

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**  
**Факультет (ННІ) Конструювання та дизайну**  
**Кафедра будівництва**

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
рішенням кафедри будівництва  
(протокол № \_\_, від \_\_.06.2026р.)  
завідувач кафедри будівництва,  
д.т.н., професор  
\_\_\_\_\_ Ігор ЯКОВЕНКО  
." " \_\_\_\_\_ 2026 р.

**БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему: **«Проектування навчального центру у місті Ківерці»**

Спеціальність 192 – будівництво та цивільна інженерія  
(код і назва)

**Гарант освітньої програми**

\_\_\_\_\_ кандидат технічних наук, доцент \_\_\_\_\_ Євген ДМИТРЕНКО  
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

**Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи:**

\_\_\_\_\_ К.Т.Н., доц. \_\_\_\_\_ Катерина ОМЕЛЬЧЕНКО  
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

*допускається до захисту/не допускається до захисту»*

**Виконав: студент**

\_\_\_\_\_ Богдан ВИШНЕВСЬКИЙ  
«підпис» (ПІБ студента)

**Рецензент:**

\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_  
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_  
«підпис» «оцінка»

м. Київ 2026 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет (ННІ) Конструювання та дизайну**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

завідувач кафедри будівництва,

Д.Т.Н., професор  
(науковий ступінь, вчене звання)

Ігор ЯКОВЕНКО  
(підпис) (ІПБ)

«25» березня 2026р.

**З А В Д А Н Н Я**  
**ДО ВИКОНАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**  
**СТУДЕНТУ**

Вишневському Богдану Тарасовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

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

Програма підготовки освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи затверджена наказом проректора з науково-педагогічної роботи та цифрової трансформації НУБіП України від «24» березня 2026 р. № 839 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2026, червень, 01  
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: геологічні умови майданчика будівництва, природно-кліматичні умови відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010, навантаження та вплив згідно ДБН В.1.2-2:2006.

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки, 6 листів формату А1 та використаних джерел літератури 25 найменувань.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

Розділ 1. Архітектурна частина

Розділ 2. Розрахунково-конструктивний розділ

Розділ 3. Основи і фундаменти

Розділ 4. Технологія будівельного виробництва

Розділ 5. Організація будівельного виробництва

Розділ 6. Охорона праці

Розділ 7. Охорона навколишнього середовища

Висновки

Список використаної літератури

Додатки

Аркуш 1, 2 | *Архітектурна частина: фасад, розрізи, вузли, план.*

## Строки виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи

**Дата видачі завдання** «25» березня 2026 р.

К.Т.Н., доцент

(підпис)

Катерина ОМЕЛЬЧЕНКО

(ПИБ)

(підпис)

Богдан ВИШНЕВСЬКИЙ

(ПИБ студента)

## Зміст

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Зміст.....                                                           | 4  |
| 1. Архітектурний розділ.....                                         | 7  |
| 1.1. Металеві рамні конструкції змінного перерізу . . . . .          | 7  |
| 1.2. Типи каркасів із рамних конструкцій змінного перерізу . . . . . | 7  |
| 1.3. Етапи розрахунку рамних конструкцій змінного перерізу . . . . . | 9  |
| 1.3.1. Забезпечення жорсткості та стійкості . . . . .                | 9  |
| 1.3.2. Фундаменти . . . . .                                          | 9  |
| 1.3.3. Стіни та перегородки . . . . .                                | 9  |
| 1.3.4. Несучі елементи каркасу . . . . .                             | 10 |
| 1.3.5. Покрівля та перекриття . . . . .                              | 11 |
| 1.3.6. Вікна та двері . . . . .                                      | 11 |
| 1.4. Архітектурно-художнє рішення . . . . .                          | 12 |
| 1.5. Санітарно-технічне та інженерне обладнання . . . . .            | 12 |
| 2. Розрахунково-конструктивна частина . . . . .                      | 13 |
| 2.1. Розрахунок схеми будівлі в ПК SCAD . . . . .                    | 13 |
| 2.1.1. Загальні дані . . . . .                                       | 13 |
| 2.1.2. Коротка характеристика методики розрахунку . . . . .          | 14 |
| 2.1.3. Розрахункова схема . . . . .                                  | 14 |
| 2.1.4. Статичний розрахунок . . . . .                                | 15 |
| 2.1.5. Результати розрахунку . . . . .                               | 15 |
| 2.2. Розрахунок колони . . . . .                                     | 22 |
| 2.2.1. Вихідні дані . . . . .                                        | 22 |
| 2.2.2. Підбір перерізу . . . . .                                     | 23 |
| 2.2.3. Перевірка стійкості . . . . .                                 | 24 |
| 2.3. Розрахунок балки перекриття . . . . .                           | 26 |
| 2.3.1. Збір навантажень на балку . . . . .                           | 26 |
| 2.3.2. Підбір перерізу . . . . .                                     | 26 |
| 2.3.3. Перевірка перерізу балки . . . . .                            | 27 |
| 2.3.4. Розрахунок прогину балки . . . . .                            | 29 |

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.4. Розрахунок балки покриття в ПК SCAD . . . . .                                | 31 |
| 2.4.1. Загальна характеристика . . . . .                                          | 31 |
| 2.4.2. Завантаження . . . . .                                                     | 32 |
| 2.4.3. Огинаючі епюри . . . . .                                                   | 33 |
| 2.4.4. Результати розрахунку . . . . .                                            | 34 |
| 3. Основи та фундаменти . . . . .                                                 | 36 |
| 3.1. Вихідні дані . . . . .                                                       | 36 |
| 3.2. Визначення несучої здатності однієї палі . . . . .                           | 37 |
| 3.3. Розрахунок необхідної кількості паль . . . . .                               | 39 |
| 3.4. Розрахунок розмірів ростверку . . . . .                                      | 39 |
| 3.5. Перевірка ростверку на продавлювання колоною . . . . .                       | 40 |
| 3.6. Перевірка ростверку на продавлювання кутовою палею . . . . .                 | 40 |
| 3.7. Розрахунок міцності похилих перерізів ростверку по поперечній силі . . . . . | 41 |
| 3.8. Розрахунок ростверку на згин та підбір арматури . . . . .                    | 42 |
| 4. Технологія будівництва . . . . .                                               | 43 |
| 4.1. Основні положення . . . . .                                                  | 43 |
| 4.2. Підготовчі роботи . . . . .                                                  | 43 |
| 4.3. Земляні роботи . . . . .                                                     | 44 |
| 4.4. Влаштування фундаментів . . . . .                                            | 44 |
| 4.5. Монтаж колон . . . . .                                                       | 46 |
| 4.6. Монтаж ригеля – арки . . . . .                                               | 51 |
| 4.7. Влаштування покрівлі та стін . . . . .                                       | 56 |
| 4.8. Розрахунок траверси для монтажу арки прольотом 36 м . . . . .                | 56 |
| 5. Організація будівництва . . . . .                                              | 59 |
| 5.1. Вибір і описання методу виконання робіт . . . . .                            | 59 |
| 5.2. Визначення тривалості виконання робіт . . . . .                              | 60 |
| 5.3. Проектування календарного графіку . . . . .                                  | 61 |
| 5.4. Будівельний генеральний план . . . . .                                       | 62 |
| 5.5. Вибір монтажного крану . . . . .                                             | 62 |

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.6.Розрахунок і проектування тимчасових інвентарних будівель.                                      | 64 |
| 5.7.Розрахунок складських приміщень і майданчиків . . . . .                                         | 65 |
| 5.8.Розрахунок потреби будівництва у воді . . . . .                                                 | 67 |
| 5.9.Освітлення будівельного майданчика . . . . .                                                    | 68 |
| 5.10.Забезпечення будівництва електроенергією . . . . .                                             | 69 |
| 6.Охорона праці . . . . .                                                                           | 71 |
| 6.1.Небезпечні та шкідливі виробничі чинники при будівництві .                                      | 72 |
| 6.2.Організаційні та технічні заходи по усуненню небезпечних<br>виробничих чинників . . . . .       | 72 |
| 6.3.Забезпечення пожежної та вибухової безпеки . . . . .                                            | 76 |
| 7.Охорона навколишнього середовища . . . . .                                                        | 81 |
| 7.1.Аналіз впливу техногенних чинників запроектованої будівлі на<br>навколишнє середовище . . . . . | 81 |
| 7.2. Розрахунки концентрації шкідливих речовин які мають місце<br>під час експлуатації . . . . .    | 83 |
| Список використаної літератури . . . . .                                                            | 86 |
| Додатки . . . . .                                                                                   | 89 |

## **1. АРХІТЕКТУРНА ЧАСТИНА**

### **1.1. Загальні дані**

Багатоцільовий навчальний центр у м. Ківерці має спортивний напрямок і запроектований проводити навчання дітей місцевих загальноосвітніх шкільних та дошкільних закладів, здатний приймати змагання міжнародного рівня із волейболу, баскетболу, художньої гімнастики та інших видів спорту. Його обладнано глядацькою залюю на 1000 місць. Конструкція місць запроектована таким чином, аби створювати максимальний огляд. Комплекс містить спортивний зал, методичний кабінет, навчальні приміщення, санвузли, роздягальні та інші побутові приміщення. По другому поверсі комплекс має глядацьку галерею. Комплекс дозволяє проводити заняття, змагання в будь яку пору року.

За відносну позначку  $\pm 0.000$  приймаємо підлогу спортзалу.

Навантаження. Постійні (згідно з вихідними даними технічного завдання), снігові, вітрові та тимчасові тривалі навантаження (від технологічного та іншого обладнання, від людей) прийнято згідно з ДБН В.1.2.2:2006 "Навантаження і впливи" [1].

### **1.2. Об'ємно-планувальні рішення**

Запроектована будівля в плані має форму прямокутника розмірами 60×36.5м. Який в свою чергу ділиться деформаційним швом на дві частини: вбудовані побутові приміщення і спортивний зал. При цьому вбудовані побутові приміщення мають підвал і три поверхи, а в спортивному залі на рівні другого поверху розміщена оглядова галерея. Поверхня підлоги спортивного залу гладка, горизонтальна та не слизька. Для спортивних ігор з м'ячем передбачена ударам м'яча конструкція світлових ліхтарів та проїомів.

У підвалі знаходяться санвузли та гардеробні. На першому поверсі розташовується пожежний пост, снарядна і санвузли для мало мобільних чоловіків та жінок. На другому та третьому поверхах запроектовані

гардеробні для кожної команди окремо, в яких є туалет, умивальник та дві душові. Також є окремі гардеробні з санвузлом і душовою для тренерів. На третьому поверсі є кімнати для суддів та учбові кабінети.

Навколо споруди встановлюється водонепроникна відмостка шириною 1,5м.

Об'ємно-планувальні рішення спортивного залу розроблено з вимогами ДБН В.2.2-13-2003 «Будинки і споруди. Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди» [3].

Згідно з цим документом трибуни повинні відповідати таким вимогам:

- місця для глядачів розташовуються за межами арени;
- трибуни глядачів розташовані по повздовжніх сторонах спортивної арени;
- встановленні тимчасові місця для сидіння не повинні відкидатися чи рухатися;
- місця в рядах повинні бути з'єднані між собою;
- розміри місць для сидіння на трибунах мають глибину 0,8м;
- мають спинку висотою не менше 30 см та шириною не менше 45 см;
- огороження – 1.2м по верху і торцях трибун;
- ширина проходу між трибунами;
- трибуни розділені на 3 стаціонарних, 5 телескопічних груп (секцій).

Допоміжні приміщення:

- площа допоміжних приміщень розраховувалась виходячи з загальної кількості місць глядачів трибун та тимчасових місць;
- туалети і умивальники в гардеробах розраховані в співвідношенні 1/30;
- висота допоміжних приміщень від підлоги до стелі прийнято 3м.

Протипожежні вимоги прийнято за ДБН-В 2.2-13-2003 "Спортивные и физкультурно-оздоровительные сооружения" [5]:

- ступінь вогнестійкості будівлі – II;

- комплекс, а також простір під трибунами обладнано автоматичною системою пожежогасіння;

- передбачено системи оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей в відповідності з вимогами ДБН В.1.1–7:2016 "Пожежна безпека об'єктів будівництва" [22].

Евакуацію глядачів з трибун передбачено через рівномірно розташовані виходи. Ширина евакуаційних виходів з будівлі не менше 1.5 м

Максимальна протяжність шляху евакуації від найвіддаленішого глядацького місця до входу складає – не більше 24 м

Під'їзд до споруди можна здійснити з чотирьох сторін.

Водопостачання та каналізація:

- комплекс оснащено системою постачання технічної та питної води, протипожежним водопостачанням, каналізацією, яка приєднана до міської системи;

- передбачено подачу гарячої води для душових, медичного кабінету, масажної та санвузлів.

Детальні об'ємно-планувальні рішення представлені в графічній частині дипломного проекту. Експлікація приміщень показана на графічних кресленнях.

### **1.3. Конструктивні рішення**

#### **1.3.1 Забезпечення жорсткості і стійкості**

Просторова жорсткість і стійкість каркаса будівлі забезпечується спільною роботою рам, системою вертикальних і горизонтальних зв'язків. Вертикальні зв'язки, що забезпечують загальну стійкість, встановлюються в центрі блоку і в крайніх прольотах. Для забезпечення жорсткості і у стійкості ригеля рами використовується система горизонтальних зв'язків по верхньому поясу і система вертикальних зв'язків, що запобігає закручування елементів ригеля.

### 1.3.2 Фундаменти

Фундаменти прийняті стовпчасті ростверк з бетону С20/25 [6], палі С60.30-6 нижня відмітка ростверку розташована на позначці -3.950. Під фундаменти влаштовується бетонна підготовка товщиною 100мм. Розміри ростверку прийняті 1500×1500×500 мм. Армування ростверку фундаментів виконано арматурними сітками зі стрижнів діаметром 18мм. А500С [8].

### 1.3.3 Стіни і перегородки

Стіни комплексу виконані із панелей типу «Сендвіч». Роль обшивки виконують профільовані листи С44-1000-0.8. Утеплювач-мінераловатні плити щільністю 100кг / м<sup>3</sup> і товщиною 200мм. Кріплення панелей виробляється до стінових прогонів самосвердлувальні шурупами довгою 300мм. Зовні і всередині спортивного залу стіни пофарбовані олійними фарбами.

Перегородки запроектовані кирпичними товщиною 120 мм. У приміщеннях душових перегородки оздоблено плиткою. Розріз , вузли сполучення і кріплення панелей представлені в графічній частині проекту.

### 1.3.4. Несучі елементи каркасу

Основним несучим елементом каркаса є арка прольотом 36 метрів і колони суцільного перерізу. Арка виконана зі сталі С245, складається з чотирьох відправних елементів по 9м. Конструктивні особливості вузлів сполучення елементів ферми, колони і ферми, колони і бази колони докладно представлені в графічній частині дипломного проекту

Між конструкціями каркасів спортзалу і побутових приміщень (між осями 3-4) передбачено деформаційний шов.

Колони – зварні двотаври змінного перерізу по висоті. Ступінь вогнестійкості колон – R 120 МО.

Ригелі – арки двотаврового перерізу, зварні. Ступінь вогнестійкості ригелів – R 120 МО.

Стійки фахверки – металеві з прокатних профілів.

### 1.3.5. Покрівля та перекриття

Покриття запроектовано із профільованого настилу по прокатним балкам настилу. Балки настилу прийняті прокатні двотаври [11]. Пароізоляція виконана із одного слою «Унифлекс» з проклеюванням швів. Нахлест в бокових швах пароізоляції 80-100 мм, в торцях 150 мм. В якості утеплювача прийняті теплоізоляційні плити "Rockwool" товщиною – 190 мм.

Покрівля влаштована по арках та абочних світлових ліхтарях.

Склад покриття:

- конструктивний несучий металопрфіль – Т135;
- пароізоляція –  $u=1,20$  кг/м<sup>2</sup>;
- утеплювач – мінераловатні плити "Rockwool" товщиною 190мм;
- покрівельний метало прфіль – система кайр.

Перекриття побутових приміщень виконано з збірних залізобетонних кругло пустотних плит розмірами 1200×6000 та 1500×6000 мм.

Стеля виконана підвісною, гіпсокартонні листи кріпляться до каркасу з металевого прфілю прикріпленого в свою чергу до несучих конструкцій будівлі, в технічних приміщеннях – вирівнюючий шар цементного розчину.

### 1.3.6. Вікна та двері

Вікна комплексу запроектовані пластиковими з потрійним склінням. Площа вікон призначена виходячи з нормативних вимог природної освітленості і стандартів. Зовнішні двері прийняті пластиковими з склінням, внутрішні дерев'яні глухі. Двері на шляхах евакуації відкриваються назовні. Конструкція дверей усередині будівлі прийнята так, щоб вони не заважали пересуванню [4].

Двері спортивного залу, через які транспортується спортивне обладнання, а також пройоми в інвентарні приміщення для зберігання обладнання запроектовані шириною не менше 1.8 м.

#### **1.4. Архітектурно-художнє рішення**

Запроектована будівля навчального центру вносить за рахунок рішення кольорів і своєї форми різноманітність в існуючу забудову, покращуючи вигляд міста.

Форми та обсяги прийняті відповідно з функціональним призначенням.

Зовнішня обробка-фарбування стін фасадними фарбами.

Внутрішнє оздоблення - облицювання стель гіпсовими рельєфними плитками, облицювання стін у санвузлах, душових, кабінеті лікаря, виконана керамічною плиткою, фарбування стін спортивного залу, коридорів, вестибюлів виконана олійними фарбами.

#### **1.5. Санітарно-технічне та інженерне обладнання**

Проектована будівля обладнано сучасними санітарно-технічними та інженерними системами. Будівлі включає в себе систему опалення, трубопроводи холодної та гарячої води, каналізаційні пристрої. У будівлю обладнані електричні та телефонні мережі. Передбачено підключення даних інженерно-технічних систем до прилеглих мереж міського водопостачання, газопостачання, енергопостачання.

У будівлі передбачена система штучної вентиляції і природна в санвузлах через вентиляційні канали [3].

## **2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА**

### **2.1.Розрахунок схеми будівлі в ПК SCAD**

#### **2.1.1.Загальні дані**

Розрахунок виконаний за допомогою проектно-обчислювального комплексу SCAD. Комплекс реалізує звичайно-елементне моделювання статичних і динамічних розрахункових схем, перевірку стійкості, вибір невідповідних сполучень зусиль, підбір арматури залізобетонних конструкцій, перевірку несучої здатності сталевих конструкцій. У представленій нижче пояснювальній записці описані використані при розрахунках об'єкта методи розрахунку комплексу SCAD [13].

#### **2.1.2.Коротка характеристика методики розрахунку**

До розрахунку покладено метод кінцевих елементів з використанням в якості основних невідомих переміщень і поворотів вузлів розрахункової схеми. У зв'язку з цим ідеалізація конструкції виконана у формі, пристосованій до використання цього методу, а саме: система представлена у вигляді набору елементів стандартного типу (стрижнів, пластин, оболонок і т.д.), званих кінцевими елементами і приєднаних до вузлів [16].

Тип кінцевого елемента визначається його геометричною формою, правилами, що визначають залежність між переміщеннями вузлів кінцевого елемента і вузлів системи, фізичним законом, що визначає залежність між внутрішніми зусиллями і внутрішніми переміщеннями, і набором параметрів (жорсткостей), що входять в опис цього закону та ін

Вузол у розрахунковій схемі методу переміщень представляється у вигляді абсолютно жорсткого тіла зникаюче малих розмірів. Положення вузла в просторі при деформаціях системи визначається координатами центру й кутами повороту трьох осей, жорстко пов'язаних з вузлом. Вузол представлений як об'єкт, що володіє шістьма ступенями свободи - трьома лінійними зміщеннями і трьома кутами повороту.

Всі вузли та елементи розрахункової схеми нумеруються. Нумери, присвоєні їм, слід трактувати тільки, як імена, які дозволяють робити необхідні посилання.

Основна система методу переміщень вибирається шляхом накладення в кожному вузлі всіх зв'язків, що забороняють будь-які вузлові переміщення. Умови рівності нулю зусиль у цих зв'язках являють собою вирішують рівняння рівноваги, а зміщення зазначених зв'язків - основні невідомі методу переміщень.

У загальному випадку в просторових конструкціях у вузлі можуть бути присутніми всі шість переміщень:

- 1 - лінійне переміщення уздовж осі X;
- 2 - лінійне переміщення уздовж осі Y;
- 3 - лінійне переміщення уздовж осі Z;
- 4 - кут повороту з вектором уздовж осі X (поворот навколо осі X);
- 5 - кут повороту з вектором уздовж осі Y (поворот навколо осі Y);
- 6 - кут повороту з вектором уздовж осі Z (поворот навколо осі Z).

Нумерація переміщень у вузлі (ступенів свободи), представлена вище, використовується далі всюди без спеціальних застережень, а також використовуються відповідно позначення X, Y, Z, UX, UY і UZ для позначення величин відповідних лінійних переміщень і кутів повороту.

У відповідності з ідеологією методу скінченних елементів, справжня форма поля переміщень усередині елемента (за винятком елементів стрижневого типу) наближено представлена різними спрощеними залежностями. При цьому похибка у визначенні напруг і деформацій має порядок  $(h / L) k$ , де  $h$  - максимальний крок сітки;  $L$  - характерний розмір області. Швидкість зменшення помилки наближеного результату (швидкість збіжності) визначається показником ступеня  $k$ , який має різне значення для переміщень і різних компонент внутрішніх зусиль (напруг).

### 2.1.3.Розрахункова схема

#### Системи координат

Для завдання даних про розрахунковій схемі можуть бути використані різні системи координат, які надалі перетворюються в декартові. Надалі для опису розрахункової схеми використовуються наступні декартові системи координат:

Глобальна правостороння система координат XYZ, пов'язана з розрахунковою схемою

Локальні правосторонні системи координат, пов'язані з кожним кінцевим елементом.

#### Тип схеми

Розрахункова схема визначена як система з ознакою 5. Це означає, що розглядається система загального вигляду, деформації якої та її основні невідомі представлені лінійними переміщеннями вузлових точок уздовж осей X, Y, Z і поворотами навколо цих осей.

#### Кількісні характеристики розрахункової схеми

Розрахункова схема характеризується наступними параметрами:

Кількість вузлів - 682

Кількість кінцевих елементів - 939

Загальна кількість невідомих переміщень і поворотів - 3961

Кількість завантаженні - 13

Кількість комбінацій завантаженні – 7

#### 2.1.4. Статичний розрахунок

Статичний розрахунок системи виконаний в лінійній постановці.

Умови примикання елементів до вузлів

Точки примикання кінцевого елемента до вузлів (кінцеві перетину елементів) мають однакові переміщення із зазначеними вузлами.

