

О. Д. Манжілевський, к.т.н., доц.

Вінницький національний технічний університет

МОДЕЛЮВАННЯ ВІБРАЦІЙНОГО СТЕНДУ ДЛЯ ВИПРОБУВАНЬ НА НАДІЙНІСТЬ ВІДПОВІДАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

На даний час не втрачає актуальності задача по вібраційному випробуванню надійності відповідального обладнання в умовах сильного вібраційного навантаження.

Корисні вібрації, які широко використовуються при проведенні механічних випробувань деталей і вузлів машин, імітації реальних і граничних умов їх експлуатації. Необхідність в таких випробуваннях обумовлена зростаючими вимогами до надійності приладів і механізмів. На основі результатів теоретичних і експериментальних досліджень виникло науково обґрунтоване уявлення про механізм виникнення у випробовуваних об'єктах пошкоджень і про методи їх кількісного оцінювання [1-3].

Випробовувані об'єкти містять значну кількість конструктивних елементів різного призначення і складності, які неоднаково сприймають вплив механічних вібрацій (в тому числі ударних, випадкових і інших періодичних навантажень) при зміні умов експлуатації.

Для зменшення часу випробувань автором запропоновано стенд, що дозволяє реалізувати зміну частотного режиму в межах від 4 Гц до 100 Гц, під час випробувань (для досягнення умов дорезонансного, резонансного та зарезонансного вібраційного навантаження обладнання, що випробовується) з амплітудою від 0,5 мм до 5 мм в трьох ортогональних напрямках.

Спрощена структурна схема стенду показана на рисунку 1. Для спрощення візуалізації процесу моделювання платформа 1 представлена у вигляді сфери

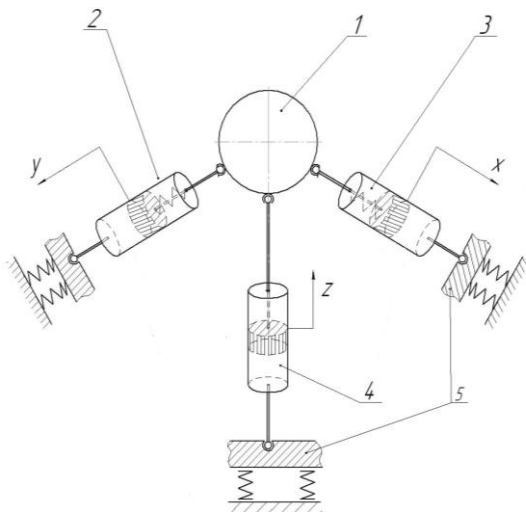


Рисунок 1 – Спрощена структурна схема установки: 1 – платформа; 2, 3, 4 – виконавчі ланки оснащені лінійним вібраційним приводом; 5 – віброізована станина

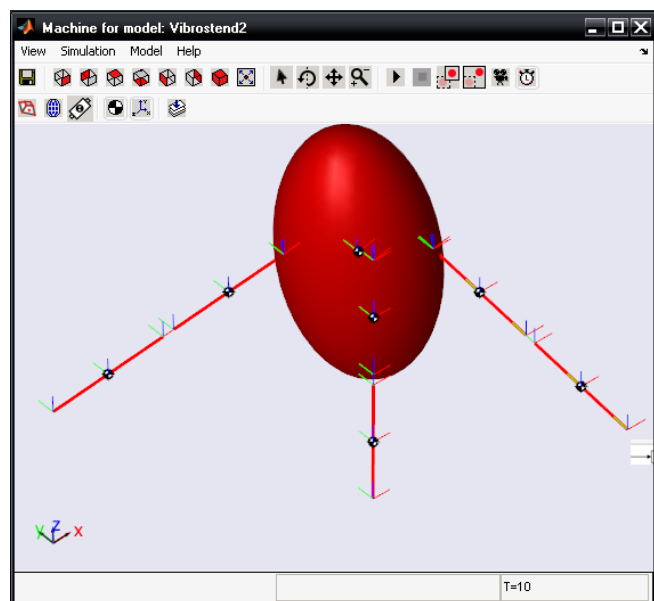


Рисунок 2 – Візуалізація руху модельованої механічної системи

Виконаємо MatLab моделювання (за допомогою пакету SimMechanics) вібраційного стенду для створення просторового вібронавантаження.

SimMechanics дозволяє створювати моделі механічних систем подібно іншим Simulink-моделям у вигляді блок-схем. Вбудовані додаткові інструменти візуалізації Simulink дозволяють отримати спрощені зображення тривимірних механізмів, як у статичці, так і в динаміці.

Модуль Simulink дозволяє отримати візуалізацію руху модельованої механічної системи (рисунок 2).

Крім того, модуль Simulink дозволяє аналізувати закони руху будь-якої точки модельованого механізму. Для цього необхідно до виходу відповідного Simulink-блоку підключити датчик - Sensor. Датчики можуть реєструвати кутові та лінійні переміщення, а також відповідні швидкості і прискорення. Вихід датчика зазвичай з'єднують з «осцилографом» - Scope.

Simulink-модель зазначеного стенду наведена на рисунку 3, де гідроциліндри, що створюють просторове вібронавантаження подані у вигляді штанг змінної довжини.

