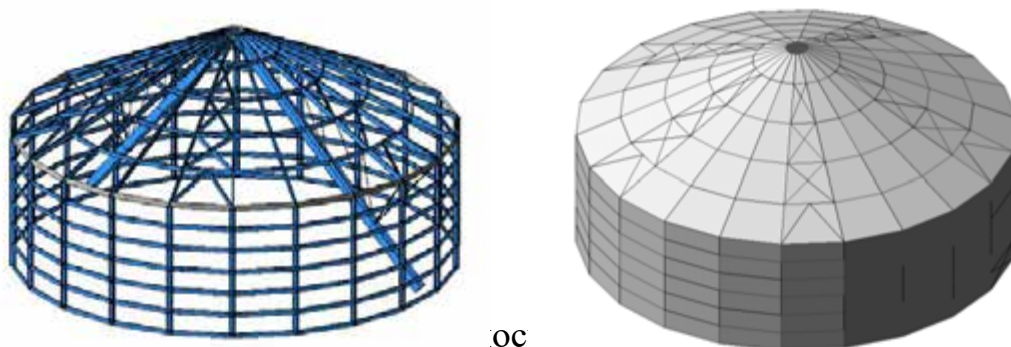
**Методи досліджень** – чисельне моделювання із застосуванням сучасних автоматизованих програмних комплексів «LIRA» та «SCAD».

**Результати роботи** – оцінка сходимості результатів розрахунків напружено - деформованого стану конструктивних елементів башти силосу AGI MODEL 77-С34 виконаних в програмних комплексів «LIRA» та «SCAD».

### 9.3. Розробка скінчено-елементної моделі башти силосу

#### 9.3.1. Загальні положення

Для виконання розрахунків за першою та другою групою граничних станів була розроблена просторова модель МСЕ (метод скінченних елементів) башти силосу для розрахунків в (рис. 9.2).



При побудові розрахункової схеми було прийнято, що всі конструктивні елементи сталевієї покрівлі башти силосу складаються із ідеалізованого матеріалу, із збереженням головних фізико-механічних характеристик та властивостей.

На рис 9.3 наведено загальний вид скінчено-елементної моделі башти силосу з кольоровим відображенням типів жорсткостей (модель містить 293 вузли та 908 скінченних елементи).

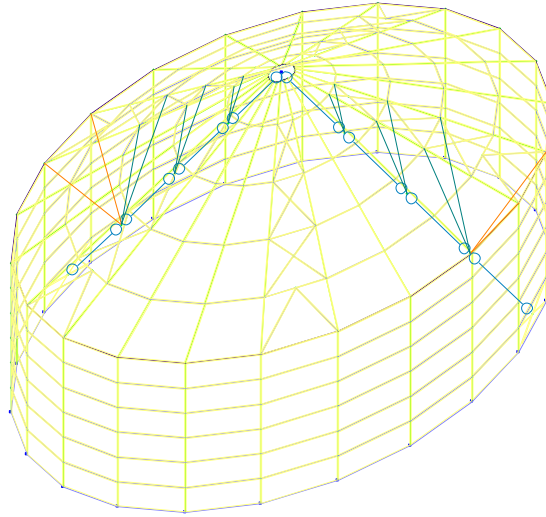


Рис. 9.3. Загальний вид скінчено-елементної моделі башти силосу

### 9.3.2. Жорсткісні та фізико-механічні характеристики конструкцій

Основним матеріалом башти силосу є сталь. Несучі конструкції башти силосу та покриття виконані із оцинкованого «с» - подібного профілю 250x75мм, товщиною 3 мм. Горизонтальний розпір від конструкцій покрівлі силосу сприймається кільцевою балкою, що встановлена по верху стін башти силосу, перетином 273x3 мм. Уповільнювач швидкості руху зерна – металевий короб перерізом 400x400 мм, товщиною 4,5 мм. Похилі ділянки коробу розташовані під кутом 45°. Похила ділянка коробу кріпиться до балок покриття сталевими тяжами. Кожна труба уповільнювача швидкості зерна складається з 5 частин, що закінчуються фланцями та з'єднаних 16 болтами 3/8x1 Flance bolt. Жорсткісні характеристики наведені в таблиці 9.1.

Таблиця 9.1

**Типи жорсткості несучих елементів силосу**

Тип жорсткості	Назва	Параметри (переріз-(см); жорсткість-(т,м); розп.вага-(т,м))
1	Брус 0.3 x 27.3 (Опорне кільце)	Ro=7.85, E=2e+007, GF=0 B=0.3, H=27.3 EF=16380, EIy=101.732 EIz=0.0123, GIk=0.0194

2	С-образний профіль 250x75x50x3 (С_проф_250_75) Несучі балки покрівлі	q=0.059878 EF=160295, EI <sub>y</sub> =530 EI <sub>z</sub> =22, GI <sub>k</sub> =0.0292 Y1=0.266, Y2=0.586, Z1=2.64, Z2=2.64, RU <sub>_Y</sub> =0, RU <sub>_Z</sub> =0
3	С-образний профіль 200x60x50x3 (С_проф_200_60) кільцеві балки покрівлі, зв'язки покрівлі	q=0.037149 EF=99449.2, EI <sub>y</sub> =208 EI <sub>z</sub> =9.81, GI <sub>k</sub> =0.0235 Y1=0.243, Y2=0.509, Z1=2.09, Z2=2.09, RU <sub>_Y</sub> =0, RU <sub>_Z</sub> =0
4	Пластина Н 0.3 (Лист сталевий стіна покрівля)	E=2e+007, V=0.3, H=0.3, Ro=7.85
5	Профіль 400x4, труба уповільнювача швидкості зерна	q=0.0496096 EF=132806, EI <sub>y</sub> =3.47e+003 EI <sub>z</sub> =3.47e+003, GI <sub>k</sub> =1.98e+003 Y1=13.1, Y2=13.1, Z1=13.1, Z2=13.1, RU <sub>_Y</sub> =0, RU <sub>_Z</sub> =0
6	Труба 63.5 x 5 розпірка	q=0.00721055 EF=19302.9, EI <sub>y</sub> =8.32 EI <sub>z</sub> =8.32, GI <sub>k</sub> =6.3 Y1=1.36, Y2=1.36, Z1=1.36, Z2=1.36, RU <sub>_Y</sub> =0, RU <sub>_Z</sub> =0
7	Круг 12 сталеві тяги	q=0.000887452 EF=2375.74, EI <sub>y</sub> =0.0214 EI <sub>z</sub> =0.0214, GI <sub>k</sub> =0.0162 Y1=0.15, Y2=0.15, Z1=0.15, Z2=0.15, RU <sub>_Y</sub> =0, RU <sub>_Z</sub> =0

### 9.3.3. Навантаження та їхні комбінації

Нормативні та розрахункові навантаження на конструкції сталеві покрівлі силосу та труби уповільнювача швидкості зерна визначались згідно норм розрахунку та проектування, а саме: ДБН В.2.2-8-98 «Підприємства, будівлі і споруди по зберіганню та переробці зерна» та ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження та впливи». При цьому розрахунок проводився на власну вагу, вагу від технологічного обладнання, корисне навантаження на покрівлю, снігове, вітрове навантаження та комбінації цих навантажень.

