

ДИНАМІЧНА МІЦНІСТЬ КОМПОЗИТНОГО КОРПУСУ ТВЕРДОПАЛИВНОГО ДВИГУНА РАКЕТИ-НОСІЯ В ПОЛЬОТІ

^{1,2}Чернобривко М.В., ^{1,2}Аврамов К.В., ²Успенський Б.В.

¹Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут»,

²Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного

НАН України, м. Харків

В останні роки в аерокосмічній галузі спостерігається тенденція заміни металевих сплавів композитними матеріалами. Так, елементи корпусів ракет-носіїв виготовляють з композитних матеріалів, зокрема, корпус твердопаливного двигуна також є композитним. Виготовлення твердопаливного двигуна з композитних матеріалів дозволяє значно знизити його вагу. Найбільш небезпечним з точки зору динамічної міцності корпусу твердопаливного двигуна є етап старту ракети, коли на корпус двигуна діють значні нестационарні динамічні навантаження, що можуть призвести до поломок. Після закінчення етапу старту на корпус твердопаливного двигуна діють сталі в часі навантаження, які не можуть його зруйнувати. Одним з критеріїв працездатності твердопаливної ракети є її міцність, що пов'язана з нестационарними динамічними процесами в корпусі двигуна. При проектуванні ракети параметри тонкостінного композитного корпусу твердопаливного двигуна обираються так, щоб задовольнити низці різних критеріїв, одним з яких є його міцність.

Досліджується динамічна міцність композитного корпусу твердопаливного двигуна під дією внутрішнього імпульсного тиску, який описує робочі процеси в двигуні. Корпус розглядається як складена композитна оболонка, яка має три частини: ліве днище, центральну циліндричну частину і праве днище. Днища мають форму усічених півсфер заданого радіусу. Днища жорстко закріплені через зовнішні краї з центральною частиною. Поза зоною кріплення з днищами циліндрична частина оболонки має сталу товщину. На ділянці з'єднання циліндру з днищами товщина конструкції лінійно змінюється вдвічі. Товщина днищ поза зоною закріплення також є сталою. При протіканні робочих процесів в твердопаливному двигуні виділяється велика кількість теплоти. Швидкість протікання теплових процесів в композитному матеріалі твердопаливного ракетного двигуна дуже мала, тому корпус двигуна нагрівається повільно.

Проведено чисельні дослідження динамічного напружено-деформованого стану типової конструкції за даними ДКБ «Південне». Результатом аналізу її динаміки є залежність від часу і максимального імпульсного тиску переміщень і компонентів тензору напружень. Результати математичного моделювання дозволили оптимізувати товщину конструкції та зменшити кількість експериментальних досліджень.