

РОЗРАХУНКИ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЛОПАТКИ КОМПРЕСОРНОГО ВІНЦЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЛАТФОРМИ ЧИСЛОВОГО МОДЕЛЮВАННЯ OPENFOAM

Інститут технічної механіки Національної академії наук України і Державного космічного агентства України,
вул. Лешко-Попеля, 15, 49005, Дніпро, Україна; e-mail: mellsv84@gmail.com

У теперішній час процес проектування компресорних віncів включає до себе обов'язкову розрахункову перевірку міцності в САЕ-системі типу ANSYS, NASTRAN та ін. Ці розрахунки не скасовують натурних випробувань, проте їх проведення дозволяє значно підвищити ймовірність задовільних випробувань; у зв'язку зі скороченням обсягу випробувань радикальним чином знижується вартість і час доведення. Аналогічно розрахункам міцності тривимірні газодинамічні розрахунки відіграють роль натурних випробувань з метою доведення конструкції до необхідних параметрів. Проте, на сьогоднішній день інструментарій для розв'язання зазначених задач представлено в основному комерційними пакетами, вартість яких досить велика. Також, далеко не завжди розкрито закладені в них моделі і алгоритми, що не дозволяє проектувальнику повністю довіряти отриманим результатам. Крім того, представляє значний науковий і практичний інтерес спільне розв'язання зазначених вище задач, що дозволило б істотно скоротити час проектування і значно підвищити його ефективність. З огляду на вищесказане, актуальною є розробка науково-методичного забезпечення для розв'язання задачі розрахунку міцності лопаток компресорних віncів. Розроблено науково-методичне забезпечення, яке дозволяє спільно розв'язувати задачу чисельного моделювання просторових турбулентних газових течій в компресорних віncях і завдання розрахунку міцності лопаток компресорних віncів. Дане забезпечення розроблено із застосуванням вирішувачів бібліотеки OpenFOAM для розрахунку поля течії у міжлопатковому каналі і напружено-деформованого стану лопатки. Взаємодія вирішувачів здійснюється через передачу даних в граничних умовах. Передбачається, що зміною форми лопатки під впливом газового потоку можна знехтувати. Виконано тестування розробленого науково-методичного забезпечення шляхом розв'язання задачі про взаємодію затисненої балки з потоком, що обтікає її. Отримані результати задовільно узгоджуються з результатами розв'язання даної задачі з використанням стандартного вирішувача iCoFSIFoam, що входить до складу гілки OpenFOAM extensions. Виконано розрахунок поля течії в міжлопатковому каналі осьового компресорного віncя і розрахунок напружено-деформованого стану його лопатки. Якісний аналіз отриманих результатів свідчить про працездатність розробленого науково-методичного забезпечення. Надалі передбачається проведення додаткових досліджень з оцінки його працездатності і застосовності із залученням відповідних експериментальних даних.

Ключові слова: компресорний вінець, лопатка компресорного віncя, числове моделювання, напружено-деформований стан, FSI задача, OpenFOAM, рівняння Нав'є-Стокса, інтенсивність напруг по фон Мизесу.

- 1 Иноземцев А. А. Газотурбинные двигатели. Пермь: ОАО «Авиадвигатель». 2006. 1202 с.
- 2 OpenFOAM User Guide. OpenFOAM Foundation. URL: <http://cfd.direct/openfoam/user-guide/> (дата обращения: 15.05.2017)
- 3 Богомолова Т. В. Применение ANSYS-FLUENT для прочностных расчетов рабочих лопаток последних ступеней. Электронный журнал «Труды МАИ». 2013. Выпуск 66. С. 1 – 10 .
- 4 Tukovic Z. FVM for Fluid-Structure Interaction with Large Structural Displacements. OpenFOAM Wiki. 2009. 23 p. URL: http://sourceforge.net/projects/openfoam-extend/files/OpenFOAM_Workshops/OFW2_2007_Zagreb/WorkshopZagrebJun2007/presentations/capabilityTalks/slidesConjugateAndFSI.pdf (last accessed: 15.05.2017)
- 5 Tannehill J. C. Computational fluid dynamics and heat transfer. New York: Taylor & Francis. 1997. 785 p.
- 6 Spalart P. R. A one-equation turbulence model for aerodynamic flow. AIAA Journal. 1992. Vol. 12. N 1. P. 439 – 478.
- 7 Menter F. R. Two-equation eddy viscosity turbulence models for engineering applications. AIAA Journal. 1994. Vol. 32. N 8. P. 1598 – 1605.
- 8 Mueller L. Multidisciplinary Optimization of a Turbocharger Radial Turbine. Journal of Turbomachinery. 2012. Vol. 135. Is. 2. P. 20 – 28.
- 9 Koopmans M. Turbine Blade FEA Project. Lectures from Cal Poly San Luis Obispo. 10. p. URL: http://michaelkoopmans.com/ME404_calpoly.pdf (last accessed: 15.05.2017)
- 10 Srivastava S. Design analysis of Mixed Flow Pump Impeller Blades Using ANSYS and Prediction of its Parameters using Artificial Neural Network. Procedia Engineering. 2014. Vol. 97. P. 2022 – 2031.