# ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ЗБУРЕНЬ НА РОБОТУ ГРАВІМЕТРА

Відомо, що використання ЦОМ дає змогу зменшити, а в деяких випадках – цілком усунути необхідність проведення фізичних експериментів з реальними пристроями, набагато скоротити терміни, підвищити продуктивність, точність досліджень; все це дає значний економічний ефект.

***Мета заняття:*** дослідження впливу параметрів збурюючої дії і деяких власних параметрів гравіметра (Г) за допомогою ЦОМ.

**Задачі ПЗ:**

1) перетворити диференціальні рівняння руху Г зі змінними коефіцієнтами на рівняння “машинного” вигляду;

2) розробити алгоритм розв’язання диференціального рівняння руху Г за допомогою ЦОМ;

3) дослідити за допомогою ЦОМ вплив частот *ω* і амплітуд , збурюючих дій для найнесприятливіших резонансних випадків: *ω=ω*0, *ω*=2*ω*0, *ω*=3*ω*0, 2*ω=ω*0, 3*ω=ω*0, де *ω*0 - частота власних коливань Г;

4) дослідити вплив на роботу приладу деяких параметрів Г (відносно коефіцієнта демпфірування *ξ*, передатного коефіцієнта  каналу вимірювання).

**2.1. Теоретичні відомості**

Перетворимо рівняння руху Г до вигляду зручного для моделювання на ЦОМ.

Скористаємось прецесійними рівняннями руху Г

  (2.1)

Вважаймо, що  і , тоді запишемо розв’язання системи рівнянь (21.5.1) по координаті:

  (2.2)

де , - параметри вібрації.

Вважаємо, що , тоді

  (2.3)

де  і  - *Т*-періодичні функції, причому  і  припускають інтегрованими кусково-неперервними.

Рівняння вигляду (21.5.3) без зміни характеристичних показників можна звести до аналогічного, де .

Нехай 

де  причому функція  є *Т*-періодичною.

Замінюючи

  (2.4)

дістанемо

  (2.5)

в якому

 (2.6)

де

 .

Вираз (21.5.5) з урахуванням (21.5.2) і (21.5.6) можна записати у вигляді

  (2.7)

або, з врахуванням параметрів: *Н*=2⋅10-3 кГмс, =5⋅10-3 кг⋅м,  кг⋅с2, =5⋅10-5 кг⋅м⋅с,  ,

 (2.8)

де 

Отже, систему прецесійних рівнянь (21.5.1) перетворено на одне рівняння (21.5.8), зручне для моделювання на ЦОМ. Добуте рівняння є рівнянням типу Матьє-Хілла.

## 2.2. Алгоритм розв’язання на ЦОМ диференційного рівняння руху Г

Дослідження роботи гравіметра в різних динамічних режимах здійснюємо на ЦОМ. Математичну модель приладу описує параметричне рівняння вигляду

. (2.9)

Запишемо рівняння (21.5.9) у вигляді, зручному для обчислення:

 (2.10)

Задамо початкові умови:

х∅ = 10-5, Y∅ = 10-4. (2.11)

Визначимо константи: P=2, w∅=2.5, ww=6.25, R=0.625. Введемо машинні змінні:  час спостереження , межа інтегрування *ТМАХ*=*Тmax*, крок інтегрування , змінний аргумент , змінні ∅z, де  - знак множення. Тоді вирази (21.5.10) можна записати у вигляді

 (2.12)

Для інтегрування системи диференційних рівнянь (2.12) застосуємо метод Рунге-Кутта четвертого порядку. Дістанемо розв’язки системи (21.5.12):

 (2.13)

де коефіцієнти  можна визначити таким чином:



  (2.4)

Моделювання системи (2.13) диференційних рівнянь здійснюємо за схемою, наведеною в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Основні співвідношення параметрів збурень і власних параметрів гравіметра

З виразу (21.5.4) видно, що при , при , . Для вказаних раніше значень  м/с2 і *ω*=*ω*0=2,5 с-1, *ω*=2*ω*0=5 c-1, *ω*=3*ω*0=7,5 c-1, 2*ω*=*ω*0=1,25 c-1, 3*ω*=*ω*0=0,83 c-1 змінні *α* і *х* пов’язані відповідними співвідношеннями , ,,,  .

## 2.3. Порядок виконання роботи

1. Вивчити теоретичні відомості, необхідні для виконання роботи.

2. Виконати попередній аналіз початкових даних індивідуального варіанту (табл. 2.1).

2. Виконати попередній аналіз початкових даних індивідуального варіанту (табл. 2.1).

3. Одержати графіки зміни вихідного сигналу  для різних значень коефіцієнта демпфірування *ξ*.

Таблиця 2.1.

Початкові данні

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Варіант | ω, с-1 | wa | wb | ξ |
|  | м/с2 |
| Л/р№5 | 1 | ω0=2,5 | 1 | 1 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| 2 | 3 | 3 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| 3 | 3 | 10 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| 4 | 10 | 3 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| 5 | 3 | 15 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| 6 | 15 | 3 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| Л/р№6 | 7 | ω0/2=1,25 | 1 | 1 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| 8 | 3 | 3 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| 9 | 3 | 10 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| 10 | 10 | 3 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| 11 | 3 | 15 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| 12 | 15 | 3 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| 13 | ω0/3=0,83 | 1 | 1 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| 14 | 3 | 3 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| 15 | 3 | 10 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| 16 | 10 | 3 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| 17 | 3 | 15 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| 18 | 15 | 3 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| Л/р№7 | 19 | 2ω0 =5 | 1 | 1 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| 20 | 3 | 3 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| 21 | 3 | 10 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| 22 | 10 | 3 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| 23 | 3 | 15 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| 24 | 15 | 3 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| 25 | 3ω0=7,5 | 1 | 1 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| 26 | 3 | 3 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| 27 | 3 | 10 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| 28 | 10 | 3 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| 29 | 3 | 15 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |
| 30 | 15 | 3 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1 |

## 2.4. Зміст звіту

1. Найменування і мета роботи.

2. Початкові дані індивідуального варіанту.

3. Алгоритм і програма вирішення диференційного рівняння Г на ЦОМ.

4. Таблиця даних досліджень на ЦОМ для різних значень коефіцієнта демпфірування *ξ*.

5. Графіки зміни вихідного сигналу  для різних значень коефіцієнта демпфірування *ξ*.

6. Висновки по роботі.

## 2.5. Контрольні запитання

1. Що таке акселерометр і що таке гравіметр. В чому їх відмінність?

2. Сформулюйте, які типи резонансів відомі.

3. Що таке головний резонанс, коливання на обертоні, субгармонійні коливання.

4. Що таке середнєквадратичне значення похибки.

5. Яке рівняння є рівнянням Матьє-Хілла.