Виняток становлять стрижневі елементи для яких передбачено наявність шарнірів і або повзунів, що вирішують кутові і або лінійні переміщення вузлів і кінцевих перетинів елементів щодо вузлів розрахункової схеми.

## Результати розрахунку

У цьому звіті результати розрахунку представлені вибірково. Вся отримана в результаті розрахунку інформація зберігається в електронному вигляді.

### Переміщення

Обчислені значення лінійних переміщень і поворотів вузлів від комбінацій завантаження представлені в таблиці 3.2. Мінімальні та максимальні переміщення (комбінацій сил)

### Правило знаків для переміщень

Правило знаків для переміщень прийнято таким, що лінійні переміщення позитивні, якщо вони спрямовані убік зростання відповідної координати, а кути повороту позитивні, якщо вони відповідають правилу правого гвинта (при погляді від кінця відповідної осі до її початку рух відбувається проти годинникової стрілки).

### Зусилля і напруження

Розраховані максимальні та мінімальні значення зусиль і напружень в елементах від комбінацій завантаження представлені в таблиці 2.1.

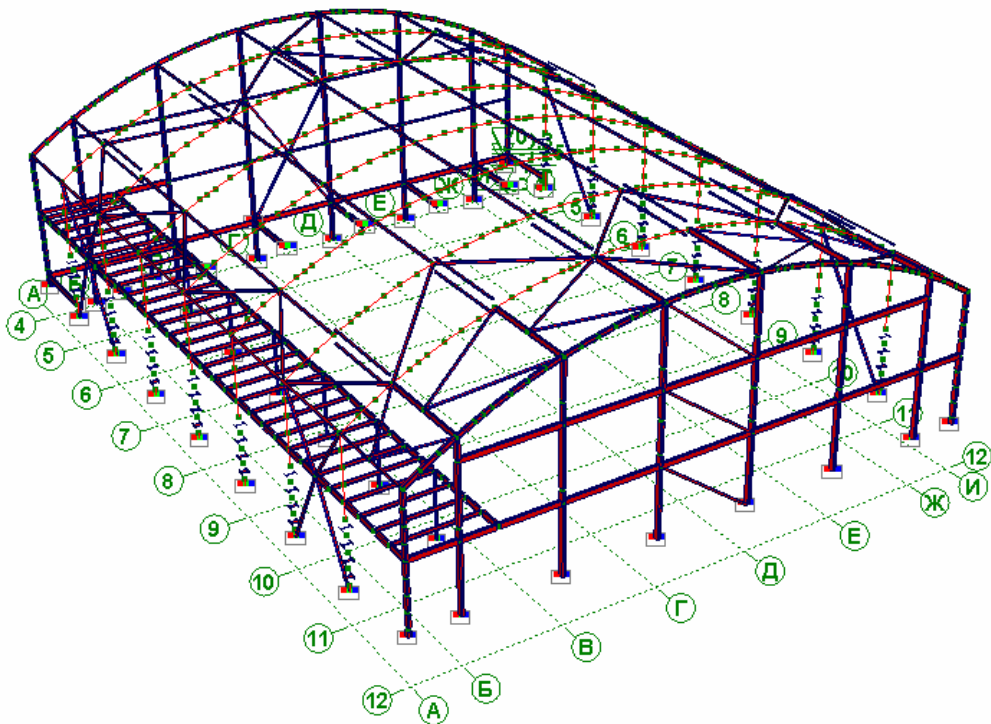


Рис. 2.1. Схема металевого каркасу спортзалу

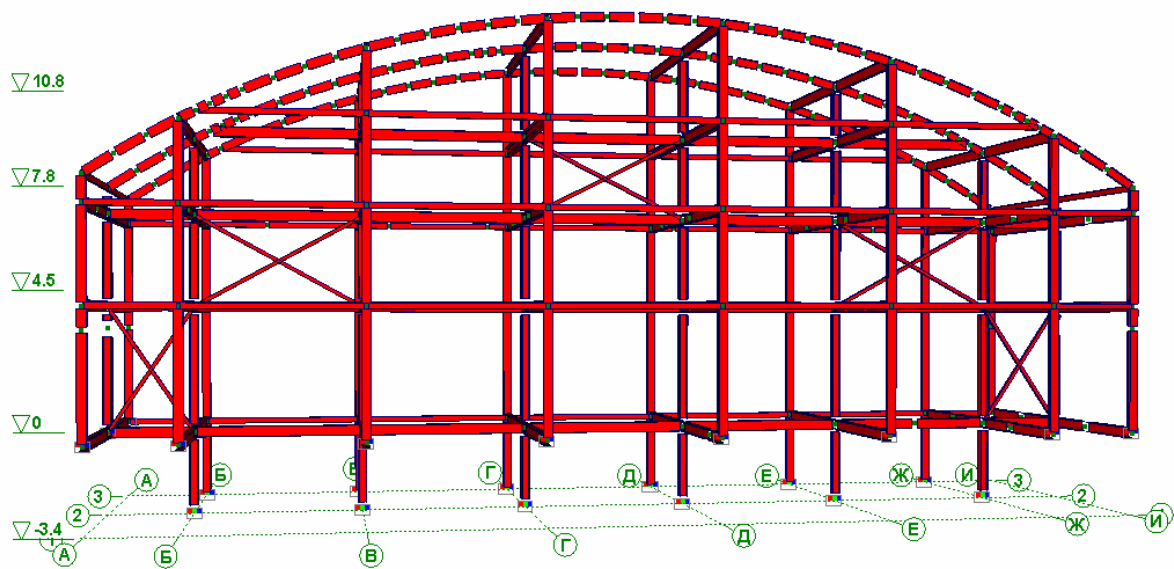


Рис.2.2. Схема металевого каркасу побутових приміщень

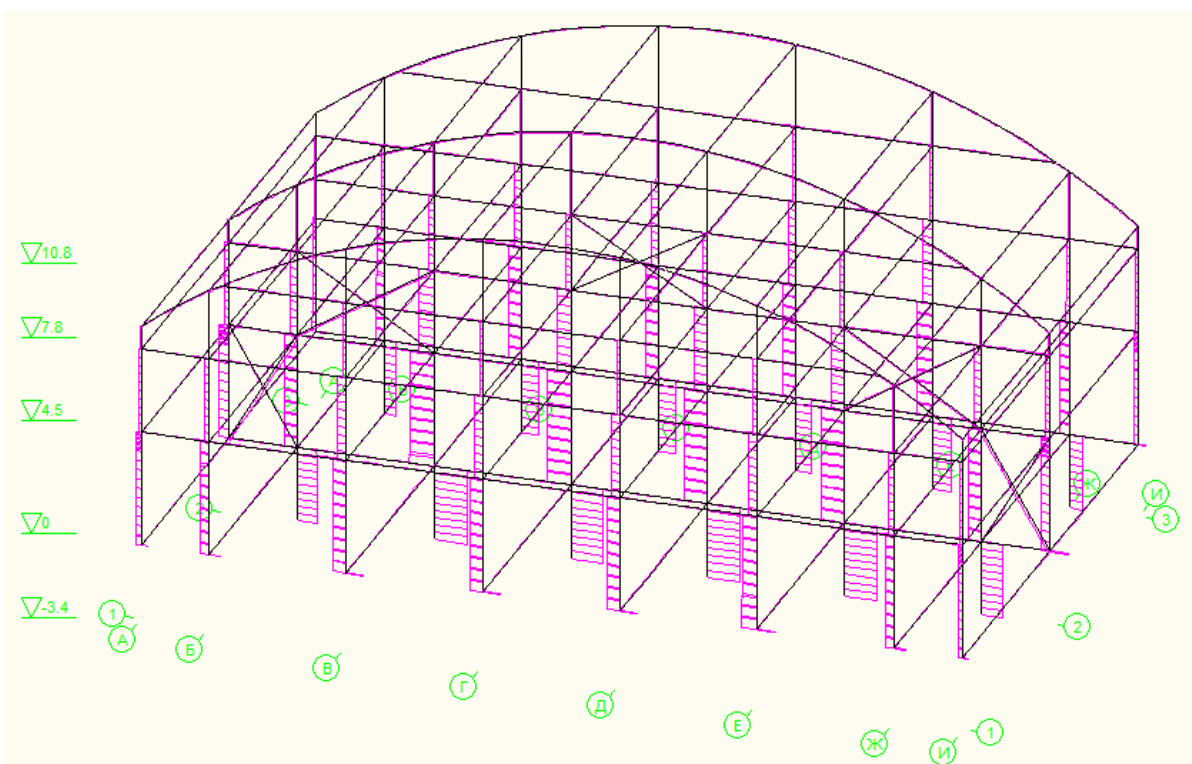


Рис. 2.3. Епюра внутрішніх зусиль N

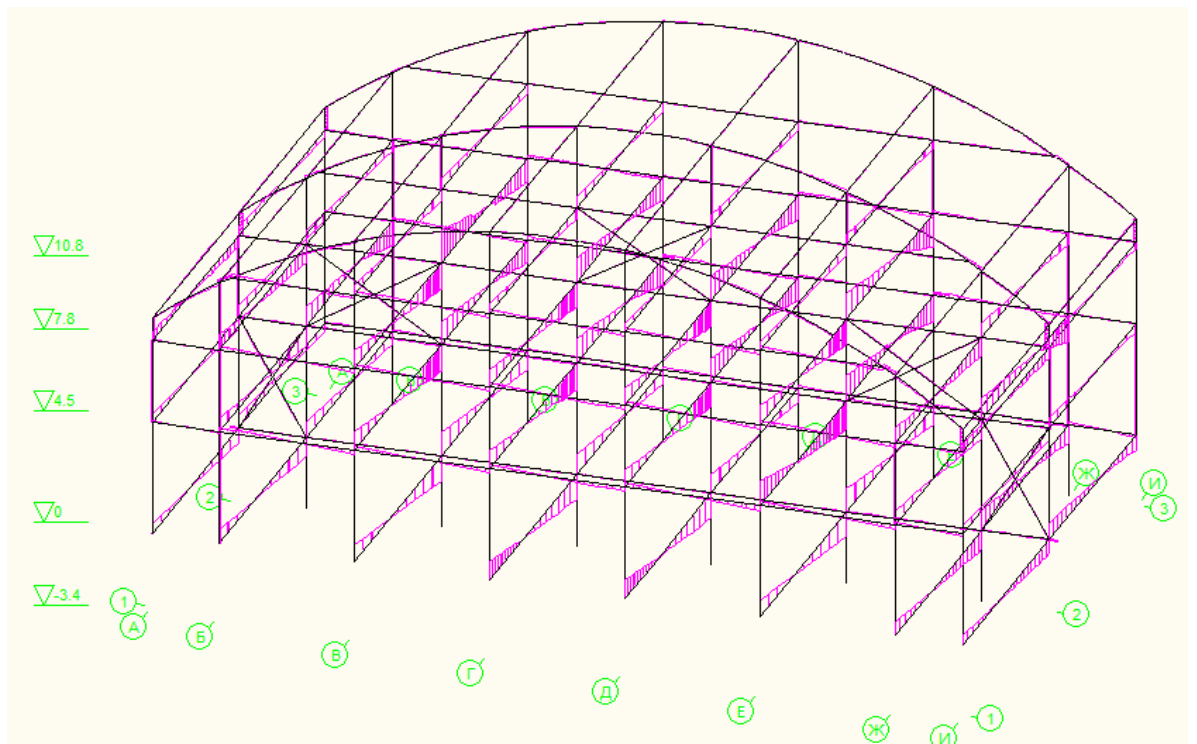


Рис. 2.4. Епюра внутрішніх зусиль  $Q_z$

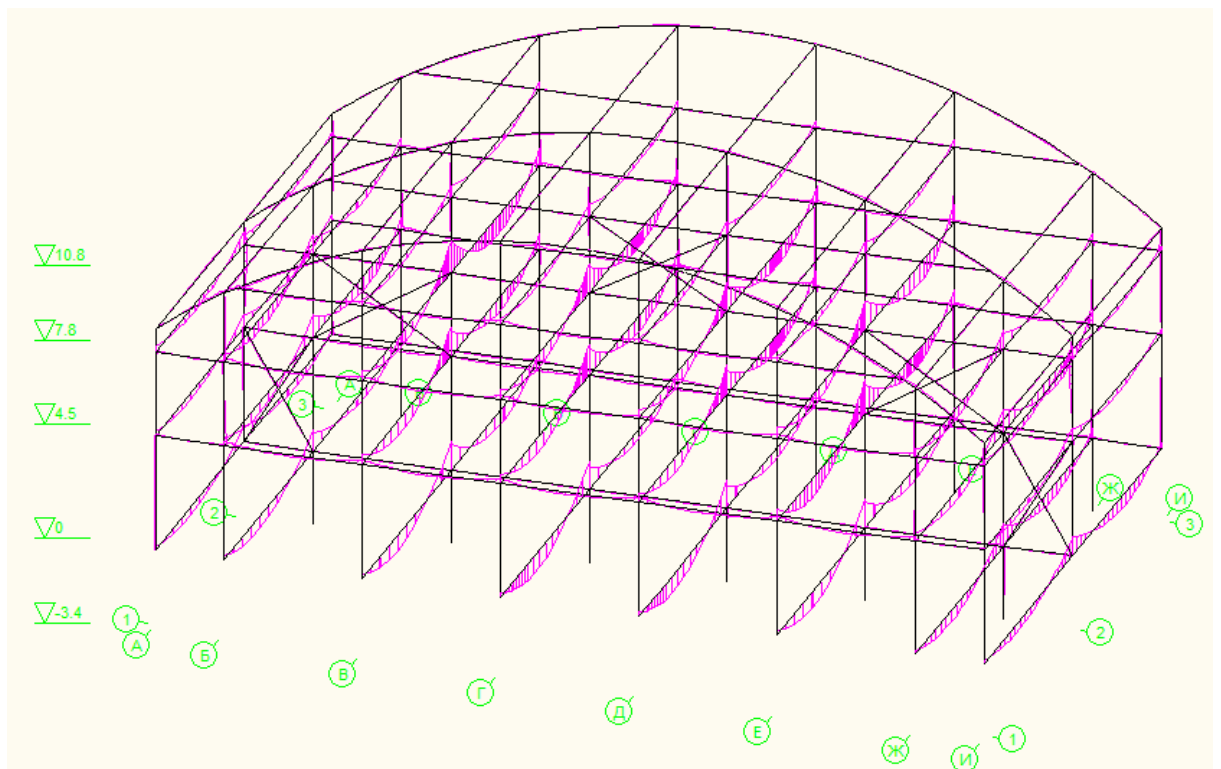


Рис. 2.5. Епюра внутрішніх зусиль  $M_u$

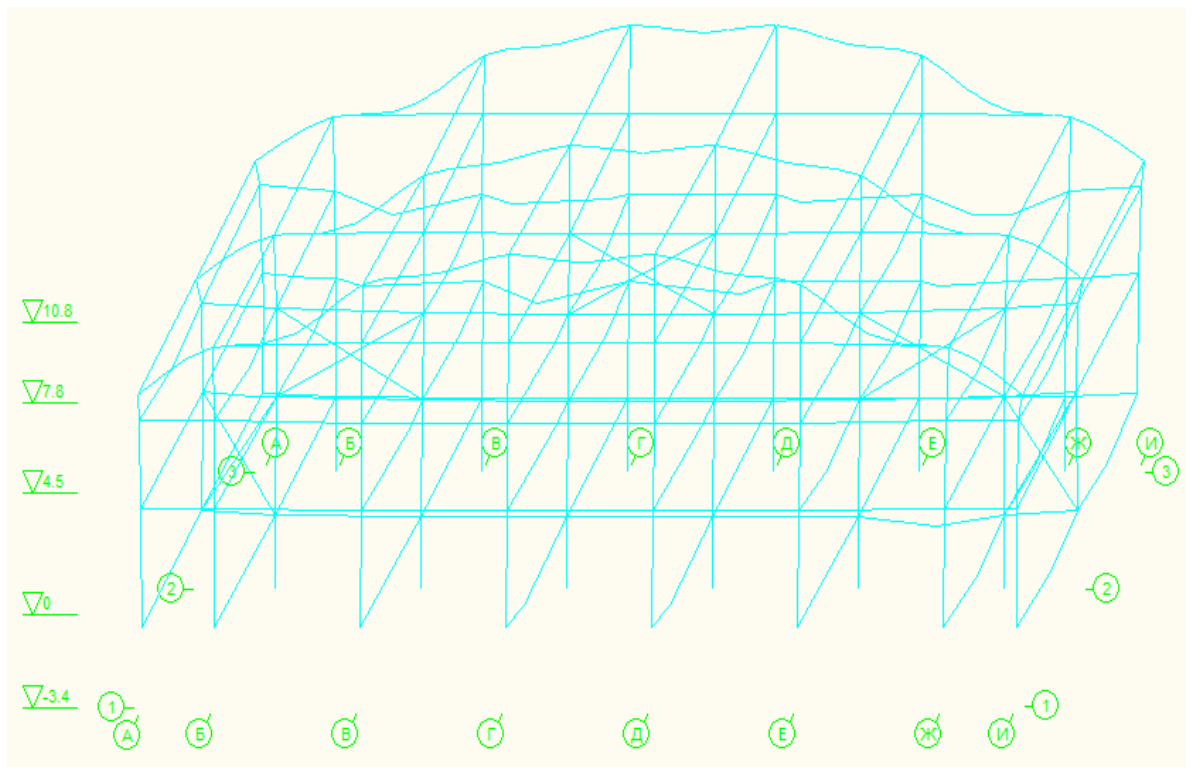


Рис.2.6.Деформована схема

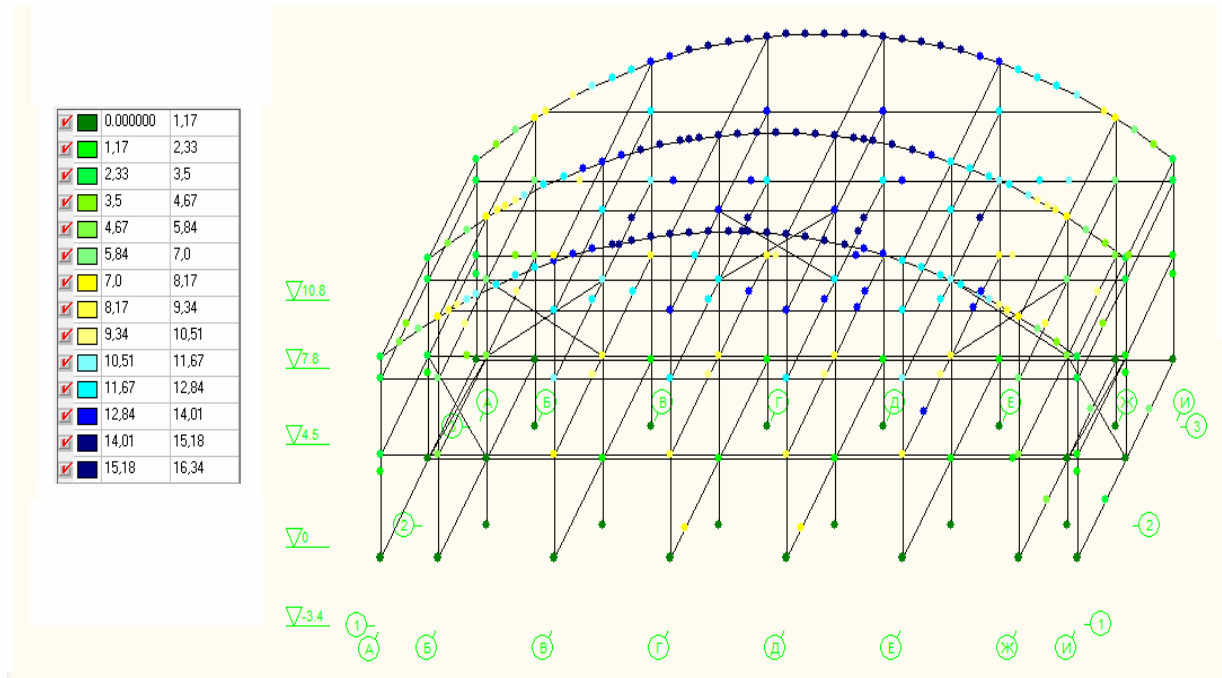


Рис.2.7.Переміщення вузлів (мм) від комбінації зусиль

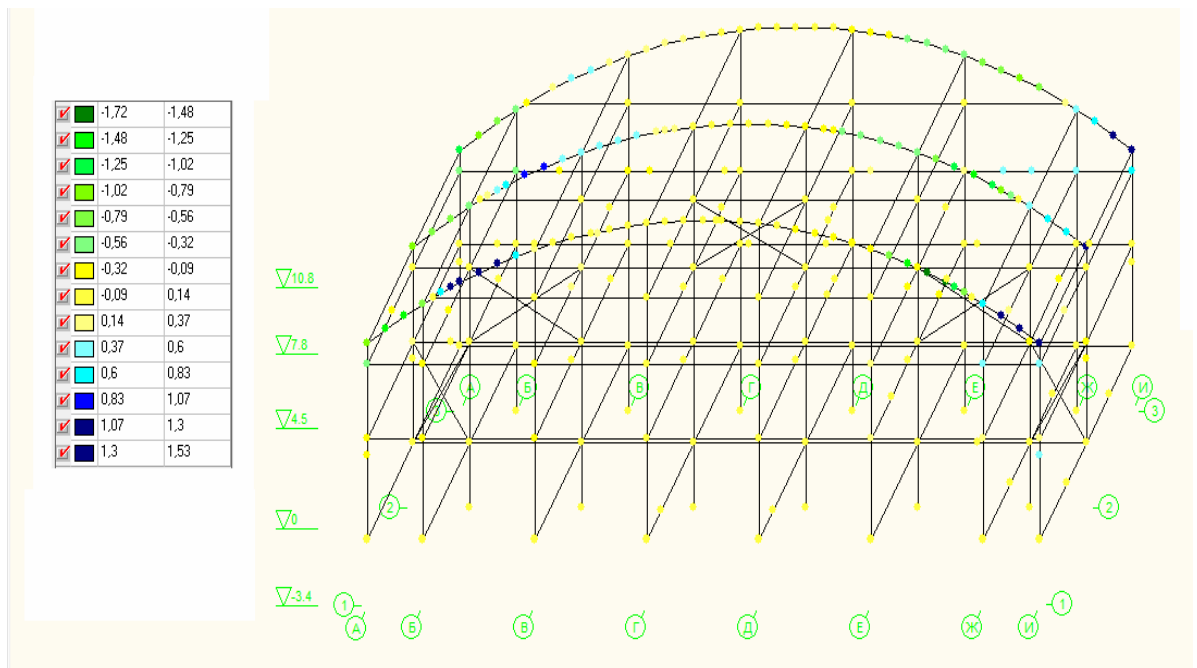


Рис.2.8.Переміщення вузлів (мм) по осі Y основної системи координат від комбінації зусиль

