

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний авіаційний університет

**БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА.
ПРИКЛАДИ РОЗРАХУНКУ СТАТИЧНО
НЕВИЗНАЧЕНИХ СИСТЕМ**

**Методичні рекомендації до виконання курсової роботи для
студентів напрямку “Будівництво” спеціальностей 6.092101
“Промислове та цивільне будівництво” і 6.092105
“Автомобільні дороги та аеродроми”**

Київ 2007

УДК 69.05(042.4)

ББК Н 60 Я7

З 384

Автори: Верюжський Ю.В., Белятинський А.О., Колчунов В.І., Машков І.Л., Кравцов А.В., Степаненко П.В.

Будівельна механіка. Приклади розрахунку статично невизначених систем.

Методичні рекомендації до виконання курсової роботи для студентів напрямку "Будівництво" спеціальностей 6.092101 "Промислове та цивільне будівництво" і 6.092105 "Автомобільні дороги та аеродроми". – Київ: НАУ, 2007., – 27с.

Рецензенти:

доктор технічних наук, професор Шимановський О.В.,
доктор технічних наук, професор Цяхановський В.К.

***Затверджено на засіданні методично-редакційної ради
Національного авіаційного університету, протокол № 6 від 21.06.2007 р.***

Методичні рекомендації до виконання курсової роботи містять рекомендації щодо послідовності виконання розрахунків стержневих систем на роботу при зовнішньому навантаженні, визначення параметрів напружено деформованого стану.

Методичні рекомендації призначені для студентів напрямку "Будівництво" спеціальностей 6.092101 "Промислове та цивільне будівництво" і 6.92105 "Автомобільні дороги та аеродроми"

1. Класифікація методів розрахунку статично невизначених стержневих систем.

Завдання розрахунку статично невизначеної системи, геометрична схема якої задана, полягає в наступному: по заданому навантаженню підібрати перетини всіх елементів так, щоб система була достатньо надійною і достатньо жорсткою при мінімальній витраті матеріалу або при мінімальній вартості.

У стислій постановці завдання розрахунку формулюється так: по заданій геометричній схемі, навантаженню і перетинам всіх стержнів визначити зусилля і деформації системи. При цьому доводиться перетинами задаватися на підставі початкового наближеного розрахунку, потім визначають зусилля і напругу, після чого у разі потреби виправляють деякі перетини і повторюють розрахунок знову.

Способи вирішення цієї стислої задачі істотно вирізняються між собою залежно від вибору основних невідомих. Основними є ті невідомі, які повинні бути знайдені в першу чергу і за допомогою яких, легко визначаються решта невідомих. Якщо основними невідомими служать зусилля в зайвих зв'язках, метод рішення отримує назву *методу сил*. Якщо основними невідомими служать ті або інші переміщення системи, що є результатом її деформацій, виходить так званий *метод переміщень*. Якщо основними невідомими є частково сили, а частково – деформації, то виходить *змішаний метод*. Принципову роль основних невідомих можуть набувати не тільки сили або переміщення, але також різноманітні функції цих величин, що мають статичний, геометричний або кінематичний характер.

Метод сил

Характерна особливість цього методу полягає в тому, що в ньому хід розрахунку залежить від кількості зайвих зв'язків заданої системи, або від ступеня її статичної невизначеності. Чим менше зайвих зв'язків, тим легше вирішується завдання методом сил; чим більше зайвих зв'язків – тим важче.

Розрахунок статично невизначеної системи по методу сил починається з вибору так званої основної системи. Основна система виходить із заданої за допомогою видалення тієї або іншої кількості зайвих зв'язків.

Основна система виходить геометрично незмінною і статично визначеною. Необхідно звернути увагу не тільки на кількість відкинутих зв'язків, але і на їх розташування, для того, щоб випадково не вийшла система, яка має в тій або іншій своїй частині, або в цілому геометричну змінність.

Вибір основної системи починається з того, що підраховується число зайвих зв'язків в заданій системі. Після цього намічають різні можливі варіанти вибору відкинутих зв'язків. Отримані основні системи перевіряють з погляду їх геометричної незмінності.

Метод переміщень

Як і всяка споруда, рамна система повинна володіти геометричною незмінністю, за умови абсолютної жорсткості матеріалу. Проте подібно до

всякої споруди рама може мати переміщення, що виникають унаслідок податливості матеріалу.

У методі переміщень нехтують подовжніми деформаціями стрижнів і впливом зрушення, а приймають до уваги тільки деформації згину.

Якщо вузли рами можуть переміщатися, то кількість незалежних геометричних параметрів, що характеризують можливі переміщення, називаються *ступенем лінійної рухливості вузлів рами*.

