

подвергнута механической обработке. В варианте «в» для получения допустимой шероховатости полости могут быть применены другие методы, например, электрохимические, гидроабразивные и т.д.

Анализ результатов работы показал целесообразность применения конструкции с двумя полотнами.

В дальнейшем планируется проведение комплексных исследований прочности в обеспечении возможности применения «напечатанных» дисков ТВД.

УДК 62-137

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ КОМПРЕССОРОВ

©2016 А.И. Ермаков, Г.М. Попов, А.А. Волков

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

CREATION OF THE CENTRIFUGAL COMPRESSORS PARAMETRIC DESIGN SYSTEM

Ermakov A.I., Popov G.M., Volkov A.A. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

The paper discusses the application of centrifugal compressors. Has been carried out the analysis of the parametric centrifugal compressors design system necessity. Has been conducted the modeling of the centrifugal compressor CFD-calculation. Verification of calculation results has been made.

В настоящее время область применения центробежных компрессоров (ЦБК) многогранна: авиационные газотурбинные двигатели, малоразмерные газотурбинные двигатели, промышленные центробежные компрессоры, турбонаддув двигателей внутреннего сгорания и др.

Применение CFD анализа при проектировании и доводке центробежных компрессоров позволяет существенно сократить время работ и снижает стоимость конструкции. CFD-моделирование позволяет с определённой точностью прогнозировать параметры потока, что в конечном итоге позволяет добиться наилучших параметров. Использование параметрической модели ЦБК с изменяемой формой средней линии, изменяемой шириной профилей, радиусов, меридионального и тангенциального положений при проектировании, либо доводке позволяет оптимизировать геометрию ЦБК для удовлетворения требованиям технического задания, либо роста значений основных параметров – коэффициента полезного действия (КПД) и степени повышения давления. Также пара-

Библиографический список

1. Васильев Б.Е., Магеррамова Л.А. Анализ возможности применения топологической оптимизации при проектировании неохлаждаемых рабочих лопаток турбин // Вестник СГАУ, 2015. Т.14, № 3, Ч. 1. С. 139-147.
2. Сальников А.В. Конструктивно-прочностная многокритериальная оптимизация узлов рабочих колес ГТД // Авиационно-космическая техника и технология. - 2013. №9(106). С. 101-109.

метрическая 3D модель ЦБК позволяет создавать семейства ЦБК для применения в различных областях.

Современный уровень развития программных комплексов позволяет задавать маршрут технологической обработки в автоматическом режиме по 3D модели. В результате на 5-координатном станке из заготовки получают крыльчатку ЦБК. Такой способ производства широко применяется в настоящее время.

Целью данной работы является создание системы параметрического проектирования центробежных компрессоров. В результате весь цикл создания ЦБК, начиная с ввода основных данных и заканчивая производством, будет происходить в автоматическом режиме, и также может быть оптимизирован, что позволит сократить временные и экономические затраты.

Система параметрического проектирования ЦБК разделяется на этапы:

1. 1D, 2D –расчёт;
2. Создание 3d модели (выполнено в AutoBlade);

3. CFD-расчёт (выполнено в Numeca FineTurbo);
4. Прочностной расчёт (выполняется в ANSYS);
5. Производство (выполняется в NX).

На данный момент пройдено 3 этапа, и частично пройден 4 этап – прочностной расчёт ЦБК (выполнена конечно-элементная модель пера лопатки). Рассмотренные этапы проектирования ЦБК выполняются в автоматическом режиме, что позволяет получить 3d модель ЦБК в короткие сроки (5-10 минут).

Произведено тестирование системы параметрического проектирования ЦБК. Поставлена задача смоделировать ЦБК, удовлетворяющий требованиям: степень повышения давления: 5, расход воздуха: 5 кг/с, коэффициент полезного действия: $\geq 0,8$.

Рассчитана характеристика ЦБК (рис.1,2). Как видно из графиков, 2D и 3D расчёты расходятся незначительно. Для верификации методики CFD-расчёта был смоделирован и рассчитан компрессор HECC, использованы данные технического отчёта NASA/CR – 2014 – 2118114 High Efficiency Centrifugal Compressor for Rotorcraft Applications [1].