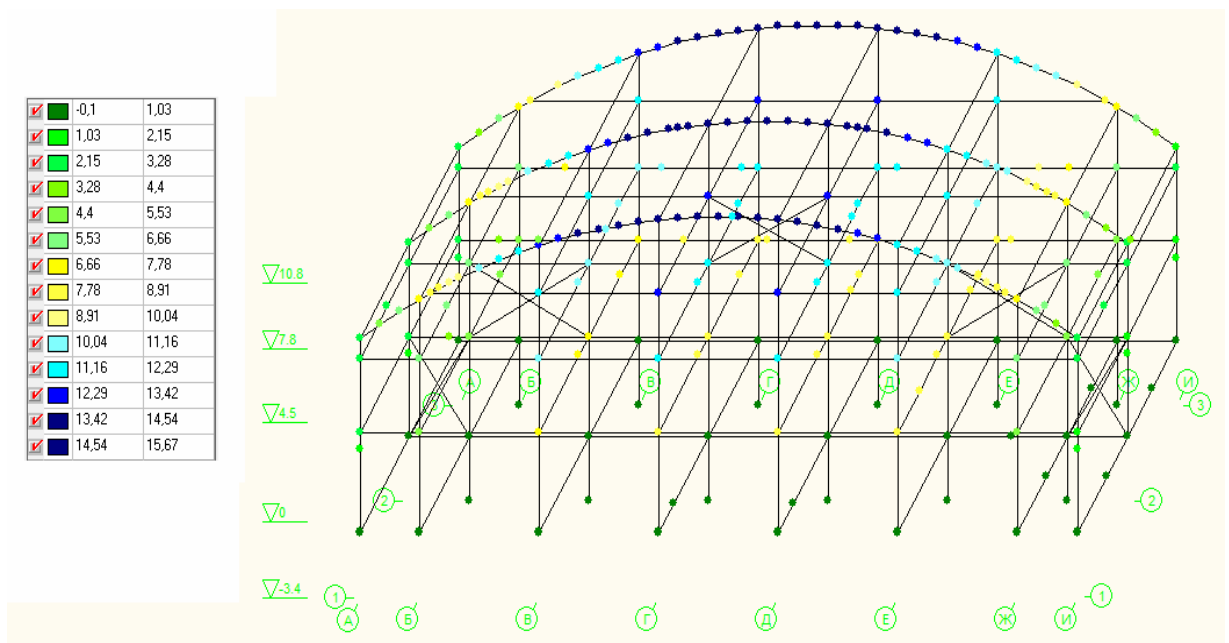


Рис.2.9.Переміщення вузлів (мм) по осі X основної системи координат від комбінації зусиль

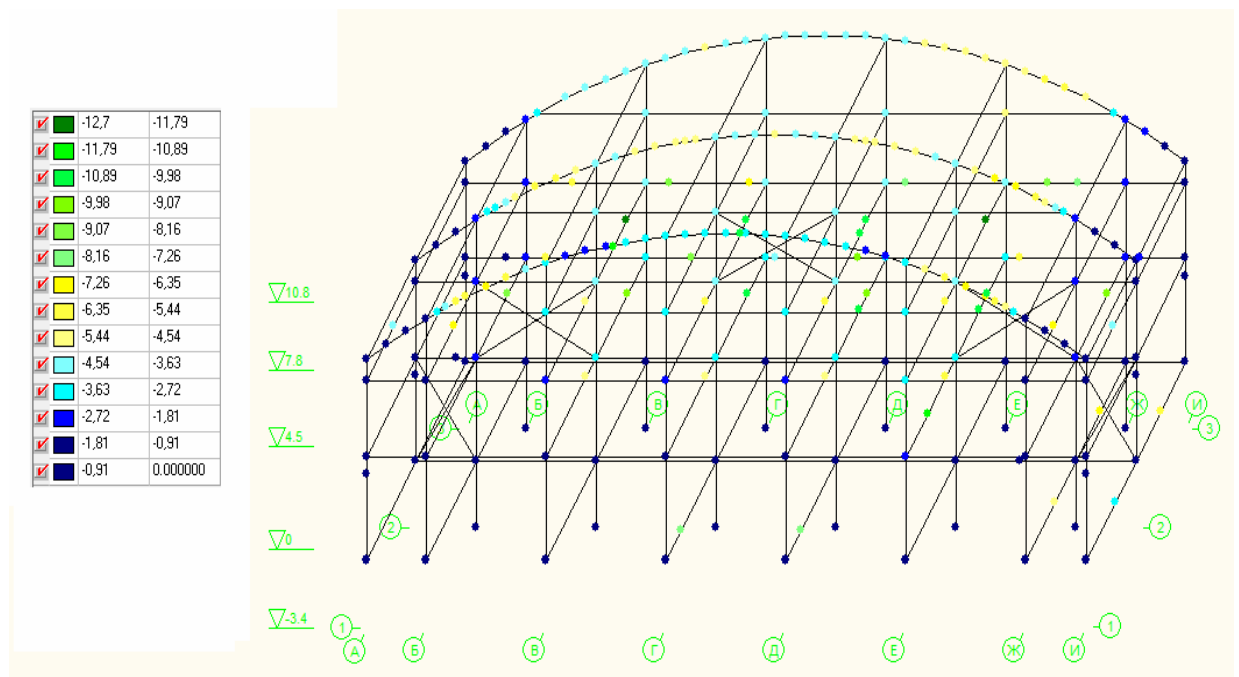


Рис.2.10.Переміщення вузлів (мм) по осі Z основної системи координат від комбінації зусиль

### 2.1.5.Результати розрахунку

Мінімальні та максимальні зусилля на напруження (комбінацій сил)

Одиниці виміру: (Т), (м).

Список вузлів/елементів: всі

Список загрузень/комбінацій: всі

Список факторів: всі

Таблиця 2.1.

### Мінімальні та максимальні зусилля та напруження (комбінацій сил)

| Факто<br>р | Максимальні значення |             |             |                | Мінімальні значення |             |             |                |
|------------|----------------------|-------------|-------------|----------------|---------------------|-------------|-------------|----------------|
|            | Значенн<br>я         | Елемен<br>т | Перері<br>з | Комбінаці<br>я | Значенн<br>я        | Елемен<br>т | Перері<br>з | Комбінаці<br>я |
| N          | 6,313                | 82          | 1           | 2              | -165,454            | 46          | 3           | 2              |
| Mk         | 0,004                | 528         | 1           | 4              | -0,004              | 530         | 1           | 4              |
| My         | 17,506               | 494         | 3           | 3              | -30,371             | 430         | 3           | 4              |
| Qz         | 29,339               | 502         | 1           | 1              | -29,463             | 495         | 3           | 4              |
| Mz         | 7,76                 | 161         | 1           | 4              | -8,478              | 161         | 3           | 4              |
| Qy         | 4,921                | 161         | 1           | 4              | -6,059              | 165         | 1           | 4              |

Мінімальні та максимальні переміщення (комбінацій сил)

Одиниці виміру: (мм).

Список вузлів/елементів: всі

Список загрузень/комбінацій: всі

Список факторів: всі

Таблиця 2.2.

**Мінімальні та максимальні переміщення (комбінацій сил)**

| Фактор         | Максимальні значення |       |            | Мінімальні значення |       |            |
|----------------|----------------------|-------|------------|---------------------|-------|------------|
|                | Значення             | Вузол | Комбінація | Значення            | Вузол | Комбінація |
| X              | 5,343                | 191   | 2          | -1,715              | 207   | 4          |
| Y              | 15,671               | 218   | 4          | -0,816              | 239   | 1          |
| Z              | 0                    | 2     | 1          | -12,769             | 300   | 2          |
| U <sub>x</sub> | 4,13                 | 144   | 1          | -5,114              | 228   | 4          |
| U <sub>y</sub> | 6,683                | 275   | 2          | -6,518              | 279   | 2          |
| U <sub>z</sub> | 1,076                | 274   | 4          | -1,018              | 281   | 4          |

Розрахункові поєднання зусиль показані в додатку В таблиці 2.3.

## 2.2.Розрахунок колони

### 2.2.1.Вихідні дані

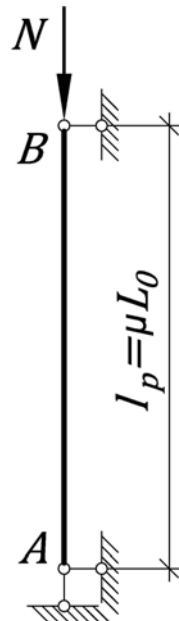


Рис.2.11. Розрахункова схема

Визначення геометричних та силових параметрів

Розрахункова довжина в площі згину (OX)

$$l_{efx} = \mu l_{ox} = 1 \cdot 293 = 293 \text{ (см)}.$$

Розрахункова довжина в площ згину (ОУ)

$$l_{efy} = \mu l_{oy} = 1 \cdot 293 = 293 \text{ (см)}$$

Повздовжня сила  $N$  взята з таблиць РСУ з урахуванням найнесприятливішої комбінації зусиль

$$N = 1599.44 \text{ (кН)}$$

### 2.2.2. Підбір перерізу

Для попереднього підбору перерізу задамо марку сталі С245 з

$$R_y = 24,50 \left( \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \right) = 24500 \left( \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \right), \gamma_c = 0,95 \text{ коефіцієнт умов роботи}$$

Коефіцієнт надійності  $\gamma_n = 1,25$  (для класу наслідків (відповідальності) СС3) згідно ДБН В.1.2-14-2018.

Для схеми 17 Додаток Б приблизне значення радіусів інерції  $i_x = 0,43h$  і  $i_y = 0,24b$ . Задаємося гнучкістю колони  $\lambda = 85$ . Тоді  $\varphi = 0,67$ :

потрібний радіус інерції перерізу:

$$i_d = \frac{l_{ef}}{\lambda} = \frac{293}{85} = 3.45 \text{ (см)}$$

потрібна ширина колони

$$b = \frac{i_d}{0.24} = \frac{3.45}{0.24} = 14.38 \text{ (см)}$$

потрібна площа поперечного перерізу

$$A_n = \frac{N}{\varphi R_y \gamma_c} = \frac{1599440 \cdot 1,25}{0.67 \cdot 24500 \cdot 0,95} = 128,21 \text{ (см}^2\text{)};$$

Приймаємо стінку 260x10 мм. Тоді , потрібна площа полки:

$$A_f = (A_n - A_w)/2 = 0.5(128,21 - 26 \cdot 1) = 51,11 \text{ (см}^2\text{)}$$

Приймаємо полку 300x20 мм,  $A_f = 60 \text{ (см}^2\text{)}$

$$b_{ef} = 0.5(b_f - t_w) = 0.5(30 - 1) = 14.5 \text{ (см)}$$

Для забезпечення місцевої стійкості стінки і полок необхідно приймати відношення  $h_{ef}/t_w$  і  $b_{ef}/t_f$

Визначаємо фактичні характеристики перерізу:

$$A = 26 \cdot 1 + 30 \cdot 2 \cdot 2 = 146 \text{ (см}^2\text{)}$$

$$I_x = \frac{bh^3 - 2((b - t_w)/2)h_{ef}^3}{12} = 25024 \text{ (см}^4\text{)}$$

$$I_y = 2t_f b^3 / 12 = 2 \cdot 2 \cdot 30^3 / 12 = 9000 \text{ (см}^4\text{)}$$

$$i_x = \sqrt{\frac{25024}{146}} = 13.09 \text{ (см)}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{9000}{146}} = 7.85 \text{ (см)}$$

$$\lambda_{max} = \lambda_y = \frac{293}{7.85} = 37.33; \varphi_y = 0.9$$

### 2.2.3.Перевірка стійкості

Перевірка загальної стійкості

$$\sigma = \frac{N}{\varphi A} = \frac{1599440 \cdot 1.25}{0.9 \cdot 146} = 15215 \left( \frac{\text{Н}}{\text{см}^2} \right) = 152,15 \text{ (МПа)}$$

152,15 МПа <  $R_y \gamma_c = 245 \text{ МПа}$ , отже загальна стійкість колони забезпечена.

Перевіряємо місцеву стійкість стінки

$$\frac{h_{ef}}{t_w} = \frac{h_w}{t_w} = \frac{30}{1} = 30;$$

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 37.33 \sqrt{\frac{245}{2.06 \cdot 10^5}} = 1.3$$

Визначаємо  $k_{max,w} = h_{ef}/t$  за ДБН В.2.6-163:2010  $\bar{\lambda} \leq 2,0$

$$(1,2 + 0,35\bar{\lambda}^2) \sqrt{\frac{E}{R_y}} = 1,79 \sqrt{\frac{2,06 \cdot 10^5}{245}} = 51,90 > 30;$$

стінка стійка.

Перевіряємо місцеву стійкість полки по формулі:

$$\frac{b_{ef}}{t} = \frac{14.5}{1} = 14.5 < k_{max,w} = (0.36 + 0.1 \cdot 1.3) \cdot \sqrt{\frac{2.06 \cdot 10^5}{245}} = 20.6$$

$$b_{ef} = \frac{30 - 1}{2} = 14.5 \text{ (см)}$$

Таким чином, розрахунки показали, що стінка та полка прийнятого складного двотаврового перерізу стійкі.

Визначаємо необхідність встановлення ребер жорсткості по умові

$$\frac{h_{ef}}{t_w} = \frac{30}{1} = 30 < 2.3 \sqrt{\frac{2.06 \cdot 10^5}{245}} = 66.69;$$

ребра жорсткості не потрібні.

## 2.3.Розрахунок балки перекриття

### 2.3.1. Збір навантажень на балку

Вага конструкцій підлоги по перекриттях в осях 1-3 прийнята згідно серії 2.244-1 В.6 Ч II ст..452 Вага 163 кг/м<sup>2</sup>. Корисне навантаження прийнято за ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження та впливи як для перекриттів в установах освіти. Збір всіх навантажень на міжповерхове перекриття показано в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4.

Розрахунки постійних навантажень від конструкцій перекриття

| Позначка | Вид навантаження       | Склад                                              | Нормативне навантаження (кг/м²) | Коефіцієнт надійності за граничним навантаженням $\gamma_{fm}$ | Розрахункове навантаження (кг/м²) |
|----------|------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
|          | Постійне               | Багатопустотні залізобетонні плити                 | 300                             | 1,1                                                            | 330                               |
|          |                        | Конструкція підлоги за серією 2.244-1-157          | 163                             | 1,3                                                            | 212                               |
|          |                        |                                                    |                                 | Разом                                                          |                                   |
|          | Тимчасове короткочасне | Корисне навантаження за ДБН як для установ освіти. | 400                             | 1,2                                                            | 480                               |
|          |                        |                                                    |                                 | Разом                                                          | 480                               |
| Разом    |                        |                                                    |                                 |                                                                | 1022                              |

Навантаження на перекриття прийнято рівномірно-розподіленим.

Розрахункове навантаження на перекриття, включаючи власну вагу конструкцій складає  $q_0 = 1022 \left( \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} \right) \cdot 1,25 = 1278 \left( \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} \right) = 13 \text{ (кН/м}^2\text{)}$ .

Рівномірно-розподілене навантаження на погонний метр буде складати:

$$q_6 = q_0 \cdot l_6 = 13 \cdot 6 = 78 \left( \frac{\text{кН}}{\text{м}} \right);$$

Розв'язання

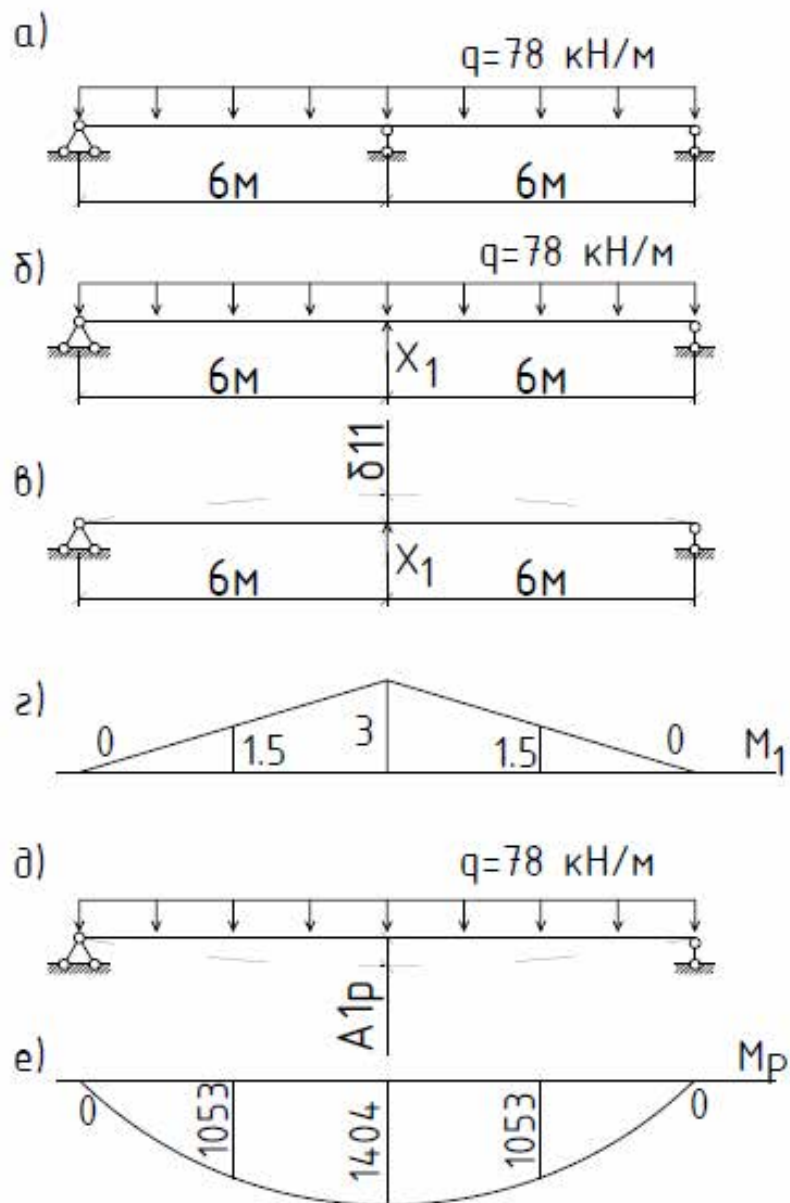


Рис.2.12.Результати розрахунку балки: а) – вихідна статично невизначена схема балки; б) – статично визначена схема балки; в) – переміщення від дії сили  $X_1$ ; г) – епюра моментів від одиничної сили  $X_1$ ; д) – переміщення від дії зовнішніх сил; е) – епюра від дії зовнішніх сил.

Балка яка сприймає навантаження від перекриття має вигляд показаний на рис.3.8. а, дана схема один раз статично невизначена. Канонічне рівняння для один раз невизначеної рами має вигляд:

$$\delta_{11}X_1 + \Delta_{1P} = 0;$$

де  $\delta_{11}$  та  $\Delta_{1P}$  визначаємо за формулами:

$$\begin{aligned}\delta_{11} &= \sum \int \frac{\overline{M}_1 \overline{M}_1 dz}{EJ} \\ &= \frac{6}{6EJ} [0 \cdot 0 + 4 \cdot 1.5 \cdot 1.5 + 3 \cdot 3] + \frac{6}{6EJ} [3 \cdot 3 + 4 \cdot 1.5 \cdot 1.5 + 0 \cdot 0] \\ &= \frac{18}{EJ} + \frac{18}{EJ} = \frac{36}{EJ}\end{aligned}$$

$$\delta_{11} = \frac{36}{EJ};$$

$$\begin{aligned}\Delta_{1P} &= \sum \int \frac{\overline{M}_1 M_P dz}{EJ} \\ &= \frac{6}{6EJ} [0 \cdot 0 + 4 \cdot 1053 \cdot 1.5 + 3 \cdot 1404] \\ &\quad + \frac{6}{6EJ} [1404 \cdot 3 + 4 \cdot 1053 \cdot 1.5 + 0 \cdot 0] = -\frac{10530}{EJ} - \frac{10530}{EJ} = -\frac{21060}{EJ}\end{aligned}$$

$$\Delta_{1P} = -\frac{21060}{EJ}$$

З канонічного рівняння визначимо невідому силу  $X_1$ :

$$X_1 = -\frac{\Delta_{1P}}{\delta_{11}} = \frac{21060}{EJ} \cdot \frac{EJ}{36} = 585 \text{ (кН)}$$

Ординати епюри  $M_{\text{розр.}}$ ,  $Q_{\text{розр.}}$  отримуємо, розглядаючи спільну дію на основну систему зовнішнього навантаження і знайденого значення невідомого  $X$

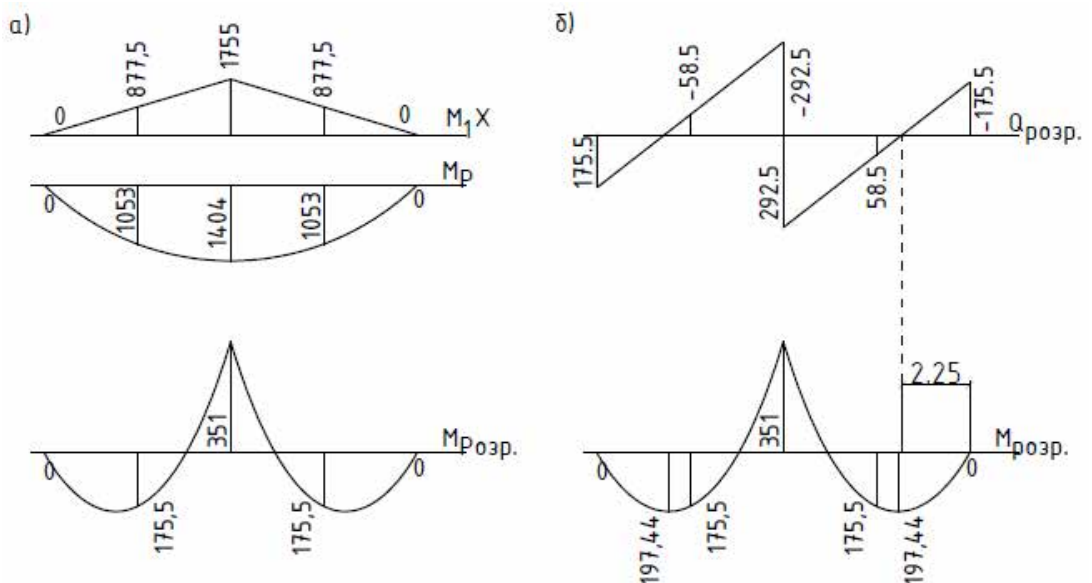


Рис.2.13. Побудова розрахункових епюр: а) – згинаючих моментів; б) – поперечних сил

Максимальне розрахункове значення згинаючого моменту  $M$  та перерізуючої сили  $Q$  для балки:

$$M_{\text{розр.}} = 351 \text{ (кНм)}; \quad Q_{\text{розр.}} = 292,5 \text{ (кНм)}$$

У відповідності зі значенням  $M$  підбираємо переріз балки по формулах першого граничного стану та перевірку прогину балки по умові другого граничного стану.

