УДК 629.7.017.21

Башлій І. Д.

Визначення напружено-деформованого стану конструкції космічного ступеня рідинної ракети-носія при поздовжніх коливаннях

Поздовжні коливання, що розвиваються при втраті поздовжньої стійкості рідинних ракет-носіїв (РН), призводять до додаткових навантажень на елементи їх конструкції. Ці динамічні навантаження необхідно враховувати при виконанні розрахунків на міцність елементів конструкції космічного ступеня в процесі його проектування. Запропоновано методику визначення напружено-деформованого стану (НДС) конструкції паливного відсіку космічного ступеня складної просторової конфігурації при поздовжніх коливаннях РН на активній ділянці польоту під час роботи маршової двигунної установки першого ступеня. Методику розроблено з використанням методу скінченних елементів і засобів розрахунку механічних конструкцій (САЕ-систем) та з урахуванням рухливості компонентів палива, розсіювання енергії коливань конструкції та рідкого заповнення, змінності товщин стінок баків. З використанням запропонованої методики визначено НДС конструкції заповненого рідиною підвісного паливного відсіку сфероконічної конфігурації космічного ступеню на активній ділянці польоту трьохступеневої РН. Показано, що при поздовжніх коливаннях РН максимальні значення інтенсивності напружень в конструкції паливного відсіку ступеню виникають поблизу місць його кріплення до РН. Встановлено, що у випадку, коли частота поздовжнього гармонічного збурення, що діє на конструкцію космічного ступеню, близька до частоти першого тону її власних поздовжніх коливань, значення амплітуд коливань конструкції паливного відсіку більш ніж в 10 разів перевищать амплітуди коливань місця кріплення космічного ступеню до РН. Запропонована методика може бути розвинена на випадок розрахунку на міцність космічних ступенів складної просторової конфігурації при просторових коливаннях РН.

Ключові слова: поздовжні коливання, поздовжня стійкість рідинних ракет-носіїв, динамічні навантаження, напружено-деформований стан конструкції, метод скінченних елементів

1. *Гладкий В. Ф.* Динамика конструкции летательного аппарата / *В. Ф. Гладкий*. – М. : Наука, 1969. – 496 с.
2. *Блоха И. Д.* Оценка динамической нагруженности конструкции космической ступени со сложной пространственной конфигурацией топливных баков при продольных колебаниях жидкостной ракеты-носителя / *И. Д. Блоха, А. Д. Николаев* // Науковий журнал “Вісник дніпропетровського університету”. – 2006. – № 9/2. – С. 3 – 11.
3. *Kohnke P*. Ansys Inc. Theory Manual. 001369. Twelfth Edition / *P. Kohnke*. – Canonsburg : SAS IP, 2001. – 1266 p.
4. Ракета как объект управления / *И. М. Игдалов, Л. Д. Кучма, Н. В. Поляков, Ю. Д. Шептун*. – Д. : АРТ-Пресс, 2004. – 544 с.
5. *Башлий И. Д*. Математическое моделирование пространственных колебаний оболочечных конструкций с жидкостью с использованием современных средств компьютерного проектирования и анализа / *И. Д. Башлий, А. Д. Николаев* // Техническая механика. – 2013. – № 2. – С. 12 – 22.
6. Теоретическое определение амплитуд продольных колебаний жидкостных ракет-носителей / *В. В. Пилипенко, Н. И. Довготько, С. И. Долгополов, А. Д. Николаев, В. А. Серенко, Н. В. Хоряк* // Космічна наука і технологія. – 1999. – Т. 5, № 1. – С. 90 – 96.
7. *Богомаз Г. И.* Колебания жидкости в баках (методы и результаты экспериментальных исследований) / *Г. И. Богомаз, С. А. Сирота*. – Д. : Институт технической механики НАН Украины и НКА Украины, 2002. – 306 с.