

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВХОДНОЙ ОКРУЖНОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ НА РАБОТУ ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОМПРЕССОРА

Д.В. Ворошнин¹, А.С. Муравейко¹, О.В. Маракуева¹, К.Н. Подгорский²,
А.В. Михайлютенко², А.В. Меняйлов²

¹ ООО «НУМЕКА», Санкт-Петербург

²АО «Мотор Сич», Запорожье, Украина

THE EFFECT OF INLET CIRCUMFERENTIAL DISTORTION ON A CENTRIFUGAL COMPRESSOR OPERATION

D. Voroshnin¹, A. Muraveiko¹, O. Marakueva¹, K. Podgorsky², A. Mikhailyutenko², A. Menyailov²

¹ Numeca Russia, St.Petersburg

² 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.

Т.к. количество точек замеров давления в стендовых испытаниях ограничено в силу загромождения потока приемниками, экспериментальная оценка неоднородности может не отражать реальной картины.

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

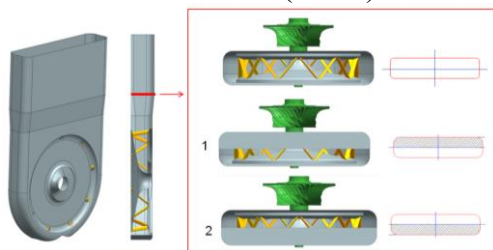


Рис.1. Геометрическая модель исследуемого объекта.

Замеры полного давления в эксперименте проведены в сечении перед РК.

Расчетное исследование выполнено в ПК *Numeca* Fine/Turbo без учета диффузорной системы. Расчетная 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 расчете, обусловлен формированием нестационарной вихревой структуры в колесе.

Последующие расчеты проведены с учетом входной системы с использованием нелинейного гармонического метода NLН.

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

Осредненная 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.

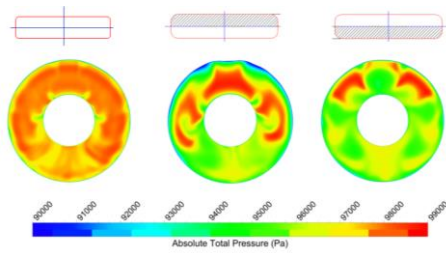


Рис.2. Осредненная неоднородность давления перед РК.

Для расчетов с пластиной проведены сравнения окружных эпюр давления в сечении перед РК на различных радиусах: экспериментальной с 7-ю замерами по окружности и расчетных 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.

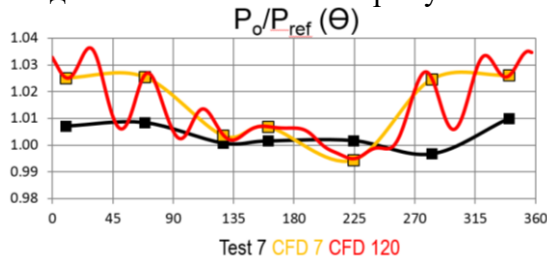


Рис.3. Распределение по окружности осредненного полного давления.

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

Расчетная оценка неоднородности потока на входе в вертолетный двигатель показала несовершенство экспериментальных замеров в силу малого количества приемников, 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 расчетную модель и рассмотрение других положений пластин.

Литература:

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.

Сведения об авторах:

Ворошнин Денис Владимирович, Генеральный Директор, ООО «Нумека», 198095 г. Санкт-Петербург, ул. Маршала Говорова, 35 А, оф. 216, тел. +7 (812) 702-5249, d.voroshnin@numeca.org. Область научных интересов: проектирование турбомашин, вычислительная газовая динамика.

Муравейко Александр Сергеевич, инженер, ООО «Нумека», 198095 г. Санкт-Петербург, ул. Маршала Говорова, 35А, оф. 216, тел. +7(812)702-5249, a.muraveiko@numeca.com. Область научных интересов: вычислительная газовая динамика и акустика.

Маракуева Ольга Валериевна, инженер ООО «Нумека», 198095 г. Санкт-Петербург, ул. Маршала Говорова, 35 А, оф. 216, o.marakueva@numeca.com. Область научных интересов: вычислительная газовая динамика, аэроупругость.

Подгорский Константин Николаевич, главный конструктор, АО «МОТОР СИЧ», 69068, г. Запорожье, Украина, пр-т

Моторостроителей, 15, тел. +38 (061)720-50-80, ugk@motorsich.com, область научных интересов: авиадвигатели.

Михайлютенко Анатолий Васильевич, зам. главного конструктора, АО «МОТОР СИЧ», 69068, г. Запорожье, Украина, пр-т Моторостроителей, 15, тел. +38(061)720-50-80, ugk@motorsich.com, область научных интересов: авиадвигатели.

Меняйлов Андрей Владимирович, к.т.н., начальник группы, АО «МОТОР СИЧ», 69068, г. Запорожье, Украина, пр-т Моторостроителей, 15, тел. +38 (061)720-50-80, ugk@motorsich.com, область научных интересов: авиадвигатели.