Навантаження на розрахункову схему задаються у вигляді окремих завантажень та включають:

- 1. постійні навантаження:** власна вага конструкції покрівлі силосу;
- 2. тимчасові довготривалі навантаження:** навантаження від стаціонарного обладнання на покрівлі силосу, від ваги сипких матеріалів на конструкції уповільнювача швидкості зерна, з урахуванням динамічних впливів;
- 3. короточасні навантаження:** снігове та вітрове навантаження, навантаження від обслуговування та ремонту покрівлі силосу.

Завантаження  $I$  – описує постійне навантаження від власної ваги конструкцій покриття силосу, яке моделюється у вигляді місцевих розподілених сил, які діють по напрямку осі  $Z$  загальної системи координат. Власна вага елементів розрахункової схеми вираховується автоматично. Коефіцієнт надійності за навантаженням прийнятий рівним 1,05 у відповідності до вимог [Табл. 5.1 ДБН В.1.2-2:2006]. На рис. 9.4 наведено постійні навантаження.

Власна вага

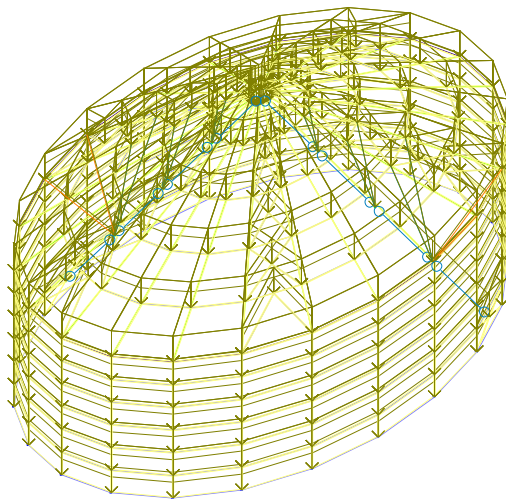


Рис. 9.4. Постійне навантаження (власна вага конструкцій силосу)

**Завантаження 2** – описує тимчасове довготривале навантаження від ваги стаціонарного обладнання (навантаження від ваги підвісок 13 шт, в залежності від довжини –  $1,2 \times 1,1 = 1,32$  т;  $1,3 \times 1,1 = 1,43$  т), яке моделюється у вигляді місцевих зосереджених сил у вузлах кріплення обладнання до конструкцій

покрівлі відповідно до технологічної схеми, які діють по напрямку осі Z загальної системи координат. Коефіцієнт надійності за навантаженням прийнятий рівним 1,1 у відповідності до вимог [п. 4.2 ДБН В.2.2-8-98 «Підприємства, будівлі і споруди по зберіганню та переробці зерна»]. На рис. 9.5 наведено довготривале навантаження на плиту перекриття.

Торговельна марка

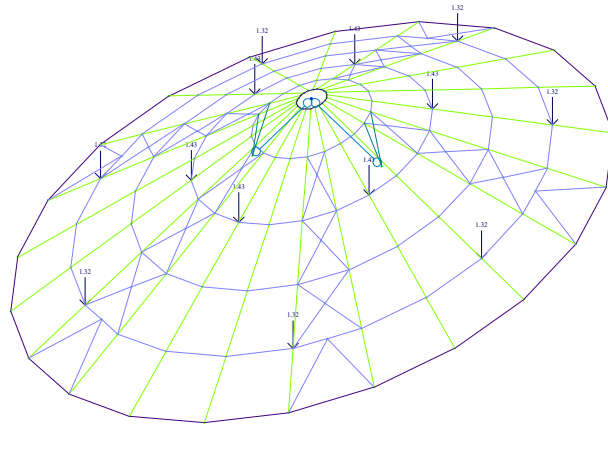


Рис. 9.5. Довготривале навантаження (вага стаціонарного обладнання)

**Завантаження 3** – описує тимчасове довготривале навантаження на конструкції уповільнювача швидкості зерна, від ваги зерна вище верхньої частини похилої ділянки уповільнювача та від сил тертя зерна по бічних поверхнях уповільнювача. Розрахункове значення навантаження на конструкцію уповільнювача приймалося відповідно до вимог ДБН В.2.2-8-98 «Підприємства, будівлі і споруди по зберіганню та переробці зерна».

**Завантаження 4** – описує навантаження від ваги зерна всередині уповільнювача швидкості. Коефіцієнт динамічності для даного навантаження прийнятий рівним 1,3 у відповідності до вимог [п. 4.2 ДБН В.2.2-8-98 «Підприємства, будівлі і споруди по зберіганню та переробці зерна»].

**Завантаження 5,6** – описують снігове навантаження на конструкції покрівлі силосу, що знаходиться у II районі по характеристичним значенням ваги снігового покриву (п.8.2 ДБН; схема 1, варіант 1,2, додаток Ж ДБН) (рис. 9.6).

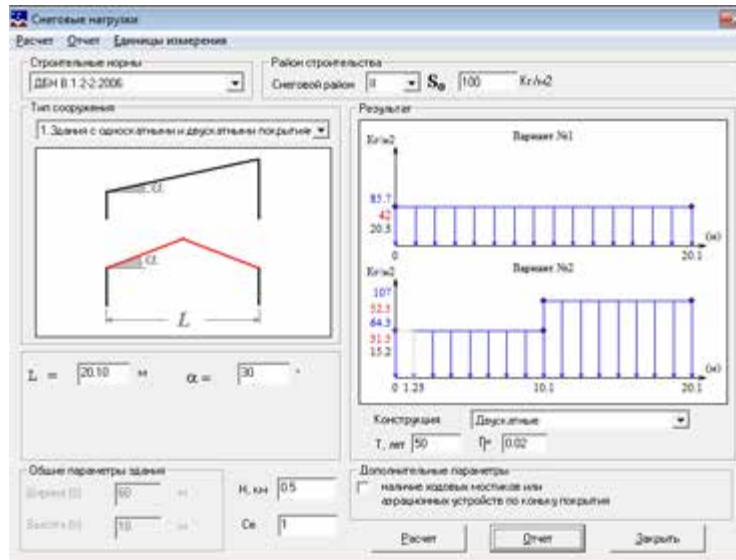


Рис. 9.6. Значення снігового навантаження на конструкції покрівлі силосу

**Завантаження 7** – описує змінні короткочасні вітрові навантаження на стіни та покрівлю башти силосу. Вітрове навантаження визначалося відповідно (схема 12б, додаток II ДБН) (рис. 9.7).

