МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ПОЛТАВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ім. Ю. КОНДРАТЮКА

ФАКУЛЬТЕТ БУДІВЕЛЬНИЙ

КАФЕДРА КОНСТРУКЦІЙ З МЕТАЛУ, ДЕРЕВА ТА ПЛАСТМАС

Пояснювальна записка

до курсової роботи «Одноповерхова промислова будівля»

з дисципліни «Металеві конструкції»

401-БМ.14019.ПЗ

студента 4 курсу групи 401-БМ

напряму підготовки: бакалавр

спеціальності: 192 – міське будівництво та господарство

Ночевного І.С.

Керівник: Чичулін В.П.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Національна шкала:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Кількість балів:\_\_\_\_\_; оцінка ECTS\_\_\_\_

Полтава 2017

**Зміст**

Попередні дані для проектування 3

[1. Компонування конструктивної схеми каркаса та розбивка сітки колон 3](#_Toc471722023)

[2. Визначення навантаження, діючого на раму 4](#_Toc471722024)

[2.1. Постійне навантаження 4](#_Toc471722025)

[2.2. Снігове навантаження 5](#_Toc471722026)

[2.3. Вітрове навантаження 5](#_Toc471722027)

[2.4. Кранові навантаження 6](#_Toc471722028)

[3. Розрахунок кроквяної ферми 7](#_Toc471722029)

[3.1. Визначення розрахункових зусиль в елементах ферми 7](#_Toc471722030)

[3.2. Розрахунок ферми за допомогою програми «Плюс» 8](#_Toc471722031)

[3.3. Добір перерізів елементів ферми 9](#_Toc471722032)

[3.5. Розрахунок вузлів ферми 12](#_Toc471722033)

[3.5.1. Опорний вузол 12](#_Toc471722034)

[3.5.2. Верхній монтажний вузол 12](#_Toc471722035)

[3.5.3. Нижній монтажний вузол 13](#_Toc471722036)

[4. Визначення розрахункових зусиль колони 14](#_Toc471722037)

[4.1. Розрахунок наскрізної колони 15](#_Toc471722038)

[4.2. Розрахунок вузлів колони 17](#_Toc471722039)

[Література 21](#_Toc471722045)

Додаток А 22

Додаток Б 23

**Попередні дані для проектування**

У даному курсовому проекті необхідно запроектувати однопролітну виробничу будівлю із такими вихідними даними:

1. Район будівництва: м. Одесса

2. Тип покрівлі: з/б тепла

3. Крок колон: метрів

4. Проліт будівлі: метрів

5. Крани підвісні: тонa

6. Відмітка низу ферми: метрів

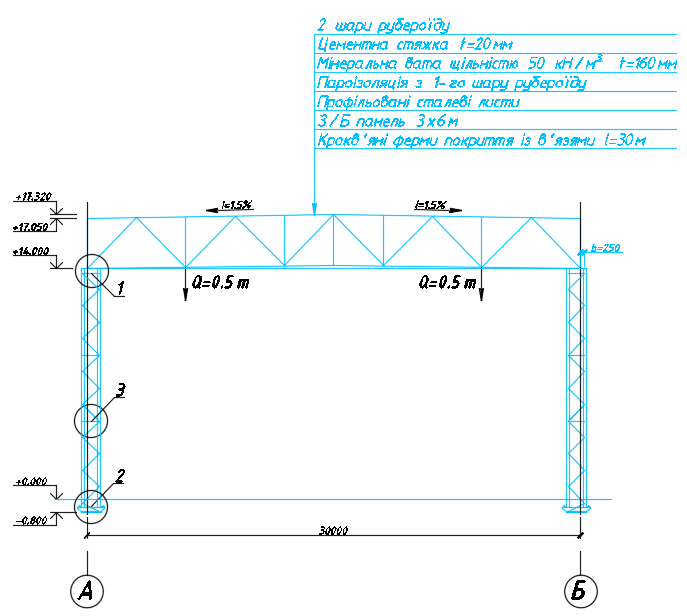
7. Довжина цеху становить 96 метрів

1. **Компонування конструктивної схеми каркаса та розбивка сітки колон**

Сітка колон:



