

УДК 629.7.018

И.П. ВАСИЛЬЕВ, Ю.С. МАРКОВ*Федеральное государственное унитарное предприятие Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова «ЦИАМ»*

СТЕНД ДЛЯ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ФАКТОРОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ И САМОЛЕТА

Рассмотрены причины, повлекшие за собой создание стенда для проведения инженерных и сертификационных испытаний компонентов, агрегатов, деталей или узлов авиационных двигателей и самолетов гражданской авиации на огнестойкость или огнестойкость. Приведено краткое описание и технические характеристики созданного в испытательном комплексе ЦИАМ стенда, обеспечивающего воспроизведение воздействия факторов эксплуатации, при которых возможно возникновение и развитие пожара в условиях полета. Рассмотрено использование стенда применительно к огневым испытаниям образца, моделирующего уязвимое место корпуса вентилятора. Представлены результаты калибровки горелки по тепловому потоку, по воспроизведению заданных параметров аэродинамического обдува образца и изменению его теплового состояния в процессе испытания.

Ключевые слова: *огнестойкость, огнестойкость, воспроизведение, испытания, образец, стенд.*

Введение

В связи с большой актуальностью работ по сертификации в части огнестойкости и огнестойкости элементов перспективных двигателей и самолетов во ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова» был разработан и создан стенд для проведения огневых испытаний с воспроизведением факторов эксплуатации.

Огнестойкий материал или компонент – материал или компонент, способный выдерживать пламя с температурой 1100 ± 80 °С как минимум в течение 5 минут при выполнении своих функций.

Огнестойкий материал или компонент – материал или компонент, способный выдерживать, как сталь или лучше, пламя с температурой 1100 ± 80 °С как минимум в течение 15 минут при выполнении своих функций.

Компоненты силовой установки и самолета – узлы, системы и агрегаты, входящие в состав их конструкции.

1. Формулирование проблемы

При сертификации силовой установки и самолета одним из основных направлений в подтверждении их безопасности является установление огнестойкости (защиты от пожара).

Ранее это требование подтверждалось в основном проведением огневых испытаний мотогондолы вместе с двигателем, по результатам которых оце-

нивалась огнестойкость силовой установки к пожару. В настоящее время с целью сокращения затрат методика подтверждения стойкости к пожару изменена в сторону проведения фрагментарных огневых испытаний компонентов силовой установки. Эти испытания являются одним из основных методов подтверждения огнестойкости двигателя. Несмотря на то, что данный метод является более экономичным, подтверждение соответствия является достаточно сложным по реализации и длительным по времени.

Испытаниям могут подвергаться следующие компоненты силовой установки:

- корпусные детали и узлы;
- узлы крепления двигателя и реверсивного устройства;
- пожарные перегородки;
- капоты двигателя;
- компоненты топливной, масляной и гидравлических систем;
- воздухопроводы;
- элементы органов управления выключением двигателя;
- электрическое и электронное оборудование;
- фрагменты элементов конструкции.

В связи с большим многообразием возможных объектов испытаний и с необходимостью воспроизведения различных условий эксплуатации как по испытательным средам, так и по их параметрам, приемлемым вариантом в данной ситуации является создание установки под испытания конкретного

объекта или их группы с близкими характеристиками. Но тогда количество таких установок будет весьма велико, и затраты на их создание могут превысить затраты на проведение огневых испытаний.

Выходом из данной ситуации, по мнению авторов статьи, является создание универсального стенда, который обладал бы достаточно гибкой и легко изменяемой технологической схемой для проведения инженерных и сертификационных испытаний практически любых компонентов, агрегатов, деталей или узлов силовых установок на огнестойкость или огнестойкость.

Целью проведенной работы являлись разработка и создание универсального стенда и проведение на нем огневых испытаний образцов с воспроизведением воздействия факторов эксплуатации, при которых возможно возникновение и развитие пожара.

2. Решение проблемы

Основным элементом стенда является горелка, предназначенная для теплового воздействия на испытываемый образец стандартным пламенем. Тепловое воздействие строго нормировано. Температура пламени горелки должна быть стандартной и равной 1100 ± 80 °С, а тепловой поток равен 116 ± 10 кВт/м².

