

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПРЕССОРА С НАДРОТОРНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

Соколова А.С.

ПАО «ОДК-Кузнецов», г. Самара,
aleksandrasokolova2@gmail.com

Ключевые слова: надроторное устройство, характеристика компрессора, газодинамический запас устойчивости.

Внедрение надроторных устройств (НРУ) в конструкцию компрессора с одной стороны это простой способ повышения запаса устойчивости без потери эффективности на расчетных режимах [1], однако, с другой стороны выбор типа НРУ и его геометрических параметров сложная задача. Согласно Кампсти [2], геометрические параметры НРУ значительно влияют на характеристику компрессора, на запасы устойчивости; так неправильный выбор типа НРУ может привести не только к снижению коэффициента полезного действия (КПД), но к снижению запасов устойчивости [2]. В открытых источниках мало информации о результатах численного и экспериментального исследования НРУ щелевого типа, в связи с этим в данной работе выполнено исследование влияния НРУ щелевого типа на КПД и запас устойчивой работы осевого компрессора. Результаты данного исследования могут быть использованы для оценки влияния НРУ щелевого типа на параметры осевого компрессора на этапах проектирования и/или доводки.

Цель работы – анализ влияния НРУ на характеристики осевого компрессора.

Расчетные исследования выполнены на моделях шестиступенчатого компрессора среднего давления с надроторными устройствами и без них. НРУ щелевого типа располагаются над первыми тремя рабочими колесами компрессора.

Расчет проводится на режимах $n = (0,6; 0,8; 0,9; 1) \times n_{\text{ном}}$.

Построение сеточных моделей осуществлялось с помощью блочно-структурированной сетки. В качестве рабочего тела использовалась модель реального газа. Модель турбулентности – $k-\varepsilon$ (Extended wall function). В качестве граничных условий задавались следующие параметры:

- частота вращения ротора;
- интегральные значения полного давления и температуры, радиальное распределение угла потока в тангенциальном направлении на входе;
- статическое давление или расход воздуха на выходе.

Сравнение результатов расчета напорных характеристик компрессора с НРУ и без НРУ представлено в табл. 1.

Таблица 1 – Сравнение результатов расчета напорных характеристик компрессора с НРУ и без НРУ

Параметры границы работы	с НРУ	без НРУ	с НРУ	без НРУ	с НРУ	без НРУ	с НРУ	без НРУ
режим	$n_{\text{ном}}$		$0,9 \times n_{\text{ном}}$		$0,8 \times n_{\text{ном}}$		$0,6 \times n_{\text{ном}}$	
$G_{\text{в прив}}$	0,974	1,007	0,817	0,861	0,703	0,710	0,416	0,424
π_k^*	4,747	4,811	3,996	3,992	2,945	3,025	1,793	1,808
Δk_y	+3,47		+5,40		+1,02		+1,95	
$\Delta \eta_{\text{абс}} \%$	-1,8		-3,2		-1,4		-0,8	

В результате выполненных исследований получено, что надроторные устройства увеличили запас устойчивости на всех режимах. Наибольшее увеличение газодинамических запасов устойчивости составило 5,4% на режиме $0,9 \times n_{\text{ном}}$. Максимальное снижение КПД составило 3,2% на режиме $0,9 \times n_{\text{ном}}$.

Исходя из проведенного анализа, можно сделать следующие выводы:

- 1) проведен анализ влияния НРУ на характеристики компрессора;
- 2) для увеличения эффективности работы компрессора необходимо проводить дополнительные исследования НРУ.

В ходе дальнейшего исследования предполагается выполнить задачи:

- 1) проведение проверки запасов устойчивости осевого компрессора с НРУ при его работе с входной неоднородностью;
- 2) проведение анализа влияния геометрических параметров НРУ на характеристики компрессора с целью повышения эффективности осевого компрессора при сохранении его запасов устойчивости.

Список литературы

1. Климнюк Ю.И. Оптимизация конструкции компрессоров авиационных ГТД с учетом воздействия эксплуатационных неоднородностей воздушного потока: Монография. Издательство Самарского научного центра Российской Академии наук, 2001. 249 с.
2. Кампсти Н. Аэродинамика компрессоров: Пер. с англ. М.: Мир, 2000. 688 с.

Сведения об авторе

Соколова А.С., инженер-конструктор. Область научных интересов: исследование рабочих процессов в осевых компрессорах.

NUMERICAL SIMULATION OF COMPRESSOR CHARACTERISTIC WITH CASING TREATMENT

Sokolova A.S., JSC Kuznetsov, Samara, Russia,
aleksandrasokolova2@gmail.com

Keywords: compressor, casing treatment, stall margin, efficiency.

A casing treatment is to increase a compressor stall margin. A casing treatment has a simple design and introduction of one in a design is simple task. But creating a correct casing treatment geometry is difficult because the geometry influences the effective of a compressor. Calculations the correct skewed slotted casing geometry showed increasing stall margin in all modes.