### 2.3.2.Підбір перерізу

Приймаємо сталь С255 з розрахунковим опором  $R_y = 24.5 \left( \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \right)$  тоді потрібний момент опору перерізу рівний:

$$W_{\text{пот}} = \frac{M_{\text{max}}}{R_y \gamma_c} = \frac{35100}{24,5 \cdot 0,9} = 1581,83 \text{ (см}^3\text{)};$$

де  $\gamma_c$  – коефіцієнт умов роботи для балок суцільного перерізу згідно таблиці 1.1.1. ДБН В.2.6-198:2014 [11]

по сортаменту приймаємо двотавр №50,  $W_x = 1589 \text{ (см}^3\text{)}$   
 $J_x = 39727 \text{ (см}^4\text{)}$  масою 78,5 (кг/мп).

### 2.3.3.Перевірка стійкості балки

Перевіряємо мінімальну висоту балки з умови жорсткості:

$$h = k \sqrt{W_{\text{пот}} / t_w} = 1.15 \sqrt{1582 / 1} = 45.85 \text{ (см)}$$

що менше за 50 см. Умова виконується.

Розрахунок зусилля в балці

Розрахунок зусилля в балці складає:

$$\sigma = \frac{M}{1.1 \cdot W_x} = \frac{35100000}{1.1 \cdot 1589} = 20081 \left( \frac{\text{Н}}{\text{см}^2} \right) < R_y \gamma_c = 2450 \cdot 1,1 = 2695 \left( \frac{\text{Н}}{\text{см}^2} \right)$$

### 2.3.4.Розрахунок прогину балки

Відносний прогин балки буде:

$$\frac{f}{l} = \left(\frac{5}{384}\right) \left(\frac{ql^3}{EJ_x}\right) = \left(\frac{5}{384}\right) \left(\frac{127.8 \cdot 600^3}{20.6 \cdot 10^6 \cdot 39727}\right) = 0.00044 < 0.004 \left(\frac{1}{250}\right)$$

Отже, прогин не перевищує допустимий, умова виконується.

## 2.4.Розрахунок балки покриття в ПК SCAD

### 2.4.1.Загальна характеристика:

Група конструкції по таблиці: 1

Розрахунковий опір сталі  $R_y = 2,4$  (Т/см<sup>2</sup>)

Коефіцієнт умов роботи 0,9

Коефіцієнт надійності за відповідальністю 1,25

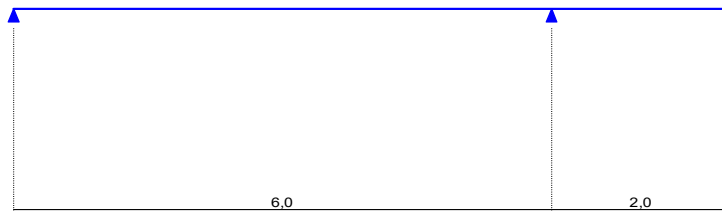


Рис.2.14.Конструктивне рішення

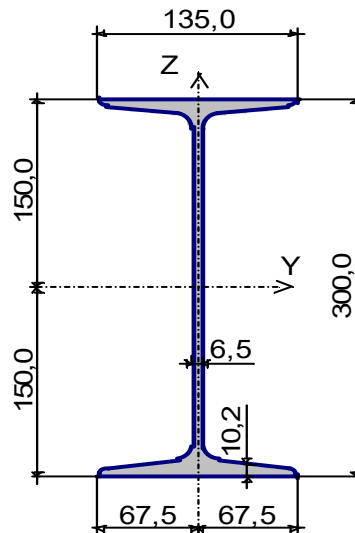


Рис.2.15.Переріз двутавр з ухилом полок по ГОСТ 8239-89 №30

Геометричні характеристики двутавра №30 показані в таблиці 3.5.

Таблиця 2.5.

### Геометричні характеристики перерізу

|           | Параметр                          | Значення |                 |
|-----------|-----------------------------------|----------|-----------------|
| A         | Площа поперечного перерізу        | 46,5     | см <sup>2</sup> |
| $A_{v,y}$ | Умовна площа розрізу вздовж осі Y | 15,541   | см <sup>2</sup> |
| $A_{v,z}$ | Умовна площа розрізу вздовж осі Z | 17,187   | см <sup>2</sup> |
| $I_y$     | Момент інерції відносно осі Y     | 7080,0   | см <sup>4</sup> |

Закінчення таблиці 2.5.

|            |                                                    |           |                 |
|------------|----------------------------------------------------|-----------|-----------------|
| $I_z$      | Момент інерції відносно осі Z                      | 337,0     | см <sup>4</sup> |
| $I_t$      | Момент інерції при крученні                        | 17,4      | см <sup>4</sup> |
| $I_w$      | Секторіальний момент інерції                       | 70756,561 | см <sup>6</sup> |
| $i_y$      | Радіус інерції відносно осі Y                      | 12,339    | см              |
| $i_z$      | Радіус інерції відносно осі Z                      | 2,692     | см              |
| $W_{y+}$   | Максимальний момент опору відносно осі Y           | 472,0     | см <sup>3</sup> |
| $W_{y-}$   | Мінімальний момент опору відносно осі Y            | 472,0     | см <sup>3</sup> |
| $W_{z+}$   | Максимальний момент опору відносно осі Z           | 49,926    | см <sup>3</sup> |
| $W_{z-}$   | Мінімальний момент опору відносно осі Z            | 49,926    | см <sup>3</sup> |
| $W_{pl,y}$ | Пластичний момент опору відносно осі Y             | 543,04    | см <sup>3</sup> |
| $W_{pl,z}$ | Пластичний момент опору відносно осі Z             | 96,634    | см <sup>3</sup> |
| $a_{y+}$   | Ядровий розтяг вздовж додатного напрямку осі Y(U)  | 1,074     | см              |
| $a_{y-}$   | Ядровий розтяг вздовж від'ємного напрямку осі Y(U) | 1,074     | см              |
| $a_{z+}$   | Ядровий розтяг вздовж додатного напрямку осі Z(V)  | 10,151    | см              |
| $a_{z-}$   | Ядровий розтяг вздовж від'ємного напрямку осі Z(V) | 10,151    | см              |

#### 2.4.2.Завантаження

Завантаження 1 - Постійне

Пояс, до якого прикладене навантаження: верхній

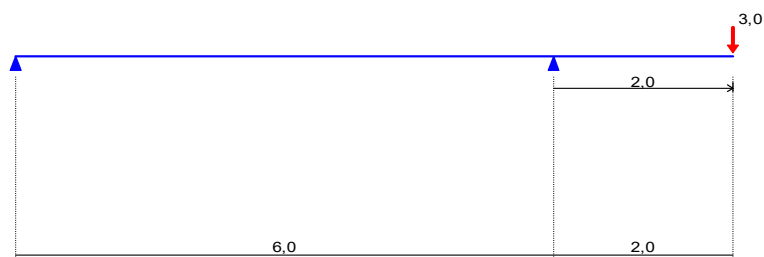


Рис.2.16.Завантажена схема балки

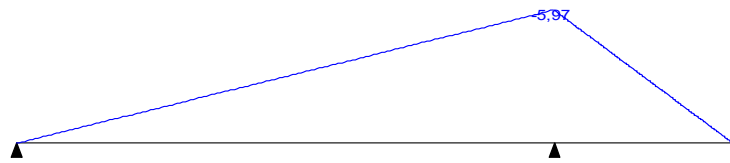


Рис.2.17.Епюра моментів ( $T \cdot m$ )



Рис.2.18.Епюра перерізуючи сил ( $T$ )

### 2.4.3.Огинаючі епюри

З урахуванням коефіцієнтів поєднання

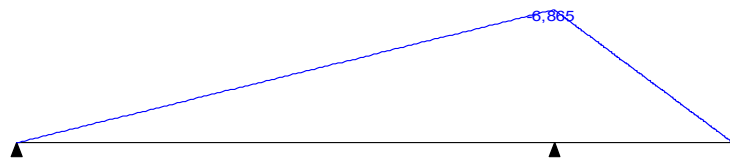


Рис.2.19.Основне поєднання. Максимальний згинаючий момент ( $T \cdot m$ )

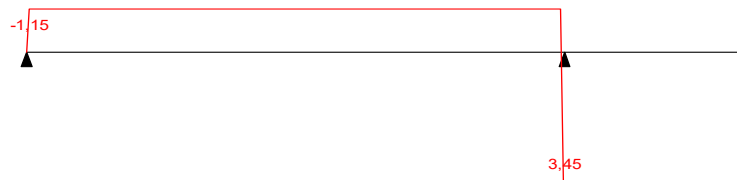


Рис.2.20.Основне поєднання. Перерізуюча сила, та що відповідає максимальному моменту ( $T$ )

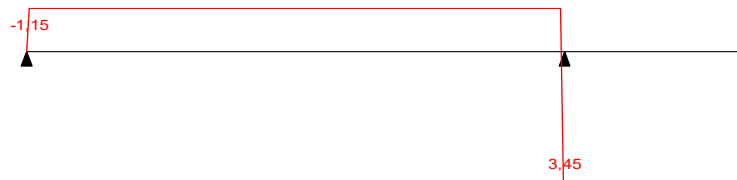


Рис.2.21.Основне поєднання. Максимальна перерізуюча сила ( $T$ )

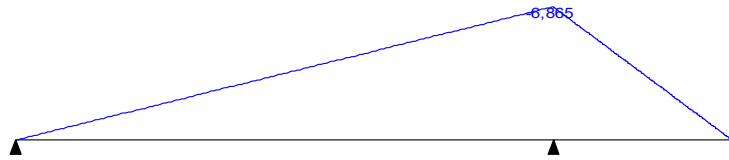


Рис.2.22.Основне поєднання. Згинаючий момент, що відповідає максимальній перерізуючій силі ( $T^*m$ )

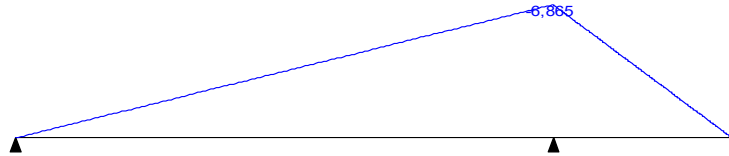


Рис.2.23.Основне поєднання. Мінімальний згинаючий момент ( $T^*m$ )



Рис.2.24.Основне поєднання. Перерізуюча сила, що відповідає мінімальному моменту ( $T$ )



Рис.2.25.Основне поєднання. Мінімальна перерізуюча сила ( $T$ )

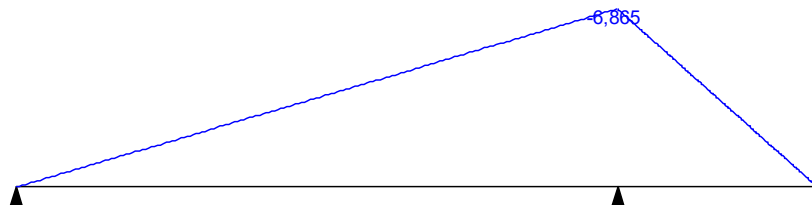


Рис.2.26.Основне поєднання. Згинаючий момент, що відповідає мінімальній перерізуючій силі ( $T^*m$ )

Сили реакції в опорах показані в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6.

**Опорні реакції**

|                        | Сила в опорі 1 (Т) | Сила в опорі 2 (Т) |
|------------------------|--------------------|--------------------|
| По критерию $M_{\max}$ | -1,15              | 4,6                |
| По критерию $M_{\min}$ | -1,15              | 4,6                |
| По критерию $V_{\max}$ | -1,15              | 4,6                |
| По критерию $V_{\min}$ | -1,15              | 4,6                |

**2.4.4.Результати розрахунку**

Коефіцієнти використання балки при дії поперечної сили, моменту та стійкості згину при дії моменту приведені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7.

**Результати розрахунку**

| Перевірено за<br>СНІП | Фактор                                                 | Коефіцієнт<br>використання |
|-----------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------|
| п.5.12                | Міцність при дії поперечної сили $V_z$                 | 0,16023                    |
| п.5.12                | Міцність при дії згинаючого моменту $M_y$              | 0,676789                   |
| п.5.15                | Стійкість плоскої форми згину при дії<br>моменту $M_y$ | 0,676789                   |

Коефіцієнт використання 0,676789 - Стійкість плоскої форми згину при дії моменту забезпечена

### 3. ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ

#### 3.1. Вихідні дані

Згідно завдання на проектування необхідно розрахувати пальовий фундамент під колону багатоцільового комплексу шкільного та дошкільного навчання в м. Ківерці на дію навантаження від сталеві колони.

Грунтові умови приведені на рис.3.1.

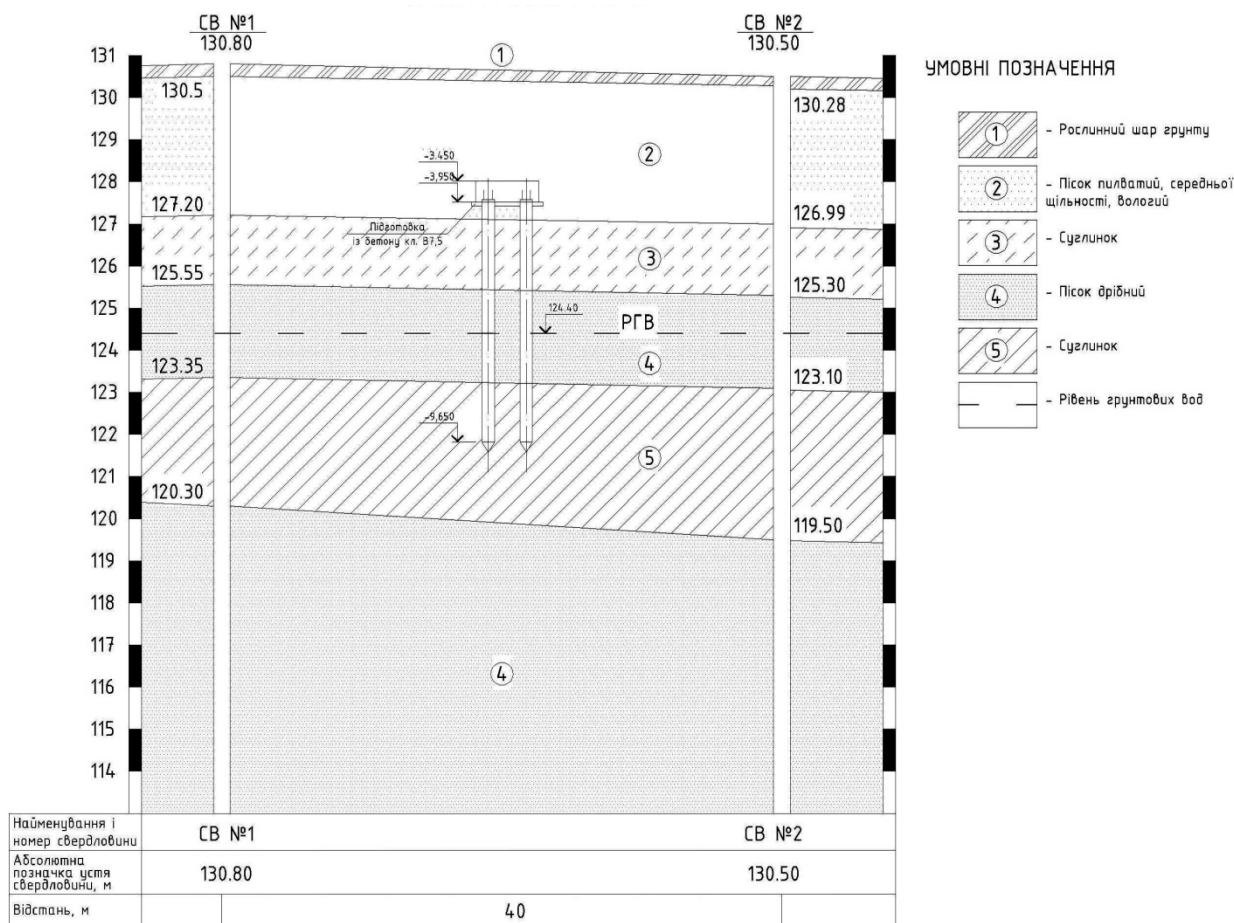


Рис.3.1. Інженерно-геологічний розріз

Приймаємо пальовий фундамент на збірних залізобетонних забивних палях з монолітним залізобетонним ростверком. Палі заглиблюють за допомогою забивання дизель молотом. Приймаємо наступні матеріали ростверку – бетон класу С20/25 [7], арматура класу А500С згідно ДСТУ 3760:2019 [9].

Згідно конструктивних рішень верх ростверку знаходиться на відмітці **–3.470 (м)**.

Задаємось товщиною ростверку 500 (мм).

Попередньо приймаємо палі перерізом 300х300 (мм) та довжиною 6 (м). Палі заглиблюються в ґрунт, прийнятий за основу під їх нижнім кінцем (суглинок-тугопластичний) на 1 (м), що задовольняє вимоги ДБН В.2.1-10-2009 Зміна №1.

Глибина закладання підшви ростверку – **3.970 (м)**.

#### 4.2. Визначення несучої здатності однієї палі

Знайдемо несучу здатність одинично висячої палі, орієнтуючись на рис.4.2. і маючи на увазі, що паля заводиться разом із випусками в ростверк на 300 (мм).

### ПОСАДКА ФУНДАМЕНТІВ НА ІНЖЕНЕРНО ГЕОЛОГІЧНИЙ РОЗРІЗ

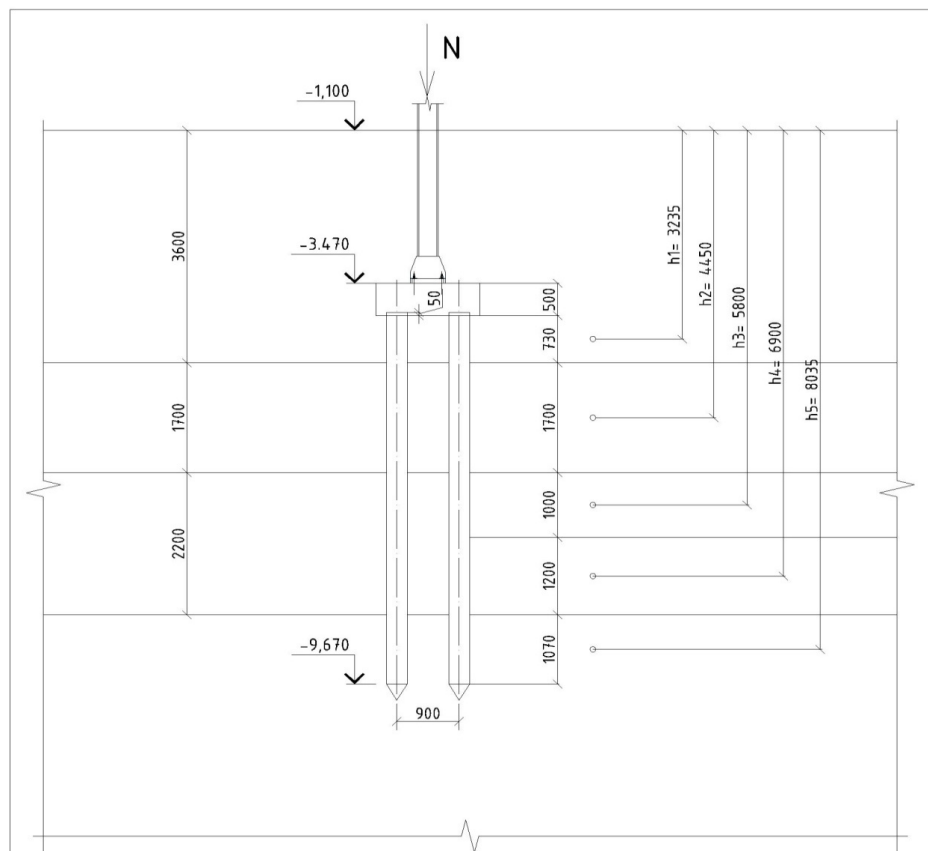


Рис.3.2. Посадка фундаментів на інженерно-геологічний розріз

Площа поперечного перерізу палі  $A=0,3 \times 0,3=0,09$  (м<sup>2</sup>), периметр сваї  $u = 0,3 \cdot 4 = 1,2$  (м).

За ДБН В.2.1-10-2018 [10] Таблиця Н.2.1 при глибині залягання сваї 8.65 м для дрібного піску знайдемо розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі  $R = 2.4$  (МПа).

За ДБН В.2.1-10-2018 [10] Зміна №1 Таблиця Н.2.3 для паль що занурюються за допомогою дизель-молота, знаходимо значення коефіцієнта умов роботи ґрунту під нижнім кінцем сваї  $\gamma_{cR} = 1.0$  і по боковій поверхні  $\gamma_{cf} = 1.0$ .

Для першого шару ґрунту при середній глибині його залягання  $h_1 = 3.235$  (м) знаходимо розрахунковий опір по боковій поверхні використовуючи дані таблиці Н.2.2 ДБН В.2.1-10-2018 Зміна №1  $f_1 = 0.0255$  (МПа),

Для третього шару ґрунту при середній глибині його залягання  $h_2 = 4,45$  (м) по цій же таблиці для супіску з показником текучості  $I_L = 0.36$ , знаходимо  $f_2 = 0.0316$  (МПа)

Третій шар ґрунту через який проходить паля розбиваємо на 2 з середніми глибинами залягання  $h_3 = 5,8$  (м) і  $h_4 = 6,9$  (м) для дрібного піску знаходимо  $f_3 = 0.0416$  (МПа) і  $f_4 = 0.0428$  (МПа)

Для четвертого шару ґрунту при середній глибині його залягання  $h_5 = 8,035$  (м) по цій же таблиці для суглинку тугопластичного  $I_L = 0.26$ , знаходимо  $f_5 = 0.0526$  (МПа)

Несучу здатність одиничної висячої палі визначаємо за формулою:

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

$$F_d = 1 \left( 1 \cdot 0,09 \cdot 4,1 + 1 \cdot 1,2 (0,0255 \cdot 1 + 0,0316 \cdot 1,7 + 0,0416 \cdot 1 + 0,0428 \cdot 1,2 + 0,0526 \cdot 1,07) \right) = 0,711 \text{ (МН)}$$

Максимально допустиме розрахункове граничне навантаження на палю, по ґрунту складає:

$$F = \frac{0,711}{1,4} = 0,508 \text{ (МН)} = 508 \text{ (кН)}$$

### 3.3. Розрахунок необхідної кількості паль

далі визначимо необхідну кількість паль:

$$n = 2,0 / 0,508 = 3,94$$

У відповідності з конструктивними вимогами задамося кроком паль, прийнявши його рівним  $a = 3b = 3 \cdot 0,3 = 0,9 \text{ (м)}$ .