Кроме теплового воздействия стандартного пламени на испытываемый образец при испытаниях должно воспроизводиться воздействие факторов самых тяжелых эксплуатационных условий, при которых возможно возникновение и развитие пожара. Факторами, влияющими на стойкость компонента к пожару, могут быть: вибрация, охлаждение элемента потоком воздухом, прокачка охлаждающей жидкости, нагружение и т.п. Для воспроизведения этих факторов при огневых испытаниях стенд должен быть оснащен соответствующими системами и устройствами.

В результате выполненного комплекса расчетно-экспериментальных, конструкторских и технологических разработок создан стенд, включающий в себя следующее основное оборудование и технологические системы, обеспечивающий проведение огневых испытаний с воспроизведением эксплуатационных факторов.

Стенд включает следующие устройства и системы:

- систему воспроизведения стандартного пламени, включающую газовую горелку с системами подачи воздуха и топливного газа и устройства для калибровки горелки по температуре пламени и тепловому потоку;

- систему воспроизведения вибрации образцов;
- систему подачи воздуха для обеспечения ох-

лаждения образцов потоком воздуха;

- систему подготовки и подвода к испытываемым образцам жидкостей (масла, топлива и гидрожидкости);

- систему видеонаблюдения за процессом испытаний;

- систему электромеханических приводов стендовых агрегатов и запорной арматуры;

- автоматизированную информационно-измерительную систему сбора и первичной обработки информации (АИИС);

- систему регулирования и управления стендовыми устройствами.

Для воспроизведения факторов реальной эксплуатации при проведении огневых испытаний проводится их анализ и определяются критерии подобия, обеспечивающие эквивалентность испытаний образцов на огнестойкость по стойкости к тепловому воздействию и нагружению.

На рис. 1 представлен общий вид стенда с системой обдува образцов потоком воздуха.

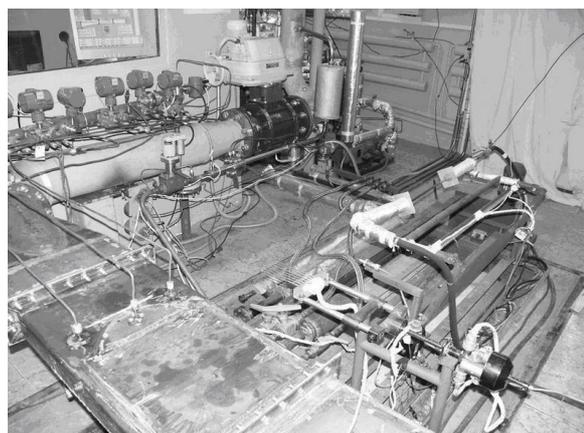


Рис. 1. Общий вид стенда

Система обдува обеспечивает подачу воздуха с параметрами, характерными для силовых установок самолетов гражданской авиации. В частности:

- расход воздуха от 0,5...6,5 кг/с;
- статическое давление воздуха < 0,3 МПа;
- скорость воздушного потока до 250 м/с.

При этом для контроля за параметрами воздушного потока система оборудована измерителями давления, температуры и расхода воздуха.

Система воспроизведения вибраций обеспечивает при огневых испытаниях воспроизведение, контроль и регистрацию вибраций в диапазоне частот $f=33-50$ Гц с амплитудами виброперемещения $A=0,4-1,6$ мм (размах 0,8...3,2 мм). Вибрации создаются с помощью вибромотора. На рис. 2 показан общий вид устройства для воспроизведения вибрации.

Для контроля и регистрации параметров вибрации используется стандартная система измерения и контроля вибрации.

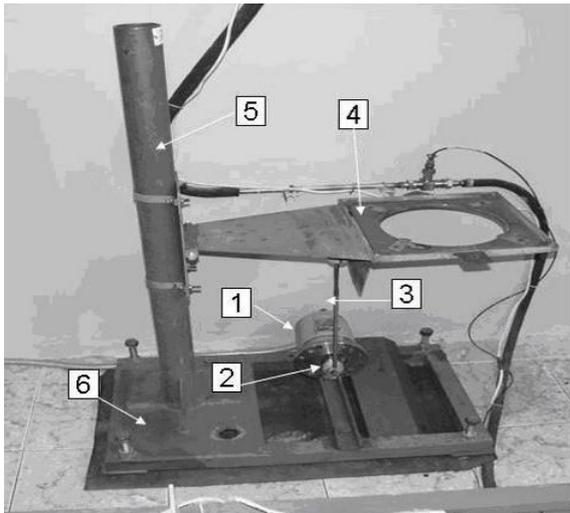


Рис. 2. Устройство для воспроизведения вибрации:
1 – электродвигатель, 2 – эксцентрик, 3 – тяга,
4 – стол для крепления испытуемого изделия,
5 – стойка, 6 – станина

