

Аналіз рівнянь показує, що прецесія носить не тільки коливний характер, але й аперіодичний, коли діє мала відновлювальна сила. Розглядається незбурений рух ( $\alpha = \dot{\alpha} = \beta = \dot{\beta} = 0$ ). При співпаданні центра мас з точкою підвісу аналіз рівнянь показує, що висновок про стійкість можна отримати при розгляді нелінійної частини руху.

Якщо знехтувати дисипацією в'язкого тертя в сферичній опорі, рахуючи її достатньо малою, тоді при співпаданні центра мас з точкою підвісу характеристичне рівняння буде мати такий вигляд для руху маховика:

$$\lambda^2 (\lambda^2 + p\lambda + \sigma + q^2) = 0; \quad (2)$$

Для руху корпусу:

$$\lambda^2 = 0, \quad (3)$$

Елементарні дільники, які відповідають двом нульовим кореням характеристичних рівнянь (2) і (3) не прості [2].

#### **Висновки:**

1. Аналіз показує, що рух по лінійному наближенню нестійкий, зникає низька частота коливань – прецесія.
2. Розміщення центра мас маховика нижче точки підвісу є однією із рекомендацій, яка покращує стійкість системи при роботі двох діаметрально протилежних амортизаторів.

#### **Література:**

1. Павловский М. А. Збруцкий А. В. Динамика роторных вибрационных гироскопов. Киев: Вища школа. 1984. 191 с.
2. Гельфанд Н. М. Лекции по линейной алгебре. Москва: Наука, 1971. 271 с.

## **ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОДУКЦІЇ CALS-ТЕХНОЛОГІЯМИ**

**Шабайкович В.А., д.т.н., професор**

*Луцький національний технічний університет*

Концепція CALS-технологій передбачає управління та скорочення витрат на інформаційну взаємодію в процесах виготовлення продукції. Це технологія безперервної безпальної інформаційної підтримки життєвого циклу продукції. Предметом CALS-технологій є технологія взаємодії між підприємствами, які замовляють, виробляють і експлуатують ту чи іншу продукцію. Довівши свою ефективність, CALS-технології застосовуються в промисловості, розширюючись і охоплюючи всі етапи життєвого циклу продукції, від маркетингу до утилізації [1].

Суть концепції CALS-технологій полягає в застосуванні принципів і технологій інформаційної підтримки на всіх стадіях життєвого циклу продукції, що забезпечує однакові способи управління процесами і взаємодії всіх

учасників цього циклу. Ці принципи і технології реалізуються відповідно до вимог міжнародних стандартів, які регламентують правила управління та взаємодії переважно за допомогою електронного обміну даними. За своєю суттю CALS є глобальною стратегією підвищення ефективності виробництва за рахунок інформаційної інтеграції. Найближчим часом весь світовий ринок наукомістких технологій та промислової кооперації повністю перейде на стандарти CALS.

Метою CALS-технологій є прискорення поставки на ринок нових зразків продукції, скорочення витрат на їх розробку, проектування та виробництво й поліпшення якості на всіх стадіях життєвого циклу. Впровадження CALS-технологій дозволяє отримати значний технічний та економічний ефект, що дає можливість підвищення конкурентоспроможності створюваної продукції.

До числа основних компонентів CALS-технологій відносяться наступні системи і засоби: CAD / CAM / CAE-системи, засоби реалізації технології паралельного проектування в режимі групового використання даних PC, засоби управління проектними і інженерними даними EDM і PDM, системи візуалізації та розробки документації, кошти обміну даними і стандартні інтерфейси до спеціалізованих систем, кошти розробки прикладного програмного забезпечення, методики аналізу процесів підприємства в проектній, виробничій та управлінській сферах [2].

