

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВХОДНОЙ ОКРУЖНОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ НА РАБОТУ ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОМПРЕССОРА

©2018 Ворошнин Д.В.¹, Муравейко А.С.¹, Маракуева О.В.¹,
Подгорский К.Н.², Михайлютенко А.В.², Меняйлов А.В.²

¹ООО «НУМЕКА», г. Санкт-Петербург
²АО «Мотор Сич», г. Запорожье, Украина

THE EFFECT OF INLET CIRCUMFERENTIAL DISTORTION ON A CENTRIFUGAL COMPRESSOR OPERATION

Voroshnin D.V., Muraveiko A.S., Marakueva O.V. (Numeca Russia, St.Petersburg, Russian Federation),
Podgorsky K.N., Mikhailyutenko A.V., Menyailov A. V. (Motor Sich JSC, Zaporozhye, Ukraine)

A numerical analysis of the inlet circumferential distortion is performed for a centrifugal compressor using Numeca software. Different distortion levels are achieved by the setting of a plate in variable locations in an air intake channel. The total pressure distributions upstream the impeller are compared with experiment results.

Для получения сертификата на эксплуатацию летательного аппарата требуется проведение испытаний по оценке влияния эксплуатационных условий на устойчивую работу авиационного ГТД. Поэтому предварительно проводятся стендовые испытания ГТД с затенением потока на входе с помощью пластин для определения влияния неоднородности на работу компрессора.

Из-за ограничения количества точек замеров давления в стендовых испытаниях в силу загромождения потока приёмниками, экспериментальная оценка неоднородности может не отражать реальной картины.

Цель работы - создание расчётной модели входной системы и рабочего колеса (РК) вертолётного двигателя для оценки неоднородности входного потока. Входная часть включает в себя патрубок и ферму. Затенение потока осуществляется путём установления пластины перед фермой в различных положениях (рис.1).

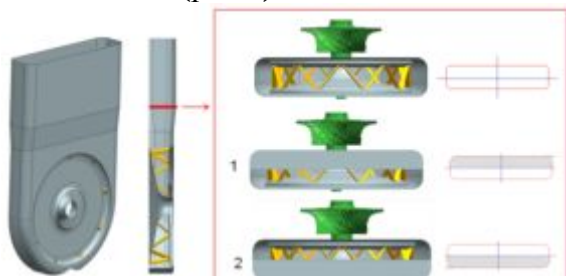


Рис.1. Геометрическая модель исследуемого объекта

Замеры полного давления в эксперименте проведены в сечении перед РК.

Расчётное исследование выполнено в ПК NumecaFine/Turbo без учёта диффузор-

ной системы. Расчётная сетка - блочно-структурированная гексагональная, включающая в себя 18 млн. ячеек.

Первоначальный анализ, проведенный без входного патрубка, показал, что РК на низких режимах находится в срыве. Высокий уровень неоднородности, полученный в эксперименте и в расчёте, обусловлен формированием нестационарной вихревой структуры в колесе.

Последующие расчёты проведены с учётом входной системы с использованием нелинейного гармонического метода NLH.

Влияние положения пластины на входе рассматривалось для 95% частоты вращения РК. Проведено 3 расчёта с учётом входного патрубка: без пластины, пластина ближе к редуктору и к соплу.

Осреднённая во времени неоднородность поля полного давления перед РК зависит от положения пластины (рис.2). Наблюдается её эволюция вдоль канала: при приближении к РК зона вторичных течений вблизи периферии в верхнем секторе увеличивается.

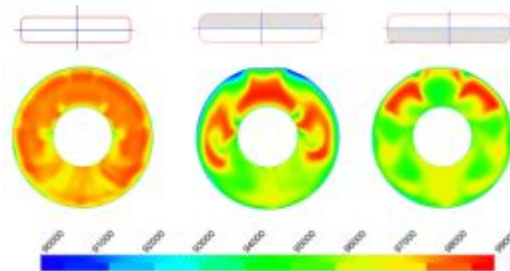


Рис.2. Осреднённая неоднородность давления перед рабочим колесом

Для расчётов с пластиной проведены сравнения окружных эпюр давления в сечении перед РК на различных радиусах: экспериментальной с 7-ю замерами по окружности и расчётных с 7-ю и 120-ю замерами (рис. 3). Сравнение показало, что 7-ми точек замеров по окружности недостаточно для оценки неоднородности, высока вероятность попадания в локальный экстремум.

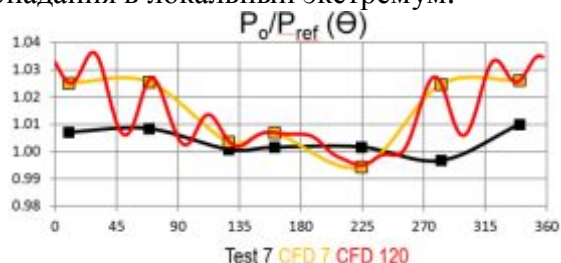


Рис.3. Распределение по окружности осреднённого полного давления

В эксперименте использовались приёмники полного давления, учитывающие только осевую компоненту скорости, в то время как в течении присутствуют существенные зоны с большими углами закрутки. Приёмники в одинаковом угловом положении собраны в короб со значительными габаритами. 7 коробов в канале могут вносить сильные возмущения в течение. Влияние РК на входную неоднородность, осреднённую во времени, незначительно, что подтверждают расчёты без него.

Так как целью работ по исследованию входной неоднородности является оценка влияния затенения на работу и запасы ГДУ компрессора, анализировалось осреднённое во времени распределение полного давления и за РК. Высокая неоднородность, которая может сильно ухудшать работу диффузорной системы, присутствует как при наличии, так и при отсутствии пластины на входе.

Расчётная оценка неоднородности потока на входе в вертолётный двигатель показала несовершенство экспериментальных замеров в силу малого количества приёмников, их сильного влияния на поток, неверной оценки полного давления. Большой уровень неоднородности на низких режимах обусловлен срывным течением в РК. В дальнейшем предполагается включение геометрии приемников в расчётную модель и рассмотрение других положений пластин.

Библиографический список

1. Japikse D. "Introduction to Turbomachinery", Concepts ETI, Inc., 1997.
2. C. Hirsch, Numerical Computation of Internal & External Flows: the Fundamentals of Computational Fluid Dynamics, 2nd ed. Elsevier, 2007.
3. NUMECA Int., "Flow Integrated Environment", User Manual, Numeca Int., Brussels, Belgium, 2014.