Схема поперечної рами:



Визначення вертикальних розмірів каркаса

Висота ферм дорівнює м при прольотах до 30 метрів. Розмір м приймається кратним 1,8 м. Це пов'язано з розмірами стінових панелей. Заглиблення колони нижче поверхні підлоги залежить від висоти колони і дорівнює при м. Прив'язка зовнішньої грані колони до повздовжньої осі будівлі дорівнює - мм при м, м.

**2. Визначення навантаження, діючого на раму**

***2.1.Постійне навантаження***

Погонне навантаження на ригель рами: ;

де

- коефіцієнт надійності за навантаженням для маси покриття т.1,2 [5].

Таблиця 1

**Навантаження від маси конструкцій покриття**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Тип і конструкція  покриття | Характеристичне навантаження, кПа |  | Розрахункове  навантаження,кПа |
| 1 | Гідроізоляція з 2  шарів євроруберойду, підстил. шар | 0,12 | 1,3 | 0,156 |
| 2 | Вирівнювальний шар мм цементна та асфальтна стяжка | 0,4 | 1,3 | 0,52 |
| 3 | Утеплювач мін. ват. плити | 0,8 | 1,2 | 0,96 |
| 4 | Пароізоляція з 1 шару руберойду | 0,05 | 1,2 | 0,06 |
| 5 | Залізобетонна панель | 1,6 | 1,1 | 0,176 |
| 6 | Кроквяні ферми покриття із в'язями | 0,5 | 1,05 | 0,525 |
|  | Усього: |  | - |  |

***2.2.Снігове навантаження***

Погонне снігове навантаження на ригель де

− характеристичне значення снігового навантаження. Приймається згідно [2], рис.8.1, або за табл.2 [6].

- коефіцієнт, що враховує осо режим експлуатації покрівлі п.8.9 [2].

- коефіцієнт, що враховує висоту над рівнем моря при км п.8.10 [2].

- коефіцієнт переходу від снігового навантаження на землі до навантаження на покриття, за п.8.7 [2].

− коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим сніговим навантаженням строк експлуатації 50 років за п.8.11 [2], або за табл.3 [6].

***2.3. Вiтрове навантаження***

Активний і пасивний тиск вітрового навантаження

де

=1,0 − коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим вітровим навантаженням строк експлуатації 50 років за п.9.14 [2], або за табл.3 [6].

*—* аеродинамічний коефіцієнт, що визначається за п.9.8 [2];

*-* коефіцієнт висоти споруди, що визначається за п.9.9 [2];

*=*1при *-* коефіцієнт географічної висоти, що визначається за п.9.10 [2];

*-* коефіцієнт рельєфу, що визначається за п.9.11 [2];

*=*1- коефіцієнт напрямку, що визначається за п.9.12 [2];

- коефіцієнт динамічності, що визначається за п.9.13 [2].

- вітровий тиск, який приймаємо за [2], рис.9.1, або за табл.2 [6].

Навантаження від тиску вітру на частину стіни в межах висоти ригеля прикладається на рівні нижнього поясу ригеля як зосереджена сила без врахування моментів, які виникають від такого перенесення. Ця сила обчислюється за формулою:,

висота шатра, яка обчислюється за формулою:

;

;- коефіцієнти зміни вітрового тиску по висоті, що визначаються за даними таблиці 9.01 [2] і залежить від типу місцевості і висоти будівлі та знаходяться методом інтерполяції: ;

.