Якщо для якої-небудь рами з заданим навантаженням вдається знайти лінійні і кутові переміщення вузлів, то після цього вже неважко буде знайти і всі зусилля. На цьому і заснований *метод переміщень*, в якому за основні невідомі приймаються або лінійні і кутові переміщення вузлів, або групи, утворені з цих величин.

Порівняння методу сил з методом переміщень.

Великий практичний інтерес представляє питання про те, яким способом слід розраховувати ту або іншу задану раму. Від вдалого вибору методу залежить кількість обчислювальної роботи і в першу чергу — кількість основних невідомих та рівнянь.

Чим більше зайвих зв'язків міститься в заданій системі, тим більше невідомих буде при вирішенні задачі методом сил. Кількість вузлів і ступінь пружної рухливості споруди не впливають при цьому на кількість основних невідомих. При рішенні задачі методом переміщень істотне значення мають інші чинники: кількість невідомих залежить від числа вузлів і від ступеня пружної рухливості, але не залежить від числа зайвих зв'язків.

Таке поєднання властивостей обох методів виявляється дуже вигідним: здебільшого споруда, незручна з погляду одного з методів, виявляється зручною з погляду іншого. Питання про перевагу того або іншого методу, майже завжди вирішується простим підрахунком числа невідомих. При великому числі вузлів і великому ступені рухливості перевага віддається методу сил, а при великій кількості зайвих зв'язків — методу переміщень.

У тих випадках, коли кількість невідомих приблизно однакова, перевага віддається тому методу, який приводить до простіших рівнянь і вимагає менше роботи на обчислення коефіцієнтів. Здебільшого цією перевагою володіє метод переміщень, так як основна система цього методу єдина.

Із сказаного виходить, що кожний з цих методів має свою область застосування, і не можна у всіх випадках віддавати перевагу одному з них перед іншим.

Комбінований метод

При вирішенні деяких задач виявляється вигідним комбінувати обидва методи. Наприклад, для того, щоб розрахувати симетричну раму, навантаження розбивається на симетричну і косиметричну, рама розраховується на кожне з цих навантажень окремо.

При дії симетричного навантаження деформація буде симетричною, отже, завдання вирішується методом переміщень. При дії косиметричного

навантаження вигідніше вирішувати задачу методом сил. Такий комбінований спосіб вирішення, що призводить до двох самостійних систем рівнянь, вигідніший за будь-який з двох основних методів.

Змішаний метод.

Метод розрахунку, в якому одна частина невідомих є силами, а інша частина — переміщеннями.

Замість того, щоб утворити основну систему відповідно до одного з цих методів, вона створюється за змішаним принципом, а саме, одночасно відкидаються зв'язки в одному місці і вводяться додаткові зв'язки у іншому місці.

Для загальної характеристики змішаного методу можна сказати, що він має перевагу перед методом сил і деформацій в тих випадках, коли одна частина споруди має велику кількість зайвих зв'язків і малий ступінь пружної рухливості, а інша, навпаки, малу кількість зайвих зв'язків і великий ступінь пружної рухливості.

Наближені методи

1. Методи, засновані на спрощенні умов завдання (відкидання ряду параметрів або умов, які представляються другорядними, відмова від строгої відповідності деяким вимогам, що пред'являються до точного розрахунку).

2. Методи послідовних наближень, наприклад, спосіб перерозподілу моментів (використовується при наближеному розрахунку багатоповерхових рам).

Зміст

1. Класифікація методів розрахунку статично невизначених стержневих систем.....	3
Метод сил.....	3
Метод переміщень.....	3
Порівняння методу сил з методом переміщень.....	4
Комбінований метод.....	4
Змішаний метод.....	5
Наближені методи.....	5
2. Загальні положення розрахунку.....	6
Задача 1.....	6
Задача 2.....	13
Задача 3.....	17
3. Приклад розрахунку рами поперечнику.....	22

Навчальне видання

Верюжський Юрій Васильович
Белятинський Андрій Олександрович
Колчунов Володимир Іванович
Машков Ігор Леонідович
Кравцов Андрій Володимирович
Степаненко Павло Володимирович

БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА.
ПРИКЛАДИ РОЗРАХУНКУ СТАТИЧНО НЕВИЗНАЧЕНИХ СИСТЕМ
Методичні рекомендації до виконання курсової роботи для студентів
напряму “Будівництво” спеціальностей 6.092101 “Промислове та
цивільне будівництво” і 6.092105 “Автомобільні дороги та аеродроми”

Редактор Н.Ф.Каркліньш
Технічний редактор А.І.Лавринович
Коректор Л.М.Романова

Підп. до друку 11.07.2007. Формат 60x84/16. Папір офс. №1
Офс. друк. Ум. друк. арк. 1,68. Обл.-вид. арк. 1,7.
Тираж 150 пр. Замовлення № 720. Вид. № 1

Видавництво НАУ.
03058. Київ-58, проспект Космонавта Комарова, 1
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК
№977 від 05.07.2002.