

МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СПЕКТРУ НАВАНТАЖЕННЯ НА ПОВЕДІНКУ І ВТОМНЕ ПОШКОДЖЕННЯ ПІД ЧАС ТРАНСПОРТУВАННЯ РАКЕТИ НОСІЯ

П.В. Ясній, Ю.І. Пиндус, М.І. Гудь

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя Україна

Підсилені за допомогою стрингерів циліндричні оболонки знайшли широке застосування у різноманітних галузях народного господарства, зокрема у ракетобудуванні для виготовлення обтікачів та оболонок ракет носіїв. Базовим призначенням таких конструкцій є захист внутрішніх елементів ракет носіїв та супутників при виведенні їх на орбіту. Крім того, при транспортуванні до місця старту на оболонки діють різноманітні навантаження, особливість яких визначається типом транспортного засобу. Так, при перевезенні авіатранспортом оболонки можуть здійснювати як вільні, так і вимушені коливання, що спричинені неоднорідністю повітря(турбулентність) при польоті, а також роботою двигунів літака, вертикальними прискореннями (перевантаженнями).

Дослідженням динаміки оболоноквих елементів ракетноносіїв та підсилених оболоноквих елементів присвячені праці[1-4]. Дослідження лінійних прискорень, вимірних при морському транспортуванні ракети носія "Зеніт-3SL" наведено в праці [5]. Проведена статистична обробка максимальних значень вимірних прискорень на опорах установки протягом 29 місій "Зеніт-3SL". Огляд експериментальних методів досліджень наведено в роботах [6-7].

За основу при розробці моделі взято I ступінь ракети-носія, довжина якої становить 6300мм, а діаметр 1800 мм, товщина стінки 1,5мм. При розробці моделі застосовано афінну подібність. Розміри моделі обирали також з урахуванням геометричних характеристик випробувальної установки. Довжина порожнинного циліндра становить 1500 мм, діаметр 400 мм. товщина стінки циліндра 1,5 мм. У підсиленій моделі використовували стрингери з рівностороннього кутника 10x10x1,5 мм, які розміщували на внутрішній поверхні оболонки симетрично та з постійним кроком. Стиковочні шпангоути у вигляді накладок товщиною 1,5 мм та шириною 100мм наклеювали зсередини на краї оболонки.

Для виготовлення моделі оболонки та стрингерів застосовували алюмінієвий сплав Д16АТ з наступними механічними характеристиками: модуль Юнга $E = 7.2 \times 10^5$ МПа; коефіцієнт Пуассона $\nu = 0,3$; $\rho = 2,7 \cdot 10^4$ Н/м³.

Експеримент проводиться на випробувальній машині STM-100, характеристики наведені у Табл. 1. Загальний вигляд машини наведено на рис .1.

За допомогою даного комплексу можна керувати наступними параметрами: зусиллями (F), переміщеннями штока (S) та деформацією (E), що дає змогу реалізувати жорстке та м'яке навантаження із забезпеченням асиметрії циклу навантаження від $R = -1 \dots +1$ і вибором однієї із трьох форми циклу: синусоїдної, лінійної чи прямокутної.

Також є можливість масштабування керуючого параметру у діапазонах: 1:1; 2:1; 5:1 і реєстрацію вимірювальних величин F, S, E на магнітоносій та вивід інформації в режимі реального часу на двохкоординатний самопишучий потенціометр типу Н-307/1. Похибка величини задаючого каналу та похибка контрольованих величин не перевищує 1% від максимального значення встановленого масштабного діапазону.

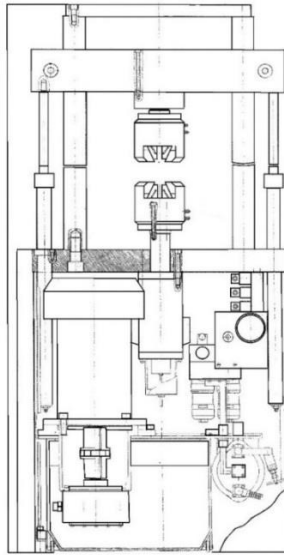


Рисунок 4. Загальний вигляд випробувальної машини STM-100

Таблиця №1

Технічні характеристики серво-гідравлічної випробувальної машини STM-100

Найбільше статичне зусилля	100 kN
Найбільше зусилля циклічного навантаження	80 kN
Робоча частота циклічного навантаження	0,005...100 Hz
Максимальний тиск гідросистеми	27,5 MPa
Продуктивність гідростанції	12...22 l/min
Споживана потужність електродвигуна	11 kW
Хід робочого штока	0...100 mm
Діапазон давача переміщення плунжера	0...100 mm
Масштабування керуючого параметра	1:1; 2:1; 5:1

До штока випробувальної машини кріпиться платформа у вигляді просторової ферми (рис. 3.), на яку встановлюється експериментальна модель підсиленої циліндричної оболонки з розміщеними на ній необхідними датчиками вимірювання напружень і переміщень. Для зменшення інерційних зусиль і переміщень ферму виготовили з алюмінієвого кутника 10x10x1 мм.

Список використаної літератури

1. Моссаковский В. И. Прочность ракетных конструкций / В. И. Моссаковский, А. Г. Макаренко, П.И. Никитин, Ю. И. Савин, И. Н. Спиридонов. – М.: Высшая школа, 1990. – 358 с.
2. Амиро И.Я. Теория ребристых оболочек / И. Я. Амиро, В. А. Заруцкий. – К.: Наукова думка, 1980. – 367 с. 3.
3. Амиро И.Я. Устойчивость ребристых оболочек вращения / И. Я. Амиро, О. А. Грачев, В. А. Заруцкий, А. С. Пальчевский, Ю. А. Санников. – К.: Наукова думка, 1987, 180 с.
4. Андрианов И.В. Расчет прочности ребристых оболочек инженерных конструкций / И. В. Андрианов, В. А. Лесничая, В. В. Лобода, Л. И. Маневич. – Киев-Донецк: Вища школа, 1986. – 167 с.
5. В.А. Остапюк, канд. техн. наук О.Э. Арлекинова Исследование результатов экспериментального определения нагружения ракеты-носителя при морской транспортировке на стартовой платформе
6. Шевченко І.В. акад. НАН України, д.ф.-м.н., проф., Власов 2 О.І., Каиров 2 В.А. 1-Донецкий национальный университет, г. Донецк, Украина; 2-Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев, Украина
Экспериментальное исследование собственных колебаний конструктивно неоднородных цилиндрических оболочек
7. Заруцкий В.А. О комплексных экспериментальных исследованиях устойчивости и колебаний конструктивно-неоднородных оболочек // Прикл. механика. – 2001. – Т.37, № 8. – С.38-67.