***2.4. Крановi навантаження***

Розрахунковий максимальний тиск на ферму від двох кранів:

,

де  - коефіцієнт сполучення для двох кранів за п. 7.22 [2];

*ψ*=0,85 — для груп режимів роботи кранів 1К—6К;

− коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим крановим навантаженням. за п.7.9 [2], або за табл.7 [6];

- характеристичне значення вертикального навантаження на один візок за табл.8 [6];

- сума ординат лінії впливу тиску на ферму;

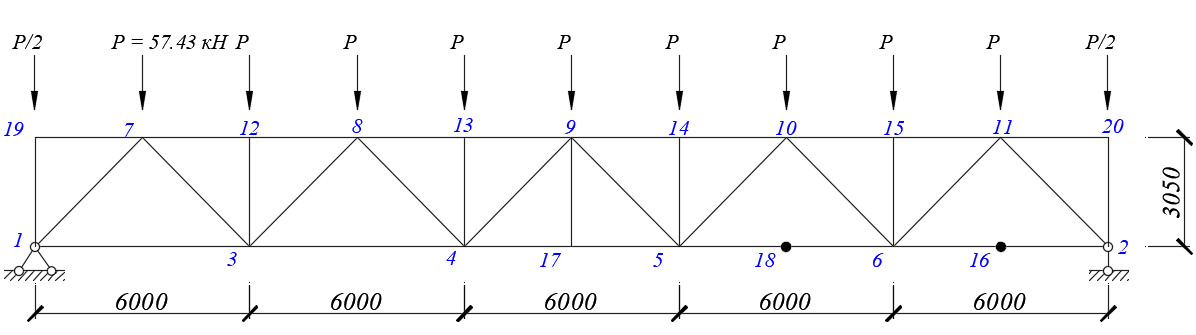
- вага балки підвісного путі за табл.9 [6].

; =3,65

;;

**3.Розрахунок кроквяної ферми**

***3.1.Визначення розрахункових зусиль в елементах ферми***



Визначення геометричних розмірів елементів решітки:

;

;

Статичний розрахунок ферми виконується методами вирізання вузлів, Рiттера (перетинів), побудовою діаграми Максвелла-Кремони та н..

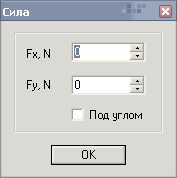
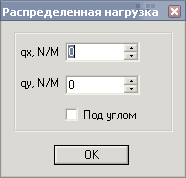
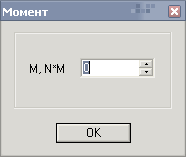
Розрахунок виконується для сумарного навантаження від сталого, снігового i кранового навантажень. Сумарне навантаження у верхній вузол ферми:

, де – крок вузлів ферми, - коефіцієнт сполучень.

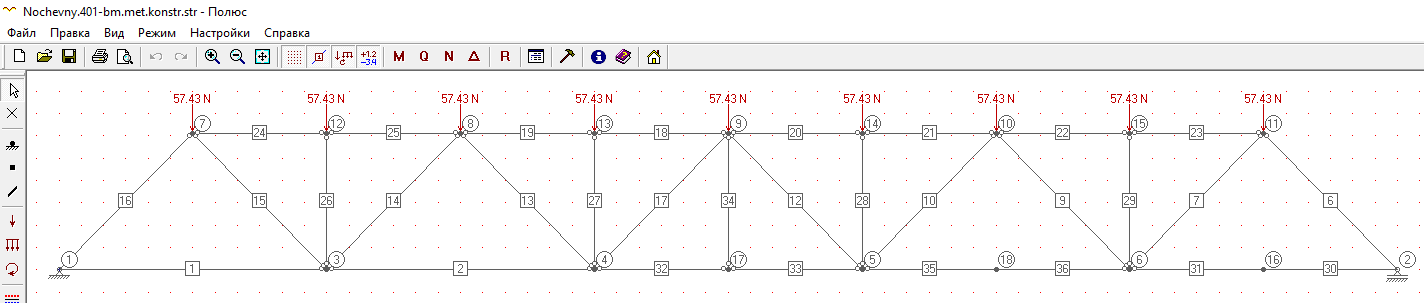
***3.2. Розрахунок ферми за допомогою програми «Полюс»***

Інтерфейс програми оснащений двома панелями з відповідним набором піктограм. Вертикальна панель дає змогу створити необхідну розрахункову схему. За умовчанням встановлений режим редагування, який можна змінити на режим видалення чи створення об’єктів натисканням на відповідну піктограму.

