

УДК 629.764

Болюбаш Є.С., аспірант, начальник групи*(Державне підприємство «КБ «Південне» ім. М.К. Янгеля, м. Дніпро, Україна)*

МЕТОДОЛОГІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГОРІВ МІЖ ЕЛЕМЕНТАМИ ПІРОТЕХНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ СИСТЕМИ РОЗДІЛЕННЯ ВІДСІКУ КОРИСНОГО НАВАНТАЖЕННЯ РАКЕТ-НОСІЇВ

При розробці та експлуатації ракет-носіїв (РН) виникають запитання по розділенню елементів корпусних відсіків для доставки корисного навантаження. Системи розділення повинні мати високу надійність, невеликі габарити і малу вагу. В даній статті надана методологія визначення зазорів між елементами піротехнічних пристроїв на прикладі системи розділення оснащеної лінійними кумулятивними зарядами. Наведений принцип визначення зазорів між елементами піротехнічних пристроїв може бути використаним при інженерних розрахунках інших системи розділення.

Лінійний кумулятивний заряд (ЛКЗ) – це суцільний сердечник вибухової речовини, укладений у безшовну металеву оболонку. Заряди мають форму перевернутої літери «V», що дозволяє безперервній металевій оболонці та вибуховій речовині, що міститься в оболонці, виробляти рівномірну лінійну дію різання під час детонації [1].

Для розділення відсіку корисного навантаження використовується система лінійних кумулятивних зарядів, що складається з кільцевих та прямолінійних зарядів і кріпиться за допомогою кронштейнів до корпусу відсіку корисного навантаження. Розділення конструкції в даному випадку виконується перерізуванням перешкоди кумулятивним струменем лінійного кумулятивного заряду.

Схематично, конструкція системи розділення відсіку корисного навантаження РН зображена на рисунку 1.

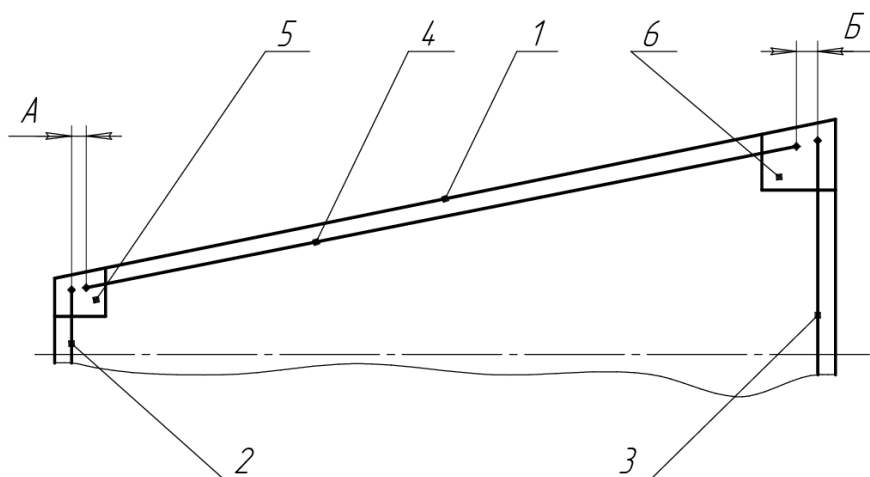


Рисунок 1 - Конструкція системи розділення відсіку корисного навантаження РН за допомогою ЛКЗ

- 1 – корпус корисного навантаження, 2 – верхній кільцевий ЛКЗ, 3 – нижній кільцевий ЛКЗ, 4 – прямолінійний ЛКЗ, 5 – верхній кронштейн кріплення ЛКЗ, 6 – нижній кронштейн кріплення ЛКЗ

Одним з факторів, який впливає на працездатність піротехнічної системи та забезпечує гарантоване розділення елементів конструкції є величина зазорів А, Б між ЛКЗ 2, 3, 4 під час спрацювання системи розділення.

На величину зазору впливають точність виготовлення деталей і складальних одиниць виробу та розширення елементів конструкції внаслідок температурного впливу під час польоту РН.

Припустимо, що величина зазору $B=0$ мм.

Тоді максимальний зазор $A=X_1+X_2$, де X_1 - зазор, що набігає за рахунок допусків на виготовлення деталей корпусу та складальних операцій під час установки системи ЛКЗ; X_2 - максимальне відносне переміщення закінцівок ЛКЗ, при температурному впливі на корпус корисного навантаження в польоті.

X_1 визначаємо за допомогою розрахунку, згідно методики визначення замикальної ланки по методу повної взаємозамінності [2].

$$X_1=(A_1+A_2+A_n) - (B_1+B_2+B_n),$$

де X_1 – номінальний розмір замикальної ланки; A — номінальні розміри збільшувальних ланок; B - номінальні розміри зменшувальних ланок.

В результаті отримаємо номінальний розмір, допуск, та граничні відхилення зазору X_1 за відомими значеннями цих же параметрів складових ланок.

X_2 визначимо за формулою зміни лінійних розмірів тіла від термічного розширення [3]:

$$X_2 = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T = L_0 \cdot \alpha \cdot (T_{\max} - T_{\text{поч}}),$$

де T_{\max} – максимальне значення температури в польоті; $T_{\text{поч}}$ – початкове значення температури; ΔT – різниця температур; L_0 – початкова довжина тіла при температурі $T_{\text{поч}}$; α – коефіцієнт лінійного розширення.

Таким чином ми отримали сумарну максимальну величину зазорів за рахунок допусків на виготовлення відсіку РН та температурного впливу на конструкцію в польоті. Результати розрахунку дають змогу оптимально назначати технологічні допуски в деталях для забезпечення оптимальності з точки зору конструктивної необхідності та технологічної вартості виготовлення (експлуатації) виробу.

Перелік посилань

1. Кумулятивний ефект та його використання для розділення ракетно-космічних елементів за допомогою піротехнічних пристроїв. Є.С. Болюбаш / Матеріали XVII наукових читань «Дніпровська орбіта – 2022» (26–28 жовтня). Дніпро 2022. – 263с.
2. Допуски, посадки та технічні вимірювання. Практикум. Частина 2: навч. посібн. / Ю.І. Адаменко, О.М. Герасимчук, С.В. Майданюк, Н.В. Мініцька, В.А. Пасічник, О.А. Плівак. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2016. – 188 с.
3. Элементарный учебник физики. Под ред. Г.С. Ландсберга. Том 1. Изд. Наука, 1971 год. - 656с.