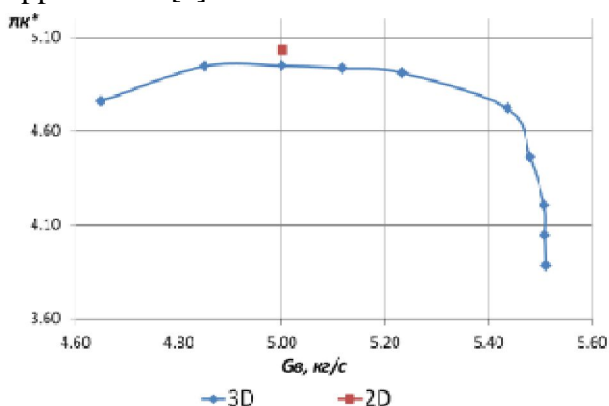


Рис. 1. Зависимость степени повышения давления от расхода воздуха

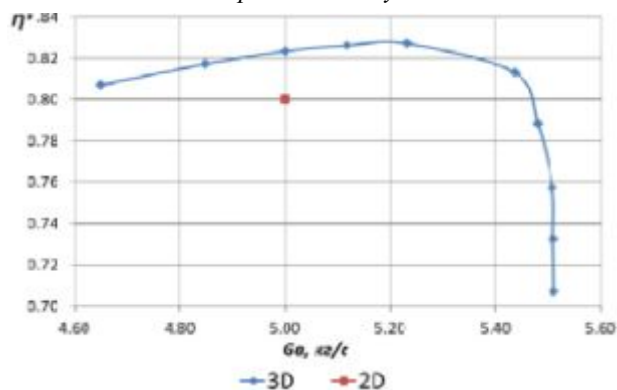


Рис. 2. Зависимость КПД от расхода воздуха

Как видно из графиков (рис.3,4) в целом рассчитанные и экспериментальные данные качественно совпадают, но наблюдается количественное расхождение. Это говорит о том, что используемые настройки модели приемлемы для расчёта в первом приближении. Для более точных результатов необходимо исследование сеточных моделей и настроек CFD расчёта.

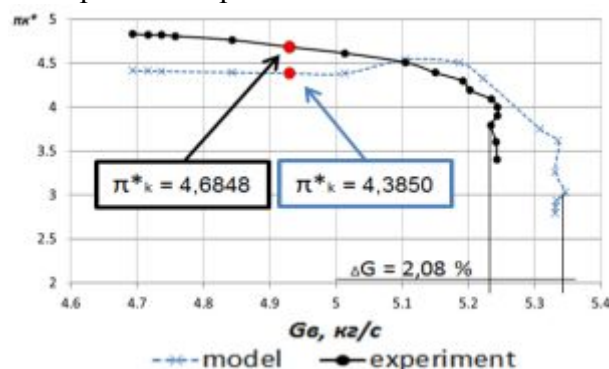


Рис. 3. Зависимость степени повышения давления от расхода воздуха

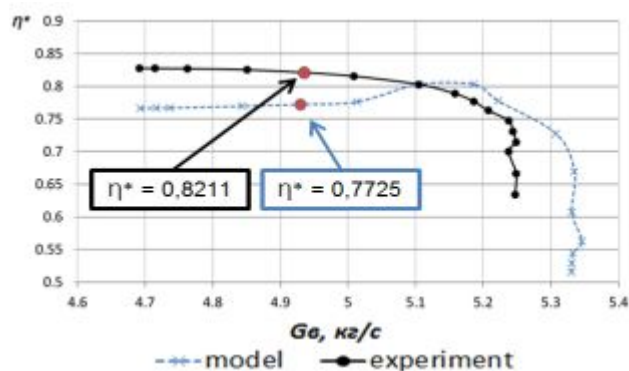


Рис. 4. Зависимость КПД от расхода воздуха

Таким образом, на данный момент можно сказать, что частично реализована система параметрического проектирования ЦБК. Дальнейшие направления работы: совершенствование имеющейся системы: улучшение методики проектного расчёта, улучшение параметризации модели, применение оптимизации на всех этапах проектирования. Также необходимы исследования сеточных моделей и настроек CFD расчёта. После этого могут быть выполнены прочностной расчёт и задание маршрута обработки в NX.

Библиографический список

1. Gorazd M., Sharma O.P., Jongwook J., Hardin L.W., McCormick L.W., Cousins W.T., Lurie E.A., Shabbir A., Holley B.M., Paul R. High Efficiency Centrifugal Compressor for Rotorcraft Applications, NASA CR-2014-218114 / - East Hartford, Connecticut, 2014. 316 p.