УДК 621.454

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО РЕСУРСА АГРЕГАТОВ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК НА СТАДИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

© 2013 В. В. Бирюк, В. М. Бронштейн, А. С. Преснякова,
М. Ю. Шатилова, С. С. Достовалова

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)

Приведена методика расчёта потребного ресурса и гарантийного срока работоспособности агрегатов ракетных двигательных установок.

Ракетная двигательная установка, потребный ресурс работоспособности агрегатов, гарантийный ресурс работоспособности агрегатов.

Определение потребного ресурса работы агрегата производится путём анализа условий эксплуатации в составе ракетной двигательной установки (РДУ) и его хранения, а также методов контроля работоспособности [1-3]. Необходимо суммировать количество срабатываний и нагружений давлением рабочей среды при изготовлении изделия, профилактических, регламентных проверках в периоды хранения РДУ, нахождения в состоянии готовности к работе, контрольных проверках в период испытаний пневмогидравлической схемы РДУ на техническом и стартовом комплексах с последующим рабочим функционированием. Это относится как к агрегатам одноразового, так и многоразового действия. Для агрегатов одноразового действия (например, пироклапаны) ресурс работоспособности определяется в основном количеством нагружений давлением рабочей среды. В расчёте потребного ресурса срабатываний агрегатов не учитываются срабатывания, происходившие на стадии первоначальной сборки агрегатов. Учитываются только срабатывания после выхода агрегата из цеха-изготовителя.

Агрегаты должны иметь гарантийный ресурс, достаточный для проведения всех необходимых испытаний изделия.

В гарантийный ресурс входят следующие составляющие этапы срабатывания агрегатов:

- этап *а* – при испытаниях в процессе сборки трубопроводов и систем РДУ на заводе-изготовителе;

- этап *б* – при циклах испытаний взаимодействия систем блока с проверочно-пусковым оборудованием в КИС завода-изготовителя, в процессе проверок при хранении РДУ, испытаний при подготовке на техническом и стартовом комплексах;

- этап *в* – циклы испытаний с начала заправки изделия и до окончания функционирования систем изделия при штатной работе. В этот этап включаются операции полного слива и последующих продувок азотом и воздухом.

Под циклом работы РДУ следует понимать суммарный комплекс операций, проводимых в процессе работ на этапе *б* и одной работы на этапе *в*. Например, для ракеты-носителя «Энергия» назначенное количество циклов работы РДУ второй ступени составило 10, а стартово-стыковочного блока – 15.

В программах сдаточных испытаний агрегатов отражён заданный гарантийный суммарный ресурс агрегатов. Он включает прогнозируемую наработку агрегатов в процессе изготовления РДУ на этапе *а* и на этапах *б* и *в* за все циклы работы РДУ с учётом обеспечения необходимого запаса ресурса.

В соответствии с требованиями по эксплуатации ракет-носителей при изготовлении РДУ на этапе *а* и в период каж-

дого цикла работы РДУ на этапе *б* допускается использовать не более 67% прогнозируемых ресурсов агрегатов для соответствующих этапов эксплуатации РДУ.

В процессе изготовления и эксплуатации РДУ должны производиться отметки о его наработке. При наработке на этапах *б* и *в* указывается номер цикла, на котором производилась наработка.

Для агрегатов, заимствованных с других изделий, разбивка ресурса для этапов *а*, *б* и *в* должна производиться в случае, если такая разбивка приведена в инструкции по испытаниям. В случае отсутствия такой разбивки указанный ресурс работоспособности агрегата в инструкции по испытаниям считать ресурсом для этапа *в*, при этом фиксацию наработки агрегатов на этапах *а* и *б* отнести за счёт ресурса этапа *в*.

Для агрегатов, вновь разработанных или заимствованных с других изделий, входящих в состав испытательного оборудования, ресурс работоспособности агрегата, указанный в габаритном чертеже, считать ресурсом этапа *в*, за счёт которого проводится наработка агрегатов в процессе изготовления и эксплуатации РДУ на этапах *а* и *б*.

