

Секция «Высокопроизводительные вычисления и математическое моделирование»

Решение задач аэроупругости с использованием методики связанного моделирования на основе обобщенного метода Крейга-Бэмптона по пакету программ «Логос» и программному комплексу Эйлер

Митянина Арина Александровна

Выпускник (магистр)

Саровский физико-технический институт, филиал «Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Физико-технический факультет, Саров, Россия

E-mail: arinar98@mail.ru

Существует большой класс задач обтекания твердых тел аэродинамическим потоком, в которых деформация тела, вызываемая действием аэродинамических сил, мала и не влияет существенно на сам аэродинамический поток. В этом случае зачастую можно пре-небречь деформацией тела. Однако в задачах аэроупругости, рассматриваемых в данной работе, аэродинамические силы могут приводить к значительным деформациям тела, которые будут в свою очередь влиять на аэродинамический поток. В данной работе представлена методика связанного моделирования по программным модулям «Логос Аэро-Гидро» [1], «Логос Прочность» [2] пакета программ «Логос» [3] и программному комплексу ЭЙЛЕР [4] на основе обобщенного метода Крейга-Бэмптона [5], позволяющая решать задачи аэроупругости.

В работе описана схема проведения расчетов по методике связанного моделирования поведения конструкций при действии аэродинамических нагрузок по программным модулям «Логос Аэро-Гидро» и «Логос Прочность» пакета программ «Логос» и программному комплексу ЭЙЛЕР. Кратко изложен обобщенный метод Крейга-Бэмптона, на основе которого строятся редуцированные модели для упругих частей конструкции, которые в дальнейшем используются в программном комплексе ЭЙЛЕР в процессе моделирования.

Для кросс-верификации методики рассматривается решение задач о колебании одного и двух клапанов в канале под действием воздушного потока.

Для валидации приводятся результаты расчета границы флаттера крыла AGARD 445.6 [6]. Расчет в аэродинамической части проводился как на сетках с подвижными границами [7], так и с использованием сеток с перекрытиями типа Химера [8-9]. Приводится сравнение с результатами моделирования, полученными другими авторами и опубликованными в открытых источниках [10-12], и экспериментальными данными.

Источники и литература

- 1) Козелков А.С., Дерюгин Ю.Н., Зеленский Д.К., Полищук С.Н., Лашкин С.В., Жучков Р.Н., Глазунов В.А., Яцевич С.В., Курулин В.В. Многофункциональный пакет программ ЛОГОС: физико-математические модели расчета задач аэро-, гидродинамики и тепломассопереноса // Препринт №111. –2013. – Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ. – С. 67.
- 2) Авдеев П.А., Александрова О.Л., Артемова Е.О., Афанасьев В.А., Барабанов Р.А., Борляев В.В., Дьянов Д.Ю., Дяченко И.А., Казанцев А.В., Корсакова Е.И., Косарим С.С., Медведкина М.В., Морозов С.В., Наумов А.О., Присташ М.М., Разваров Д.И., Резвова Т.В., Спиридовон В.Ф., Стародубов С.В., Тагирова И.Ю., Филимонкин Е.А., Циберев К.В., Челаков А.А., Шувалова Е.В. Обзор возможностей моделирования задач прочности с использованием пакета программ ЛОГОС // Тр. XV межд. конф. «Супервычисления и математическое моделирование». – Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2015. – С. 9-17.

- 3) Дерюгин Ю.Н., Козелков А.С., Спиридовонов В.Ф., Циберев К.В., Шагалиев Р.М. Многофункциональный высокопараллельный пакет программ ЛОГОС для решения задач тепломассопереноса и прочности // Сборник тезисов докладов Санкт-Петербургского научного форума “Наука и общество”, Санкт-Петербург, 2012.
- 4) ПК ЭЙЛЕР [Electronic resource]. Mode of Access: [<http://www.euler.ru>].
- 5) R. R. Craig. Jr., M. C. C. Bampton. Coupling of Substructures for Dynamic Analysis // AIAA Journal. – 1968. - Vol. 6. - No. 7. - pp. 1313-1319.
- 6) AGARD standard aeroelastic configurations for dynamic response I-Wing 445.6. Report. Hampton. Interdisciplinary Research Office NASA Langley Research Center Hampton. Yates Carson E., Jr. AGARD Report №765/ 23665-5225. 1988. 83 p.
- 7) Саразов А. В. Особенности вычисления конвективных потоков для задач аэродинамики при использовании сеток с подвижными узлами // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Математическое моделирование физических процессов 2023. Вып.3. С. 55-66.
- 8) Дерюгин Ю. Н., Саразов А. В., Жучков Р. Н. Особенности построения методики расчета на сетках типа "Химера" для неструктурированных сеток // Математическое моделирование. 2017. Т. 29, № 2. С. 106–118.
- 9) J.A. Banek, P.G. Buning, J.L. Steger. A 3-D Chimera Grid Embedding Technique // AIAA Paper. - 1985. – № 85-1523.
- 10) Gupta. Development of a Finite Element Aeroelastic Analysis Capability // Journal of Aircraft. – 1996. – Vol. 33. – №5.
- 11) Dynamic Aeroelastic Simulation of the AGARD 445.6 Wing using Edge. Tech. Rep. FOI. Pahlavanloo P. FOI-R-2259-SE. 2007. Stockholm.
- 12) Lee-Rausch E.M., Batina J.T. Calculation of AGARD 445.6 Wing Flutter Using Navier-Stokes Aerodynamics. // AIAA Paper. – 1993. – №93-3476.