При створенні розрахункової схеми спочатку встановлюють опорні та проміжні вузли з допомогою відповідних піктограм вертикальної панелі, редагуючи за необхідністю координати. Стержні створюються з’єднанням потрібних вузлів. Навантаження прикладаємо з допомогою піктограм ”Сила”, ”Распределенная нагрузка”, ”Момент”, вказуючи їх значення:

У результаті маємо необхідну розрахункову схему:



***3.3. Добір перерізів елементів ферми***

Розрахунки ведемо у табличній формі (Додаток А), приводячи приклад розрахунку для кожної групи стрижнів ферми.

Починаємо підбір перерізів елементів з ***верхнього поясу*** ***ферми***. Це стержні під номерами 7-12, 12-8, 8-13, 13-9.

Визначаємо необхідну площу перерізу елемента.

; ,

де - площа перерізу стержня ферми, .

- максимальне поздовжнє зусилля, яке діє у стрижні ферми, .

розрахунковий опір матеріалу ферми.

За сортаментом приймаємо тавр 22БТ1, що має площу перерізу 38,115 см2.

Гнучкість визначається відповідно: ; ;

; ,

де відносно осей  :  радіуси інерції перерізів елемента.

Перевіряємо за граничною гнучкістю:

.

Отже, даний тавровий переріз забезпечує умови гнучкості елемента.

Визначаємо за формулою:

; ,

де Е=20,6 кПа - модуль Юнга,

- максимальна гнучкість із двох по вісі x-x чи y-y;

Згідно з т.72 [4] за допомогою визначаємо значення , використовуючи тип кривої стійкості с, шляхом інтерполяції:

=0,61

Перевіряємо підібранний переріз:

*;*

Визначаємо напруження у відсотках відносно нормативного значення:

;

Далі проводимо підбір перерізів стрижнів ***нижнього поясу ферми***. Це стержні під номерами 1-3, 3-4, 4-17.

Визначаємо необхідну площу перерізу елемента.

; ,

де - площа перерізу стрижня ферми см2,

- максимальне поздовжнє зусилля, яке діє у стрижні ферми, .

розрахунковий опір матеріалу ферми..

За сортаментом приймаємо тавр 20БТ1, що має площу перерізу 30,625 см2. Гнучкість визначається відповідно: ; ;

; ,

де відносно осей  : *іx , iy*  радіуси інерції перерізу елемента.

Перевіряємо за граничною гнучкістю: ,

Отже, даний тавровий переріз забезпечує умови гнучкості елемента.

Перевіряємо підібранний переріз:

Визначаємо напруження у відсотках відносно нормативного значення:

; %

Далі проводимо підбір перерізів стрижнів для ***решітки ферми***. Це стержні під номерами 1-7, 7-3, 12-3, 3-8, 8-4, 4-13, 4-9, 9-17

Визначаємо необхідну площу перерізу елемента 7-3.

; ,

де - площа перерізу стрижня ферми см2,

- поздовжнє зусилля, яке діє у відповідному стрижні ферми, .

розрахунковий опір матеріалу ферми..

За сортаментом приймаємо кутик , що має площу перерізу 6,92 см2. Гнучкість визначається відповідно: ; ;

,2; ,9;

де відносно осей  : *іx , iy*  радіуси інерції перерізу елемента 7-3.

Перевіряємо за граничною гнучкістю: ,

Отже, даний переріз забезпечує умови гнучкості елемента.

