

УДК 629.7.03:620.1

Бирюков С. П., Мурашкин Е. И., Пейчев Г. И., Яловенко Е. В.
ГП «Ивченко-Прогресс». Украина, Запорожье

ОБЛЕГЧЁННАЯ КОМПОЗИТНАЯ ОТКЛОНЯЮЩАЯ РЕШЁТКА РЕВЕРСИВНОГО УСТРОЙСТВА АВИАДВИГАТЕЛЯ ИЗ ОБЪЕМНЫХ ПУСТОТЕЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ВНУТРЕННИМИ ПОЛОСТЯМИ, УСИЛЕННЫМИ ГОФРИРОВАННЫМ ЗАПОЛНИТЕЛЕМ

Анотація

Представлено результати проектування та виготовлення перспективної полегшеної композитної відхильючої решітки реверсивного пристрою авіадвигуна із елементів з внутрішньою порожниною, що підсилена гофрованим заповнювачем.

Abstract

The results of design and manufacture of advanced aero engine lightweight composite thrust reverser cascade made of internally hollow elements reinforced with a corrugated filler inserted into them have been described.

Создание современной, конкурентоспособной авиационной техники невозможно без использования последних достижений в области материаловедения. Одним из основных направлений развития авиационной техники является все большее использование полимерных композиционных материалов (далее ПКМ). Обладая уникальными свойствами, ПКМ позволяют решать взаимоисключающие задачи, например: уменьшая вес конструкции одновременно повышать ее прочность, долговечность, снизить стоимость изделий, как в производстве, так и при дальнейшей эксплуатации.

Как правило, невозможно произвести механическое копирование конструкции деталей или сборочных единиц авиационного двигателя, изготовленных из металла, под композитный материал. Технологические и прочностные особенности ПКМ определяют необходимость применения как новых конструктивных и технологических решений, так и специализированного оборудования [1, 2].

Ускоренное развитие технология композитов получила в 60–80-х годах прошлого века. ГП «Ивченко-Прогресс», является одним из немногих предприятий авиационной отрасли в СНГ, которому удалось продолжать создавать новые и совершенствовать ранее созданные авиационные двигатели. Учитывая тенденции развития мирового авиадвигателестроения, пришло время более внимательно отнестись к вопросу внедрения ПКМ в конструкциях вновь создаваемых на предприятии двигателей [2]. Так,

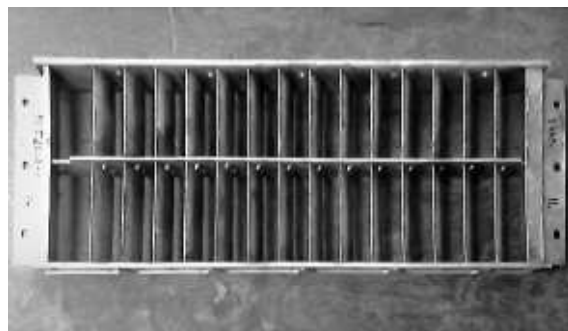


Рис. 1. Серийная металлическая отклоняющая решетка



Рис. 2. Внешний вид экспериментальной решётки из входящих, отлитых из реактопласта под давлением

в процессе модернизации двигателя ПС-90 (Россия), предусматривается использование значительного количества ПКМ, а при проектировании перспективных двигателей семейства ПД-14, предусматривается широкое применение ПКМ, включая такие высоконагруженные детали как рабочие лопатки вентилятора.

Одной из последних разработок ГП «Ивченко-Прогресс» является цельнокомпозитная отклоняющая решетка реверсивного устройства (далее РУ) авиадвигателя. Серийно выпускаемая решетка РУ (прототип) представляет собой пространственную сварную конструкцию из алюминиевого сплава (см. рис. 1).

Необходимо отметить, что это второй вариант цельнокомпозитной конструкции решетки РУ. Первым этапом в применении композитов в конструкции отклоняющей решётки РУ на ГП «Ивченко-Прогресс», было применение прессованных под давлением из реактопластичного прессматериала на

основе новолачной фенолформальдегидной смолы входящих, — сегментов и фланцев, собираемых в решётку на клеємеханическом соединении [3, 4] (см. рис. 2). Первый вариант решетки из ПКМ имел ряд неустраняемых недостатков, что и привело к продолжению работ по совершенствованию конструкции.