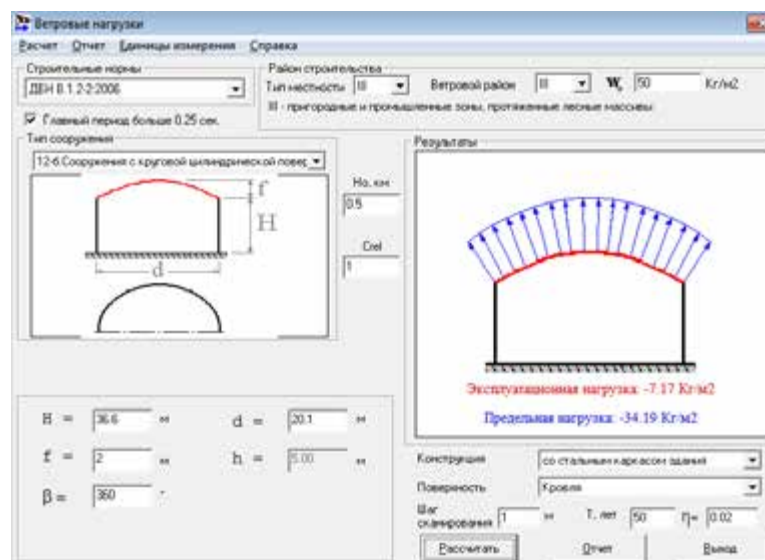


Рис. 9.7. Вітрове навантаження на стіни та покрівлю башти силосу

#### 9.4. Результаты расчета в ПК «LIRA»

Розрахунок конструкцій башти силосу на статичні навантаження, з урахуванням коефіцієнту динамічності був виконаний в інтегрованому ПК «LIRA 9.6» з відповідними підпрограмами. Враховуючи складність представлення великого об'єму інформації, результати розрахунку представлені у вигляді мозаїки деформацій та напружень, та проведений відбір найбільш навантажених елементів конструкції покрівлі.

### 9.4.1. Переміщення

Приведено переміщення вузлів скінчено-елементної моделі несучих елементів башти силосу від різноманітних можливих комбінацій навантажень. На рис. 9.8 – 9.12 представлені переміщення вузлів покрівлі по осям основної системи координат.

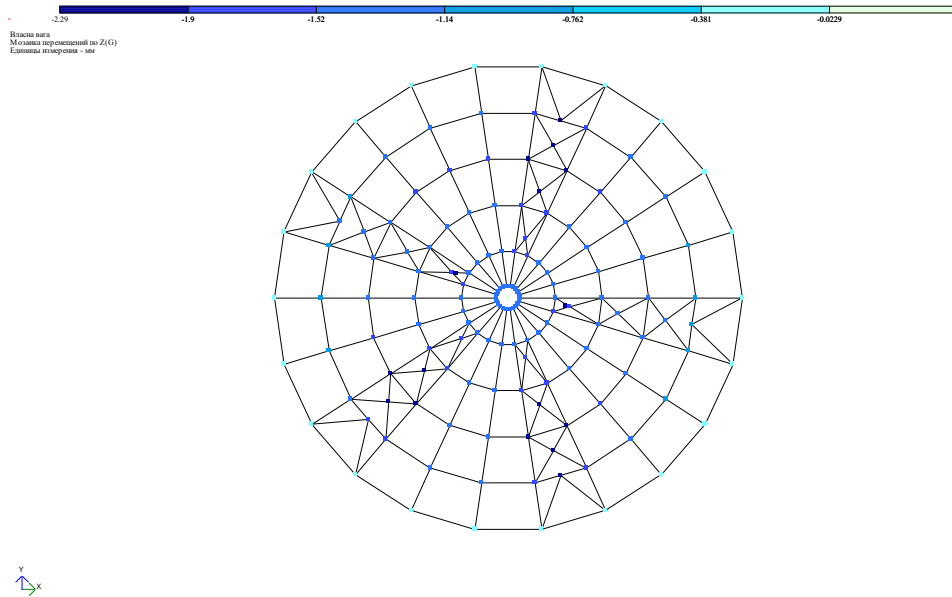


Рис. 9.8. Переміщення вузлів покрівлі (мм) по осі  $Z$  основної системи координат від власної ваги (Завантаження 1)

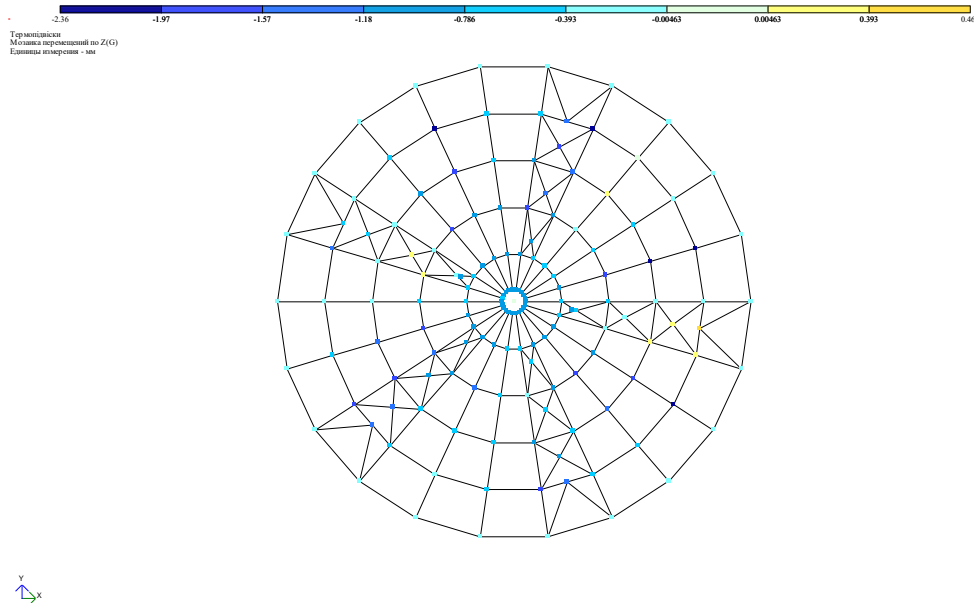


Рис. 9.9. Переміщення вузлів покрівлі (мм) по осі  $Z$  основної системи координат від стаціонарного обладнання (Завантаження 2)

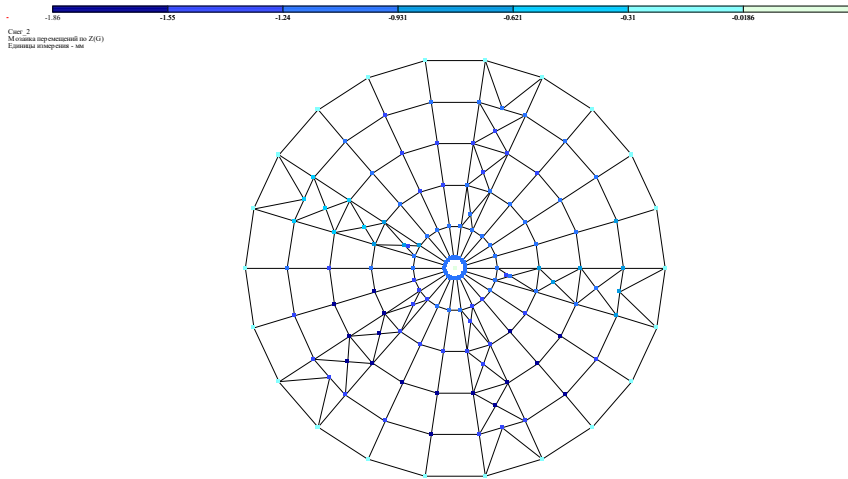


Рис. 9.10. Переміщення вузлів покрівлі (мм) по осі Z основної системи координат від короточасного снігового навантаження (Завантаження 6)