Перевіряємо підібранний переріз:

;

Визначаємо напруження у відсотках відносно нормативного значення:

;

## *3.4. Розрахунок з’єднань елементів ферми*

Зварювальні шви прикріплення елементів решітки до поясів розраховуємо за металом шва:

* **на обушку:** 
* **на пері:** 

 − коефіцієнт перерозподілу напружень по швах. Для рівнополичкових кутиків приймаємо ;

− коефіцієнт форми шва для ручного та напівавтоматичного зварювання з діаметром дроту менше 1,4 мм;

 − поздовжня сила у відповідному стрижені ферми;

 − катет шва, який визначаємо виходячи з умови: - катет шва на обушку, - катет шва на пері, проте;

− коефіцієнт роботи зварного шва;

− розрахунковий опір зварного шва при розрахунках по металу шва, до електродів Э-42 і дроту Св-08.

Кількість прокладок у елементах решітки для забезпечення сумісної роботи кутових профілів визначається:

для стиснутих - , для розтягнутих- (заокруглення до меншого)

Розрахунок виконуємо у табличній формі. Результати зводимо у додаток Б

## *3.5. Розрахунок вузлів ферми*

***3.5.1. Опорний вузол***

Приймаємо ширину ребра мм, i за умовами роботи на зминання, знаходимо товщину ребра: ; ,

де - розрахунковий опір зминанню т.51 [4].

Висоту опорного ребра визначаємо iз умов мiцностi зрiзанню зварного шва:



Конструктивно приймаємо висоту опорного ребра 24 см із міркувань прикріплення опорного розкосу.

***3.5.2. Верхній монтажний вузол***

Приймають накладки, площа котрих дорівнює:

,

де − ширина горизонтальної накладки, яку приймаємо на 2см менше ніж полиця тавра верхнього поясу, тобто

 − товщина горизонтальної накладки, яку приймаємо приблизно рівною товщині полички, тобто

 − ширина вертикальної накладки, яку приймаємо менше ніж висота тавра верхнього поясу, тобто

 − товщина вертикальної накладки, яку приймаємо приблизно рівною товщині стійки

Отже, ;

Напруга в накладках:

,

де − максимальне зусилля у стержні, який входить у вузол ферми, який розглядаємо.

Довжини накладок будуть становити:

* вертикальної:
* горизонтальної:

де − коефіцієнт переходу від катета шва  до ширини відповідної площини руйнування. Приймаємо  , так як зварювання ручне, електроди .

***3.5.3. Нижній монтажний вузол***

Виконується по аналогії верхньому вузлу.

,

− ширина горизонтальної накладки, яку приймаємо більше, ніж полиця тавра нижнього поясу. Тобто:

 − товщина горизонтальної накладки, яку приймаємо зі співвідношення:



 − ширина вертикальної накладки, яку приймаємо менше ніж висота тавра нижнього поясу. Тобто:

 − товщина вертикальної накладки, яку приймаємо зі співвідношення:



Отже, ;

Напруга в накладках:

,

Довжини накладок будуть становити:

* вертикальної:
* горизонтальної:

***4. Визначення розрахункових зусиль колони***

Початковий момент: 

*кНм*

Розрахунковий момент: 

*кНм*

Повздовжня сила: 

кН

Анкерні болти розраховуються на  і 

кН

Решітка розраховується на 

кН

Розрахункова довжина колони:

в площині рами - , см

із площини рами - , см

де   - коефiцiєнт розрахункової довжини колони для одного вільного кінця й одного защемленого кінця стержня т.71а [4];

 - коефiцiєнт розрахункової довжини для шарнірно закріпленого на кінцях стержня т.71а [4].

***4.1. Розрахунок наскрізної колони***

Зусилля у гiлцi колони .

кН

- відстань між центрами ваги гілок колони.

Орієнтовно площа перерізу гілки: 

Приймаємо двотавр 35Б1, А=49,53 см2, ,

*.*

Момент iнерцiї всього перерізу:  .

Перевіряємо стiйкiсть гiлки:

Гнучкiсть у площинi рами -  =

де  - вiдстань мiж вузлами решiтки.

iз площини рами - =

Визначаємо за формулою:

;

За   згiдно з т.72 [4] за знаходимо =0,556

;

Розраховуємо елемент решiтки iз кутових профiлiв.

