

щих звуковую энергию с близкими частотами звуковых колебаний, как при их стабильных неизменных значениях f_{s1} и f_{s2} , так и при их незначительных колеблющихся отклонениях в пределах допуска, равного $\pm 0,5$ Гц.

УДК 621.454.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ЭЛЕКТРОНАСОСНОГО АГРЕГАТА СИСТЕМЫ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСЕВОЙ НАГРУЗКИ

© 2018 Д.В. Малов^{1,2}, Л.С. Шаблий¹

¹ Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

² АО «РКЦ«Прогресс», г. Самара

SIMULATION OF THE FLOWING PART OF THE ELECTRON-PUMP UNIT OF THE THERMOREGULATORY SYSTEM AND THE DETERMINATION OF THE AXIAL LOAD

Malov D.V. ^{1,2}, Shabliy L. S. ¹

¹ Samara National Research University, Samara, Russian Federation

² Rocket Space Center "Progress", Samara, Russian Federation

In this paper, a simulation technique and calculation of the flow part of the electric pump unit, which is part of the thermal control system of various mechanism, is presented. Based on available experimental data, the adequacy of the model was evaluated. The value of the axial force was also obtained and analyzed.

В данной работе приведена методика моделирования и расчёт проточной части электронасосного агрегата (ЭНА), входящего в состав системы терморегулирования различных изделий

Система терморегулирования (СТР) предназначена для обеспечения теплового режима отдельных приборов, агрегатов и элементов конструкции негерметичных отсеков изделий во время их орбитального полета длительностью от 5 до 15 лет. ЭНА служит для создания циркуляции теплоносителя, с ограниченными смазывающими свойствами в контурах СТР.

Целью работы было создание гидродинамической модели проточной части ЭНА, предназначенной для исследований, выявления возможных неисправностей, а так же предложений по доработке, с целью повышения работоспособности агрегата.

Процесс расчёта состоял из пяти основных этапов: создание геометрии, создание сеточной модели, создание расчётной модели, поиска решения и анализа результатов [1].

На рис. 1 представлена схема проточной части исследуемой зоны ЭНА.

Полученные результаты исследований позволяют уже на стадии проектирования или модернизации конструкций технических помещений улучшать их акустические качества.

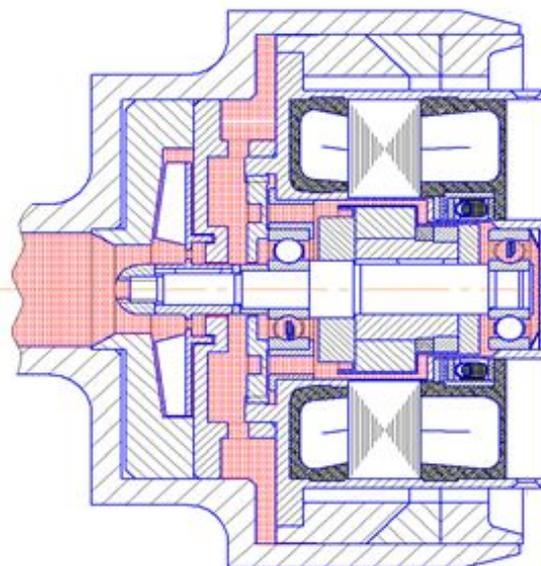


Рис. 1. Схема проточной части исследуемой зоны

Вначале создавалась 3D модель, а затем она подвергалась преобразованию к гидродинамической модели с использованием булевых операций. Получившаяся геометрия гидродинамической модели крыльчатки была разбита на 1205 тысяч структурированных элементов. Затем модель улучшалась путем добавления призматических слоёв и сгущением сетки в местах тонкой геометрии. После всех преобразований количество элементов возросло до 42373.

Далее создавалась расчётная модель, путём наложения граничных условий, параметров моделируемых процессов и задания настроек решателя. Основные параметры приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Основные режимные параметры крыльчатки

Наименование параметра	Значение параметра
Частота вращения РК	6000 об/мин
Давление РЖ на входе	16,9 кПа
Перепад давления на ГБ при КДИ	68,5 кПа
Объёмный расход РЖ на выходе	113 см ³ /с
Температура РЖ	18,2°С
Плотность РЖ	0,714 кг/см ³
Молярная масса РЖ	128,3 кг/кмоль
Динамическая вязкость РЖ	0,65*10 ⁻³ Па/с

По результатам расчёта было выявлено, что характер изменения расчётного давления совпадает с характером изменения давления при испытаниях и погрешности не превышает 4%. С учётом условий проведения испытаний данную модель можно считать адекватной и использовать в дальнейшем исследовании.

Интересующая нас нагрузка, есть результирующая сил, действующих на переднюю и заднюю стенку диска. Полученные на разных режимах значения осевой силы были сопоставлены со значением, приведённом в техническом задании на изделие, а так же с расчётами, проведенными по рекомендациям [2,3]. Результаты приведены на графике (рис.2).

На рис. 2 видна закономерность увеличения осевой силы от увеличения перепада давления. Значения осевых сил на разных режимах работы показало превышение данной величины относительно допустимой по техническому заданию на изделие.

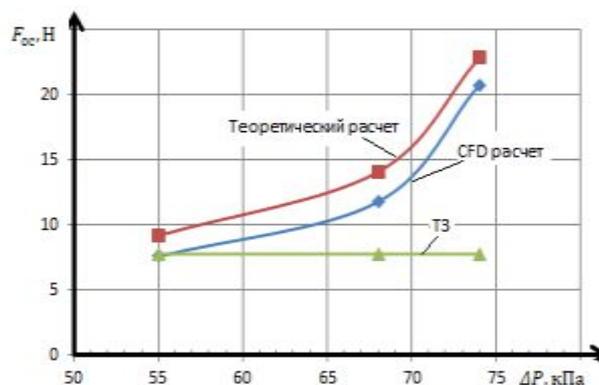


Рис. 2. График зависимости осевой силы от перепада давления

Таким образом, была сформирована методика создания гидродинамической модели ЭНА, получена сама модель, проведён её CFD-расчёт, оценена адекватность модели по имеющимся экспериментальным данным и выявлено превышение допустимой величины осевой силы. Анализ полученных результатов говорит о необходимости снижении осевой нагрузки, путём изменения конструкции проточной части ЭНА, в частности: увеличение диаметра гидравлического замка, уменьшение осевого зазора и увеличение диаметра разгрузочных отверстий.

Библиографический список

1. Численное моделирование потоков в водородных шнекоцентробежных насосах турбонасосных агрегатов ЖРД [Электронный ресурс]: электронные методические указания (3,6 Мбайт)/ А.В. Сулинов, Л.С. Шаблей, В.М. Зубанов.- Самара, 2013.-1 электр. опт. диск (CD ROM).
2. Авиационные центробежные насосные агрегаты. Аринушкин Л.С. и др., под редакцией д-ра техн. наук Заславского Г.М. Изд-во «Машиностроение», 1967.
3. Лопастные насосы: Справочник/ В.А. Зимницкий, А.В. Каплун, А.Н. Папир, В.А. Умов; Под общ. ред. В.А. Зимницкого и В.А. Умова. – Л.: Машиностроение. Ленингр. Отделение, 1986.