Перед лётным испытанием РДУ остаточный гарантийный ресурс агрегатов суммарно на этапах *а*, *б* и *в* после изготовления РДУ и всех циклов его эксплуатации должен составлять не менее 50% заданной суммарной гарантийной наработки агрегатов.

Величина ресурса агрегата проверяется при его автономных испытаниях на специальном стенде, позволяющем имитировать условия эксплуатации агрегата (по давлению, скорости открытия и закрытия, температуре и т.д.). Только на основании таких тщательно проведённых испытаний можно судить об истинном ресурсе клапана.

Библиографический список

1. Болотин, В.В. Ресурс машин и конструкций [Текст] / В.В. Болотин. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.

2. Основы создания агрегатов автоматики пневмогидравлических систем летательных аппаратов и двигателей. Ч. 1. Обеспечение конструкторской надежности и технологичности агрегатов [Текст] / А.И. Евстигнеев, А.Е. Жуковский, В.М. Квасов [и др.]. – Самара: НПО «Импульс», 1993. – 375 с.

3. Эдельман, А.И. Топливные клапаны жидкостных ракетных двигателей [Текст] / А.И. Эдельман. – М.: Машиностроение, 1970. – 244 с.

FORECASTING THE INDIVIDUAL PERFORMANCE CAPABILITIES OF THE ROCKET ENGINE POWERPLANT UNITS AT THE MAINTANANCE STAGE

© 2013 V. V. Biryuk, V. M. Bronshtein, A. S. Presnyakova, M. Y. Shatilova, S. S. Dostovalova

Samara State Aerospace University

This paper describes a methodology of calculation of the required performance capabilities of rocket engine power plant units.

Rocket engine power plant, required unit performance capabilities, guaranteed unit life.

Информация об авторах

Бирюк Владимир Васильевич, доктор технических наук, профессор кафедры теплотехники и тепловых двигателей, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: Teplotex_ssau@bk.ru. Область научных интересов: тепломассообмен, термодинамика.

Бронштейн Виталий Михайлович, кандидат технических наук, доцент кафедры теплотехники и тепловых двигателей, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: csdb@samtel.ru. Область технических интересов: проектирование ракетно-космической техники.

Преснякова Алла Сергеевна, аспирант кафедры теплотехники и тепловых двигателей, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: csdb@samtel.ru. Область технических интересов: проектирование ракетно-космической техники.

Шатилова Мария Юрьевна, аспирант кафедры теплотехники и тепловых двигателей, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: csdb@samtel.ru. Область технических интересов: проектирование ракетно-космической техники.

Достовалова София Сергеевна, студент, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). Область технических интересов: тепломассообмен, термодинамика.

Biryuk Vladimir Vasilievich, Doctor of Sciences (Engineering), Deputy Head of the Heat Engineering and Heat Engines Department, Samara State Aerospace University. E-mail: Teplotex_ssau@bk.ru. Area of research: heat-and-mass transfer, thermodynamics.

Bronshtein Vitali Mikhailovich, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor of the Heat Engineering and Heat Engines Department, Samara State Aerospace University. E-mail: csdb@samtel.ru. Area of research: space rocket design.

Presnyakova Alla Sergeevna, postgraduate student of the Heat Engineering and Heat Engines Department, Samara State Aerospace University. E-mail: csdb@samtel.ru. Area of research: space rocket design.

Shatilova Mariya Yurievna, postgraduate student of the Heat Engineering and Heat Engines Department, Samara State Aerospace University. E-mail: csdb@samtel.ru. Area of research: space rocket design.

Dostovalova Sofia Sergeevna, undergraduate student, Samara State Aerospace University. E-mail: Teplotex_ssau@bk.ru. Area of research: heat-and-mass transfer, thermodynamics.