CALS-технології покликані служити засобом, інтегруючим промислові автоматизовані системи в єдину багатофункціональну систему. Метою інтеграції автоматизованих систем проектування та управління є підвищення ефективності розробки і використання складної техніки. Промислові автоматизовані системи можуть працювати автономно і зараз зазвичай так і відбувається. Однак ефективність автоматизації буде вищою, якщо дані, що генеруються в одній з систем, будуть доступні в інших системах, оскільки прийняті ними рішення стануть більш обґрунтованими. Щоб досягти належного рівня взаємодії промислових автоматизованих систем потрібне створення єдиного інформаційного простору в рамках як окремих підприємств, так і об'єднань. Єдиний інформаційний простір забезпечується завдяки уніфікації форми і змісту інформації по конкретних виробках на різних етапах їх життєвого циклу. Уніфікація форми досягається використанням стандартних форматів і мов інформації в міжпрограмних обмінах і при документуванні. Уніфікація змісту – це правильна однозначна інтерпретація даних по конкретному виробу на всіх етапах його життєвого циклу, яка забезпечується розробкою онтологій (мета описів) додатків, які закріплюються в прикладних протоколах CALS. Уніфікація переліків і найменувань сутностей, атрибутів і відносин в певних предметних областях є основою для єдиного електронного опису продукції в CALS-просторі. Ефективність CALS-технологій виражається в:

- підвищення якості та конкурентоспроможності продукції за рахунок більш повного врахування наявної інформації при проектуванні та прийнятті управлінських рішень, оскільки відповідні програми АСУП мають оперативний доступ до баз даних інших автоматизованих систем: САПР, АСТПП, АСУТП і можуть оптимізувати плани робіт, розподіл виконавців, виділення фінансів і т.п.

- скорочення матеріальних і тимчасових витрат на проектування та виготовлення продукції, оскільки застосування CALS-технологій дозволяє істотно скоротити обсяги проектних робіт.

- істотне зниження витрат на експлуатацію обладнання та продукції, завдяки реалізації функцій інтегрованої логістичної підтримки, полегшення вирішення проблем інтеграції продукції в різних системах і середовищах, адаптації до мінливих умов експлуатації і т.п. [3].

Таким чином, CALS-технології використовуються для оптимізації управління процесами виготовлення продукції. Їх впровадження ефективно організовує виготовлення продукції і інформаційну взаємодію при розробці технологічних процесів, усуває розосередженість в часі, просторі та використовує різне програмне забезпечення для єдиного інформаційного простору. Сутність технологій полягає в тому, що вся інформація вноситься в електронну базу даних і дає можливість простежити життєвий цикл кожної деталі.

Останніми досягненнями є розробка CALS-технологій, як безперервної інформаційної підтримки поставок і життєвого циклу продукції на всіх її стадіях при використанні єдиного інформаційного простору інтегрованого середовища, що забезпечує єдині способи взаємодії замовників і виробників продукції, експлуатаційного та ремонтного персоналу, реалізована у формі краще міжнародних стандартів, які регламентують правила взаємодії за допомогою електронного обміну даними.

#### **Література:**

1. Шабайкович В.А. Сучасне виробництво продукції. – Львів: Вид-во ЛІМ, 2014. – 330 с.
2. Деминг, Уильям Эдвардс. Новая экономика [Текст]: пер. с англ. Ред. Т. А. Гуреш. – М.: ЭКСМО, 2008. 198 с.
3. CALS-технологии. Доросинский Л.Г., Зверева О.М. Издательство: LAP Lambert Academic Publishing. 2014. С.277.

## **ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЛАЗЕРНОГО ЗВАРЮВАННЯ В МАШИНОБУДУВАННІ**

**Шкодо М., професор, Кільчинські В., д-р філософії, Панчук А., магістр  
Політехніка Гданська, Польща**

Розвиток машинобудування та приладобудування нерозривно зв'язаний з розробленням та впровадженням прогресивних технологічних процесів, заснованих на сучасних досягненнях науки і техніки. Одне з основних завдань при виготовленні деталей і вузлів машин – отримання якісного з'єднання, що в підсумку визначає надійність всієї конструкції.