Міністерство освіти і науки України

Полтавський національний технічний університет

імені Юрія Кондратюка

Факультет будівельний

Кафедра будівельної механіки

РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА

Розрахунок рами методом сил

305-БП07058

Виконав студент: Безрукавий В.В.

Керівник: Карабаш Л.В.

Полтава 2010

Зміст

[1. Кінематичний аналіз заданої системи та визначення кількості невідомих методу сил](#_Toc258681309)

[2. Вибір основної системи методу сил](#_Toc258681310)

[3. Запис канонічних рівнянь методу сил](#_Toc258681311)

[4. Визначення коефіцієнтів канонічних рівнянь методу сил і їх перевірка](#_Toc258681312)

[5. Визначення вільних членів канонічних рівнянь методу сил і їх перевірка](#_Toc258681313)

[6. Розв’язок системи канонічних рівнянь методу сил і його перевірка](#_Toc258681314)

[7. Побудова епюр внутрішніх зусиль для заданої системи та їх кінематична і статична перевірки](#_Toc258681315)

[Література](#_Toc258681316)

[Додатки](#_Toc258681317)

Вибір шифру та розрахункової схеми за номером залікової книжки 07058.

Перша цифра шифру - це цифра 0- остання із суми усіх цифр залікової книжки: 0+7+0+5+8=20.

Друга цифра шифру - це цифра - остання із суми усіх цифр залікової книжки без урахування першої: 7+0+5+8=120.

Третя цифра шифру - це цифра 8 - визначається як остання з усіх цифр номера залікової книжки.

Остаточно шифр варіанта - 008.

Номер розрахункової схеми визначається двома останніми цифрами номера залікової книжки, від яких треба відняти 24: 58-24-24=10. Отже, номер розрахункової схеми - 10.

*Вихідні дані*: *l*= 8 м; *h*= 12 м;  = 1,2; q2 = 12 кН/м; F2 = 60 кН; F4 = 20 кН.

## 1. Кінематичний аналіз заданої системи та визначення кількості невідомих методу сил



а). Визначимо ступінь свободи системи:

Л= - ,

де Д - кількість дисків;

Ш - кількість простих шарнірів;

В0 - кількість опорних в’язей.

Ступінь статичної невизначеності системи .

Також ступінь статичної невизначності можна визначити за формулою:

,

Де К - кількість замкнутих контурів;

ВК - кількість в’язей, які розмикають замкнений контур.

Отже, дана рама є тричі статично невизначною (має 3 невідомих методу сил) і може бути геометрично незмінна.

б). Аналіз геометричної структури заданої рами.

Дана рама складається із одного диска, який опирається на нерухому основу за допомогою шести опорних в’язей і є геометрично незмінна.

## 2. Вибір основної системи методу сил

Основну систему методу сил вибираємо шляхом відкидання зайвих в’язей, навантаживши при цьому її зовнішніми силами та зусиллями відкинутих зайвих в’язей Х1, Х2, Х3.

Х1, Х2, Х3 - основні невідомі методу сил.

Основна система методу сил.



Поверхова схема основної системи методу сил


## 3. Запис канонічних рівнянь методу сил

Для основної системи методу сил запишемо канонічні рівняння у вигляді системи лінійних алгебраїчних неоднорідних рівнянь:

 (1)

Зміст канонічних рівнянь: *першого* - переміщення перерізу, де прикладена невідома Х1 у напрямку невідомої Х1, від основних невідомих і зовнішнього навантаження дорівнює нулю; *другого* - переміщення перерізів, де прикладені невідомі Х2 у напрямку невідомих Х2, від основних невідомих і зовнішнього навантаження дорівнює нулю; третього - аналогічно другому рівнянню. У матричному вигляді система (1) має вид: , де  - матриця податливості;  - вектор невідомих;  - вектор вільних членів.

; ; .

