

Секция «Высокопроизводительные вычисления и математическое моделирование»

Моделирование автоколебательных процессов под воздействием вихревого следа при обтекании цилиндра в пакете программ «Логос»

Каляев А.О.¹, Глазунова Е.В.², Субботин В.Г.³, Нестеров Л.Н.⁴, Деулин А.А.⁵

1 - Российский федеральный ядерный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики, Саров, Россия, *E-mail: AlexanderNN98SD@mail.ru*; 2 - Российский федеральный ядерный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики, Саров, Россия, *E-mail: glev2014@gmail.com*; 3 - Российский федеральный ядерный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики, Саров, Россия, *E-mail: mortred.mortred@bk.ru*; 4 - Российский федеральный ядерный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики, Саров, Россия, *E-mail: holnester@gmail.com*; 5 - Российский федеральный ядерный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики, Саров, Россия, *E-mail: AADeulin@vniief.ru*

В настоящее время при решении гидродинамических задач с отрывными течениями всё большую популярность приобретает направление моделирования гидроупругих процессов.

Вопросу моделирования гидроупругих процессов уделено достаточно внимания как в российских, так и в зарубежных источниках. В более ранних источниках [1] анализ гидроупругости конструкций при отрывном обтекании подробно описан в ключе обобщения экспериментальных данных и попытке представления параметров колебаний в аналитическом виде. Для отдельных конструкций существуют более поздние исследования, в рамках которых построены математические модели колебаний твердых элементов за счет пульсации вязкой жидкости [2]. Современные источники [3] в вопросе оценки гидроупругости большое внимание уделяют численному моделированию с использованием трехмерных кодов, основанных на технологии взаимодействия жидкости (газа) и конструкций, получившего название Fluid-Structure Interaction (FSI).

FSI технология позволяет провести численное моделирование динамической среды и взаимодействующих с ней элементов конструкции. Подход реализован за счет совместного расчета двух программных модулей: моделирующего окружающую среду (внешнее воздействие) и осуществляющего расчеты НДС (напряженно-деформированного состояния) от динамического воздействия.

Примерами задач с использованием технологии FSI являются: аэрогидроупругость элементов конструкции, бафтинг и флаттер крыла летательных аппаратов или лопаток турбореактивных двигателей, аэрогидродинамика судов на воздушной подушке, НДС конструкции корпусов скоростных судов при волновом ударе.

В работе исследована возможность моделирования в пакете программ «Логос» [4] гидроупругих процессов на примере трехмерной нестационарной задачи обтекания тела типа «стержень» потоком несжимаемой жидкости. Для решения данной задачи подготовлены постановки гидродинамического и прочностного решателей, проведена серия расчетов с данными постановками в связанном режиме.

С использованием URANS-модели турбулентности рассмотрены четыре скоростных режима течения (0,6 - 0,9 м/с), для которых определены частоты срыва вихрей за цилиндром. Проведен расчет модального анализа для определения собственной частоты цилиндра. Далее проведена серия расчетов в связанной постановке, по результатам которой оценено воспроизведение факта автоколебаний, оценено смещение частоты срыва вихрей («захват частоты»), а также увеличение амплитуд колебаний при сближении собственной частоты цилиндра и частоты срыва вихрей (резонанс).

Источники и литература

- 1) Девнин С.И. Гидроупругость конструкций при отрывном обтекании. Л., 1975.
- 2) Могилевич Л.И., Попов В.С., Христофорова А.В. Математические вопросы гидроупругости трехслойных элементов конструкций. Саратов, 2012.
- 3) Valdés J.G., Oñate E., Canet J.M. Nonlinear Analysis of Orthotropic Membrane and Shell Structures Including Fluid-Structure Interaction // Monograph CIMNE N^o-107, October 2007.
- 4) Пакет программ «Логос» [Электронный ресурс]. – URL: <http://logos.vniief/products>.