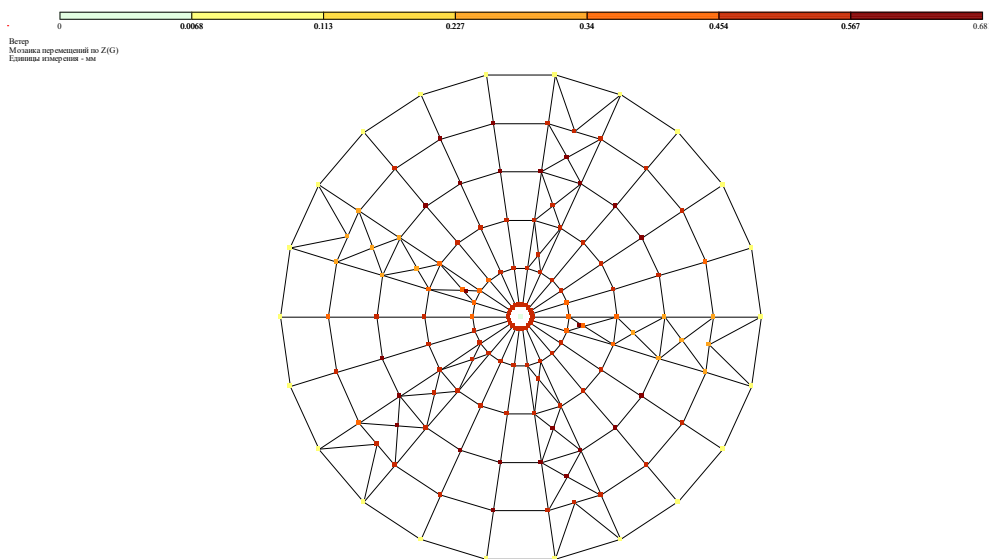


Рис. 9.11. Переміщення вузлів покрівлі (мм) по осі Z основної системи координат від короточасного вітрового навантаження (Завантаження 7)

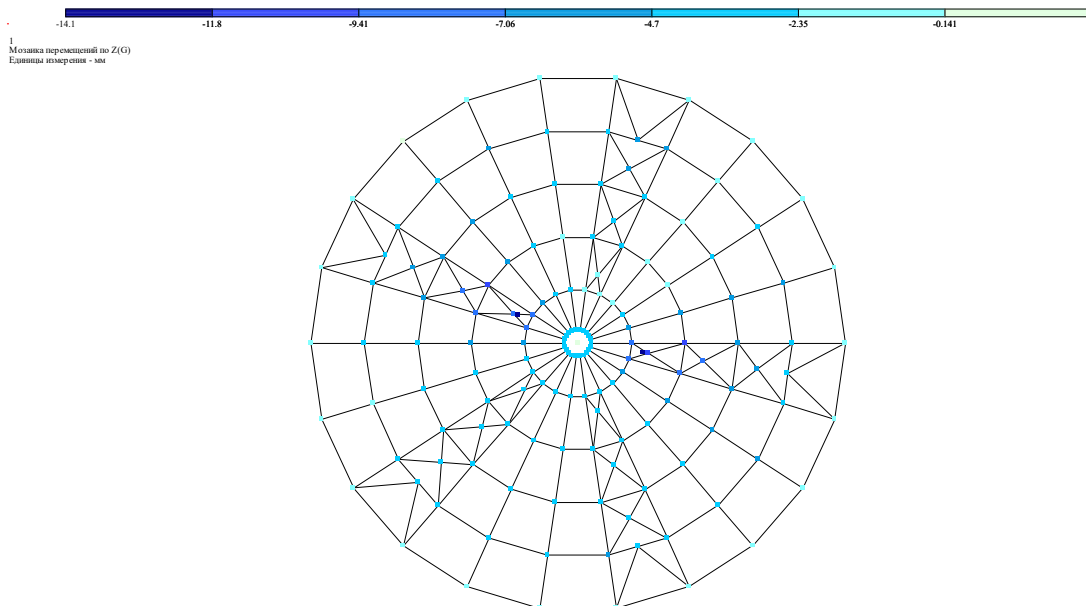


Рис. 9.12 Переміщення вузлів покрівлі (мм) по осі Z основної системи координат від першої комбінації навантажень

## 9.4.2. Зусилля

На рис. 9.13 – 9.17 наведено кольорове відображення мозаїки зусиль в скінченних елементах покрівлі башти силосу, що моделювалися стержневими СЕ від статичних навантажень.