Приймаємо решітку 65х6.

 - дійсна поперечна сила iз розрахунку

 - (кН) фіктивна сила

 - розрахункова максимальна iз двох.

Довжина елемента решiтки: 

см

Гнучкість елемента решiтки: =

Стiйкiсть елемента решітки: ,

; .

Отже, за   - визначається згiдно з т.72 [4],  т.6 [4].

Приведена гнучкiсть стержня колони: ,

де , ,

, ,

Стiйкiсть колони як єдиного стержня:



;

Вiдносний ексцентриситет: 

  - визначається згiдно з т.75 [4] за подвійною інтерполяцією

***4.2. Розрахунок вузлів колони***

Приймаємо ширину ребра вiд мм та з умов роботи на зминання i знаходимо товщину ребра: ,

де - розрахунковий опiр зминанню т.51 [4].

Висота опорного ребра визначається з умов роботи на зрiз зварного шва:

.

Зварювання автоматичне чи напівавтоматичне у нижньому положенні.

Задаємо ширину плити  (заокруглення за рахунок с),

де - товщина траверси;

с = (50...150)мм - вiльна консольна дiлянка плити;

b - ширина перерiзу колони.

Довжина плити визначається за формулою:



Конструктивно приймаємо L=60+15,5+3=78 см

де - опiр бетона фундаменту зминанню.

Напруга у фундаментi пiд плитою:





1)Згинаючий момент на консольній ділянці: 

2)Згинаючий момент на дiлянцi при обпиранні на 3 боки: при 

де a - довжина закріпленого боку ділянки,

b - довжина вiльного боку дiлянки,

3)Згинаючий момент на дiлянцi при обпираннi на 4 боки:

 вiдношення довшої до коротшої сторони ділянки.

За співвідношенням знаходимо по таблиці 13[6] значення , виконавши інтерполяцію, тоді

Товщина плити визначається за максимальним моментом на ділянках:



Висота траверси: .

Конструктивно приймаємо висоту траверси 20 см.

Зусилля в анкерних болтах (тільки розтягуюче) (від комбінації для анкерних болтів) .

*;*

кН

Площа анкерного болта ,

де n =2 (або 4) - кiлькiсть анкерних болтів;

- розрахунковий опiр анкерного болта розтягуючим зусиллям т.60 [4] для ВСт3кп (С235).

**Література**

О с н о в н а :

1. СНиП ІІ-23-81\*. Стальные конструкции. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1990. - 96 с.

2. ДБН В.1.2.-2:2006 Навантаження і впливи.  К.: 2006.  60 с.

3. Клименко Ф.Ї.,Барабаш О.В.Металеві конструкці∙ . - Львів.: Світ, 1984. - 280 с.

4. Металлические конструкции /Под ред. Е.И.Белени. - М.: Стройиздат, 1986. - 510 с.

5. Стороженко Л.І., Пашинський В.А., Пічугін С.Ф., Трусов Г.М. Металеві конструкціі: Навчальний посібник. - К.: НМК ВО, 1992.-172 с.

6. Методичні вказівки до виконання курсового проекту “Проектування каркасу одноповерхової виробничої будівлі” з курсу “Металеві конструкції” для студентів за напрямом підготовки 6.092103 спеціальності “Міське будівництво та господарство”. – Полтава: ПолтНТУ, 2011. – 29 с.

Д о д а т к о в а :

7. Металлические конструкции. Справочник проектировщика /Под ред. Н.П.Мельникова. - М.: Стройиздат, 1980. - 776 с.

8. Лихтарников Я.М., Ладыженский Д.В. Клыков В.М. Расчет стальных конструкций. - К.: Будівельник, 1984. - 336 с.

9. Пособие по проектированию стальных конструкций (к СНиП ІІ-23-81\*). - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. - 148 с.

10. Легкие конструкции стальных каркасов зданий и сооружений /М.М. Сахновский.-К.: Будівельник, 1984.- 160 с.