

РАСЧЕТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НРУ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕНТИЛЯТОРА С НЕРАВНОМЕРНЫМ ВХОДНЫМ ПОТОКОМ

Я.М. Дружинин, В.И. Милешин

ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова», г. Москва, ymdruzhinin@ciam.ru

Ключевые слова: вентилятор, надроторное устройство, входная неравномерность.

Использование надроторных устройств является хорошо известным способом повышения уровня запаса газодинамической устойчивости компрессоров и имеет широкое применение, как на КНД, так и на КВД турбовентиляторных двигателей. ЦИАМ обладает большим опытом разработки и исследования особенностей работы НРУ щелевого и лабиринтного типа на основе экспериментальных и расчётных методов [1]. Численное моделирование работы НРУ в рамках решения системы уравнений Рейнольдса представляет собой сложную задачу ввиду существенного вклада нестационарных эффектов при взаимодействии НРУ и лопаток ротора. Как правило, вентиляторы современных двигателей с прямым приводом и высокой степенью двухконтурности разрабатываются таким образом, чтобы уровень запаса газодинамической устойчивости, а также низкий уровень переменных напряжений в лопатках был обеспечен во всем диапазоне режимов работы без использования надроторных устройств. Однако в некоторых случаях могут быть реализованы условия, существенно ухудшающие эти характеристики.

В настоящей работе рассмотрено воздействие НРУ лабиринтного типа на нестационарный характер обтекания лопаточного венца рабочего колеса модели двухконтурного вентилятора с $U \approx 400$ м/с в условиях неравномерного входного потока (рис. 1). Исследуется эффект воздействия на локальные и интегральные аэродинамические характеристики. Рассматриваются два варианта вентилятора: с гладкой проточной частью и с надроторным устройством лабиринтного типа. По результатам расчета собственных частот колебаний лопатки для моделирования нестационарного течения был выбран режим, на котором присутствует возможный резонанс. Выполняется нестационарный URANS расчет с пластинчатым интерцептором во входном канале для создания входной неравномерности. Производится накопление мгновенных полей давления на поверхности лопатки для выполнения Фурье-анализа и расчёта напряженно-деформированного состояния. Показано, что НРУ оказывает существенное воздействие на нестационарное поле течения в межлопаточных каналах вентилятора в условиях неравномерного входного потока.

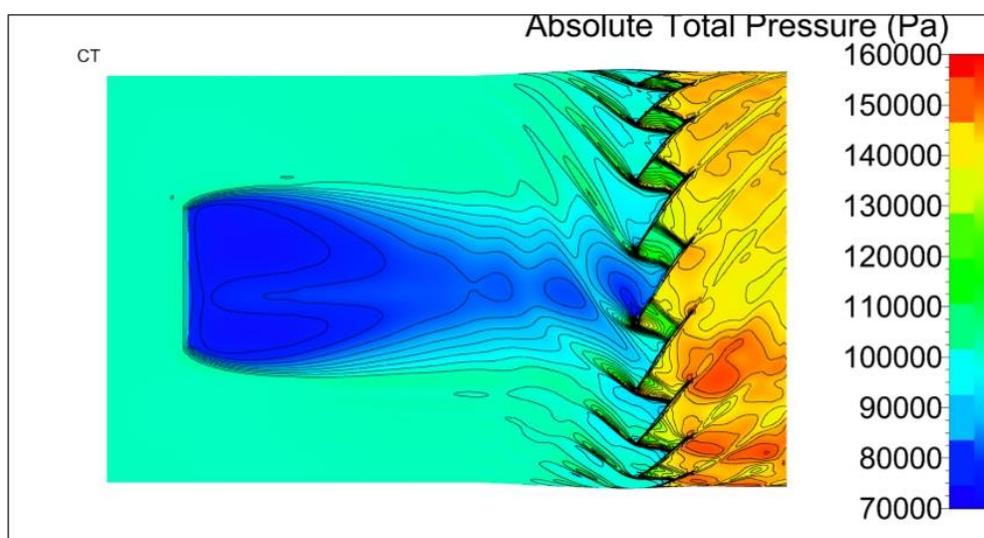


Рисунок 1 – Распределение полного давления в проточной части вентилятора с пластинчатым интерцептором

Список литературы

1. Милешин В.И., Петровичев А.М., Баева С.И., Жданов В.В. Расчетно-экспериментальное исследование влияния надроторных устройств лабиринтного типа на характеристики замыкающей ступени компрессора // Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. 2019. № 57, С. 89-104, DOI: 10.15593/2224-9982/2019.57.07.

Сведения об авторах

Дружинин Я.М., научный сотрудник ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова». Область научных интересов: турбомашиностроение, 3D CFD.

Милешин В.И., начальник отделения ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова». Область научных интересов: турбомашиностроение, 3D CFD.

NUMERICAL INVESTIGATION OF CASING TREATMENT INFLUENCE ON THE FAN PERFORMANCES IN CONDITION OF DISTORTED INLET FLOW

I.M. Druzhinin, V.I. Mileschin
CIAM, Moscow, ymdruzhinin@ciam.ru

Keywords: fan, casing treatment, inlet distortion.

The investigation concerns groove type casing treatment effect on the fan aerodynamics in condition of non-uniform inlet flow. Simulation of 3D viscous flow in blade passages and intake with an interceptor was carried out by means of CFD. Full-annulus URANS problem statement was chosen to catch the unsteady interaction of the distortion and fan blades. The influence of casing groove on integral performances and on the instantaneous flow field was analyzed.