Отже приймаємо 4 палі і розставимо їх по кутам ростверка

### 3.4. Розрахунок розмірів ростверку

Попередньо приймаємо висоту ростверку рівною 0,5 (м).

Відстань від краю ростверку до зовнішньої сторони палі у відповідності з конструктивними вимогами призначимо рівним  $l_p = 15 \text{ (см)}$ .

Відстань між палями прийmemo рівною:  $l = 3b = 0,3 \cdot 3 = 0,9 \text{ (м)}$ .

Конструкція ростверку і його основні розміри показані на рис 4.3.

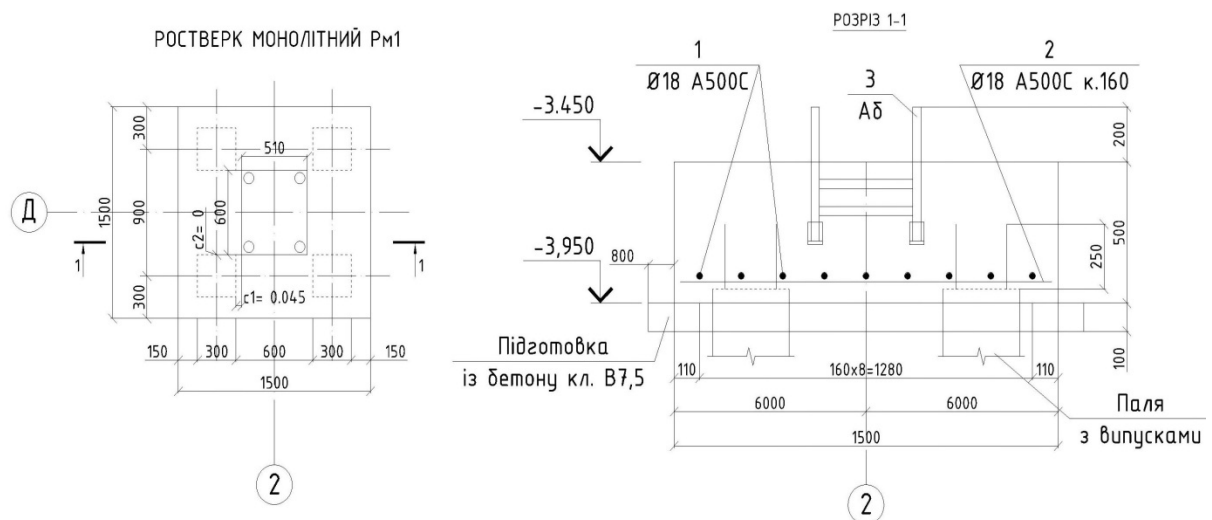


Рис.3.3. Конструкція ростверку і його основні розміри

Клас бетону ростверку по міцності на стиск С20/25, коефіцієнт роботи бетону  $\gamma_{b2} = 0,9$

$$R_{bt} = 0,9 \cdot 1,05 = 0,94 \text{ (МПа)}$$

Знайдемо

вагу

ростверка

$$G_p = abhV_1\gamma_{f1} = 1,5 \cdot 1,5 \cdot 0,5 \cdot 2450 \cdot 1,1 = 0,0309 \text{ (МН)} = 3,09 \text{ (кН)} \text{ і вага}$$

підлоги розміщеної на ростверку

$$G_{\pi} = 0,17 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 2450 \cdot 1,1 = 1,031 \text{ (кН)}.$$

Визначимо навантаження, що діє на одну палю по формулі:

$$N = \frac{N + G_p + G_{\pi}}{4} = \frac{(1599440 + 3032 + 1031) \cdot 1,25}{4} = 501,094 \text{ (кН)} < 508 \text{ (кН)}$$

### 3.5.Перевірка ростверку на продавлювання колоною.

Розрахунок ростверку на продавлювання від колони проводимо по формулі:

$$F_{per} \leq 2h_0 R_{bt} \left[ \frac{h_0}{c_1} (b_{bas} + c_2) + \frac{h_0}{c_2} (a_{bas} + c_1) \right],$$

де  $F_{per}$  – розрахункова продавлююча сила. Приймається рівною  $F_{per} = 2 \sum F_i$ , де  $\sum F_i$  – сума реакцій всіх свай;

$a_{bas}$  і  $b_{bas}$  – розміри опорної сталевий плити бази колони;

$R_{bt}$  – розрахунковий опір бетону розтягу для залізобетонних конструкцій з урахуванням умов роботи бетону;

$h_0$  – робоча висота перерізу ростверку на прямій ділянці, рівна відстані від робочий арматури плити до низу колони;

$c_1$  – відстань від бічної грані опорної сталевий плити бази колони до паралельної їй площини, що проходить по внутрішній грані найближчого ряду паль, росташованих за межами нижньої основи піраміди продавлювання

$c_2$  – відстань від поздовжньої грані опорної сталевий плити бази колони до паралельної їй площини, що проходить по внутрішній грані найближчого ряду паль, росташованих за межами нижньої основи піраміди продавлювання

$$h_0 = 500 - 50 = 450 \text{ (мм)};$$

Так як  $c_1, c_2$  менше ніж  $0,4h_0 = 0,4 \cdot 0,45 = 0,18$ , то  $c_1, c_2$  приймаємо 0,18.

$$\begin{aligned} F_{per} &\leq 2 \cdot 0,45 \cdot 0,94 \left[ \frac{0,45}{0,18} (0,6 + 0,18) + \frac{0,45}{0,18} (0,51 + 0,18) \right] \\ &= 0,846 \cdot [1,95 + 1,725] = 3,10905 \text{ МПа} = 3109,05 \text{ (кН)} \end{aligned}$$

$$F_{per} = 4 \cdot N = 2004 \text{ (кН)}$$

$$2004 \text{ кН} \leq 3109,05 \text{ (кН)}$$

Отже міцність ростверку від продавлювання колоною забезпечена

### 3.6.Перевірка ростверку на продавлювання кутовою палею.

Розрахунок ростверку на продавлювання кутовою палею проводиться з умови:

$$F_{at} \leq R_{bt} h_{01} \left[ \beta_1 \left( b_{02} + \frac{c_{02}}{2} \right) + \beta_2 \left( b_{01} + \frac{c_{01}}{2} \right) \right],$$

$$\beta_1 = k_1 \frac{h_{01}}{c_{01}}; \beta_2 = k_2 \frac{h_{01}}{c_{02}};$$

де  $b_{01}; b_{02}$  — відстань від внутрішніх граней кутових паль до зовнішніх граней плити ростверка;

$c_{01}; c_{02}$  — відстань від внутрішніх граней кутових паль до найближчих граней ростверка і приймаються 0,18;

$\beta_1$  і  $\beta_2$  — значення коефіцієнтів приймаються рівними 1

$$501 \text{ (кН)} \leq 0,94 \cdot 0,45 \left[ 1 \left( 0,45 + \frac{0,18}{2} \right) + 1 \left( 0,45 + \frac{0,18}{2} \right) \right] = 0,556 \text{ МН} = 556 \text{ кН}$$

Отже міцність плити ростверку від продавлювання кутовою колоною забезпечена.

### 3.7.Розрахунок міцності похилих перерізів ростверку по поперечній силі

Розрахунок міцності похилих перерізів ростверку по поперечній силі проводиться з умови:

$$Q \leq 1.5 b h_0 R_{bt} \frac{h_0}{c},$$

де  $Q = \sum F_i$  —сума реакцій всіх свай, що знаходяться за межами найбільш навантаженої частини ростверку з вахуванням більшого по величині згинаючого моменту;

$b$  —ширина підосви ростверку;

$h_0$  —розрахункова висота в перерізі ростверку що розглядається;

$c$  — довжина проекції похилого перерізу, прийнята рівною відстані від площини внутрішніх граней свай до найближчої грані ростверку.

Значення  $\frac{h_0}{c}$  приймається не менше 0.4 і відповідно  $Q_{min} = 0,6bh_0R_{bt}$  і не більше 1,67 і  $Q_{max} = 2.5bh_0R_{bt}$

$$Q_{min} = 0,6 \cdot 1,5 \cdot 0,45 \cdot 0,94 = 0,381 \text{ (МПа)},$$

$$Q_{max} = 2.5 \cdot 1,5 \cdot 0,45 \cdot 0,94 = 1,586 \text{ (МПа)}.$$

$$Q = \sum F_i = 0,501 + 0,501 = 1,02 \text{ (МПа)} \leq Q_{max} = 1,586 \text{ (МПа)}$$

Міцність поперечних перерізів плити ростверку забезпечена.

### 3.8. Розрахунок ростверку на згин та підбір арматури

Розрахунок ростверку на згин виконується за формулами:

$$M_{xi} = M_{yi} = \sum F_i x_i,$$

де  $M_{xi}$ ,  $M_{yi}$  — згинаючі моменти в перерізах що розглядаються;

$F_i$  — розрахункове навантаження на палю, нормальні до площі підшви ростверку.

$$M_x = M_y = 501 \cdot 0,45 \cdot 2 = 450 \text{ (кН} \cdot \text{м}^2\text{)},$$

Площа перерізу арматури паралельній стороні  $a$ , на всю ширину ростверку визначається:

$$A_{sx} = \frac{M_x}{R_s \nu h_0};$$

Площа перерізу арматури паралельній стороні  $b$ , на всю ширину ростверку визначається:

$$A_{sy} = \frac{M_y}{R_s \nu h_0}; \quad \theta = \frac{M_x}{R_b b h_0} = \frac{0,45}{14,5 \cdot 1,5 \cdot 0,45} = 0,0459$$

Для значення  $\theta = 0,0459 \nu = 0,975$

$$A_{sx} = A_{sy} = \frac{0,450}{450 \cdot 0,975 \cdot 0,45} = 0,0022792 \text{ (м}^2\text{)} = 22,792 \text{ (см}^2\text{)};$$

Приймаємо арматуру:

в повздовжньому напрямку 9Ø18A500C ( $A_s = 22,86 \text{ (см}^2\text{)}\text{);}$

в поперечному напрямку 9Ø18A500C ( $A_s = 22,86 \text{ (см}^2\text{)}\text{).}$

## **4. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА**

### **4.1. Основні положення**

Будівля являє собою одноповерхову, одно пролітну будівлю, прямокутну в плані. Габаритні розміри в осях 60000×36500 мм, висота будівлі – 14300 мм. Каркасом будівлі є П-подібні рами з кроком 6 м, двотаврового перерізу. Панелі стін – сандвіч панелі розміром 6000×1100 мм.

В склад робіт входять:

- підготовчі роботи;
- земляні роботи;
- монтаж фундаменту;
- монтаж каркасу;
- опоряджувальні роботи.

### **4.2. Підготовчі роботи**

Розчистка і планування території

В комплекс робіт по розчистці території входять:

- пересадка та захист зелених насаджень;
- розчистка площадки від зайвих дерев, кущів, викорчовування пеньків;
- зняття родючого шару ґрунту;
- зніс чи розбирання не потрібних будівель;
- від'єднання чи перенесення площадки існуючих інженерних мереж.

Підготовка майданчика до будівництва та його облаштування

Підготовка та облаштування будівельного майданчика включають:

- спорудження тимчасових доріг і під'їздів до будівельної площадки;
- прокладання тимчасових комунікацій;
- майданчики для стоянки будівельних машин;
- огороження будівельного майданчика;
- підготовку тимчасових побутових приміщень.

Пристрій тимчасових доріг є складовою частиною інженерного забезпечення будівельного майданчика. Для транспортування вантажів на

будівельний майданчик і з неї необхідно максимально використовувати існуючу дорожню мережу і тільки по необхідності передбачати влаштування тимчасових доріг, які слід влаштовувати для двостороннього руху, однополосні дороги допускаються при організації кільцевого руху. Ширина проїзної частини землевозної дороги при двосторонньому русі транспорту повинна бути 6 м, при односторонньому – 3,5 м, ширина узбіччя – не менше 1 м. У обмежених умовах будівельного майданчика ширина узбіччя може бути зменшена до 0,5 м. Узбіччя не передбачається на дорогах без покриття.

Мінімальний радіус доріг на будівельному майданчику 12 м, а найбільший ухил – 6°. При прокладанні доріг у виїмці влаштовано кювети для забезпечення стоку вод з ухилом не менше 3°.

У підготовчий період прокладають мережі тимчасових комунікацій. Сюди входять лінії тимчасового водопостачання, включаючи протипожежний водопровід, теплопостачання, електропостачання з підведенням електроенергії до всіх вагончиків, інших приміщень і будівель, місць установки електричних механізмів.

На майданчику будівництва влаштовано тимчасові будівлі. До них відносяться роздягальні, їдальня, душові, санвузли, склади для зберігання будівельних матеріалів та інструменту, навіси і т. д.

#### **4.3. Земляні роботи**

У будівлі навчального центру запроектовано підвал, при будівництві якого входять земляні роботи. До яких відносяться: геодезична розбивка та позначення контурів котловану в місці влаштування підвалу, розробка ґрунту та його укріплення, погрузка ґрунту, його вивіз, влаштування земляних конструкцій, засипка виїмок і пазух.

Перед розробкою котловану виробляють детальну розбивку осей будівлі. Перед монтажем фундаменту на дно котловану за допомогою теодоліта переносять всі інші поздовжні і поперечні осі. Правильність виносу осей контролюють, вимірюючи довжину діагоналей. До початку монтажу

конструкцій надземної частини на монтажний горизонт виносять базові осі і виконують детальні геодезичні роботи.

Нижній рівень котловану -3.900 відносно підлоги першого поверху. Риття котловану здійснюється екскаваторами. Під фундаменти виконується щебенева засипка загальною товщиною 500 мм з граніту (нижній шар 300 мм – крупністю 20...40 мм і верхній шар 200 мм – крупністю 5...20 мм).

#### **4.4.Влаштування фундаментів**

До початку влаштування фундаментів повинні бути виконані наступні роботи:

- відритий котлован і проведено планування його дна;
- організовано відведення поверхневих вод від майданчика;
- прокладені під'їзні шляхи, підведена електроенергія;
- проведена геодезична розбивка осей і розмітка положення паль і пальових рядів у відповідності з проектом;
- виконана комплектація і складування паль;
- перевезення та монтаж копрового обладнання.

Монтаж копрового обладнання проводиться на майданчику розміром не менше 35 х 15м. Після закінчення підготовчих робіт складають двосторонній акт про готовність і приймання будівельного майданчика, котловану і інших об'єктів, передбачених ПВР.

Пристрій пальового поля. При розвантаженні проводять огляд паль на наявність пошкоджень, дефектів, перевіряють відповідність геометричних розмірів проектним, складають акт огляду паль перед зануренням.

Підйом паль при розвантаженні виробляють двогілковим стропом за монтажні петлі, а за їх відсутності - петлею "зашморгом". Палі на будівельному майданчику розвантажують у штабелі з розсортуванням за марками. Висота штабеля не повинна перевищувати 2,5 м. Палі укладають на дерев'яні підкладки товщиною 12см з розташуванням вістрями в один бік. Розкладку паль в робочій зоні копра, на відстані не більше 10м роблять за

допомогою автокрана на підкладці в один ряд. На об'єкті повинен бути запас палі не менше ніж на 2 - 3 дні.

Геодезичну розбивку палі виробляють після закінчення розбивки основних і проміжних осей будівлі. При розбивці центрів палі користуються компарірованою рулеткою. Розбивку виконують в подовжньому і поперечному напрямках, керуючись робочими кресленнями. Місця забивання палі фіксують металевими штирями довжиною 20 -30 см. Вертикальні позначки головок палі прив'язують до позначки репера.

Занурення палі проводиться в такій послідовності:

- стропування палі і підтягування до місця забивання;
- установка палі в наголовник;
- наведення палі в точку забивання;
- вивірка вертикальності;
- занурення палі до розрахункової відмітки або розрахункового відказу.

Стропування палі для підйому на копер виробляють універсальним стропом, що охоплює палю петлею «зашморгом» в місцях розташування штиря. До копру палі підтягують робочим канатом за допомогою відвідного блоку по спланованій або по дну котловану по прямій лінії.

Молот піднімають на висоту, що забезпечує установку палі. Заведення палі в наголовник виробляють шляхом її підтягування до щогли з подальшою установкою у вертикальне положення. Підняту на копер палю наводять на точку забивання та розгортають палювим ключем щодо вертикальної осі в проектне положення. Повторну вивірку роблять після занурення палі на 1 м і коригують за допомогою механізмів наведення.

#### **4.5.Монтаж колон**

До початку монтажу колон генеральним підрядником повинні бути повністю закінчені і прийняті замовником наступні роботи:

- пристрій фундаментів під монтаж колон;
- зворотна засипка пазух траншей і ям;
- планування ґрунту в межах нульового циклу;

- влаштування тимчасових під'їзних доріг для автотранспорту;
- підготовка майданчиків для складування колон і роботи крана.

Металеві колони спирають на монолітні залізобетонні фундаменти. У нижній частині колони встановлюється башмак, який служить для передачі навантаження від колони на фундамент. До фундаменту башмак колони кріплять анкерними болтами. Торці у колон фрезерують.

Вибір крана для монтажу залежить від геометричних розмірів, маси і розташування монтованих колон, характеристики монтажного майданчика, обсягу та тривалості монтажних робіт, технічних і експлуатаційних характеристик крана.

Доцільність монтажу конструкцій будівлі тим чи іншим краном встановлюють згідно з технологічною схемою монтажу з урахуванням забезпечення підйому максимально можливої кількості монтованих конструкцій із однієї стоянки за мінімальної кількості перестановок крана.

При виборі крана спочатку визначають шлях руху по будівельному майданчику та місця його стоянок.

Перед монтажем колони подають в зону монтажу, укладають на дерев'яні підкладки в один ряд, обладнанні монтажними драбинами і риштуванням, необхідними для монтажу наступних конструкцій. На фундаменти колони спирають обпиранням на заздалегідь встановлені і вивірені опорні деталі, закладені у фундаменти (рис.4.1). В якості опорних деталей, що закладаються у фундамент, застосовують балки, рейки або куточки.

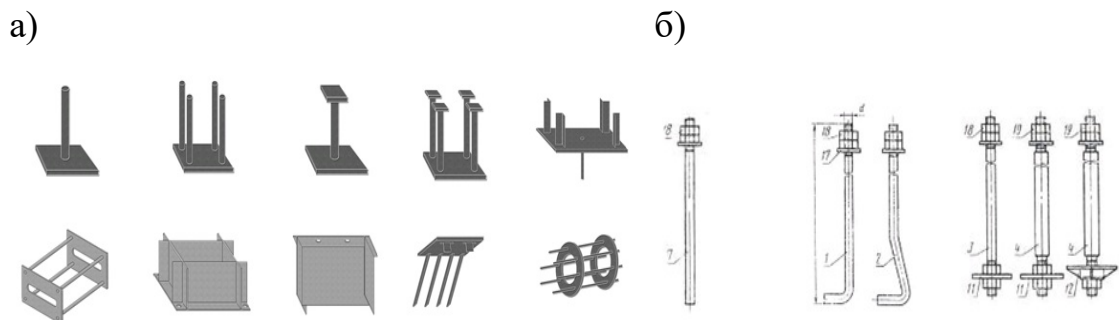


Рис.4.1. Закладні деталі (а) та анкерні болти (б)

Основні операції при монтажі колон: строповка, підйом, наводка на опори, вивірка і закріплення. Стропу колони за верхній кінець, або в рівні обпирання підкранових балок. У деяких випадках для пониження центру ваги до башмака колони кріплять додатковий вантаж. Колони захоплюють стропами або напівавтоматичними захватними пристосуваннями. Після перевірки надійності стропування колону встановлює ланка з 4-х робітників. Ланковий подає сигнал про підйом колони. На висоті 30-40 см над верхнім обрізом фундаменту монтажники направляють колону на анкерні болти, а машиніст плавно опускає її. При цьому два монтажника притримують колону, а два інших забезпечують поєднання в плані осьових рисок на черевіку колони з ризиками, нанесеними на опорних плитах, що забезпечує проектне положення колони, і вона може бути закріплена анкерними болтами. Додаткового зміщення колони для вивірки по осях і по висоті в цьому випадку не потрібно.

Перед установкою колони необхідно прокрутити гайки по різьбі анкерних болтів. Крім того, різьблення болтів змазують і оберігають від пошкодження ковпачками.

Перші дві змонтовані колони відразу закріплюють постійними зв'язками, а якщо такі зв'язки не передбачені проектом, то тимчасовими жорсткими зв'язками. Спосіб тимчасового кріплення колон вказують у ПВР. Стропи знімають з колони тільки після її постійного закріплення.

Геодезичний контроль правильності встановлення колон по вертикалі здійснюють за допомогою двох теодолітів, у взаємно-перпендикулярних площинах, за допомогою яких проектують верхню осьову риску на рівень низу колони. Установку низу колон в плані виробляють за рисками розбивочних осей, нанесеним на опорну плиту і на колону.

Після перевірки вертикальності ряду колон нівелюють верхні площини їх консолей і торців, які є опорами для ригелів. По завершенню монтажу колон і їх нівелювання визначають позначки цих площин. Виконують це таким чином. На землі перед монтажем колони за допомогою рулетки від

верху колони або від консолі відміряють ціле число метрів так, щоб до п'яти колони залишалось не більше 1,5 м і на цьому рівні фарбою проводять горизонтальну риску. Після встановлення колон нівелювання здійснюють з цього горизонту.

Контроль і оцінку якості робіт при монтажі колон виконують згідно з вимогами нормативних документів:

ДБН А.3.1-5-2016. Організація будівельного виробництва [23].

ДБН В.2.6-33:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації.

ДБН В.1.3-2:2010. Геодезичні роботи у будівництві

З метою забезпечення необхідної якості монтажу колон монтажні складальні роботи повинні піддаватися контролю на всіх стадіях їх виконання. Виробничий контроль поділяється на вхідний, операційний (технологічний), інспекційний і приймальний. Контроль якості виконуваних робіт повинен здійснюватися фахівцями або спеціальними службами, оснащеними технічними засобами, що забезпечують необхідну достовірність і повноту контролю, і покладається на керівника виробничого підрозділу (виконроба, майстра), що виконує монтажні роботи.

Металеві колони, що надходять на об'єкт, повинні відповідати вимогам відповідних стандартів, технічних умов на їх виготовлення та робочих креслень.