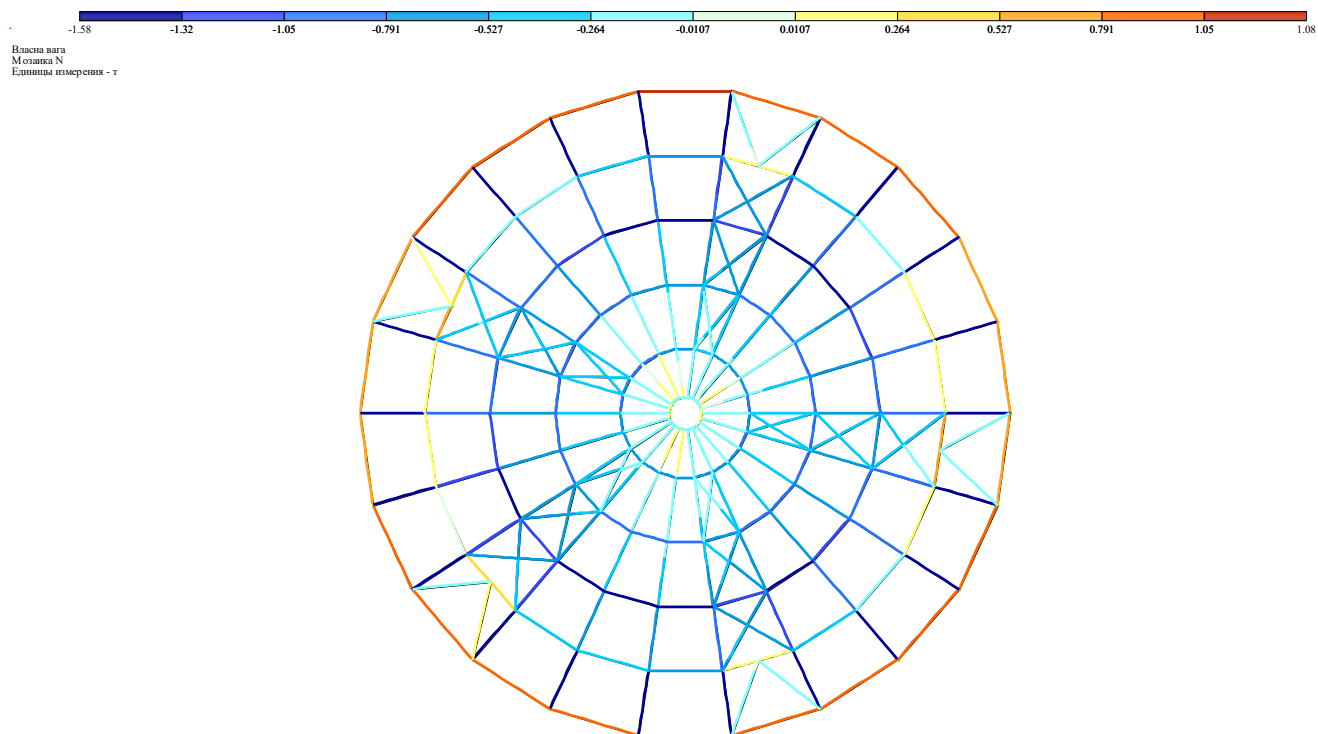


Рис. 9.13.  $N$  в стержневих покрівлі силосу від постійного навантаження

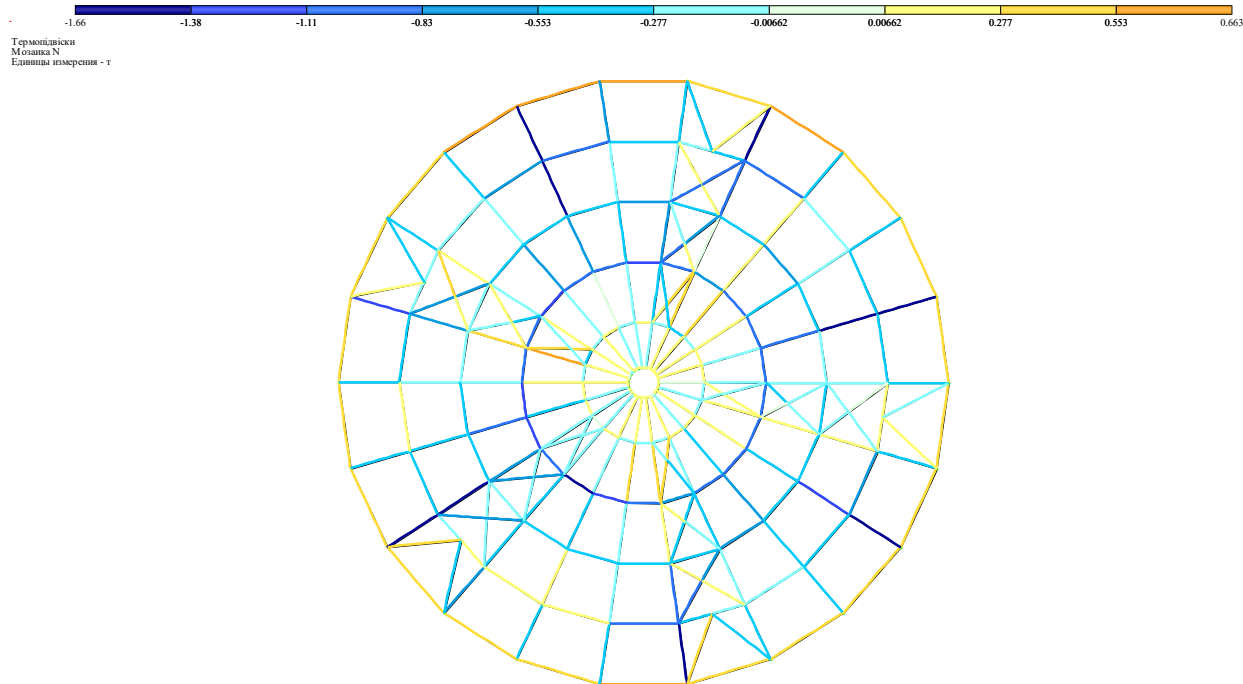


Рис. 9.14.  $N$  в стержневих покрівлі силосу від стаціонарного обладнання

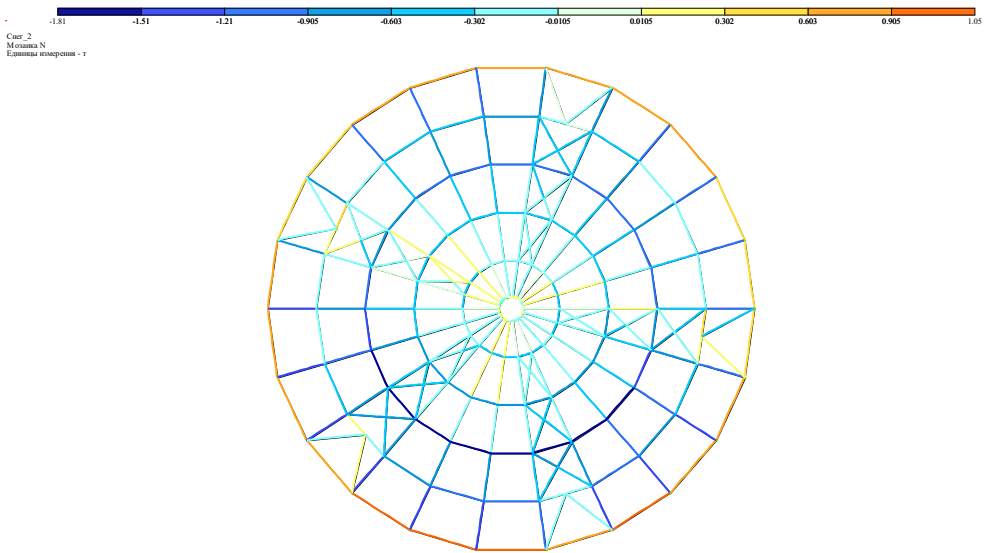


Рис. 9.15.  $N_u$  в стержневих покрівлі силосу від снігового навантаження

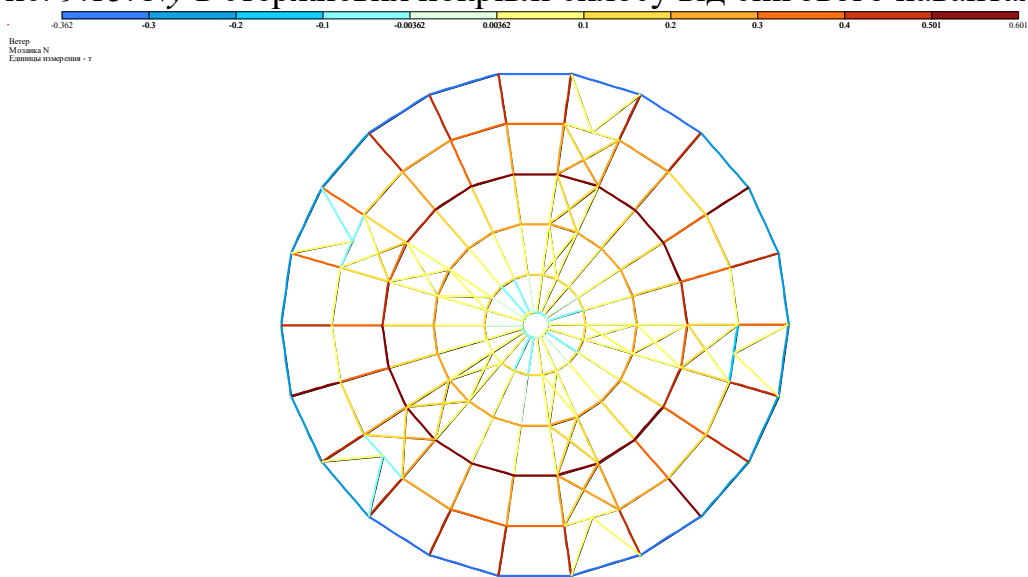


Рис. 9.16.  $N_u$  в стержнях покрівлі силосу від вітрового навантаження

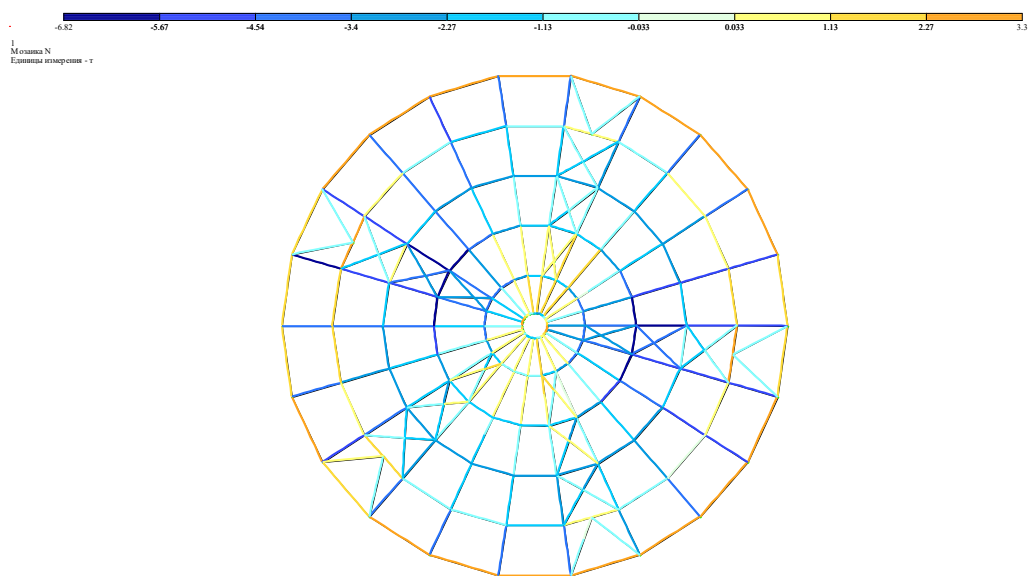


Рис. 9.17.  $N$  в стержнях покрівлі від першої комбінації навантажень

За результатами розрахунку конструкцій башти силосу в ПК «LIRA», були визначені максимальні внутрішні зусилля в конструктивних елементах.

Далі проводимо перевірку перерізів елементів силосу за допомогою системи ЛІР-СТК. Система ЛІР-СТК призначена для підбору та перевірки перерізів стержневих металевих елементів у відповідності зі Eurocode 3.1.1 ENV 1993-1-1:1992, LRFD (AISC) 2nd edition.

