

По разработанной технологии изготовлена крышка капота двигателя из углепластика ВКУ-48 и проведено

исследование методом неразрушающего контроля, которое не выявило дефектов конструкции.

УДК 621.438

## ГАЗОДИНАМИЧЕСКАЯ ДОВОДКА ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОМПРЕССОРА

©2016 А.В. Коновал, А.В. Михайлютенко

Акционерное общество "МОТОР СИЧ", Запорожье, Украина

### CENTRIFUGAL COMPRESSOR GASDYNAMIC FINAL ADJUSTMENT

Konoval A.V., Mykhaylyutenko A.V. (Joint-stock company "MOTOR SICH", Zaporozhye, Ukraine)

*New engines are generally developed on the edge of the existing capabilities in unit efficiency, material strength, weight parameters, and often even with the scope of its enhancement. Thus obtaining target performance parameters is quite a challenging task. In practice even optimally designed engine requires long performance development. This paper is devoted to performance development of one of the engine units, particularly - centrifugal compressor. This study reviews the analysis of ways and methods to improve aerodynamic performance. The most effective measures for modifications of the existing design are presented and experimental evaluation of its effectiveness is carried out. Special attention is given to definition of vaned diffuser configuration and its hidden reserves. Instrumentation and number of measures required for qualitative estimation of the data obtained are reviewed. Possibility of achieving compromises between pressure rise, efficiency and stability margin.*

В данной работе представлены материалы по газодинамической доводке центробежного компрессора двигателя МС-500В.

На предприятии АО «МОТОР СИЧ» разработан, изготовлен и испытан высоконапорный 11:1 центробежный компрессор. В период с 2009 по 2012 в составе газогенератора проведены доводочные испытания [1] компрессора.

В процессе газодинамической доводки [2] применены основные доводочные мероприятия по определению оптимальных:

- облика входного канала;
- величин монтажных радиальных зазоров;
- количества венцов лопаточного диффузора;
- величин горла решётки лопаточного диффузора [3].

Эффективность всех вводимых мероприятий по улучшению газодинамических параметров определялась путём снятия дроссельных и напорных характеристик компрессора.

После реализации и экспериментальной проверки доводочных мероприятий была определена окончательная компоновка компрессора т.е. определена типовая

конструкция.

В ходе доводочных испытаний был достигнут КПД, равный 78% на расчётной частоте вращения. Определены запасы газодинамической устойчивости. Минимальный запас составляет 15% на относительной частоте вращения 85%.

В 2012 году проведены сертификационные испытания по определению характеристик и располагаемых запасов газодинамической устойчивости (ГДУ) компрессора.

Выполнены обработка экспериментальных данных и анализ соответствия компрессора требованиям АП33 [4] в части достаточности запасов ГДУ.

#### Библиографический список

1. Григорьев В.А., Кузнецов С.П., Гишваров А.С., Белоусов А.Н., Бочкарев С.К., Ильинский С.А., Шепель В.Т. Испытания авиационных двигателей. – М.: Машиностроение, 2009.
2. Григорьев В.А., Кузнецов С.П., Белоусов А.Н. Основы доводки авиационных ГТД. – М.: Машиностроение, 2012.
3. Батурин О.В., Колмакова Д.А., Матвеев В.Н. Исследование рабочего процесса центробежного компрессора с помощью числен-

ных методов газовой динамики. - Самара: Изд-во СГАУ, 2013.

4. Авиационные правила часть 33, Нормы

лётной годности двигателей воздушных судов, Межгосударственный авиационный комитет, 1994.

УДК 621.452.322:004.94

## МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШТАМПОВ ДЛЯ ГИБКИ БЕСПОЛОЧНЫХ ЛОПАТОК В NX4

©2016 Д.С. Гололобов, В.В. Лантратов

АО «ММП им. В.В. Чернышева», г. Москва

### STAMP DESIGN METHOD FOR NON-FLANGE BLADE BENDING PERFORMED IN NX4

Gololobov D.S., Lantratov V.V. (Chernyshev Moscow Machine-Building Enterprise, Moscow, Russian Federation)

*This work consider some problems that take place during the manufacturing process of non-flange blade of air compressor. Those blades are used in guide vanes in rear compressor stages. The blade has complicated geometric which defines as a set of points in some sections. The workpiece is a profile bar drawn between two rolls and cuts. The geometry of blade is formed by bending stamps by a hydraulic press.*

*The blades are made of nickel alloys HN50BMTUB-VI, HN45MVTUBR-ID etc. These alloys have tendency to decrease their plasticity after drawing workpiece through rolls. And that creates difficulties for the forming. Annealing is the most significant way to increase the plasticity of material before forming. But even after annealing we can see spring back effect on the blade even it's not so marked as it will without it.*

*A stamp designer has to create bending forms that allow compensate spring back effect. That's quite difficult task because the blade has complicated geometric form. In this work has been offered the way to cut the time that a designer spends to create and correct models of bending forms.*

В данной работе рассмотрены проблемы, возникающие на предприятии, при производстве бесполочных лопаток компрессора. Лопатки данного типа используются в направляющих аппаратах на последних ступенях компрессора. Лопатка имеет сложную геометрическую форму и представляет собой перо с заданными в таблице координатами точек спинки и корыта в нескольких сечениях. Заготовка представляет собой полосу с заданным профилем, прокатанную на роликах и обрубленную в размер лопатки. Заданная геометрия лопатки формируется гибочными штампами на гидравлическом прессе.

Лопатки изготавливаются из сплава с высоким содержанием никеля ХН50ВМТЮБ-ВИ, ХН45МВТЮБР-ИД и т.п. Данный сплав после калибровки на роликах склонен к образованию наклёпа, что в

значительной степени усложняет процесс формообразования из-за снижения пластичности материала. Поэтому важнейшей операцией в технологическом процессе является отжиг заготовок перед гибкой для снятия наклёпа. Даже после отжига заготовок при гибке на штампе наблюдается эффект пружинения материала, при котором профиль стремится вернуться к форме заготовки.

Задача конструктора штампов заключается в проектировании рабочих поверхностей пуансона и матрицы штампа с учётом возможного пружинения материала. Это представляет некоторую сложность из-за сложных поверхностей лопатки. Предложенная в работе методика проектирования штампов позволяет значительно сократить время конструктора на построение рабочих профилей штампов и их корректировку.