

Харченко Володимир¹, Клименко Дмитро²

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

²начальник відділу, канд. техн. наук, Державне підприємство «Конструкторське бюро «Південне» ім. М. К. Янгеля», м. Дніпро, Україна, e-mail: klymenkov@science.yuzhnoye.com.ua

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН АРМАТУРИ ЛЮКА ДНИЩА КОРПУСУ ТИПУ «КОКОН» З КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Анотація. Розглянута методика визначення методом скінченних елементів за допомогою системи інженерного аналізу ANSYS параметрів напружено-деформованого стану арматури люка днища корпусу типу «кокон» з композиційних матеріалів з урахуванням зтяжки кріплення.

Ключові слова: міцність, напружено-деформований стан, корпус типу «кокон», композиційний матеріал, внутрішній тиск.

В народному господарстві і ракетно-космічній галузі використовуються балони високого тиску, ємності для зберігання агресивних середовищ під тиском, корпуси ракетних двигунів, які виготовляються з композиційних матеріалів методом намотування типу «кокон». Днища корпусів таких конструкцій в полюсних отворах мають фланці, призначені для кріплення до них кришок люка за допомогою шпилькового з'єднання.

Дослідження механічного стану арматури люка днища корпусу при дії внутрішнього тиску в корпусі проводилось методом скінченних елементів за допомогою системи інженерного аналізу ANSYS. Визначення напружено-деформованого стану (НДС) арматури люка днища при дії внутрішнього тиску в корпусі проведено за два етапи.

На першому етапі конструкція днища корпусу розглядалась як шарувата оболонка з КМ зі змінними вздовж твірної товщинами шарів і кутами армування [], при цьому фланець з кришкою приймалися як жорстко скріплені і враховувалась контактна взаємодія фланця з днищем. Днище жорстко закріплювалось в зоні екватора днища і навантажувалось внутрішнім тиском. За результатами розв'язку нелінійної задачі визначався розподіл контактної тиску між фланцем і днищем [1, 2].

На другому етапі розглядалась конструкція у складі: фланець корпусу, кришка і кріплення кришки до фланця корпусу (шпильки і гайки). Враховуючи симетрію



конструкції і навантажень розглядалась її $1/(2 \cdot n)$ частина, де n – кількість шпильок (рис. 1). Метрична різьба у фланці і шпильки моделювались як осесиметрична. При побудові скінченно-елементної моделі використовувались скінченні елементи типу SOLID185 (3-D 8-NODE STRUCTURAL SOLID). В зоні різьби застосовувалось ущільнення скінченно-елементної сітки. Контактна взаємодія між деталями (кришка – фланець, шпилька – фланець, гайка – кришка) моделювалась за допомогою контактних елементів типу TARGE170 (3-D TARGET SEGMENT) і CONTA174 (3D 8-NODE SURF-SURF CONTACT). Гайка з шпилькою вважалась жорстко з'єднаними. Моделі матеріалів деталей приймалися як пружно-пластичні (мультилінійні з кінематичним зміцненням).

Моделювання затягування кріплення проводилось за такою методикою. За аналітичними залежностями [3, 4] з урахуванням податливостей деталей визначались взаємні деформації (переміщення) шпильки і з'єднаних деталей в залежності від сили затягування шпильки. Гайка зміщувалась вздовж шпильки в сторону фланця (проникнення гайки в тіло кришки) на величину взаємного переміщення шпильки і з'єднаних деталей. Далі проводився розрахунок контактної задачі за допомогою ANSYS і визначались осьові нормальні напруження в шпильці. Величина проникнення коригувалась, щоб одержати необхідне значення напруження (сили) затяжки шпильки, і проводився повторний розрахунок та визначались параметри НДС при затяжці стику і запаси міцності конструкції.

Далі на внутрішню поверхню кришки і фланцю прикладався внутрішній тиск та контактний тиск на фланець, значення якого було визначено за результатами розрахунків на першому етапі (рис. 1). Проводився розрахунок на міцність конструкції арматури люка переднього днища корпусу типу «кокон» з композиційних матеріалів з урахуванням затяжки кріплення та визначались параметри НДС: переміщення, деформації і напруження (рис. 2) в кришці, фланці, шпильці і гайці та контактні напруження між деталями і в витках різьби шпильки і фланцю. За результатами розрахунку визначались запаси міцності конструкції.



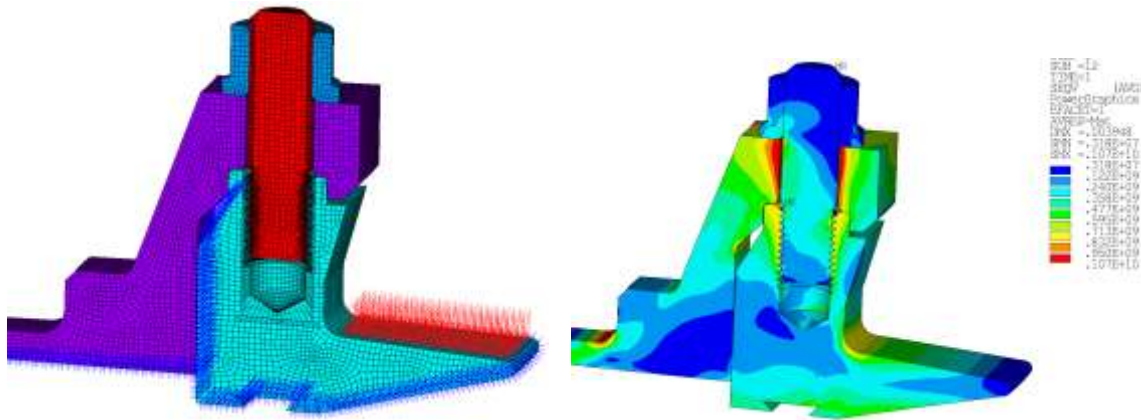


Рис. 1

Рис. 2

Розроблена методика визначення напружено-деформованого стану арматури люка днища корпусу типу «кокон» з композиційних матеріалів при дії внутрішнього тиску з урахуванням попередньої затяжки кріплення кришки до фланцю. Проведений аналіз параметрів НДС конструкції та зроблений висновок щодо міцності конструкції. Розроблена методика використовується в практиці ДП «КБ «Південне» проектних і повірочних розрахунках на міцність корпусів з КМ типу «кокон».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Санін, Ф., & Потапов, А., Коваленко, В., Кондратьєв, А., Атаманчук, Р., Клименко, Д., Харченко, В. (2016). Дослідження напружено-деформованого стану композитного корпусу типового ракетного двигуна твердого палива з металевими закладними елементами в полюсних областях. Питання проектування та виробництва конструкцій літальних апаратів, (85), 36-46.
2. Моссаковський, В. (1990). Міцність ракетних конструкцій.
3. Біргер, І. & Йосилевич, Г. (1990). Різьбові та фланцеві з'єднання.
4. Біргер, І., Шорр, Б., & Йосилевич, Г. (1993). Розрахунок на міцність деталей машин.

