

Харченко Володимир¹

¹Провідний фахівець, Державне підприємство «Конструкторське бюро «Південне» ім. М. К. Янгеля», м. Дніпро, Україна, e-mail: volodymyrmx@gmail.com

АНАЛІЗ СХЕМ ВИПРОБУВАННЯ КОРПУСУ РДТП НА МІЦНІСТЬ ВНУТРІШНІМ ТИСКОМ

Анотація. Розглянуті різні схеми випробування на міцність внутрішнім тиском корпусу ракетного двигуна твердого палива (РДТП), виготовленого з композиційного матеріалу (КМ). Проведений аналіз навантаженості критичних елементів конструкції РДТП для різних схем випробування і порівняння з навантаженістю при штатних умовах експлуатації РДТП у складі ракети космічного призначення (РКН).

Ключові слова: випробування на міцність, ракетний двигун твердого палива, композиційний матеріал, внутрішній тиск, навантаження.

Останнім часом в РКН широко використовуються РДТП, які мають корпус типу «кокон» з КМ. Основними силовими елементами РДТП є корпус типу «кокон», кришка переднього днища, корпус сопла і кріплення кришки та сопла до корпусу РДТП. Силова конструкція корпусу типу «кокон» складається з силової оболонки, що має переднє і заднє днища та циліндричну частину, передній і задній шпангоути для кріплення до корпусу РДТП суміжних відсіків, переднього і заднього фланців в полюсних отворах днищ, призначених для кріплення кришки і сопла. При роботі РДТП у складі РКН (в польоті) на корпус РДТП та інші силові елементи РДТП діє внутрішній тиск в камері згоряння та зовнішні навантаження. Після виготовлення корпусу РДТП з КМ він, як правило, піддається випробуванням на міцність робочим (максимальним експлуатаційним) тиском з метою підтвердження міцності та визначення його деформативності. При цих випробуваннях відбувається своєрідне «притосування» корпусу по робочих умов експлуатації у складі РКН. Тому важливою і необхідною умовою при випробуваннях на міцність є максимальна імітація натурних умов експлуатації при випробуваннях.

Розглянуті різні схеми випробування корпусу РДТП з КМ, які включають наступні умови (фактори): спосіб розміщення корпусу при випробуваннях (вертикальне, горизонтальне), робоче середовище (рідина, газ), місце закріплення корпусу у випробувальному стенді (за передній чи задній шпангоути корпусу), розташування



заднього днища корпусу (вгору, вниз), розвантаження заднього днища корпусу (наявність чи відсутність розвантажувального пристрою).

Для різних схем випробування на міцність, які враховують поєднання указаних вище різних факторів, одержані аналітичні залежності для визначення навантажень в критичних зонах конструкції: осьових сил на передній і задній шпангоут корпусу РДТП, на кріплення кришки до фланця переднього днища, на кріплення сопла до фланця заднього днища, в екваторах переднього і заднього днищ, контактний тиск на передній і задній фланці зі сторони пластика переднього і заднього днищ корпусу відповідно.

Для розглянутих схем випробування на міцність типового корпусу «кокон» РДТП за одержаними залежностями визначені навантаження на корпус в критичних зонах конструкції. В тих самих критичних зонах типового корпусу «кокон» РДТП визначені навантаження для умов роботи РДТП при польоті у складі РКН [1-4] та проведені розрахунки на міцність за інженерними та розробленими в ДП «КБ «Південне» методиками [5, 6]. Для різних схем випробування на міцність корпусу РДТП визначені коефіцієнти ступеня імітації натурних умов навантаженості в критичних зонах конструкції як відношення випробувальних навантажень до натурних в цих критичних зонах. Проведений порівняльний аналіз різних схем випробувань за коефіцієнтами ступеня імітації натурних умов навантаженості і вибрана найбільш ефективна схема. Для вибраної схеми випробувань проводиться розрахункове моделювання механічного стану конструкції корпусу РДТП для умов випробувань на міцність [7] і визначаються коефіцієнти запасу міцності.

Розроблена методика вибору схеми випробування корпусу РДТП на міцність внутрішнім тиском, яка забезпечує максимальну ступінь імітації натурних умов навантаженості корпусу РДТП в умовах роботи у складі РКН. Вибрана схема випробувань за такою методикою дозволяє одержати достовірні результати випробувань на міцність. Розроблена методика використовується в практиці ДП «КБ «Південне» при експериментальному відпрацюванні і контрольно-технологічних випробуваннях на міцність внутрішнім тиском корпусів РДТП типу «кокон».

1. Лавров, Л. (1993). Конструкції ракетних двигунів на твердому паливі. М: Машинобудування.
2. Лізін, В. & Пяткін, В. (1985). Проектування тонкостінних конструкцій. М: Машинобудування.



3. Харченко, В., & Клименко, Д. (2019). Навантаженість стиків ракети з урахуванням особливостей конструкцій суміжних відсіків. *Прикладні проблеми механіки і математики*, (17), 98–104.
4. Харченко, В. М., & Клименко, Д. В. (2018). Навантаженість стику відсіків ракети при експлуатації. У збірнику наукових праць Міжнародної наукової конференції «Сучасні проблеми механіки та математики» (Т. 2, с. 232).
5. Моссаковський, В. (1990). Міцність ракетних конструкцій. М: Вища школа.
6. Харченко, В. (2017). Моделювання та визначення напруженого стану стиків ракетних конструкцій із композиційних матеріалів. *Прикладні проблеми механіки і математики*, (15), 185–190.
7. Харченко, В. М. (2023). Розрахункове моделювання механічного стану стиків ракетних конструкцій із композиційних матеріалів для умов випробувань на міцність. У збірнику наукових праць Міжнародної наукової конференції «Сучасні проблеми механіки та математики» (с. 212).