До проведення монтажних робіт металеві колони, з'єднувальні деталі, арматура і засоби кріплення, що надійшли на об'єкт, повинні бути піддані вхідному контролю. Кількість виробів і матеріалів, що підлягають вхідному контролю, повинно відповідати нормам, наведеним у технічних умовах і стандартах.

Вхідний контроль проводиться з метою виявлення відхилень від цих вимог. Вхідний контроль вступників металевих колон здійснюється зовнішнім оглядом і шляхом перевірки їх основних геометричних розмірів,

маркування, наявність рисок. Якщо відхилення перевищують допуски, заводам-виробникам направляють рекламації, а колони бракують. Колони, з'єднувальні деталі, а також засоби кріплення, що надійшли на об'єкт, повинні мати супровідний документ (паспорт), в якому зазначаються найменування конструкції, її марка, маса, дата виготовлення.

У процесі монтажу необхідно проводити операційний контроль якості робіт. Це дозволить своєчасно виявити дефекти і вжити заходів щодо їх усунення та попередження. Контроль проводиться під керівництвом майстра, виконроба, у відповідності зі схемою операційного контролю якості монтажу колон.

Перед установкою колон ретельно перевіряють якість фундаменту: його розташування, точність опорних поверхонь, місця анкерних болтів. Якщо виявлені зсуви щодо розбивочних осей, металеві колони пересувають по площині фундаменту за допомогою домкратів. При відхиленні верху металевих колон від проектного положення вивірку виробляють шляхом підбиття металевих клинів під опорну плиту колони, при цьому анкерні болти з боку клинів повинні бути ослаблені. Встановлювати колони в проектне положення можна за допомогою натягу розчалок, а також підтягуванням анкерних гайок з одного боку і ослабленням з іншого.

При операційному технологічному контролі слід перевіряти відповідність виконання основних виробничих операцій з монтажу вимогам, встановленим будівельними нормами і правилами, робочим проектом та нормативними документами.

Результати операційного контролю повинні бути зареєстровані в Журналі робіт з монтажу будівельних конструкцій.

По закінченню монтажу колон проводиться приймальний контроль виконаних робіт, при якому перевіряючим представляється наступна документація:

- деталізовані креслення колон;
- журнал робіт з монтажу будівельних конструкцій;

- акти огляду прихованих робіт;
- акти проміжного приймання змонтованих колон;
- виконавчі схеми інструментальної перевірки змонтованих колон;
- документи про контроль якості зварних з'єднань;
- паспорта на колони;
- сертифікати на метал.

#### **4.6 Монтаж ригеля – арки**

До початку монтажу арки генеральним підрядником повинні бути повністю закінчені наступні роботи:

- перевірено якість елементів арки, їх розміри і розташування закладних деталей;
- підготовлені місця обпирання і стикування елементів арки;
- арки оснащені необхідними монтажними пристосуваннями (запобіжним канатом, розпірками і відтяжками);
- нанесені риси настановних поздовжніх осей на арках і опорних поверхнях колон. Риски наносяться олівцем або маркером;
- влаштовані тимчасові під'їзні дороги для автотранспорту і підготовлені майданчики для складування арок і роботи крана;
- елементи ферм перевезені та соскладовані на приоб'єктному складі;
- в зону монтажу арок доставлено необхідні монтажні засоби, пристосування і інструменти.

Складування арок на приоб'єктному складі виробляють вертикально в касети або похило в піраміди. Розвантаження арок на об'єкті, розкладка і установка проводиться автокраном.

Ефективність монтажу арок в значній мірі залежить від застосовуваних монтажних кранів. Вибір крана для монтажу залежить від геометричних розмірів, маси і розташування монтованих арок, характеристики монтажного майданчика, обсягу та тривалості монтажних робіт, технічних і експлуатаційних характеристик крана.

Для забезпечення стійкості конструкцій у процесі їх монтажу та створення безпечних умов при виконанні монтажних робіт на висоті застосовують монтажні пересувні підмостки. Підмостки встановлюють у місцях з'єднання монтажних стиків частин арки з колонами (див. Рис.6.2.).

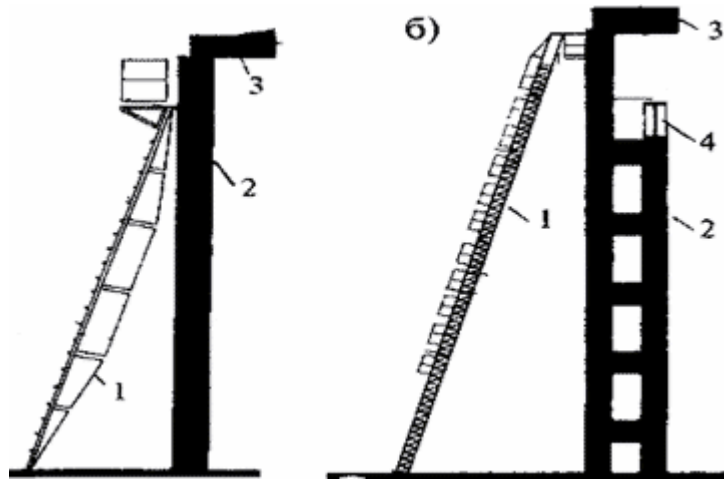


Рис.4.2. Монтажні сходи і підмостки, які застосовуються при монтажі арки

Монтаж арки здійснюється з укрупненого збирання її на землі, та з допомогою траверси підняття та постановки в монтажне положення.

Для стропування елементів арок, затягувань і підвісок застосовують траверси з напівавтоматичними захватами, що забезпечують дистанційну розстроповку.

Монтаж арки виконує бригада монтажників з п'яти чоловік. До роботи також залучають зварщика. Підйом арки машиніст крана починає по команді бригадира. При підйомі арки її положення в просторі регулюють, утримуючи арку від розгойдування, за допомогою канатів-відтяжок двоє монтажників. На висоті близько 0,6 м над місцем спирання арку приймають двоє інших монтажників (що знаходяться на монтажних майданчиках, прикріплених до колон), наводять її поєднуючи риски, що фіксують геометричні осі арки, з рисками осей колон у верхньому перетині і встановлюють у проектне положення. У поперечному напрямку конструкцію при необхідності зміщують бруктом без її підйому. Для зміщення в поздовжньому напрямку її попередньо піднімають.

Для вивіряння та регулювання положення арки на опорі застосовують кондуктори, попередньо встановлені на оголовки колон (дивися Рис.6.3.).

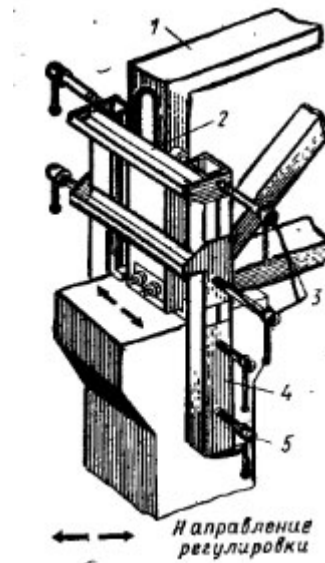


Рис.4.3. Регулювання положення арки на опорі за допомогою кондуктора

Для вертикально розташованих конструкцій, до яких відносяться арки, застосовують фіксуючі розпірки. Розпірку одним кінцем закріплюють гвинтовими затискачами до арки, у коньковом вузлі, до її підйому. До другого кінця розпірки прив'язують канат-відтяжку. Після установки арки другий кінець розпірки піднімають і кріплять до раніше змонтованої конструкції.

Після складання, вивірки геометрії змонтованих елементів, зварювання монтажних вузлів двох чергових балок і їх затяжок, монтажу та проектного закріплення всіх розпірок і зв'язків між ними проводиться розкружальювання

Розкружальюванням називається операція, в результаті якої навантаження від власної маси конструкції, що монтується повністю передається на проектні опорні елементи, а тимчасові монтажні опори звільняються від навантаження.

Вивільнені від навантаження внутрішні секції опор опускають за допомогою крана в нижнє положення і переміщають на наступну стоянку, де готуються до монтажу чергові елементи арки і затягувань.

Після підйому, встановлення та вивірки першу арку розкріплюють розчалками, які закріплюють за колони. Наступні ферми тимчасово розкріплюють, з'єднуючи один з одним розпірками, що мають в осях розмір 6 м. Після установки першої пари арок на них укладають і закріплюють 3 ... 4 балки для створення початкової жорсткої системи. Після перевірки положення конструкцій зварювальник разом з одним з монтажників зварює закладні деталі. У кожному вузлі заставну деталь арки приварюють до опорної плити колони. Потім знімають всі елементи тимчасового кріплення, тобто всі інвентарні розпірки і розчалювання видаляють по мірі укладання і приварки балок та зв'язків.

З метою забезпечення необхідної якості монтажу арок, монтажньо-складальні роботи повинні піддаватися контролю на всіх стадіях їх виконання. Виробничий контроль поділяється на вхідний, операційний (технологічний), інспекційний і приймальний. Контроль якості виконуваних робіт повинен здійснюватися фахівцями або спеціальними службами, оснащеними технічними засобами, що забезпечують необхідну достовірність і повноту контролю та покладається на керівника виробничого підрозділу (виконроба, майстра), що виконує монтажні роботи.

Арки, що надходять на об'єкт, повинні відповідати вимогам відповідних стандартів, технічних умов на їх виготовлення та робочих креслень.

До проведення монтажних робіт арки, з'єднувальні деталі, арматура і засоби кріплення, що надійшли на об'єкт, повинні бути піддані вхідному контролю. Кількість виробів і матеріалів, що підлягають вхідному контролю, повинно відповідати нормам, наведеним у технічних умовах і стандартах. Цей контроль проводиться з метою виявлення відхилень від цих вимог.

Вхідний контроль арок здійснюється зовнішнім оглядом і шляхом перевірки їх основних геометричних розмірів, наявності деталей, що фіксують арку і стропувальних пристроїв. Необхідно також упевнитися, що

сталеві деталі мають захисне антикорозійне покриття. Кожен виріб повинен мати маркування, виконану незмивною фарбою.

Арки, з'єднувальні деталі, а також засоби кріплення, що надійшли на об'єкт, повинні мати супровідний документ (паспорт), в якому зазначаються найменування конструкції, її марка, маса, дата виготовлення. Паспорт є документом, що підтверджує відповідність конструкцій робочим кресленням, діючим нормативним документам

Результати вхідного контролю оформляються актом і заносяться до журналу обліку вхідного контролю матеріалів і конструкцій.

У процесі монтажу необхідно проводити операційний контроль якості робіт. Це дозволить своєчасно виявити дефекти і вжити заходів щодо їх усунення та попередження. Контроль проводиться під керівництвом майстра, виконроба, у відповідності зі схемою операційного контролю якості монтажу арок.

При операційному (технологічному) контролі слід перевіряти відповідність виконання основних виробничих операцій з монтажу вимогам, встановленим будівельними нормами і правилами, робочим проектом та нормативними документами.

Перед установкою арок ретельно перевіряють якість опорних поверхонь, їх висотні відмітки. Перевірка арок полягає в перевірці правильності їх установки в плані і по висоті. При перевірці необхідно перевірити вертикальність площини арок і прямолінійність для кожної встановленої арки. Прямолінійність поясів перевіряють натягом сталевих дротів або шнура між опорними вузлами ферм, а вертикальність - теодолітом. Не допускається застосування не передбачених проектом підкладок для вирівнювання монтованих елементів за відмітками без узгодження з проектною організацією.

Результати операційного контролю повинні бути зареєстровані в журналі робіт з монтажу будівельних конструкцій.

По закінченню монтажу ферм виконані роботи приймають за актом, до якого додають:

- деталювальні креслення арок;
- журнал робіт з монтажу будівельних конструкцій;
- акти приймання прихованих робіт;
- акти проміжного приймання змонтованих арок;
- виконавчі схеми інструментальної перевірки змонтованих арок з нанесенням на них відхилень від проекту, допущених у процесі монтажу;
- паспорти на арки.

#### **4.7.Влаштування покрівлі та стін**

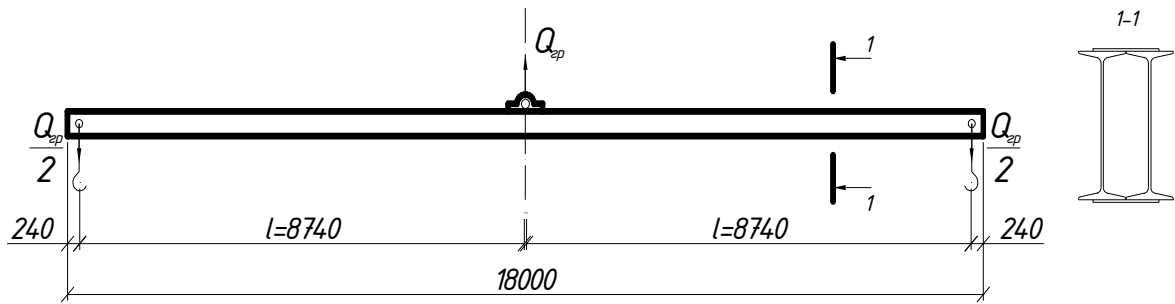
Монтаж покрівлі здійснюється після монтажу пари рам, які закріпленні між собою зв'язками, всі інші після наступного встановлення рами.

Монтаж ведеться поступово в складі трьох монтажників та одного такелажника, такелажник стропає плити уложенні в штабелі, для їх подачі в зону монтажу. Зверху два монтажника приймають і встановлюють плити в проектне положення. Третій монтажник кріпить плити до несучих конструкцій.

Панелі стін монтуються ділянками між колонами до запроектованої висоти +7,700. Монтаж виконують чотири монтажника. Два монтажника знаходиться на землі та виконують всі підготовчі роботи, інші два – встановлюють та закріплюють панелі.

Стропова стінових панелей проводиться використанням двогілкових строп. Положення панелі в просторі виконують за допомогою відтяжок.

#### **4.8. Розрахунок траверси для монтажу арки прольотом 36 м**



P

ис. 4.4. Розрахункова схема траверси, що працює на згин

Визначаємо навантаження, діючі на траверсу:

$$P = Q_{кр} \cdot k_{п} \cdot k_{д},$$

де  $Q_{кр}$  – вага піднімаемого вантажу – арка 36 м, рівний 7200 кг = 70560 (Н).

$k_{п}$  – коефіцієнт перенавантаження, рівний 1.1;

$k_{д}$  – коефіцієнт динамічності, рівний 1.2

$$P = 70560 \cdot 1.1 \cdot 1.2 = 93140 \text{ (Н)}$$

Розраховуємо максимальний згинаючий момент:

$$M_{max} = 0.5 \cdot P \cdot l,$$

де  $l$  – плече траверси, м (див.рис.6.6.1.),

$$M_{max} = 0.5 \cdot 93140 \cdot 8.740 = 407021.8 \text{ (Н} \cdot \text{м)}$$

Необхідний момент опору поперечного перерізу траверси,  $\text{см}^3$ , визначають за формулою:

$$W_{тр} = \frac{M_{max}}{\gamma_c \cdot \varphi_b \cdot R_u},$$

де  $\varphi_b$  коефіцієнт стійкості при згині дорівнює в даному випадку 0,9;

$\gamma_c$  – коефіцієнт умов роботи, дорівнює 0,85;

$R_u$  – розрахунковий опір металу згину, дорівнює 230 МПа

$$W_{тр} = \frac{407022}{0.85 \cdot 0.9 \cdot 230 \cdot (10^6)} \cdot (10^6) = 2313.29 \text{ (см}^3\text{)}$$

Підбираємо гнучкі канати при наступній схемі строповки арки:

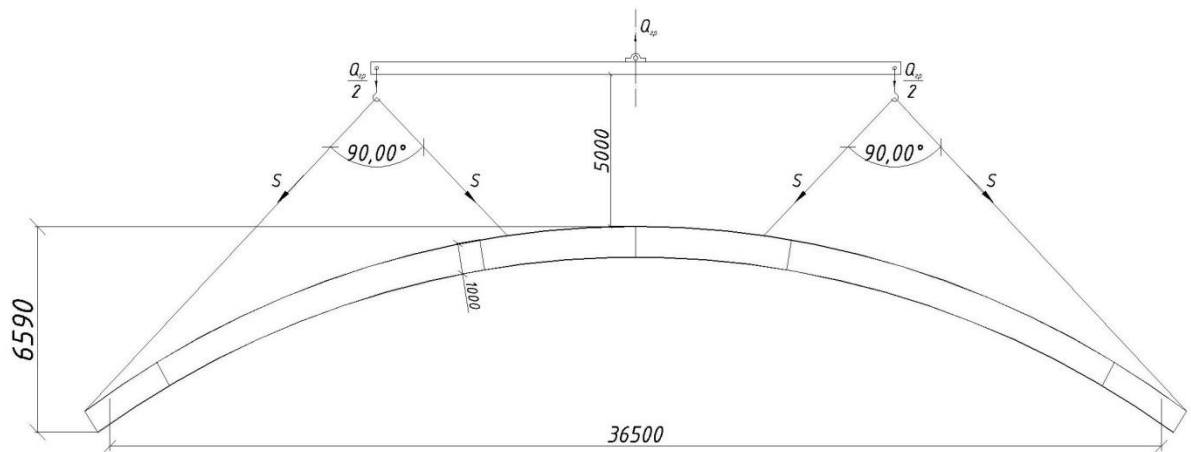


Рис. 4.5. Розрахункова схема строповки гнучкими канатами

Розривне зусилля в одному канаті розраховуємо за формулою:

$$S = \frac{Q_{\text{кр}}}{4 \cdot \cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{70560}{4 \cdot \cos \frac{90}{2}} = 24946.97 \text{ Н} = 24.95 \text{ (кН)}$$

По ДСТУ Б В.2.8-10-98 вибираємо канат типу ВК-0,5 діаметром  $d = 7,6$  (мм). Розрахункове розривне зусилля вітки канату  $29,43 \text{ (кН)} \geq 24.95 \text{ (кН)}$

## **5. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА**

Прийняті рішення спрямовані на скорочення тривалості будівництва; скорочення трудомісткості, матеріаломісткості і вартості будівельно-монтажних робіт; зростання продуктивності праці; раціональне використання ресурсів.

Будівельно-монтажні роботи охоплюють всі основні роботи по зведенню будівлі. Всі роботи необхідно розбити на окремі цикли:

- нульовий;
- монтажний;
- роботи завершального циклу.

У загальних рисах будівництво здійснюється в 2 етапи:

1. Підготовчі роботи
2. Основні роботи

У підготовчий етап входять:

1. Створення опорної геодезичної мережі
2. Розчищення території
3. Створення складського господарства
4. Установка тимчасових споруд
5. Інженерна підготовка майданчика

Основний етап:

1. Пристрій нульового циклу
2. Зведення підземної частини
3. Сантехнічні роботи
4. Електротехнічні роботи
5. Роботи з монтажу обладнання
6. Інші незавершені роботи

### **5.1 Вибір і описання методу виконання робіт**

Всі будівельно монтажні роботи на об'єкті частково або повністю механізовані.

Попереднє планування території ведеться бульдозером на гусеничному ході Д271А.

Розробка котловану ведеться бульдозером екскаватором ЕО-3311Б, оснащений зворотною лопатою, вивіз ґрунту в відвал. Допрацювання ґрунту в котловані ведеться вручну.

Розв'язка та монтаж елементів каркасу здійснюється за допомогою монтажного крана МКГ-25. Будівлю розбито на 2 захватки з різними об'ємами робіт: перша – спортивний зал, друга – побутові приміщення.

Монтаж каркасу починається з монтажу колон, потім монтується попередньо зібрана арка. Монтаж ведеться по ділянках.

## 5.2.Визначення тривалості виконання робіт

Тривалість виконання робіт визначається по трудомісткості по кожному виду робіт.

Тривалість механізованих робіт встановлюється виходячи з продуктивності машин. Тому спочатку розрахована тривалість механізованих робіт, а потім тривалість робіт виконаних вручну.

Тривалість виконання механізованих робіт:

$$T_{\text{мех}} = N_{\text{маш-зм}} / n_{\text{маш}} \cdot t$$

де  $N_{\text{маш-зм}}$  – потрібна кількість машино-змін;

$n_{\text{маш}}$  – кількість машин;

$t$  –кількість змін на добу.

Тривалість виконання робіт що ведуться вручну:

$$T_{\text{руч}} = N_{\text{люд-зм}} / n_{\text{роб}}$$

де  $N_{\text{люд-зм}}$  – трудоемкість робіт, що виконують вручну;

$n_{\text{роб}}$  – кількість робочих.

Розрахунок тривалості робіт приведений в Додатку Б

### 5.3.Проектування календарного графіку

Календарний план будівництва на основі загальної організаційно-технічної схеми встановлює черговість і терміни будівництва основних і допоміжних будівель і споруд.

За даними календарного плану будівництва будують графіки потреби в робочих кадрах, матеріальних ресурсах, основних машинах і механізмах. Обсяги будівельно-монтажних робіт і потреба в деталях, напівфабрикатах і основних матеріалах визначають за даними типових проектів, проектів аналогів або за діючими довідниками розрахунковим нормативам.

Вихідними даними для складання календарного плану є: кошторисна та інші частини проекту, у тому числі окремі розділи ПОБ, розроблені до складання календарного плану, відомості обсягів робіт, розрахунки необхідних ресурсів, організаційно-технологічні схеми зведення основних будівель і споруд, нормативні або установлені терміни будівництва комплексу та його частин.

Основою побудови календарних планів є принцип потокового будівництва. Для прискорення виробництва робіт доцільним є суміщення робіт. Правильне поєднання робіт з часу дозволяє домогтися умов, при яких знижується не тільки тривалість будівництва, але і досягається більш раціональне використання ресурсів, як матеріальних, так і трудових. Організація потокового виробництва в будівництві передбачає:

а) розділення процесу виробництва на окремі роботи, переважно рівні або кратні по трудомісткості

б) встановлення доцільною послідовності виконання робіт і з'єднання взаємопов'язаних робіт у загальний сукупний процес, і їх синхронізація, чим досягається безперервність будівельного виробництва

в) закріплення окремих видів робіт за певними бригадами робітників, встановлення послідовності включення в потік окремих об'єктів і рух бригад в процесі виконання

#### **5.4. Будівельний генеральний план**

Будівельний генеральний план (БГП) – включає розміщення постійних будинків і споруд, ділянки для розміщення тимчасових інвентарних будівель та споруд, постійні та тимчасові залізні дорожні і автомобільні дороги, основні інженерні мережі, джерела забезпечення будівельного майданчику електроенергією, водою, місця підключення тимчасових інженерних мереж до діючих, склади, монтажні крани, та інші будівельні машини, механізовані установки, існуючі будівлі та які потребують зносу [23].