Система подготовки и подачи к испытываемому образцу масла (рис. 3) включает в себя: маслобак с электронагревательными элементами, нагнетающий и откачивающий насосы, масляные фильтры тонкой и грубой очистки, нагнетающую, перепускную и откачивающую масляные магистрали, мерные участки для измерения расхода, температуры и давления масла и запорно-регулирующую арматуру.

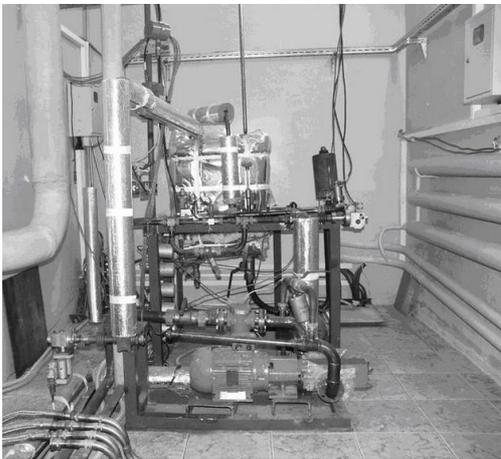


Рис. 3. Система подготовки и подачи масла

Система обеспечивает подачу и откачку масла с расходом, температурой и давлением, характерными для масляных систем силовых установок, в частности: расход 0,10...60 л/мин, температура до 200 °С и давление до 6 МПа. В состав системы входит оборудование, обеспечивающее возможность быстрого изменения воспроизводимых параметров в процессе испытаний.

Автоматизированная информационно-измерительная система (АИИС) предназначена для измерения и регистрации параметров оперативности про-

ведения испытаний и обработки их результатов, обеспечения безопасности и эффективности ведения процесса испытаний, а также оперативного контроля технологических и режимных параметров на современном техническом уровне.

АИИС представляет собой распределенную систему, состоящую из следующих функциональных подсистем:

- информационной, включающей в себя подсистему измерений и регистрации режимных, технологических параметров и параметров, характеризующих работу исследуемого агрегата на стационарных режимах работы;

- центральной, включающей в себя телекоммуникационные средства и средства локальной вычислительной сети (ЛВС), сервер, автоматизированное рабочее место исследователя (АРМИ), автоматизированное рабочее место экспериментатора (АРМЭ).

Далее приводятся некоторые результаты по использованию стенда при проведении огневых испытаний. Так, до и после проведения огневого испытания проводится калибровка горелки по температуре и тепловому потоку для проверки соответствия пламени горелки требованиям ISO2685. На рис. 4 представлен пример калибровки горелки по плотности теплового потока q .

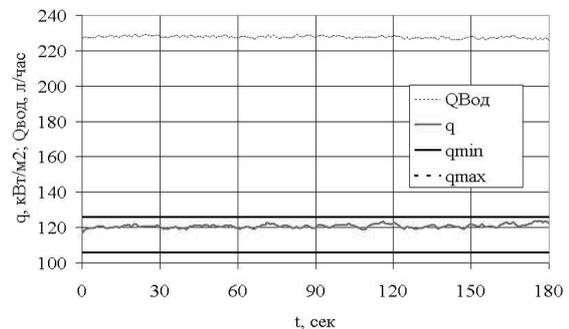


Рис. 4. Калибровка горелки по тепловому потоку

На рис. 5 показано изменение параметров воздушных потоков в процессе испытания при воспроизведении факторов эксплуатации.

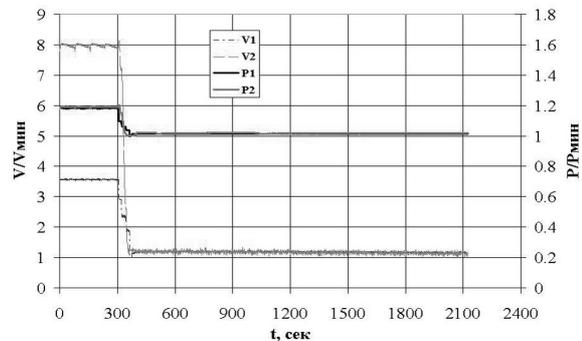


Рис. 5. Изменение скорости и давления воздушного потока

Кроме того, в процессе испытаний контролируется температура пламени горелки и температура поверхности испытуемого образца (рис. 6).

