

3. Гусаров А. А. Работа шарового автоматического балансировочного устройства при наличии демпфирования / А. А. Гусаров // Современные методы и средства уравнивания машин и приборов : всесоюзн. науч.-техн. конф. : тезисы докладов. – М., 1983. – С. 73.

4. Драч І. В. Поведінка рідинного автобалансуючого пристрою з урахуванням прогину ротора під час обертання / І. В. Драч // Вісник Хмельницького національного університету. – 2006. – № 1. – С. 48–52.

5. Дорофеев О. А. Влияние внутреннего трения на процессы деформирования и разрушения материалов разных классов / О. А. Дорофеев, В. В. Ковтун // Проблемы трибологии. – 2000. – № 1. – С. 46–53.

## МОДЕЛЮВАННЯ АМПЛІТУДНО-ЧАСТОТНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПРЕСОРА ЗАСОБАМИ MATLAB

Горошко А. В.<sup>1</sup>, Ройзман В. П.<sup>2</sup>

Хмельницький національний університет, Україна

<sup>1</sup>E-mail: iftomn@ukr.net, <sup>2</sup>E-mail: Royzman@ukr.net

Для вивчення кінематики та динаміки механізмів різного рівня складності ефективно застосовують моделювання за допомогою бібліотеки SimMechanics пакета Simulink середовища MATLAB. SimMechanics призначена для моделювання просторових рухів твердотільних машин і механізмів на стадії інженерного проектування. Диференціальні узагальнення записуються у вигляді структурної моделі SimMechanics з використанням блоків, тобто механічна система представляється пов'язаною блочною діаграмою. Блоки пакета є моделями механічних пристроїв, положення яких у просторі і відносно одне одного може змінюватися відповідно до законів механіки. Моделі SimMechanics відображають фізичну структуру механізмів, геометричні та кінематичні взаємодії їх компонентів. SimMechanics автоматично перетворює ці структурні зображення у внутрішню, еквівалентну математичну модель.

SimMechanics працює не з сигналами, а з механічними зусиллями. Входи блоків задають «посадкові місця» відповідних механізмів. В силу третього закону Ньютона, зв'язок між «входами» і «виходами» не може розглядатися як однонаправлений. Ці зв'язки служать для передачі силових впливів, якими обмінюються частини механізму або механізми між собою. В зв'язку з цим, для позначення входів і виходів в SimMechanics не використовуються стрілки.

Моделювання механічних систем та пристроїв здійснюється на основі законів кінематики, фізики та механіки. Основним завданням

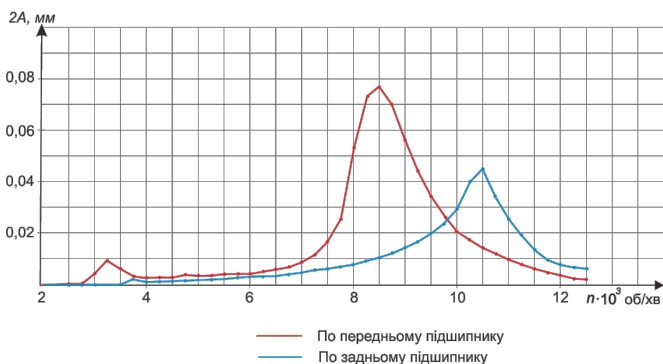
модельовання механічних систем з використанням бібліотек SimMechanics є виявлення характеру руху різних частин механізмів та машин (як в площині, так і в просторі) відносно одного друга в тій чи іншій системі координат. При цьому враховуються зв'язки між окремими об'єктами та різними їхніми рухами відповідно до тих чи інших обмежень.

Бібліотека SimMechanics підтримує засоби анімації для демонстрації механізмів роботи в динаміці. Анімація побудована на основі засобів Microsoft Audio Video Interleave® (AVI), і її відеофайли мають розширення .avi. Підтримуються і засоби OpenGL, зокрема при рендерінгу (функціонального фарбування) тривимірних об'єктів і поверхонь. В моделях цього пакета підтримуються віртуальні вимірювальні засоби, такі як осцилограф і графопобудовник.

Як приклад розглянемо використання SimMechanics для модельовання амплітудно-частотної характеристики (АЧХ) авіадвигуна.

АЧХ будуються на підставі безперервного запису вібрацій у деяких характерних точках на його корпусі від моменту запуску до набору максимальних частот обертання. Вони характеризують не тільки рівень вібрацій машини, але і явно чи приховано містять в собі відомості про динамічні характеристики (масу, твердість, моменти інерції, демпфування) багатьох вузлів і деталей двигуна. Для складних машин ці характеристики мають багатoverшинний характер, що свідчить про те, що двигун проходить через кілька резонансних зон.

На рис. 1 приведені вібраційні характеристики ротора компресора № 603243 у вихідному стані, у місцях серійних кріплень, тобто на стику корпусу компресора і корпусу камери згоряння. Як видно із представлених кривих, резонансні режими мають місце в районі 8000 об/хв і 10500–11000 об/хв.