Витрати на тимчасове будівництво повинні бути мінімальними. Їх скорочення досягається використанням постійних об'єктів, зменшенням обсягу тимчасових будівель. Об'єктний БГП проектується окремо на всі види споруд що будуються і споруд, що входять до складу загальнобудівельного БГП. Для складних об'єктів БГП може складатися на різні етапи і види робіт.

Вихідними даними для розробки об'єктного БГП служать загальномайданчиковий БГП, календарний план і технологічні карти, ПВР даного об'єкта, уточнені розрахунки потреби в ресурсах, а також робочі креслення будівлі.

При проектуванні об'єктного будгенплану слід виконати розкладку і збірку конструкцій за типами і марками, точно показати місце під ті чи інші матеріали, тару, оснастку і інвентар. Після розміщення складів переходять до прив'язки тимчасових будов. Наступним етапом проектування є прив'язка тимчасових комунікацій, включаючи місце підключення до постійних комунікацій.

#### **5.5. Вибір монтажного крану**

Вибір крану проводиться по необхідних робочих параметрах. Необхідні робочі параметри визначаються за даними монтажних характеристик елементів збірних конструкцій. Монтажні характеристики залежать від прийнятого методу монтажу. Таким чином, спочатку визначають метод монтажу (типи кранів і місця їх встановлення чи шляху

пересування), потім технічні параметри майбутнього крана і тільки після цього марку крана.

Конструкції характеризуються монтажною масою, монтажною висотою і необхідним вильотом стріли.

Монтажна маса:

$$q_M = q_k + q_{\text{стр}} + q_{\text{пр}} = 7,2 + 0,75 + 0,43 = 8,38 \text{ (т)}$$

де  $q_k$  — маса елемента;

$q_{\text{стр}}$  — маса строповочного обладнання;

$q_{\text{пр}}$  — маса інших пристосувань

Монтажна висота:

$$H_M = h_o + h_z + h_k + h_{\text{стр}} = 7,7 + 1 + 6,5 + 3 = 18,2 \text{ (м)}$$

де  $h_o$  — відмітка нижньої конструкції;

$h_z$  — висота підйому елемента над опорою;

$h_k$  — висота елемента;

$h_{\text{стр}}$  — висота строповочного обладнання

Приймаємо стріловий самохідний гусеничний кран МКГ-25 з наступними характеристиками:

Вантажопідйомність на вильоті (мінімальному-максимальному), т — 20-7,2;

Виліт (мінімальний - максимальний), м — 4,2-11,2;

Висота підйому (найменша - найбільша), м — 14,2-22.

Детальні характеристики підібраного крану показано на рис.7.1.

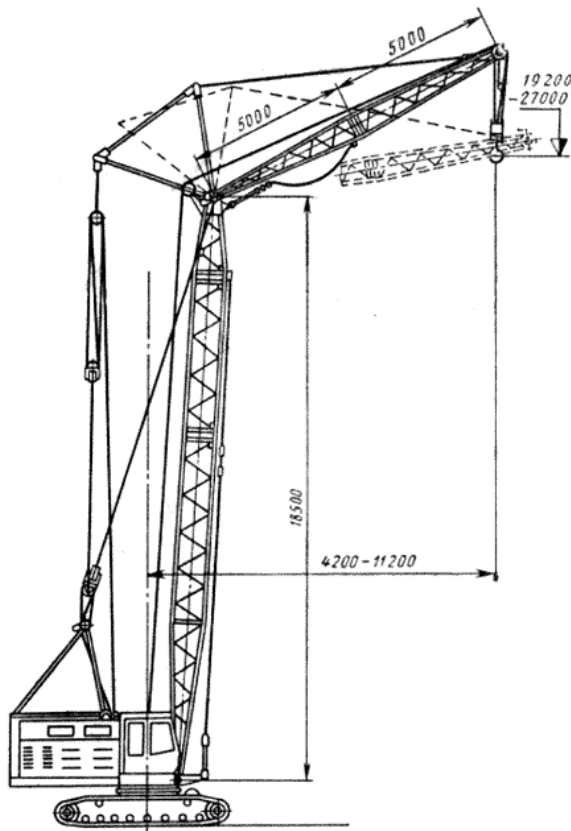


Рис.5.1. Гусеничний кран МКГ-25

## 5.6. Розрахунок і проектування тимчасових інвентарних будівель

Визначення площ тимчасових будівель і споруд проводиться за максимальної чисельності працюючих (за календарним планом) одночасно на будівельному майданчику та нормативної площі на одну людину, що користується даними приміщеннями. Результати розрахунків в потребі інвентарних будівель приведені в таблиці 5.1.

Чисельність працюючих визначається за формулою:

$$N_{\text{заг}} = N_{\text{роб}} + N_{\text{ітр}} + N_{\text{моп}}, \text{ де}$$

$N_{\text{роб}}$  — кількість робочих, прийнята по графіку руху робочих календарного плану,  $N_{\text{роб}} =$

$N_{\text{ітр}}$  — чисельність інженерно-технічних робітників;

$$N_{\text{ітр}} = 0,13 \cdot N_{\text{роб}} = 2$$

$N_{\text{моп}}$  — чисельність молодшого обслуговуючого персоналу;

$$N_{\text{моп}} = 0,13 \cdot N_{\text{роб}} = 2$$

$$N_{\text{заг}} = 16$$

Таблиця 5.1.

### Розрахунки потреби в інвентарних будівлях

| №<br>п/п | Назва                                      | Чисел-ть<br>персоналу | Норма на одного     |       | Розрах.<br>площа | Прийняті<br>розміри |
|----------|--------------------------------------------|-----------------------|---------------------|-------|------------------|---------------------|
|          |                                            |                       | од.<br>вим.         | велич |                  |                     |
| 1        | Гардеробна                                 | 12                    | м <sup>2</sup> /чел | 0,9   | 10,8             | 6х3 – 1шт           |
| 2        | Приміщення<br>відпочинку та<br>прийому їжі | 16                    |                     | 1     | 16               | 9х3 – 1шт           |
| 3        | Умивальня                                  | 16                    |                     | 0,05  | 2                | 2х3 – 1шт           |
| 4        | Душова                                     | 12                    |                     | 0,43  | 6                | 4.5х3 – 1шт         |
| 5        | Туалет                                     | 16                    |                     | 0,07  | 2                | 1,5х1,5 – 2шт       |
| 6        | Сушильня                                   | 16                    |                     | 0,2   | 4                | 4х3 – 1шт           |
| 7        | Прорабська                                 | 4                     |                     | 4,8   | 19,2             | 6х3 – 1шт           |
| 8        | Диспетчерская                              | 2                     |                     | 7     | 14               | 6х3 – 1шт           |

Розміщення тимчасових будівель і споруд

При розміщенні будівель і споруд керуються такими правилами:

- побутові споруди розміщують поблизу входів на будівельний майданчик;
- розміщення побутових приміщень виключає порушення техніки безпеки, не розміщуються в небезпечній зоні крана;
- будівлі розташовуються з дотриманням пожежних розривів.

### 5.7.Розрахунок складських приміщень і майданчиків

Розрахунок площ складів проводиться в такій послідовності:

- 1) За календарним планом визначається максимальна добова потреба з урахуванням нерівномірності надходження і споживання матеріалів і конструкцій.
- 2) Визначається запас збережених матеріалів.
- 3) Вибирається тип зберігання.
- 4) Розраховується потрібна площа (з урахуванням норм розміщення).
- 5) Вибирається місце для складу на будівельному майданчику.

6) Виробляється прив'язка складів.

7) Здійснюється поелементне розміщення конструкцій і виробів на відкритих складах.

Склади для зберігання матеріально-технічних ресурсів споруджуються із дотриманням нормативів складських приміщень і норм виробничих запасів.

Розрахунок загальної площі складу для кожного окремого виду конструкцій або матеріалів роблять за формулою:

$$S_{\text{мр}} = \frac{P}{Tq} \cdot n \cdot k_1 \cdot k_2,$$

де  $P$  – кількість потрібних матеріалів та виробів;

$T$  – тривалість використання даного матеріалу, дн;

$n$  – норма запасу матеріалу, конструкцій та виробів, дн;

$k_1$  – коефіцієнт нерівномірності надходження матеріалу на склад

$$k_1 = 1,1;$$

$k_2$  – коефіцієнт нерівномірності використання матеріалів,  $k_2 = 1,3$ ;

$q$  – кількість матеріалу, що укладається на 1 м<sup>2</sup> площі.

Результат розрахунку приоб'єктних складів приведений в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2.

#### Результат розрахунку приоб'єктних складів

| № | Назва                  | Тип складу | Площа складу, м <sup>2</sup> | Розміри складу, м | Спосіб зберігання |
|---|------------------------|------------|------------------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | Склад колон            | відкритий  | 21,6                         | 3x7,2 – 1шт       | штабелі           |
| 2 | Склад ригелів          | відкритий  | 123                          | 4,1x15 – 2шт      | штабелі           |
| 3 | Склад плит перекриття  | відкритий  | 216                          | 6x6 – 3шт         | штабели           |
| 4 | Склад стінових панелей | відкритий  | 12                           | 1x6 – 2шт         | пакет             |

Майданчики для складування будівельних конструкцій розташовуються в зоні дії кранів з урахуванням технологічної послідовності монтажу. Розміри майданчиків приймаються відповідно габаритам конструкцій з урахуванням проходів.

## 5.8. Розрахунок потреби будівництва у воді

Мережі тимчасового водопроводу призначені для задоволення виробничих, господарсько-побутових та протипожежних потреб будівництва.

Розміщувати водопровід на об'єкті треба по кільцевій схемі, яка є найбільш надійною. Проектування складається з наступних етапів:

- Розрахунок потреби у воді
- Вибір джерел водопостачання
- Розміщення мережі на майданчику
- Розрахунок діаметра трубопроводу

Період максимального водоспоживання визначається за календарним планом виконання робіт. Загальна витрата води визначається за формулою:

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{в}} + Q_{\text{гос}} + Q_{\text{пож}}$$

де  $Q_{\text{в}}$  —розхід води на виробничі потреби;

$Q_{\text{гос}}$  —розхід води на господарсько-побутові потреби;

$Q_{\text{пож}}$  —розхід води на протипожежні потреби.

Розхід води на виробничі потреби знаходимо за формулою:

$$Q_{\text{в}} = 1,2 \sum \frac{V_{\text{зм}} q_{\text{ср}} k_1}{8 \cdot 3600}$$

де  $V_{\text{зм}}$  — змінний обсяг роботи;

1,2 — коефіцієнт на невраховані витрати;

$q_{\text{ср}}$  — середній виробничий витрата води в змінну;

$k_1$  — коефіцієнт нерівномірності споживання води в змінну,  $k_1 = 1,6$ ;

8 — кількість годин в змінну.

Таблиця 5.3.

**Витрата води на виробничі потреби**

| Назва споживачів  | Од. вим.       | Кіл. в змінну | Пит. розх. | К-т $k_1$ | Розхід води, л/с |
|-------------------|----------------|---------------|------------|-----------|------------------|
| Автомашина        | шт             | 10            | 300        | 1,6       | 0,20             |
| Штукатурні роботи | м <sup>2</sup> | 57,9          | 8          | 1,6       | 0,03             |
| Малярні роботи    | м <sup>2</sup> | 236,6         | 1          | 1,6       | 0,02             |

Витрата води на господарсько-побутові потреби визначається за формулою:

$$Q_{\text{гос}} = \left( \frac{N_{\text{max}}}{3600} \right) \left[ \frac{q_1 k_2}{8} + q_2 k_3 \right],$$

$N_{\text{max}}$  – найбільша кількість працюючих в зміну,  $N_{\text{max}} = 16$

$q_1$  – норма потреби води на 1 людину за зміну,  $q_1 = 15$  (л);

$q_2$  – норма потреби води на приймання одного душу  $q_2 = 30$  л;

$k_3 = 0,4$ ;

$k_2$  – коефіцієнт нерівномірності використання води,  $k_2 = 1,25$ ;

$Q_{\text{гос}} = 0,1$

Витрата води на протипожежні потреби приймають виходячи з тригодинної тривалості гасіння однієї пожежі. Мінімальну витрату води визначають з розрахунку одночасної дії двох струменів з пожежних гідрантів по 5л/с на кожний струмінь.

$$Q_{\text{пож}} = 10 \text{ (л/с)}.$$

Загальний розхід води:

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{в}} + Q_{\text{гос}} + 0,1 = 10,2 \text{ (л)}$$

Площа будівельного майданчику 1,4 (га), розхід води приймаємо 10 (л/с).

Діаметр труб тимчасового водопроводу визначаємо за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{заг}} \cdot 1000}{\pi \cdot V}},$$

де  $V$  – швидкість руху води по трубах,  $V = 1,5 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$ ;

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 10,2 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,5}} = 93 \text{ (мм)},$$

Діаметр трубопроводу для тимчасового водопостачання з умов по-пожежогасіння приймається не менш 100мм.

## 5.9. Освітлення будівельного майданчика

На будівельних майданчиках проектується робоче, аварійне та охоронне освітлення.

Для постачання електроенергією освітлювальних мереж застосовується кільцева схема, для постачання силових механізмів - тупікова.

Кількість прожекторів визначається за формулою

$$n = \frac{pES}{P_{\text{л}}},$$

де  $p$  –питома потужність;

$E$  –освітленність;

$S$  –площа яку потрібно освітлити;

$P_{\text{л}}$  –потужність лампи прожектора

Охоронне освітлення:

$$n = 0,4 \cdot 0,5 \cdot \frac{22000}{500} = 11,$$

Аварійне освітлення:

$$n = 0,4 \cdot 0,2 \cdot \frac{22000}{500} = 5.$$

### 5.10.Забезпечення будівництва електроенергією

Розрахунок проводимо в такій послідовності:

- Визначаємо споживачі енергії і їх потужність
- Вибираємо джерело електропостачання електроенергією

Розрахунок за встановленою потужністю електроспоживачів і коефіцієнтам попиту з диференціацією за видами споживачів виробляємо за формулою:

$$P_p = a \cdot \left[ \sum \left( \frac{k_{1c} P_c}{\cos \varphi} \right) + \sum \left( \frac{k_{2c} P_T}{\cos \varphi} \right) + \sum k_{3c} P_{OE} + \sum P_{OZ} \right],$$

де  $a$  –коефіцієнт, що враховує втрати в мережі;

$k_{1c}, k_{2c}, k_{3c}$  –коефіцієнти попиту, що залежать від числа споживачів;

$P_c$  –потужність силових споживачів;

$P_T$  –потужність для технологічних потреб;

$P_{ОВ}$  —потужність пристроїв внутрішнього освітлення;

$P_{ОЗ}$  — потужність пристроїв зовнішнього освітлення

Таблиця 5.4.

**Розрахунок потужності електроспоживачів**

| Назва                      | Од.<br>вим.       | Кількіст<br>ь | Пит.<br>потужн<br>кВт | Коеф.<br>попит | Коеф.<br>потужн<br>. | Встан.<br>потужн<br>кВт |
|----------------------------|-------------------|---------------|-----------------------|----------------|----------------------|-------------------------|
| Силові<br>електроспоживачі |                   |               |                       |                |                      |                         |
| Кран гусеничний<br>МКГ-25  | шт                | 2             | 50                    | 0,7            | 0,5                  | 35                      |
| Сварочний<br>трансформатор | шт                | 2             | 300                   | 0,35           | 0,6                  | 126                     |
| Разом                      |                   |               |                       |                |                      | 161                     |
| Внутрішнє<br>освітлення:   |                   |               |                       |                |                      |                         |
| Адм. и побутов.<br>приміщ. | м <sup>2</sup>    | 339           | 0,015                 | 0,8            | 1                    | 4,07                    |
| Душові и туалети           | м <sup>2</sup>    | 42            | 0,003                 | 0,8            | 1                    | 0,10                    |
| Разом                      |                   |               |                       |                |                      | 4,17                    |
| Зовнішнє освітлення:       |                   |               |                       |                |                      |                         |
| Територія<br>будівництва   | 100м <sup>2</sup> | 270           | 0,015                 | 1              | 1                    | 4,05                    |
| Разом                      |                   |               |                       |                |                      | 4,05                    |
| Всього                     |                   |               |                       |                |                      | 169,22                  |

Приймаємо трансформаторну підстанцію СКТП-180/10/6/0, 4  
потужністю 180 (кВт).

## **6. ОХОРОНА ПРАЦІ**

### **6.1. Небезпечні та шкідливі виробничі чинники при будівництві**

Внутрішньобудівельні транспортні роботи [25].

Для засипки пазух котловану необхідний ґрунт, відвал якого розташований на будівельному майданчику. Самоскиди доставляють ґрунт до бровки котловану і звалють на відстані менше 10 м від укосу. Засипку котловану виконують бульдозери, а однокішшові навантажувачі наповнюють самоскиди.

Види небезпеки:

- рух транспорту;
- навантаження самоскидів.

Механізовані земляні роботи.

На будівельному майданчику проводяться наступні механізовані земляні роботи:

- Уривка ґрунту котловану екскаваторами з навантаженням у транспортні засоби для транспортування у відвал;
- зачистка дна котловану бульдозером;
- засипка пазух котловану бульдозером.

Види небезпеки:

- обвалення укосів ґрунту;
- засипка пазух котловану;
- навантаження самоскидів.

Монтажні роботи.

У процесі зведення будівлі виконуються роботи з використанням баштових кранів:

- установка арматурних сіток;
- навішування стінових «сендвіч» панелей краном;
- установка віконних блоків;
- транспортування бетону до місця укладання поворотними баддями.

Види небезпеки:

- поворот крана;
- несправне заземлення крана;
- падіння вантажів та інвентарю з висоти;
- падіння людей з висоти.

Пристрій підлог.

Облицовщики синтетичними матеріалами роблять підлоги:

- з лінолеуму;
- полімерні підлоги на епоксидній основі;
- з керамограніта.

Види небезпеки:

- прийом розчину при доставці краном;
- робота несправним електроприладом для зварювання стиків лінолеуму.

Найбільш небезпечними з вироблених на будівельному майданчику робіт є:

- механізовані земляні роботи;
- монтажні;
- роботи з влаштування монолітних залізобетонних конструкцій.

## **6.2. Організаційні та технічні заходи по усуненню небезпечних виробничих чинників**

Механізовані земляні роботи.

При механізованій уривку котловану треба керуватися технологічною картою. Для зменшення ймовірності спорожнення ковша на кабіну самоскида технологічна карта передбачає, що вантажівка буде встановлюватися під розвантаження тильною частиною або бортами до екскаватора.

Щоб виключити можливість обвалення укосів котловану треба розташовувати техніку і вантажі за межами призми обвалення ґрунту. Відстань до ближнього до бровки котловану рейки баштового крана

становить 3 м. Людям слід спускатися в котлован за спеціально встановленими для цього сходах, або по з'їздах для бульдозерів.

Засипку котловану бульдозером слід починати після дозволу виконавця робіт.

Монтажні роботи.

На будівельному майданчику повинна бути позначена знаками технологічна зона монтажу, тобто робоча зона, зони складування, попереднього складання і транспортування елементів з землі до місця установки. Особлива увага повинна бути приділена зоні підвищеної небезпеки - роботі декількох монтажних механізмів на прилеглих монтажних ділянках, на одному або різних рівнях роботи по вертикалі.

До монтажу та виробництва допоміжних робіт з розгрузки, складування та стропуванні збірних елементів робочих допускають тільки після вступного інструктажу. До виробництва висотних робіт допускають монтажників не нижче 4-го розряду, старше 18 років і зі стажем роботи не менше двох років. Для отримання допуску необхідно пройти курс навчання з техніки безпеки і здати необхідні тести. Знання перевіряють не рідше одного разу на рік, медичний огляд проводять не рідше двох разів на рік.

Вантажозахоплювальні пристрої, стропи та інший інвентар повинні бути забезпечені бирками з вказівкою вантажопідйомності.

Максимальне зусилля в елементах строп – 22,738 т.

Додатково врахуємо напір вітру і додамо до навантаження на строп, як горизонтальну складову:

$q_w = 42,224 \cdot 173,0992 = 7308,94 H$  - загальне вітрове навантаження на площину ферми. Для одного стропу умовно приймемо  $q_w = 3654,47 H = 0,365 t$ .

За теоремою косинусів отримаємо зусилля в стропі з врахуванням вітрового навантаження:

$$V = \sqrt{22,738^2 + 0,365^2 + 2 \cdot 22,738 \cdot 0,365 \cdot 0,3471} = 22,867 t.$$

Прийmemo канат за ГОСТ 3064-80 “Канат одинарного свивки типа ТК конструкции 1·37·(1+6+12+18)” товщиною 22,5 мм.

Всі канати необхідно перевіряти за формулою:

$$\frac{P}{N} \geq K,$$

де P – розривне зусилля, для прийнятого P = 40,9500 т ;

N – натяг канату;

K – коефіцієнт запасу міцності, залежить від куту між канатом та вантажем. Прийmemo K=1,4.

$$\frac{40,95}{22,5} = 1,82 < 1,4$$

Умова виконується, отже міцність канату достатня.

При роботі на висоті монтажники обов'язково надягають монтажні пояса (рис 6.1.) і за допомогою ланцюга з кріпильним пристроєм зачіпляють себе до петель змонтованих конструкцій або до натягнутих і закріплених тросів. Робочий інструмент повинен бути в ящиках або сумках щоб уникнути падінь. При підйомі елементів для запобігання їх розкачування або кручення вони обов'язково беруться на розтяжки. Підняті елементи забороняється залишати на вазі при перервах в роботі. Підйом будь-яких вантажів дозволяють тільки при вертикальному положенні поліспада монтажного крана. Вантаж, що піднімається повинен бути менше або відповідати вантажопідйомності монтажного крана на даному вильоті стріли; відповідна таблиця залежності вильоту і вантажопідйомності має бути вивішена біля робочого місця машиніста.

На будівельному майданчику влаштовують проходи і проїзди, на видних місцях закріплюють покажчики небезпечних і заборонених зон. У нічний час будмайданчик обов'язково освітлюють.

Вантажозахоплювальні пристрої після кожного ремонту повинні підлягати випробуванню на навантаження, в 1,25 рази перевищує їх нормальну вантажопідйомність з тривалістю витримки 10 хв. Результати оглядів вантажозахоплювальних пристроїв заносять у журнал обліку. Огляди

виконуються: для траверс через кожні 6 місяців; для строп і тари - через кожні 10 діб; для інших захоплень - через місяць.