В основу второго варианта конструкции решетки были положены результаты опытно-конструкторских работ и испытаний, выполненных ранее на ГП «Ивченко-Прогресс» [5]. Для перехода на изготовление решетки из слоистого композитного мате-

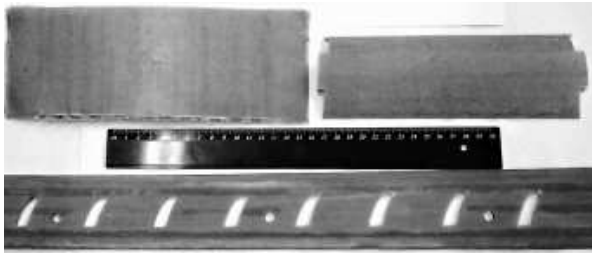


Рис. 3. Внешний вид некоторых элементов конструкции решётки



Рис. 4. Внешний вид окончательно готовой композитной пустотелой решётки

риала была изменена концепция подхода к проектированию указанной конструкции с сохранением ее функциональных особенностей.

Количество композитных элементов, воздействующих непосредственно на поток и подверженных аэродинамической нагрузке, было уменьшено в два раза, а высота их по хорде соответственно увеличена, длина профилей при этом осталась неизменной. В качестве материала был выбран стеклопластик ВПС-7 (стеклоткань марки Т-10-14 на связующем ЭДТ-10П). Заготовки формуруются из препрега стеклоткани. После отверждения связующего и удаления облоя (работа, при наличии хорошей оснастки, выполняется работником средней квалификации), на эпоксидном клее марки ВК-9 собираются заготовки входящих элементов (лопатки, боковые фланцы, передний и задний фланец).

После механической обработки некоторых заготовок на станке с ЧПУ, входящие элементы решетки собираются на эпоксидном клее в готовую деталь со-

единением «шип-паз» (см. рис. 3). Далее, на кондукторном приспособлении, выполняется сверление в местах крепежных элементов решетки, и вклеиваются усиливающие текстолитовые втулки. Внешний вид готовой решетки представлен на рис. 4.

Интегральная кажущаяся фактическая плотность деталей конструкции составила 0,77...0,79 г/см³. Снижение массы полученной детали по сравнению с алюминиевой решёткой составляет 0,820 кг или 51,5 % (0,770 кг вместо 1,590 кг). В расчете на мотокомплект решеток, снижение массы составляет 14,76 кг или 7,6 % по отношению к общей массе реверсивного устройства.

Экспериментальные решетки в количестве 2 штук были установлены на двигатель и успешно прошли стендовые испытания.

В результате полученного опыта, были намечены пути дальнейшего совершенствования конструкции решетки с точки зрения ее технологичности и стоимости изготовления.

Выводы

1. Использование ПКМ в деталях и сборочных единицах конструкции реверсивного устройства авиационного двигателя позволяет существенно снизить вес конструкции без снижения эксплуатационных характеристик.

2. Необходимо продолжить работы по совершенствованию конструкции решетки из ПКМ с целью улучшения технологичности конструкции, повышения прочности и снижения ее стоимости

Литература

1. *Гуляев Г. М.* Структура и свойства полимерных волокнистых композитов. М.: Химия, 1981. — 232 с.

2. *Рубцов С. М.* Применение современных полимерных композиционных материалов в элементах и узлах газотурбинных авиационных двигателей. // Диссертация на соискание ученой степени КТН. 2009 год Пермь.

3. *Николаевский С. В., Бирюков С. П., Бугрин В. Н., Шерембей Б. С., Мурашкин Е. И., Ивко В. Н.* «Ивченко-Прогресс» — старт в новый век: полимерные композиты в устройстве реверсирования тяги ГТД. // Технологические системы. — № 5 / 2001. — с. 45–56.

4. *Патент* на винахід, Україна, № 28120, Бюл. № 5, 16.10.2000. Решітка аеродинамічних профілів пристрою реверсування тяги реактивного двигуна.

5. *Бирюков С. П., Мурашкин Е. И., Пейчев Г. И., Шерембей Б. С., Ивко В. Н.* Прочностные свойства тонкостенного стеклопластикового конструкционного элемента одинарной кривизны с внутренней полостью, образованной гофрированным наполнителем. // Технологические системы. — № 2/2008. — с. 87–89.