Нижче наведена мозаїка вичерпання несучої здатності елементів башти силосу за перевіркою по першій та другій групах граничних станів та місцевої стійкості.

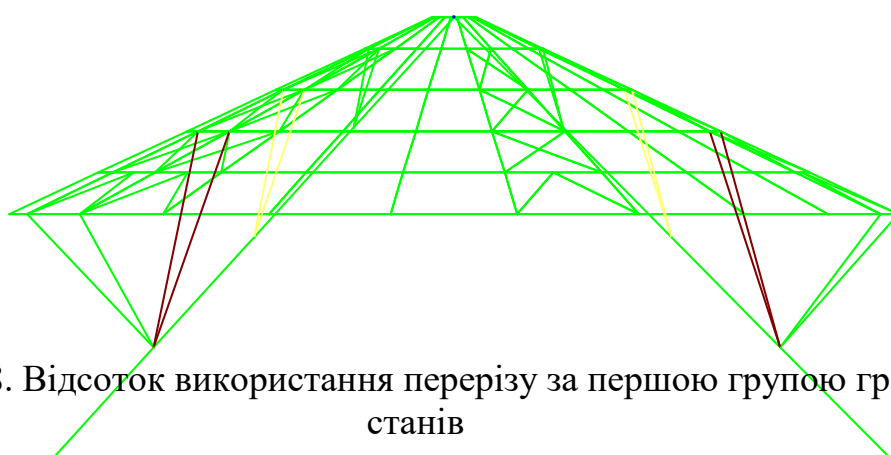


Рис. 9.18. Відсоток використання перерізу за першою групою граничних станів

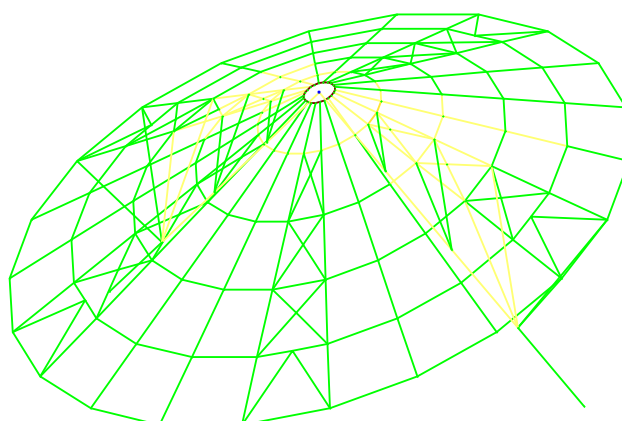


Рис. 9.19. Відсоток використання перерізу за другою групою граничних станів

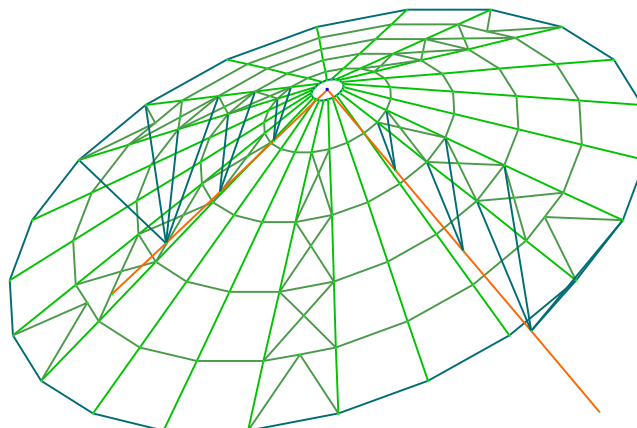


Рис. 9.20. Відсоток використання перерізу за місцевою стійкістю

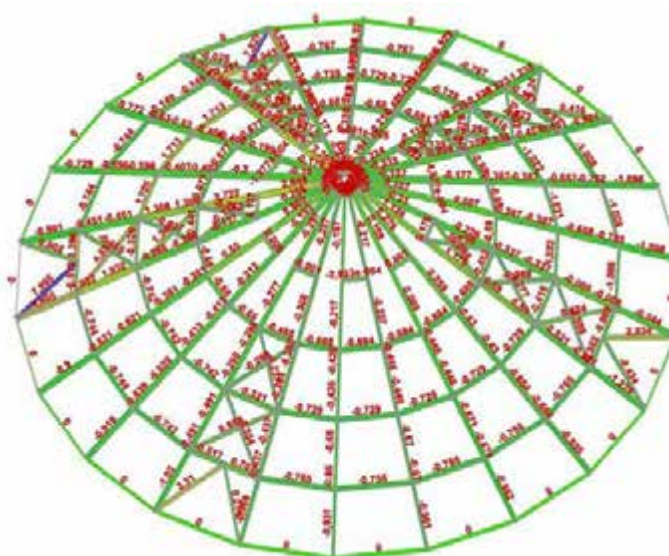
Максимальне переміщення вузлів елементів башти силосу при найбільш несприятливому збігу навантажень становить:

$$f = 23,5 \text{ мм} > f_{\text{д}} = 1/400 = 35,3 \text{ мм},$$

що не перевищує гранично допустимий прогин згідно вимог табл.1 ДСТУ Б В.1.2-3:2006 «Прогини та переміщення».

