

С.В. Мельничук

**ДОСЛІДЖЕННЯ РЕКУПЕРАТИВНОЇ СИСТЕМИ
ДВОХ РОТАТОРІВ, ЗВ'ЯЗАНИХ НЕЛІНІЙНИМ ЛАНЦЮГОМ
З ПРУЖНИМ ЕЛЕМЕНТОМ**

Розроблена енергозберігаюча система стенда для проведення циклічних випробувань одночасно двох тіл обертання. Була створена діюча модель, дослідження якої дозволило оцінити функціональні можливості випробувального стенда. Вивчено вплив нелінійної ланки кінематичного ланцюга – компенсатора енергії – на характер циклу навантаження тіл обертання, що випробовуються на даному стенді.

Змінне в межах одного оберту передавальне відношення кривошипно-кулісного механізму дало змогу створити на базі цього механізму модель випробувального стенда для циклічних досліджень одночасно двох тіл обертання (рис. 1).

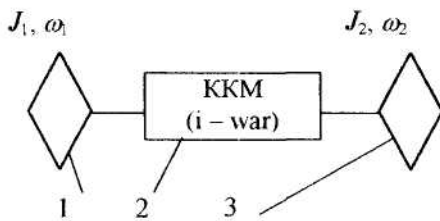


Рис. 1

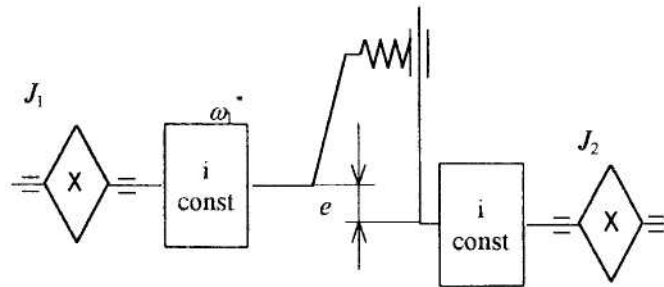


Рис. 2

Диски в такій системі будуть завжди знаходитись у протифазі: розгін першого диска буде відповідати зупиненню другого і навпаки. При цьому вся система буде працювати в рекуперативному режимі – енергія розігнаного до максимальних обертів диска на етапі його зупинення буде передаватись іншому диску, що знаходиться в цей час на етапі розгону. Рекуперативний режим роботи стенда дозволить проводити довготривалі циклічні випробування з значною економією енергії.

Але з іншого боку, змінність передавального відношення кривошипно-кулісного механізму веде до змінності повної кінетичної енергії обох дисків протягом одного циклу навантаження. Для виконання закону збереження енергії в замкненій системі постає необхідність введення в дану систему пружного елемента, який буде виконувати роль компенсатора різниці кінетичної енергії.

За схемою рис. 2 була створена діюча модель випробувального стенда та проведено ряд випробувань на визначення його функціональних можливостей. Результати випробувань фіксувались та оброблювались за допомогою комп'ютера, з яким модель стенда була з'єднана через крейтову систему обробки сигналів. Це дало змогу візуально слідкувати за ходом експерименту та виводити дані випробувань у вигляді графіків.

На рис. 3 представлена діаграма зміни кутової швидкості дисків протягом одного циклу навантаження. Аналіз діаграми, по-перше, підтверджує припущення про те, що диски в такій системі будуть навантажуватись у протифазі, що веде до відтворення рекуперативного, а значить економічного, режиму роботи випробувального стенда.

По-друге, виявлено наявність додаткових коливань кутової швидкості дисків у середині циклу навантаження при досягненні першим диском максимальних обертів, а другим – мінімальних.

Причиною цього небажаного явища є той факт, що при зупиненні другого диска його кінетична енергія передається першому диску через компенсуючу ланку – пружний елемент 3 (рис. 4), який накопичує на себе частину енергії. В момент, коли кутова швидкість другого диска досягає мінімальних значень, потенціальна енергія пружного елемента стає більшою ніж залишок кінетичної енергії на диску. При цьому змінюється напрямок передачі енергії –

частина потенціальної енергії від компенсуючої ланки рекуперує в кінетичну енергію другого диска. Процес коливання продовжується до того моменту, коли перший диск виходить на етап зупинення і починає віддавати свою кінетичну енергію.