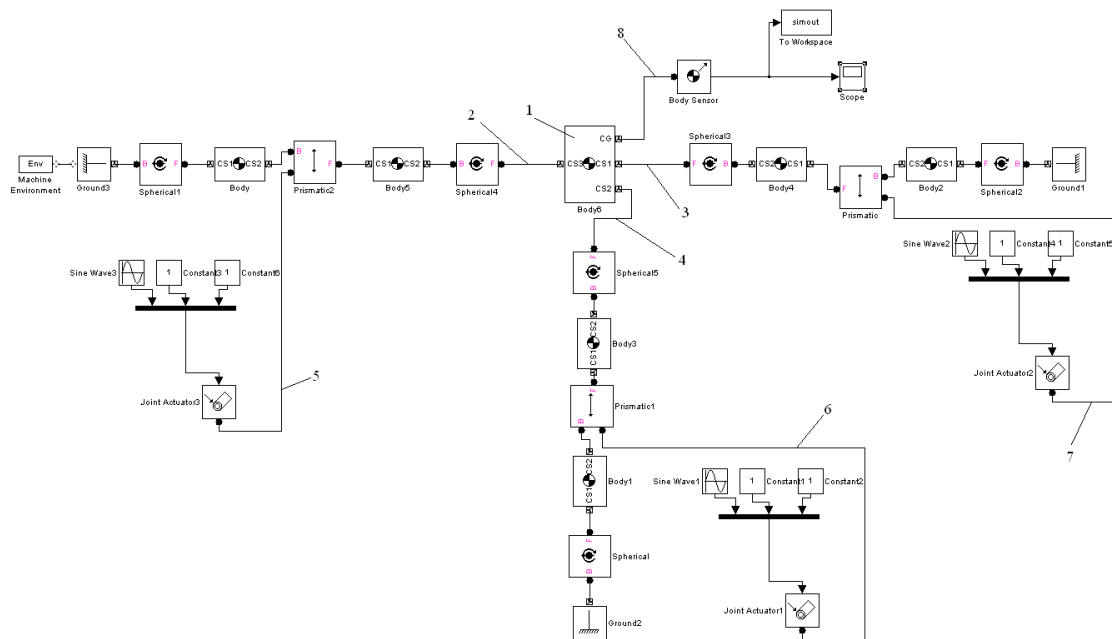


Рисунок 3 – Simulink-модель вібраційного стенду : 1 – платформа; 2, 3, 4 – вібраційні привода, що розташовані в 3-х ортогональних напрямках; 5, 6, 7 – блоки задання вібраційного переміщення приводу; 8 – блок реєстрації переміщень центра мас платформи.

Результатом моделювання мають бути графіки переміщень центра мас виконавчої ланки (вібробункера) – $x(t)$, $y(t)$, $z(t)$ (рисунки 4 - 5).

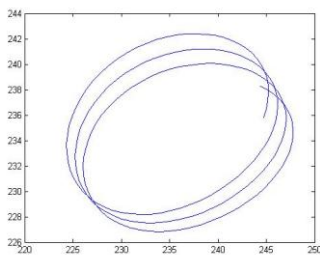


Рисунок 4– Графік переміщення центру платформи при зсуві фаз $\pi/2$ та співвідношенні частот 1/1

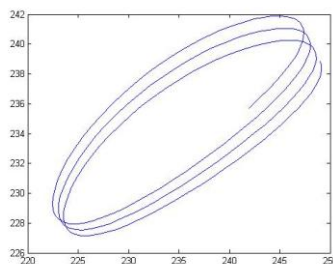


Рисунок 5 – Графік переміщення центра мас виконавчої ланки при зсуві фаз $\pi/4$ та співвідношенні частот 1/1

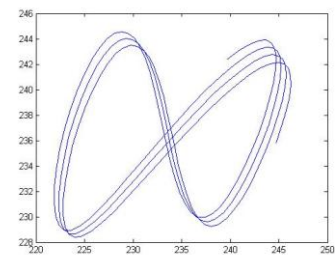


Рисунок 6 – Графік переміщення центра мас виконавчої ланки при зсуві фаз $\pi/2$ та співвідношенні частот 1/2

Тестування моделі, для визначення її адекватності, проведемо, спочатку, розглянувши плоску задачу (зміна довжин штанг вздовж осей y та z).

Згідно теорії складання двох взаємно-перпендикулярних періодичних коливань при зсуві фаз $\varphi = \pi/2$ та співвідношенні частот 1/1 ми маємо отримати фігуру Ліссажу – коло, при зсуві фаз $\varphi = \pi/4$ та співвідношенні частот 1/1 – еліпс, а при зсуві фаз $\varphi = \pi/2$ та співвідношенні частот 1/2 – «вісімку».

Тестування моделі виконано при роботі приводу за синусоїдальним законом: при $\varphi = \pi/2$ та співвідношенні частот 1/1, при $\varphi = \pi/4$ та співвідношенні частот 1/1 та при $\varphi = \pi/2$ та співвідношенні частот 1/2. Отримані траєкторії подані на рисунках, 4, 5 та 6 відповідно.

Отримані результати засвідчують адекватність розробленої Simulink-моделі стенду для вібраційних випробувань на надійність.

Проведені дослідження дозволять, в подальшому, створити вібраційний стенд, що створюватиме просторове вібраційне навантаження для здійснення механічних випробувань деталей і вузлів машин, імітації реальних і граничних умов їх експлуатації. Найбільш перспективним, на даний момент, автором вважається використати в якості приводу даного стенду – гідравлічний привод (гідроімпульсний).

Література

1. Ленк А. Механические испытания приборов и аппаратов / А. Ленк, Ю. Ренетц – М.; Мир, 1976. – 264с.
2. Искович-Лотоцкий Р. Д. Машины вибрационного и виброударного действия / Р. Д. Искович-Лотоцкий, И. Б. Матвеев, В. А. Крат. – К.: Техніка, 1982. – 208 с. : ил.
3. Искович-Лотоцкий Р. Д. Процеси та машини вібраційних і віброударних технологій. Монографія/ Искович-Лотоцкий Р. Д., Обертюх Р. Р., Севостьянов І. В. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2006. – 291 с