### 9.5. Результати розрахунку в ПК «SCAD»

Розрахунок конструкцій башти силосу на статичні навантаження, з урахуванням коефіцієнту динамічності виконаний в ПК «SCAD» версія 21.1.1.



	-1,235	-0,658
	-0,658	-0,082
	-0,082	0,495
	0,495	1,072
	1,072	1,649
	1,649	2,226
	2,226	2,803
	2,803	3,38
	3,38	3,957
	3,957	4,534
	4,534	5,111
	5,111	5,688
	5,688	6,265
	6,265	6,842
	6,842	7,419
	7,419	7,995

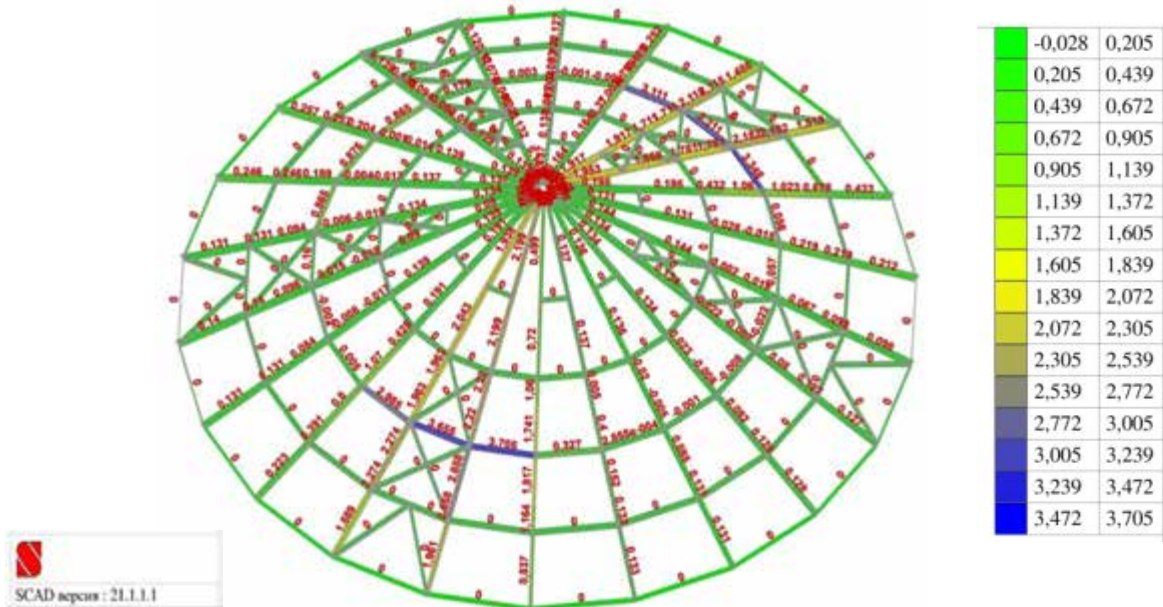


Рис. 9.22.  $M_u$  в стержнях покрівлі силосу

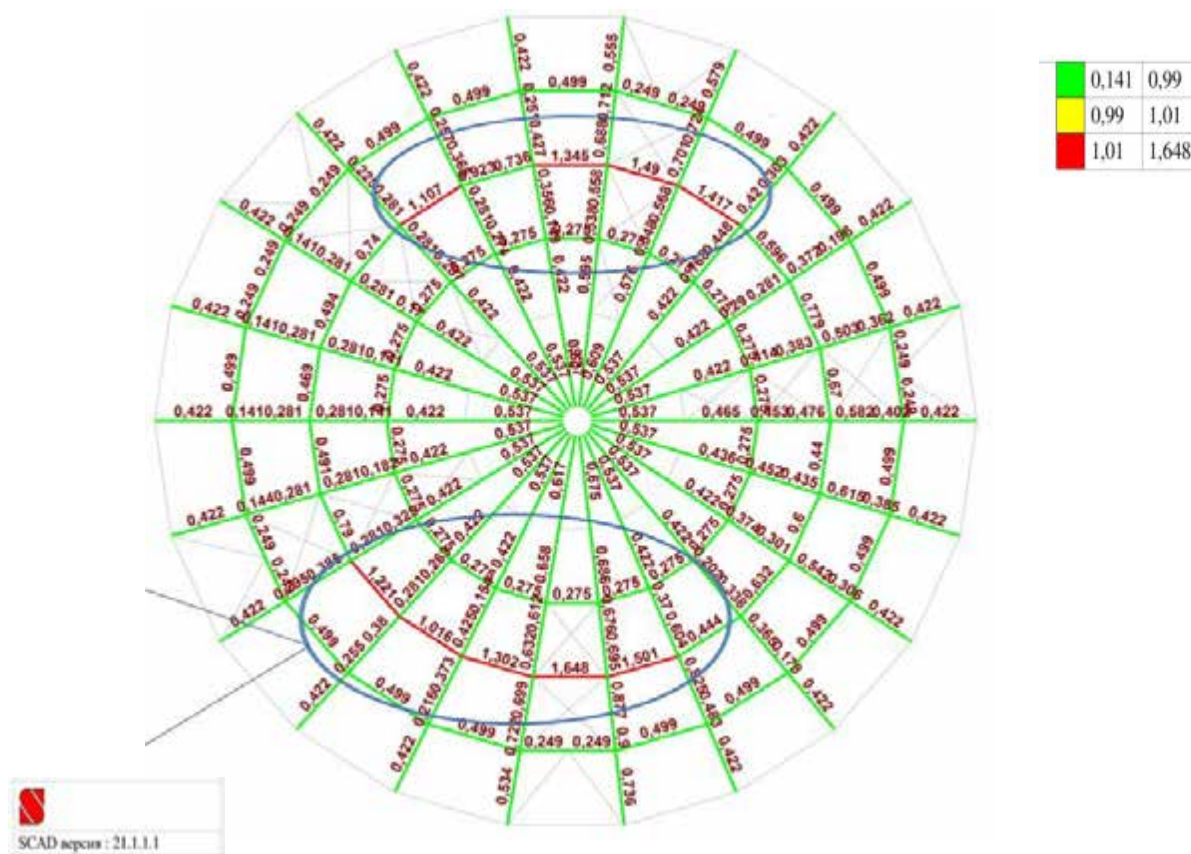


Рис. 9.23. Фактор перенавантаження радіальних балок  $K_{max}$

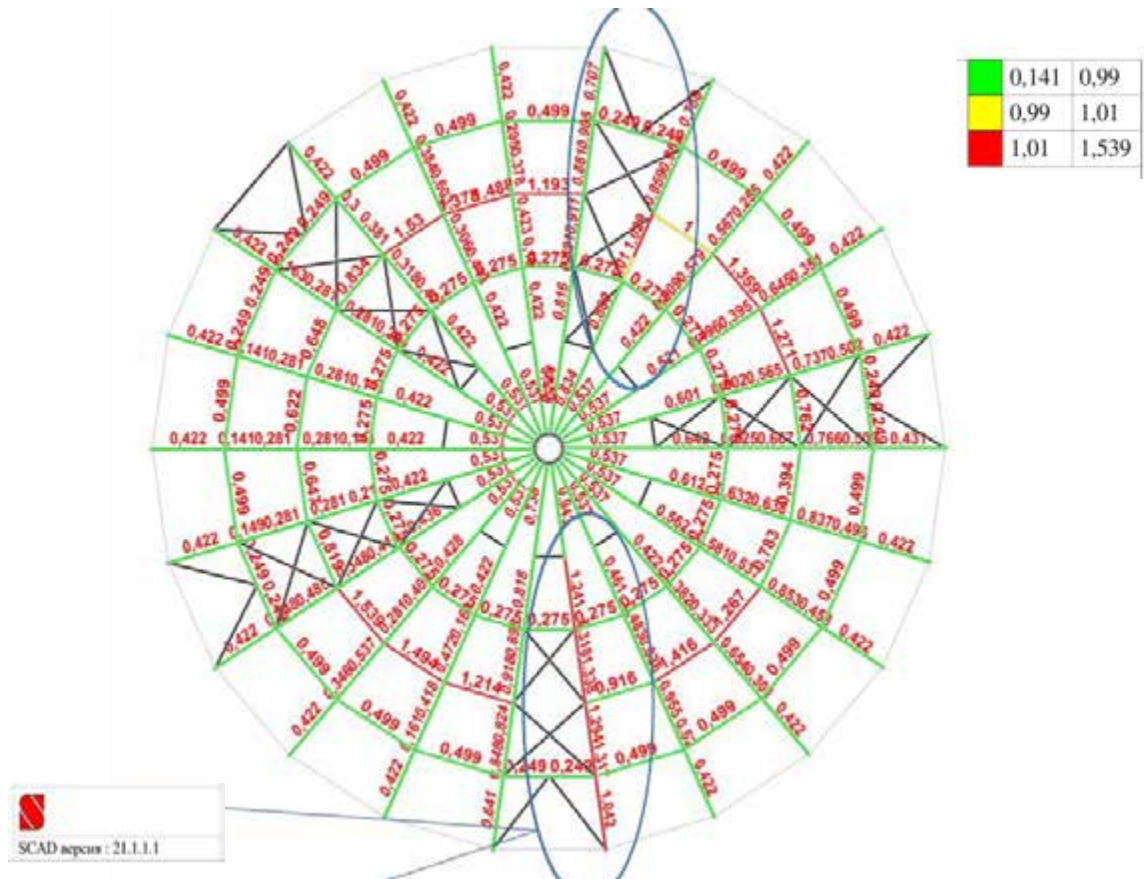


Рис. 9.24. Фактор перенавантаження кровяних балок  $K_{\max}$

В окремих випадках при найбільш несприятливому збігу завантажень спостерігається перенавантаження конструктивних елементів башти силосу радіальних та кровяних балок. Коефіцієнт використання міцності становить від 1,29 до 1,65.

### 9.6. Висновки

При проведенні аналізу співставлення результатів розрахунку конструктивних елементів башти силосу AGI BIN MODEL 77-C34, можливо зазначити, що при розрахунках в ПК «LIRA» конструктивні елементи працюють в межах припустимих норм за першою та другою групами граничних станів. А при розрахунках в ПК «SCAD» в окремих випадках, по окремим конструктивним елементам (радіальні та кровяні балки), при найбільш несприятливому збігу завантажень втрачають проектну міцність.

## 10. ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

Характеристика джерела	№	Бібліографічний опис
Нормативні документи зі стандартизації	1	В.2.6-221:2021 «Конструкції силосів сталевих з гофрованою стінкою для зерна. Основні положення». Реєстраційний номер BN01:5243-0703-5245-9359. Київ: Мінрегіонбуд України, 2021 р.
	2	ДБН А.2.1-1-2008. Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Інженерні вишукування для будівництва. Київ: Мінрегіонбуд України, 2008 – С.72.
	3	Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ : ДБН В.1.2-14-2008. – Офіц. вид. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009.
	4	ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. Київ: Мінрегіонбуд України, 2006 – С.35.
	5	Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість : ДБН В.1.2-6-2008. – Офіц. вид. – К. : Мінрегіонбуд України, 2008.
	6	ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво у сейсмічних районах України. Київ : Мінрегіонбуд України, 2014 р.
	7	ДСТУ Б В.1.2.-3:2006. Прогини і переміщення. Вимоги проектування. Київ : Мінбуд України, 2006 р.
	8	ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти будинків та споруд. Основні положення проектування». Київ: Мінрегіонбуд України, 2009 р.