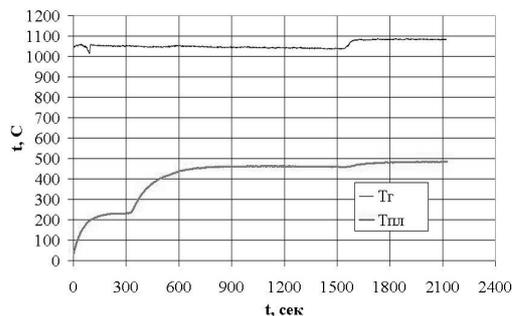


Рис. 6. Температура пламени горелки и образца

Заключение

В результате выполненного комплекса работ создан универсальный стенд, позволяющий прово-

дить огневые испытания элементов силовой установки и самолета с воспроизведением основных эксплуатационных факторов, влияющих на стойкость к пожару.

В процессе пуско-наладочных и огневых испытаний на этом стенде:

- отработана методика калибровки горелки по тепловому потоку и температуре;

- отработана методика проведения огневых испытаний с воспроизведением основных эксплуатационных факторов и обеспечением высокой точности измерения и регулирования основных параметров.

Использование данного стенда позволит сократить затраты на доводку и сертификацию современных и перспективных силовых установок и самолетов гражданской авиации.

Поступила в редакцию 18.05.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф. кафедры В.Т. Шепель, Рыбинская государственная авиационно-технологическая академия, Рыбинск, Россия.

СТЕНД ДЛЯ ВІДТВОРЕННЯ ЧИННИКІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПРИ ВИПРОБУВАННЯХ НА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ І ЛІТАКА

І.П. Васильєв, Ю.С. Марков

Розглянуті причини, що призвели за собою створення стенду для проведення інженерних і сертифікаційних випробувань компонентів, агрегатів, деталей або вузлів авіаційних двигунів і літаків цивільної авіації на вогнестійкість або вогненепроникненість. Приведений короткий опис і технічні характеристики створеного у випробувальному комплексі ЦІАМ стенду, що забезпечує відтворення дії чинників експлуатації, при яких можливе виникнення і розвиток пожежі в умовах польоту. Розглянуто використання стенду стосовно вогняних випробувань зразка, що моделює вразливе місце корпусу вентилятора. Представлені результати калібрування пальника по тепловому потоку, по відтворенню заданих параметрів аеродинамічного обдування зразка і зміні його теплового стану в процесі випробування.

Ключові слова: вогнестійкість, вогненепроникненість, відтворення, випробування, зразок, стенд.

STAND FOR SIMULATION OF OPERATING FACTORS DURING FIRE-RESISTANCE TESTS OF POWERPLANT AND AIRCRAFT COMPONENTS

I.P. Vasilev, Y.S. Markov

This paper describes the reasons which led to the creation of the stand intended for conducting the engineering and certification fire-resistance and fireproof tests of the aircraft and aviation engine components, assemblies, accessories and parts. This stand is designed and constructed at the CIAM's Test Complex with the aim of simulating the action of the operating factors with availability of which it is possible that fire may occur and propagate in the process of fire-resistance tests. The brief description and technical characteristics of this stand are presented. The application of this stand to the fire testings of the specimen modelling the vulnerable area of the fan case is considered. The paper contains the results of the burner calibration performed against thermal flow, simulation of the given parameters of aerodynamic flowing of the specimen and change of its thermal condition during the test.

Key words: fire-resistance, fireproof, simulation, tests, specimen, stand.

Васильєв Иван Павлович – ведущий инженер Федерального государственного унитарного предприятия Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова «ФГУП ЦИАМ им. П.И. Баранова», Москва, Россия, e-mail: vasilev@ciam.ru.

Марков Юрий Степанович – канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник Федерального государственного унитарного предприятия Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова «ФГУП ЦИАМ им. П.И. Баранова», Москва, Россия, e-mail: markov@ciam.ru.