Рис. 3

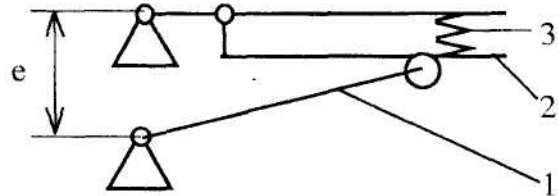


Рис. 4:

1 - куліса; 2 - кривошип;
3 - пружний елемент



а)



б)



в)



г)

Рис. 5

Були проведені додаткові випробування на виявлення впливу жорсткості пружного елемента на амплітуду цих коливань. Аналіз отриманих результатів (рис. 5) показує, що зменшення жорсткості веде до зменшення амплітуди рекуперативних коливань кутової швидкості другого диска (рис. 6). Але при зміні жорсткості пружного елемента відбуваються коливання такої ж природи і на першому диску. Амплітуда цих коливань на діапазоні робочих значень жорсткості має максимум, що показує відсутність резонансу.

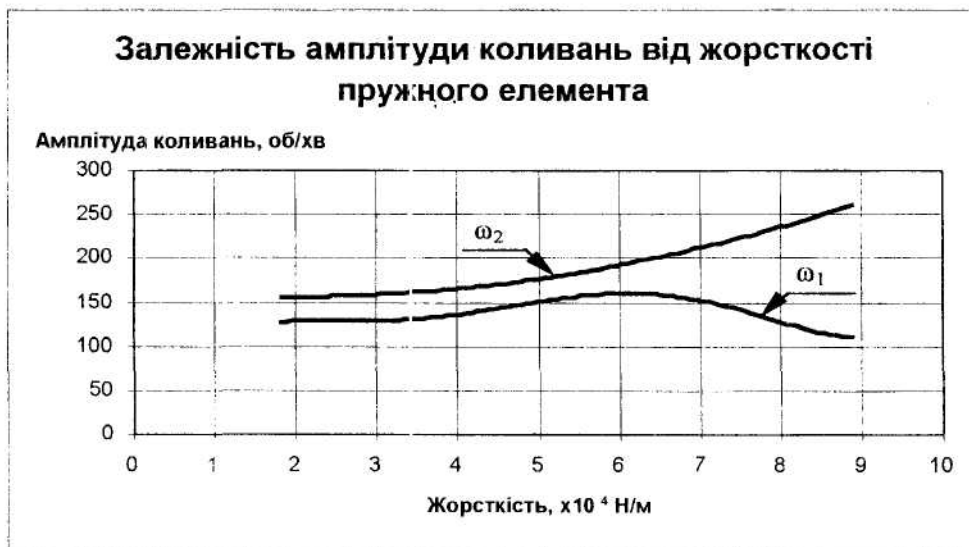


Рис. 6

Отримані залежності амплітуд коливань $\Delta\omega_1$ та $\Delta\omega_2$ від жорсткості пружного елемента c (рис. 6) дають змогу призначати необхідну жорсткість пружного елемента для зменшення впливу рекуперативних коливань на процес випробовування дисків на даному стенді. В нашому випадку оптимальний варіант жорсткості знаходиться при $c < 3 \times 10^4$ Н/м.

Окрім енергозберігаючого характеру такої системи випробувального стенда її суттєвою перевагою є повна автономність відтвореного на ньому циклу навантаження.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Грабар І.Г., Мельничук С.В. Энергосберегающий стенд для ускоренных испытаний дисков ГТД // Тезисы докладов научно-технической конференции "Аэрокосмический комплекс: конверсия и технологии". - Житомир, 1995.
2. Грабар І.Г., Мельничук С.В., Гутійченко О.А. Проблеми рекуперативної енергії при циклічних випробовуваннях дисків і роторів // Вісник ЖІТІ, 1996. - № 3.
3. Грабар І.Г., Мельничук С.В. Можливе застосування кривошипно-кулісного механізму та механізму Гука при випробовуваннях дисків на малоциклову втому // Матеріали 3 Міжнародної науково-практичної конференції "Сучасні технології в аерокосмічному комплексі". - Житомир, 1997.

МЕЛЬНИЧУК Сергій Володимирович – асистент кафедри "Автомобілі та механіка технічних систем" Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

- динаміка та міцність машин і механізмів;
- енергозбереження при випробовуваннях.