

Краткое описание конкурсной работы «Разработка технологии проектирования и изготовления полой рабочей лопатки вентилятора для перспективного двигателя ПД-14» для участия в конкурсе на соискание премии «Авиастроитель года» в номинации «За создание новой технологии»

Авторы: Харин С.А., Морозов М.А., Донгаузер К.А., Ташлыков Д.Н., Бессчетнов В.А., Хохлова Л.Д., Милешин В.И., Манапов И.У., Сафиуллин Р.В.

В процессе работы над формированием облика перспективного двигателя для семейства ближне-средне магистральных самолетов определены ключевые технологии, без которых обеспечение требуемых параметров двигателя было бы невозможно.

Одной из основных технологий для вентилятора перспективного двигателя выбрана технология изготовления полой широкохордной лопатки вентилятора методом сверхпластического формования и диффузионной сварки (СПФ/СД). Лопатка, изготовленная по этой технологии, позволяет обеспечить требуемые параметры компрессора низкого давления.

На начало работы по разработке конструкции полой широкохордной рабочей лопатки вентилятора ОАО "Авиадвигатель" не имело опыта и методик проектировании данных лопаток, а также характеристик материалов применяемых в конструкции лопаток после СПФ/СД.

Для реализации данного проекта была сформирована рабочая группа состоящая из специалистов ОАО «Авиадвигатель», ИПСМ РАН, ФГУП «ЦИАМ» и ОАО «УМПО». Перед рабочей группой были поставлены следующие задачи:

- Аэродинамический проект бесполочного вентилятора с применением современных методов пространственного профилирования на базе прототипа С179-1, успешно прошедшего испытания на стенде Ц-3А в ФГУП «ЦИАМ»;
- Определение характеристик титанового сплава ВТ6 после выполнения процессов СПФ/СД;
- Оптимизация геометрии лопатки (толщины корыта и спинки; соотношение толщин листов корыта, спинки и внутреннего листа; угол наклона ребер; ширину зон сварки; максимальную длину ребер и их количество) с учетом обеспечения прочности и аэродинамики лопатки;
- Выпуск РКД и ГМ на лопатку;

- Определение технологической схемы изготовления полый РЛ вентилятора;
- Разработка модели поведения сплава ВТ6 в субмикроструктурном состоянии (используется для лист наполнитель) в широком диапазоне скоростей деформации на основе эксперимента на формуемость при двухосном деформировании титановых листов и экспериментов на одноосное растяжение;
- Численное моделирование формообразования при прохождении реальных технологических процессов изготовления вентиляторной лопасти: диффузионной сварке, изотермической штамповке, сверхпластической формовке;
- Проектирование заготовок для всех технологических переходов при производстве лопасти: заготовка спинки, корыта и внутреннего листа лопасти, заготовка под диффузионную сварку, изотермическую штамповку и формовку.
- Разработка технологии изготовления полый РЛ вентилятора

Итогом выполненных работ стала разработка конструкции полый широкохордной рабочей лопасти вентилятора удовлетворяющей требованиям ТЗ и разработка технологии изготовления с учетом всех технологических переделов.

Вывод:

- Отработана методика проектирования полый лопасти вентилятора, это позволит в дальнейшем проектировать полые лопасти любых габаритов для двигателей гражданского и военного применения;
- Отработана методика численного моделирования технологических переделов полый лопасти;
- Сформулирован подход к оценке конструкционной прочности полый лопасти;
- Согласно разработанной конструкторской документации ОАО «Авиадвигатель» на сегодняшний день в ИПСМ РАН г. Уфа и ОАО «УМПО» изготовлено 80 РЛ вентилятора (см. рисунок 1). Результаты неразрушающего контроля (рентгенографическая томография и акустическая (ультразвуковая) микроскопия) не выявили отклонений от геометрии, что подтверждает правильность численного моделирования и спроектированных заготовок.

- По результатам испытаний полых РЛ вентилятора в составе дв. ПД-14 получены требуемые высокие аэродинамические параметры вентилятора.
- В настоящее время натурный образец дв. ПД-14 с полыми РЛ вентилятора участвует в экспозиции ОАО «УК «ОДК» на Международном авиационно-космическом салоне МАКС-2013 (см. рисунок 2).



Рисунок 1 – Полая широкохордная рабочая лопатка вентилятора



Рисунок 2 – Натурный образец дв. ПД-14 с полыми РЛ вентилятора на МАКС-2013