## 4. Визначення коефіцієнтів канонічних рівнянь методу сил і їх перевірка

Коефіцієнти матриці податливості визначаємо за формулою:

; *i, k =1,2,3.*













Отже, маємо 

Склавши епюри , , , одержимо епюру :

Перевірка коефіцієнтів матриці податливості:





Отже, коефіцієнти матриці податливості обчислені вірно.

## 5. Визначення вільних членів канонічних рівнянь методу сил і їх перевірка

Визначаємо вільні члени канонічних рівнянь методу сил (вектор вільних членів) за формулою:

.

 - епюра згинальних моментів в основній системі від заданого навантаження;

;







Перевірка вільних членів канонічних рівнянь методу сил:





Отже, вільні члени канонічних рівнянь методу сил обчислені вірно.

## 6. Розв’язок системи канонічних рівнянь методу сил і його перевірка

Система канонічних рівнянь методу сил (1) має вид:



Після рішення системи (1) одержимо:

;

;

.

Перевірка рішення система канонічних рівнянь методу сил (1):

;

.

;

.

;

.

## 7. Побудова епюр внутрішніх зусиль для заданої системи та їх кінематична і статична перевірки

Побудову епюр внутрішніх зусиль для заданої системи починаємо з епюри згинаючих моментів.

1). Згідно принципу суперпозиції, епюру згинаючих моментів для заданої системи будуємо таким чином:

.

а). Кінематична перевірка згинаючих моментів для заданої системи:



Відносна похибка:

.

Висновок: епюру *M* побудовано вірно.

б). Статична перевірка.

39,71

101,14,

61,43

82,74

82,74

120

120

77,23

77,23

2). Епюру поперечних зусиль (*Q*) будуємо з використанням епюри згинаючих моментів для заданої системи, розглядаючи окремо кожен її елемент.

; 

: ;

: ;

. Перевірка: : ; .

Ділянка ML:  Ділянка LK: 

; ;

. ;

.

Ділянка KF: Ділянка FA: 

; ;

; ;

. .

: ;

; : .

Ділянка BE: 

;

.

Ділянка CE:



;

;

.

Отже, епюра *Q* для заданої системи матиме вигляд:

Ділянка DA: 

;

.

3). Епюра *N* для заданої системи матиме вигляд:

4). Статична перевірка поперечних та поздовжніх зусиль для заданої системи:

: ;

: ;.

Висновок: епюри *Q* та *N* побудовано вірно.

## Література

1. Смирнов А.Ф., Александров А.В., Лащеников Б.Я., Шапошников Н.Н. Строительная механика стержневых систем. - М.: Стройиздат, 1981.

2. Дарков А.В., Шапошников Н.Н. Строительная механика. - 8-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1986.

3. Киселев В.А. Строительная механика, общий курс - 4-е изд., исправленное и доп. - М.: Стройиздат, 1986.

4. Бутенко Ю.И., Канн С.Н., Пустовойтов В.П. и др. Строительная механика стержневых систем и оболочек. - К.: Вища школа, 1980.

5. Строительная механика. Руководство к практическим занятиям / Под ред. Ю.И. Бутенко. - К.: Вища школа, 1989.

6. Руководство к практическим занятиям по курсу строительной механики (статически определимые и неопределимые системы) / Под ред. Г.К. Клейна. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1973.

7. Методичні вказівки та контрольні завдання з дисципліни „Будівельна механіка (спецкурс) ” для студентів денної форми навчання. Частина 2 (статично невизначні системи) / Полтава: ПНТУ, 2003. Укладачі: О.А. Шкурупій, Б.П. Митрофанов, А.М. Пащенко.

## Додатки

Додаток А

Розрахункова схема, епюри внутрішніх зусиль для заданої рами.

**Розрахункова схема рами.**









Основна система методу сил та епюри внутрішніх зусиль від одиничних значень невідомих та заданого навантаження в основній системі

Основна система методу сил.