**Рис. 1. Порівняльні характеристики вібрацій переднього і заднього підшипників ротора № 603243 у вихідному стані**

З математичної моделі коливань ротора багатоступінчастого компресора (рис. 2), розташованого на пружних опорах з приєднаними до них масами корпусів лобового картера і камери згорання, і записаної при обертанні ротора компресора АЧХ всієї коливальної системи, а також АЧХ всього двигуна, вдалось ідентифікувати невідомі параметри цієї системи, а потім і розрахувати походження всіх п'яти резонансів.

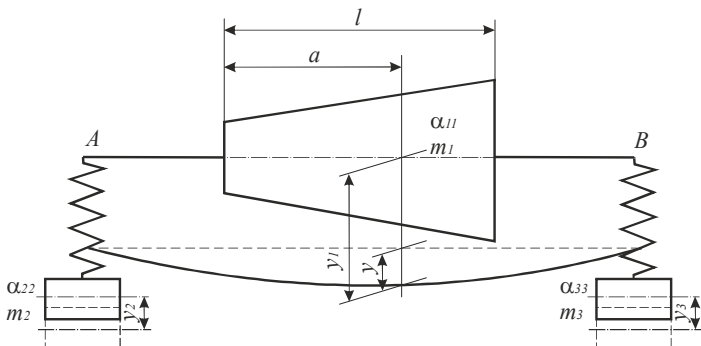


Рис. 2. Динамічна модель для розрахунку спільних коливань ротор-опори

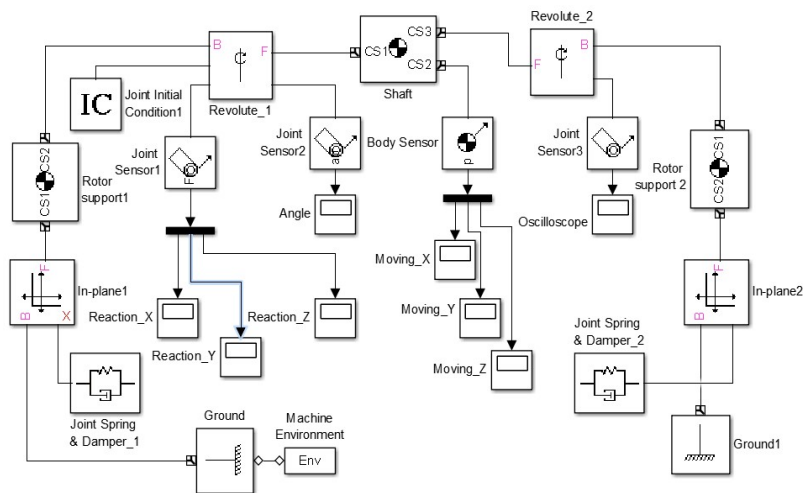


Рис. 3. Simulink-модель динамічної системи компресора

За одержаними при розв'язанні розглянутої ОЗ значеннями пружних характеристик динамічної системи «ротор-опори» за допомогою бібліотеки фізичного моделювання SimMechanics пакета Sim-

scape Multibody у додатку Simulink пакета прикладних програми MATLAB була створена динамічна модель системи ротора компресора як твердого тіла на гнучких опорах, представлена на рис. 3. У результаті дослідження моделі були отримані значення критичних швидкостей коливань ротора на пружних опорах, близькі до одержаних за експериментально виміряною вібраційною характеристикою. Різниця між значеннями склала не більше 10 %.

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ БЕЗРЕДУКТОРНИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ НА БАЗІ АСИНХРОННОГО ТИХОХІДНОГО ДВИГУНА

Steцюк В. І.

Хмельницький національний університет, e-mail: sv\_rt@i.ua

Сучасні електроприводи підймальних механізмів безредукторні із використанням синхронних двигунів на постійних магнітах. Однак у нашій країні широке застосування одержали безредукторні електроприводи, виконані на базі асинхронних двигунів (АД) вітчизняного виробництва [1]. Рух кабіни пасажирського ліфта відбувається за оптимальним законом, якщо підпорядковується діаграмі, представленій на рис. 1.

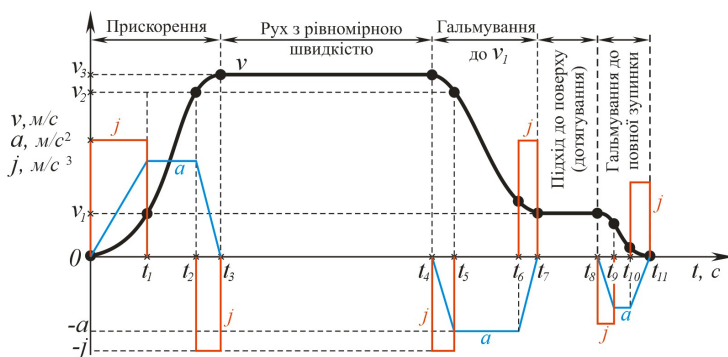


Рис. 1. Оптимальна діаграма руху кабіни ліфта:  
 $v$  – швидкість;  $a$  – прискорення;  $j$  – ривок

Дотримання оптимальності руху залежить від структури електроприводу, системи його керування і полягає в обмеженні прискорень  $a$  кабіни та їх похідних – ривків  $j$ :