

УДК 621.515.001

А.А.Дмитриев (6 курс, каф. КВХТ), Ю.Д.Акульшин, с.н.с.

ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ В ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ЦЕНТРОБЕЖНОГО МИКРОКОМПРЕССОРА

Создание миниатюрных энергетических машин на основе достижений микросистемной техники (МСТ) является молодым, но при этом весьма перспективным направлением машиностроения. Такие достоинства МСТ, как высокая точность изготовления, крайняя дешевизна при высокой тиражируемости позволяют прогнозировать широкое применение центробежного микрокомпрессора (МЦК) в самых различных областях деятельности человека [1, 2]. Ведутся работы по созданию микропробоотборников для экологического контроля и систем ОБЖ, для химической промышленности и фармацевтики (анализ вредных и опасных примесей); систем охлаждения (охлаждение микропроцессоров, фотоприемников в системах космического мониторинга); микроаналитических приборов (lab-on-chip); двигателей беспилотных летательных микроаппаратов для осуществления визуального, экологического и иного вида контроля; в области микрокриогенной техники [1].

Создание турбокомпрессора в общем можно разделить на две стадии: проектирование проточной части на базе термогазодинамического расчета и конструктивное исполнение машины. Освоенные к настоящему времени микротехнологии накладывают существенные ограничения на форму элементов и определяют вид конструкции МЦК в целом [3]. Характерные размеры рабочего колеса составляют: наружный диаметр — 6 мм; толщина лопатки — 150 мкм; типовая шероховатость — 5 мкм; характерные зазоры — 50 мкм; высота канала — 400 мкм; радиус входных кромок — 40 мкм [2, 3]. Отсюда основные особенности геометрии проточных частей МЦК: малая относительная длина лопаток, большие относительные толщина кромок лопаток, шероховатость и зазоры.

Характер течения в элементах МЦК обусловлен указанными особенностями конструкции. Вследствие низких чисел Рейнольдса ($Re < 100000$) поток не успевает перейти из ламинарного режима течения в турбулентный, при этом для ламинарного течения характерным является относительно толстый пограничный слой и, следовательно, большие потери в нем; не исключено смыкание пограничных слоев. Большая относительная толщина кромок лопаток приводит к увеличению потерь ударного обтекания лопаток. Большая относительная шероховатость может быть причиной генерации вихрей, что ведет к потерям энергии основного потока. Даже при самой высокой точности изготовления машина имеет большие относительные зазоры, что необходимо учитывать при расчетах. Большие относительные длины подводящих и отводящих каналов способны забирать значительную часть энергии потока на потери трения.

Все современные методы расчета промышленных ЦК базируются на широком использовании опытных статистических данных по выполненным машинам или их моделям [4...6]. В области сверхмалорасходных ступеней для ЦК СВД разработаны методы моделирования и расчета течений в проточных частях с весьма малой шириной канала, большими относительными зазорами и шероховатостью [6]. Для создания методов расчета течения в МЦК необходимо дополнить эти методики комплексами, учитывающими ламинарный характер течения в отличие от течений при высоких числах Рейнольдса в ступенях СВД.

В целом разрабатываемый метод расчета основывается на построении комплексов, учитывающих особенности течения и факторы, связанные с ламинарным характером течения в МЦК.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Александров С.Е., Акульшин Ю.Д., Васильев В.К., Коротынский А.В., Коршунов А.В., Пяташев Е.Н., Тимофеев С.С. Перспективы развития микрореактивных двигателей для МСТ // Микросистемная техника. 2002. №10. С.2-7.
2. Дмитриев А.А., Коршунов А.В. Использование микротехнологий в компрессоростроении // XXX Юбилейная Неделя науки СПбГТУ. Ч.III: Материалы межвуз. науч. конф. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2002. С. 50-52.
3. Дмитриев А.А., Коршунов А.В. Технология изготовления рабочего колеса центробежного сверхмикрокомпрессора // XXXI Неделя науки СПбГТУ. Ч.II: Материалы межвуз. науч. конф. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2003. С. 82-83.
4. Проектирование и оптимизация проточной части промышленных центробежных компрессоров с использованием ЭВМ: Учебное пособие / К.П.Селезнев и др.– Л., 1990. 76 с.
5. Газодинамический расчет центробежных компрессоров поэлементным методом: Учебно-методическое пособие / С.А.Анисимов; Под ред. К.П.Селезнева – Л., 1974. 134 с.
6. В.А.Власов. Моделирование течений газа в проточной части центробежных компрессоров СВД. Дис. канд.техн.наук. Л. 1994.