

УДК 621.515.001

П.С.Ковылков (6 курс, каф. КВХТ), Ю.Д.Акульшин, с.н.с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ В ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ЦЕНТРОБЕЖНОГО МИКРОКОМПРЕССОРА

Разработка энергетических микромашин – одно из новых направлений микросистемной техники (МСТ). Опыт первых разработок в этой области показал необходимость постановки широкого круга экспериментальных исследований [1, 2]. Создание центробежного микрокомпрессора (МЦК), работающего при низких числах Рейнольдса, требует проведения исследований, выходящих за рамки традиционного проектирования центробежных компрессоров [3].

Проблемы, связанные с динамической прочностью, надежностью, долговечностью, расширением зоны устойчивой работы и снижением уровня шума, известные по исследованиям макромашин, остро встают при проектировании МЦК. Опыт кафедры КВХТ в области исследования нестационарных аэродинамических процессов в ЦК позволяет наметить пути решения этих задач.

Разрабатываемые МЦК имеют характерные размеры соизмеримые с установочными размерами современных миниатюрных датчиков. Так длина диффузора МЦК составляет 3мм, наиболее миниатюрный чувствительный элемент давления (кремниевый чип), используемый на кафедре КВХТ, имеет габариты $3 \times 3 \times 0,4$ мм, типичная длина нити зонда термоанемометра – 1,2 мм. Натурные исследования нестационарных процессов требуют разработки встроенных в элементы проточной части микродатчиков с линиями связи. Использовать существующую элементную базу возможно только при моделировании процессов на масштабных моделях.

Разработан стенд центробежного микрокомпрессора для исследований на увеличенной масштабной модели промежуточной ступени МЦК с симметричным выходом. Измерительный комплекс содержит каналы измерения пульсаций давления, каналы термоанемометра, канал синхронизации и систему сбора данных на базе многоканального модуля АЦП и персонального компьютера.

Каналы измерения пульсаций давления построены на основе чувствительных элементов давления производства ЗАО «Светлана», смонтированных непосредственно на стенке диффузора проточной части, усилителей тензометрических и фильтров. Каналы термоанемометра используют в качестве датчика кремниевый чип термоэлектрического преобразователя разработки лаборатории МТ и МЭМС СПбГПУ, дифференциальные усилители обеспечивают режимы работы при постоянном токе и постоянной температуре. Канал синхронизации имеет открытую оптопару, усилитель – компаратор и обеспечивает привязку процесса измерений к фазе вращения ротора стенда. Модуль АЦП типа E-330 производства ЗАО L-Card обеспечивает преобразование сигналов по 16 аналоговым входам с максимальной частотой преобразования 500 кГц и 12 разрядным разрешением.

Статическая градуировка термоанемометров проводится на калибровочной установке фирмы DISA, статические характеристики датчиков пульсаций давления определяются с помощью U-образных манометров. Для динамической градуировки используется ударная труба кафедры КВХТ.

Погрешность измерения пульсаций давления не превышает 5% в диапазоне давлений 0...10 кПа, в полосе частот 0...5 кГц. Погрешность измерения пульсаций скорости не

превышает 5% в диапазоне скоростей 0...50 м/с, в полосе частот 0...200 Гц. Погрешность привязки фазы вращения ротора не превышает 0,5%. Кроме того, источником дополнительной погрешности является соизмеримость длины волны исследуемого процесса с размером датчика. Для процессов за рабочим колесом типа «струя – след» с характерным размером порядка 2...5 мм дополнительная погрешность составляет 10...15%, процессы типа потери устойчивости и вращающегося срыва имеют пространственную протяженность 20...40 мм, и дополнительная погрешность достигнет величин не более 2...5%.

В целом разработанный комплекс обеспечивает проведение исследований нестационарных процессов в проточной части модельной ступени МЦК с погрешностями не превышающими 15..20%.

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. Пяташев Е.Н., Лурье М.С., Акульшин Ю.Д., Скалон А.И. Микротехнологии: от микроэлектроники к микросистемной технике // Датчики и системы. 2001. №6.
3. Дмитриев А.А., Акульшин Ю.Д. Особенности течения в проточной части центробежного микрокомпрессора (см. наст. сборник).