	9	ДБН В.2.2-8-98 Будинки і споруди. Підприємства, будівлі і споруди по зберіганню та переробці зерна. (З змінами та доповненнями) Київ: Мінрегіонбуду України, 2005 р.
	10	ДБН В.2.6-198:2010 «Сталеві конструкції»

11	ДСТУ Б В.2.6-75:2008 «Конструкції металеві будівельні»
12	ДСТУ Б А.2.4-15:2008 СПДБ. (Державний Стандарт України) «Антикорозійний захист конструкцій будівель і споруд». Київ: Мінрегіонбуду України, 2009 р.
13	ДСТУ Б В.2.7-215:2009. Бетони. Правила підбору складу. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010 – С.14
14	ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011 р.
15	Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування : ДСТУ Б.В.2.6–156:2010. – К. : Мінрегіонбуд України, 2011р. – 118 с.
16	ДСТУ 3760:2006. Прокат арматурний. Для залізобетонних конструкцій. К.: Держспоживстандарт України. 2006. – 17 с.
17	ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. К.: Мінбуд України. 2009. – 44 с.
18	ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. К.: Мінбуд України. 2009. – 44 с.
19	ДБН А.3.1-7-96. Управління, організація та технологія. Виробництво бетонних і залізобетонних виробів. Київ: Держком містобудування України, 1997.
20	Управління, організація і технологія. Виробництво бетонних і залізобетонних виробів. ДБН А.3.1-7-96. Київ: Держком містобудування України, 1997 .

	21	Правила визначення вартості будівництва : ДСТУ Б.Д.1.1-1:2013. – К. : Мінгеріонбуд України, 2013. – 88 с.
	22	Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд : ДБН А.2.2-1-2003 / розроб. В. Г. Чуніхін [та ін.] ; Державний комітет України з будівництва та архітектури. - Вид. офіц. – К. : Держбуд України, 2004. - 23 с.
Книги: - один автор	23	Технологія будівельного виробництва: навчальний посібник / В.М. Гуденко. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 481 с. ISBN 978-966-2007-19-0
	24	Жидецький В.Ц. Основи охорони праці: Підручник. - К.: Основа, 2002. - 320 с.
- група авторів	25	Зведення і монтаж будівель і споруд: навч. посібник / В. Д. Жван, М. Д. Помазан, О. В. Жван; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 395 с. Викладені сучасні методи зведення будівель та споруд.
	26	Сучасні технологічні системи [Електронний ресурс] : навчальний посібник / Ф. В. Новіков, С. О. Дитиненко, Д. Ф. Новіков. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2020. – 447 с. ISBN 978-966-676-804-2
	27	Сучасні технології в будівництві: Підручник /О.І. Менейлюк, В.С. Дорофеев, Л.Е. Лукашенко та інш. / За ред. О.І. Менейлюка. – К.: Освіта України, 2010. – 550с.