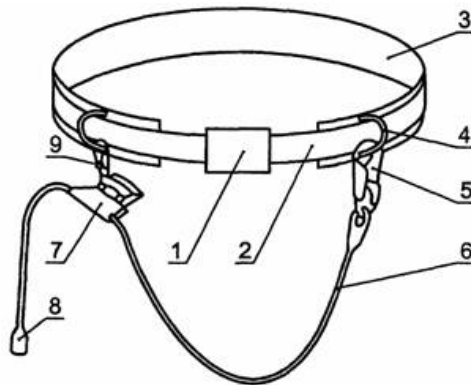


Рис.6.1. Захисний пояс: 1 – пряжка; 2 – захисний пояс; 3 – наспинний пояс; 4 – елемент кріплення; 5 – карабін; 6 – строп; 7 – регулятор довжини; 8 – обмежувач; 9 – з'єднувальний елемент

Не допускається виконання монтажних та післямонтажних робіт на одній захватці, але на різних горизонтах.

Границю небезпечної зони визначають відстанню по горизонталі від можливого місця падіння вантажу при його переміщенні краном. Це відстань при максимальній висоті підйому вантажу до 20 м повинно бути не менше 7 м, при висоті до 100 м - не менше 10 м, при більшій висоті розмір його встановлюють у проекті виробництва робіт.

Змонтовані міжповерхові перекриття та покриття повинні бути огорожені до початку наступних робіт.

Особливі запобіжні заходи слід приймати при зміні погодних умов. Не допускається виконання монтажних робіт на висоті у відкритих місцях при швидкості вітру 15 м / с і більше, при ожеледиці, грозі і тумані. Роботи з переміщення та встановлення крупнорозмірних панелей стін і подібних їм конструкцій з великою парусністю, слід припиняти при швидкості вітру 10 м / с і більше.

Велика увага при монтажі має бути приділена безпечним прийомам зварювальних робіт, що виключає ураження струмом і виникнення пожежної

небезпеки. Забороняється вести зварювальні роботи під дощем, під час грози, сильному снігопаді і швидкості вітру більше 5 м / с.

Опалубні роботи.

При установці опалубки в декілька ярусів кожен подальший ярус встановлюється тільки після закріплення нижнього.

Щодня перед початком укладання бетону необхідно перевіряти стан опалубки і риштування, у разі виявлення несправностей їх слід негайно усунути.

Розбирати опалубку після досягнення бетоном заданої міцності можна з дозволу виконавця робіт. Отвори в перекриттях або покриттях, що залишаються після зняття опалубки слід огороджувати.

Арматурні роботи.

Заготовлювати і обробляти арматуру необхідно в спеціально призначених для цього і відповідно обладнаних для цього майстернях або цехах.

### **6.3. Забезпечення пожежної та вибухової безпеки**

У бакалаврській роботі розглядається будівля, основною функцією приміщень якого навчання та тренування [3].

Для проектування громадських будинків з приміщеннями такого призначення треба користуватися ДБН В.2.2-13-2003.

Відстань від найбільш віддаленої точки торговельної зали до евакуаційного виходу становить 32м. Відношення площі основних евакуаційних проходів до загальної площі спортивного залу 25%. Відповідно до таблиці 4 ДБН В.1.1-7-2002 для залів об'ємом менше 5тис. м3 IIIа ступеня вогнестійкості найбільша відстань до евакуаційного виходу - 35м.

Таким чином, будівля комплексу має IIIа ступінь вогнестійкості і його конструкції повинні межі вогнестійкості показаній в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1.

**Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) та  
максимальні межі поширення вогню по них (см)**

| Ступінь<br>вогнестійкості | стіни                                   | колон<br>и     | сходові площадки, косоури, сходи,<br>балки, марші сходових кліток |                                            |            |            |              | перекрыт<br>тя<br>міжповер<br>хові (у т.<br>ч.<br>горизонтні<br>та над<br>підвалами) | елемен<br>ти<br>суміщ<br>ених<br>покрыт<br>тів |
|---------------------------|-----------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------|------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|                           | Несуч<br>і та<br>сходов<br>их<br>кліток | самон<br>есучі | зовні<br>шні<br>нене<br>сучі                                      | внутрішні<br>ненесучі<br>(перегоро<br>дки) |            |            |              | плити,<br>насти<br>ли,<br>прогон<br>и                                                | балки,<br>ферми,<br>арки,<br>рами              |
| 1                         | 2                                       | 3              | 4                                                                 | 5                                          | 6          | 7          | 8            | 9                                                                                    | 10                                             |
| IIIa                      | REI 60<br>M0                            | REI 30<br>M0   | E15<br>M1                                                         | EI 15 M1                                   | R 15<br>M0 | R 60<br>M0 | REI 15<br>M0 | RE 15<br>M1                                                                          | R 15<br>M0                                     |

В спорудах призначених для проведення змагань в присутності глядачів, необхідно передбачати трибуни – місця для глядачів. Ухил трибун – не більше 1:1,5. Допускається проектування трибун з ухилом 1:1,25, якщо для будівлі передбачено додаткові умови безпеки евакуації глядачів. Місця для сидіння глядачів повинні бути розділені поперечними проходами.

Кількість глядацьких місць на трибунах в ряду:

- при заповненні з двох сторін – не більше 50;
- при заповненні з однієї сторони – не більше – 25.

Евакуацію глядачів з трибун слід передбачати через рівномірно розташовані люки. Ширина евакуаційних виходів з будівлі повинна бути не менше сумарної ширини виходів з спортзалів.

Ширина шляху евакуації повинна бути не менше:

- 1 м – для горизонтальних проходів, пандусів і сходів;
- 1,2 м – для дверей і люків в критих спортивних спорудах;
- 1,5 м – для люків відкритих спортивних споруд.

Максимальна довжина шляхів евакуації від найвіддаленішого глядацького місця до виходу – 32 м.

Ширина шляхів евакуації глядачів на земельній ділянці повинна прийматися з розрахунку 1м на 500 глядачів.

Прийнятий тип протипожежних перешкод, що відокремлюють побутові приміщення від спортивного залу - стіни 1-го типу з 1-м типом заповнення прорізів.

По периметру будівлі влаштований проїзд для пожежних машин на видаленні від стін в межах 5-8 м і шириною 6 м.

Протипожежні засоби показані на рис.6.2. та рис.6.3.

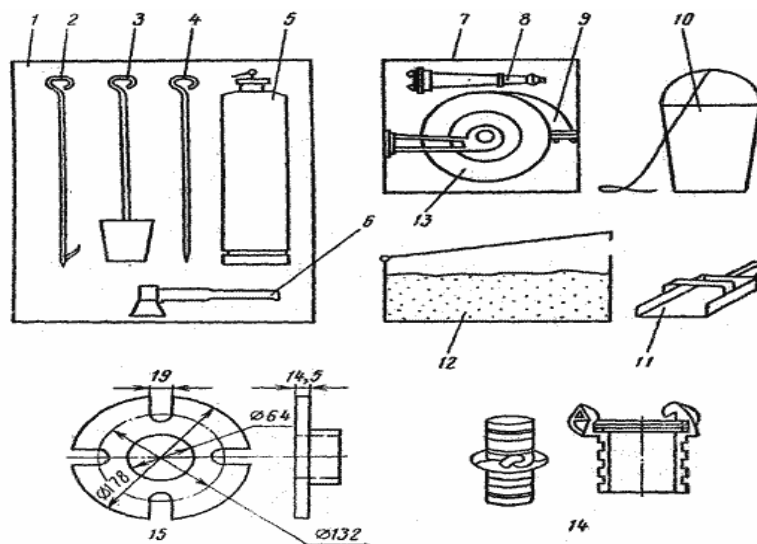


Рис.6.2. Протипожежні засоби:

1. Щит протипожежного постачання;
2. пожежний багор;
3. лопата;
4. пожежний брукхт;
5. вогнегасник;
6. пожежна сокира;
7. шафа для шланга;
8. пожежний ствол
- Рукав пожежний ручний сопла рука
9. Пожежний шланг.

10. Пожежне відро зі штерт пожежного відра з витяжним шнуром
11. Совок для розкидання піску совок для розсіювання піску
12. Металевий Яшико з піском Метал судини, що містять пісок
13. В'юшки для шлангів Шланг котушки
14. Сполучна гайка шланга
- Шлангове з'єднання шлангів зв'язок
- з'єднання шлангів
15. Перехідний з'єднання міжнародного зразка (судно) Міжнародний берегового підключення (судна)

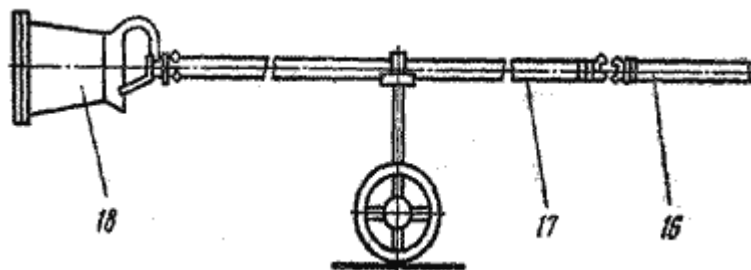


Рис.6.3. Генератор піни: 16 – шланг системи піногасіння; 17 – пінозлив-  
подовжувач; 18 – піногенератор переносний

Евакуаційні виходи.

У будівлі є евакуаційні та аварійні виходи в кількості перевищує мінімально необхідні і виконані відповідно до протипожежних норм.

Для евакуації в комплексі запроектовані внутрішні сходи, що розміщуються в сходових клітинах.

Сходові клітки наземних поверхів мають природне освітлення через отвори в зовнішніх стінах.

В приміщеннях без природного освітлення забезпечені пристроями для димовидалення.

Кількість підйомів в одному марші між площадками не перевищує 16. Сходові марші і майданчики мають огорожі з поручнями. Ухил маршів сходів у надземних поверхах не перевищує 1:02. Ширина сходового маршу

більше ширини виходу на сходову клітку з поверху з найбільшою кількістю людей.

Сходові клітки, призначені для евакуації людей, як з надземних поверхів, так і з підвалу та мають відокремлені виходи назовні, відокремлені на висоту одного поверху суцільною протипожежною перегородкою 1-го типу.

Виходи і сходи для обслуговуючого персоналу відокремлені від входів та сходів для глядачів.

Всі евакуаційні виходи розташовані розосереджено.

Мінімальна висота евакуаційних виходів складає 2,3 м (за нормами - не менше 1,9 м), мінімальна ширина - 1,4 м (за нормами - не менше 1,2 м).

Ширина зовнішніх дверей сходових кліток і дверей зі сходових кліток до вестибюля дорівнює 1,3 м (за нормами - не менше ширини маршу - 1,2 м).

Мінімальна ширина сходових майданчиків - 1,25 м (за нормами - не менше ширини маршу - 1,2 м).

Двері евакуаційних виходів і інші двері на шляхах евакуації відкриваються у напрямку виходу з будівлі, не мають запорів, що перешкоджають їх вільному відкриванню зсередини без ключа.

Двері сходових кліток мають пристосування для самозачинення та ущільнення в притик, а двері тамбур-шлюзів, з підпором повітря при пожежі, обладнані автоматичними пристроями для закривання при пожежі і ущільнення.

## **7. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

### **7.1. Аналіз впливу техногенних чинників запроектованої будівлі на навколишнє природне середовище**

У процесі будівництва та експлуатації проектного об'єкта можливий вплив на наступні компоненти навколишнього середовища [21]:

- ґрунтово -рослинний комплекс;
- приземний шар атмосфери.

Наслідком цього впливу можуть бути зміни (порушення) в компонентах природного середовища.

Впливи на ґрунтово-рослинний комплекс проявляються у вигляді порушень денної поверхні землі навколо об'єкта будівництва. При цьому можливі наступні форми порушень: ущільнення або розпушення ґрунту, траншейні виїмки, колії тимчасових доріг, корчування і пересадка дерев.

Джерелом впливу на компоненти навколишнього середовища можуть бути будівельні механізми і техніка.

При виробництві будівельно-монтажних робіт можливе забруднення ґрунтів, підземних вод будівельними та побутовими відходами, сміттям, ПМР.

Експлуатація проектного об'єкта пов'язана з утворенням господарсько-побутових і виробничих стічних вод.

### **7.2. Розрахунки концентрації шкідливих речовин які мають місце під час експлуатації**

У процесі будівництва та експлуатації об'єкта відбувається забруднення атмосферного повітря в результаті роботи автомобільного транспорту викиди  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{C}_n\text{H}_m$ , сажа.

Розрахунок викидів шкідливих речовин від автомобільних двигунів, працюючих на будівельному майданчику.

Автомобільні двигуни працюють при будівництві будівель і споруд на різних видах палива: бензин (4 марки) і дизельне паливо.

Види основних машин та механізмів приведені в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1.

Основні машини и механізми

| №  | Назви машин                                                                     | Вид палива | Кіл-ть палива на 100 км | Кіл-ть год роботи (одн. машини) |
|----|---------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------|---------------------------------|
| 1. | Автомобілі бортові, груз. до 3т                                                 | АИ         | 25                      | 176,0026                        |
| 2. | Автомобілі самоскиди, груз. до 5т                                               | АИ         | 28                      | 2748,6442                       |
| 3. | Крани на гусеничному ході. в.п.16т                                              | ДТ         | 26,5                    | 112,001                         |
| 4. | Бульдозер, потужністю 61 кВт                                                    | ДТ         | 31                      | 1366,203                        |
| 5. | Експаватори одноковш. дизельн. на гусеничному ході, ємн.ковша 0,4м <sup>3</sup> | ДТ         | 30                      | 135,52                          |
| 6. | Машины поливні. ємн.6 тис.л.                                                    | ДТ         | 30                      | 125,21                          |

При роботі автотранспорту з вихлопними газами в навколишнє середовище викидаються шкідливі речовини приведені в таблиці 7.2.

Таблиця 7.2.

| Вид палива | Шкідливі речовини |                 |                 |                               |      |
|------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|------|
| Бензин     | CO                | SO <sub>2</sub> | NO <sub>x</sub> | C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> |      |
| ДТ         | CO                | SO <sub>2</sub> | NO <sub>x</sub> | C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> | Сажа |

Розрахунки річних викидів шкідливих речовин автомобільним транспортом, необхідні для здійснення державного або муніципального обліку викидів з метою вилучення платежів за забруднення навколишнього середовища і розробки заходів щодо їх зниження.

В основу методики розрахунку викидів шкідливих речовин автомобільним транспортом закладений середній питомий викид по будівельних механізмам і автомобілям окремих груп (вантажні, спеціальні, автобуси, легкові та ін.) При цьому викид шкідливих речовин коригується

залежно від технічного стану автомобілів, їх середнього віку, впливу природно-кліматичних умов.

Для автомобільних двигунів, що працюють частково в режимі холостого ходу (автокрани, екскаватори, бульдозери та ін.) важко визначити довжину пробігу в км. У цьому випадку, розрахунок максимального разового викиду, а так само розрахунок секундних і річних викидів проводиться за формулами 9.1 і 9.2:

$$M_{m.p.j.} = C_{jxx} A_{cn} A_b / t, \text{ г/с,}$$

$$C_{jxx} = 1.3 Q p N_k,$$

Де:  $A_{cn}$  – кількість автомобілів в групі, шт.;

$p$  – густина палива, кг/дм<sup>3</sup>; (для бензину  $p=0,75$  кг/дм<sup>3</sup>; для дизельного палива  $p=0,826$  кг/дм<sup>3</sup>.)

$t$  - час роботи автомобіля на будівельному майданчику;

$N_k$  – коеф. що характеризує відношення маси шкідливих речовин до маси спаленого палива наведений в таблиці 7.3.

Таблица 7.3.

Значення коефіцієнта  $P_k$

| Вид палива | Значення $P$ для к-го вещества |      |                 |                 |      |
|------------|--------------------------------|------|-----------------|-----------------|------|
|            | CO                             | CH   | NO <sub>x</sub> | SO <sub>2</sub> | Сажа |
| Бензин     | 2,62                           | 1,01 | 0,27            | 0,01            | -    |
| ДП         | 0,27                           | 0,06 | 0,03            | 0,03            | 0,23 |

1,3 – коеф. врахування середньої швидкості руху, режим холостого ходу, г/сек.

Розрахунок річних викидів проводиться за формулами:

$$M^{год}_j = C_j A_{cn} A_b T 10^6, \text{ т/рік}$$

Де  $T$  – загальний час роботи двигуна автомобіля за рік, за год.

Результати розрахунку секундних і річних викидів забруднюючих речовин при роботі будівельних механізмів, що працюють на дизельному паливі і на бензині.

Висновок: згідно проведених розрахунків було встановлено що концентрації основних небезпечних речовин які утворюються під час спорудження даного об'єкта знаходяться в межах норми. Концентрацію одного з найбільш небезпечного компоненту, який утворюється під час будівництва – СО, можна знизити використанням каталізаторів допалення які встановлюються у вихлопній системі будівельної техніки.

## ВИСНОВКИ

Бакалаврська кваліфікаційна присвячена проектуванню навчального центру у м. Ківерці. Робота містить 89 сторінок машинописного тексту, складається із семи розділів та 7 додатків креслень.

Розроблена архітектурна частина будівлі навчального центру, що включає відомості генерального планування, об'ємно-планувальні та конструктивні рішення.

У розрахунковій частині БКР виконано чисельне моделювання каркасу будівлі у програмному комплексі SCAD: виконано розрахунки колони, балки покриття та балки перекриття у сталевому варіанті.

Розроблено технологічну частину проєкту, яка включає розрахунок кількості будівельно-монтажних робіт, представлена техніка безпеки при монтажі конструкцій. Визначені об'єми робіт на будівництво корівника, розроблений будгєнплан, наведені відомості щодо організації складського господарства, схема розміщення тимчасових споруд, водопостачання та освітлення.

У розділі, присвяченому охороні праці на будівництві, проаналізовані небезпечні та шкідливі виробничі чинники при будівництві, організаційні та технічні заходи по усуненню небезпечних виробничих чинників.

Автором запропоновані напрямки охорони довкілля: проаналізовані впливи техногенних чинників запроектованої будівлі на навколишнє середовище та виконані розрахунки концентрації шкідливих речовин які мають місце під час експлуатації.

Список використаних джерел за бакалаврською кваліфікаційною роботою становить 25 джерел, які включають актуальні державні будівельні норми та державні стандарти, навчальні посібники та підручники у будівельній галузі.

## Список використаних джерел

1. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зі зміною №1 та №2 : ДБН В.1.2-2:2006. – [Чинні від 2020-06-01]. – К. : Мінбуд України, 2020. – 68 с. – (Державні будівельні норми).
2. Планування та забудова територій: ДБН Б.2.2-12:2019. - [Чинний з 2019-01-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2019. – (Державні будівельні норми).
3. Будинки і споруди. Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди : ДБН В.2.2-13-2003. – [Чинний з 2003-11-10]. – К. : Державний комітет України з будівництва та архітектури, 2004. – 102 с. – (Державні будівельні норми).
4. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель : ДБН В.2.6–31:2021. – [Чинний від 2022-09-01]. – К. : Мінрегіон України, 2022. – 23 с.
5. Природне і штучне освітлення. Зміна №2 : ДБН В.2.5-28-2006. – [Введені в дію з 2012-09-01]. – К. : Держбуд України, 2012. – 68 с. – (Державні будівельні норми України).
6. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення : ДБН В.2.6-98:2009. – [Чинний з 2011-07-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, Державне підприємство «Укрархбудінформ», 2011. – 71 с. – (Державні будівельні норми).
7. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування : ДСТУ Б.В.2.6–156:2010. – [Чинний з 2011-06-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2011. – 118 с. – (Національний стандарт України).
8. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови : ДСТУ 3760:2019.–[Чинний з 2019–08–01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2019. – (Державний стандарт України).
9. Прогини і переміщення. Вимоги проектування. ДСТУ Б В.1.2. – 3:2006 – [Чинний з 2007-01-01]. – К. : Мінгеріонбуд України.

10. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення : ДБН В.2.1–10:2018 : – [Введені в дію з 2019–01–01]. – К. : Мінрегіон України, 2018. – 36 с. – (Державні будівельні норми України).

11. Сталеві конструкції. Норми проектування: ДБН В.2.6-198:2014. Зі зміною №1. – [Чинний від 2022-09-01]. – К. : Мінрегіон України, 2022. – 220 с.

12. Бакулін Є.А. Об'ємно-просторові рішення будівель і споруд : навчальний посібник / Є. А. Бакулін, В. М. Бакуліна, Н. О. Костира. – К. : Видавничий центр НУБіП України, 2024. – 264 с.  
<https://dglib.nubip.edu.ua/handle/123456789/11201>

13. Барабаш М.С. Основи комп'ютерного моделювання : навчальний посібник / М.С. Барабаш, П.М. Кір'язев, О.І. Лапенко, М.А. Ромашкіна. – К. : НАУ, 2018. – 492 с.

14. Бакулін Є.А. Інженерний захист та підготовка територій : навч. посіб.; за ред. канд. техн. наук Бакуліна Є.А. / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко, В.М. Бакуліна. – К. : НУБіП України, 2020. – 212 с.

15. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни "Основи автоматизованого проектування в будівництві" для студентів за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» / уклад.: Є.А. Дмитренко, І.А. Яковенко, О.А. Фесенко. – К. : НУБіП України, 2021. – 91 с.

16. Павліков А.М. Залізобетонні конструкції : будівлі, споруди та їх частини: підручник. – Полтава : ТОВ «АСМІ», 2017. – 284 с.

17. Дудар, І. Н. Технологія будівельного виробництва (курсове та дипломне проектування) : навчальний посібник / І.Н. Дудар, О.М. Лівінський, Т.В. Прилипко. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 75 с.

18. Зоценко М.ЛІ. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів. Основи та фундаменти. - Полтава, 2004. - 568с.

19. Якименко О. В. Технологія будівельного виробництва: конспект лекцій для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія / О. В. Якименко, Н.

Г. Морковська, А. О. Жигло. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 215 с.

20. Системи протипожежного захисту : ДБН В.25–56:2014. . – [Введені в дію з 2015–07–01]. – К. : Держбуд України, 2014. – 127 с. – (Державні будівельні норми України).

21. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) : ДБН А.2.2-1:2021. – [Введені у дію з 2022–09–01]. – К. : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – 26 с.

22. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги: ДБН В.1.1–7:2016. – [Чинний з 2017–01–06]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2016. – (Державні будівельні норми).

23. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1–5:2016. – [Введені в дію з 2017–01–01]. – К. : Держбуд України, 2016. – 11 с. – (Державні будівельні норми України).

24. Дмитренко Є.А. Врахування сумісної роботи дисків покриттів зі збірного залізобетону у складі пролітних згинальних металевих конструкцій / Є.А. Дмитренко, М.А. Андрієвська, І.А. Яковенко // Сучасні будівельні конструкції з металу та деревини. – 2024. – Вип. № 28. – С. 128–139. <https://doi.org/10.31650/2707-3068-2024-28-128-139>

25. Настанова з організації виконання будівельних робіт : ДСТУ 9258:2023. – [Чинний від 2024-07-01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ» 2024. – 88 с.

## **Д О Д А Т К И**