

ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРОПНЕВМОАРМАТУРЫ ДЛА И ЛА

А.Н. Видяскина, Е.Н. Ермилова, Ю.И. Кондрашов

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва, г. Самара, vidiaskina@yandex.ru

Ключевые слова: концентратор напряжения, ресурс работы, снижение нагружения, гидروпневмоарматура для управления ДЛА.

При проектировании современных конструкций двигателей летательных аппаратов (ДЛА) и летательных аппаратов (ЛА) различного назначения к числу основных требований, предъявляемых к надёжности, можно отнести и постоянно возрастающие требования к увеличению ресурса работы агрегатов. Этот параметр существенно влияет на выбор форм, размеров и материалов, позволяющих снижать и находить оптимальные конструктивные решения при создании многочисленных гидропневмоагрегатов, используемых в различных системах для управления потоками рабочих сред.

Одной из причин выхода из строя агрегатов, которая ограничивает их ресурс, является наличие локальных концентраторов напряжений (резкое изменение формы и размеров детали, поперечное отверстие, шпоночная канавка, резьба и др.) в деталях, входящих в конструкцию.

Использование метода конечных элементов, 3D-моделирования и современного программного обеспечения на их основе, такого как ANSYS, SolidWorks, КОМПАС и др., позволяет конструктору определить зоны максимальных напряжений и деформаций в локальных зонах, в которых могут появляться микротрещины, которые тоже ограничивают ресурс агрегатов.

Однако вышеперечисленные программные средства не позволяют в полном объёме оценить фактические напряжения в деталях агрегатов, подвергаемых воздействию рабочей среды. Это происходит вследствие того, что в процессе изготовления агрегатов в зависимости от различных способов получения конечных размеров детали в поверхностном слое, в том числе в местах концентрации напряжений, возникают дополнительные напряжения растяжения, величина которых зависит от режимов и методов формирования окончательных размеров детали. Эти напряжения суммируются с расчетными. Также необходимо учитывать, что многие детали работают при воздействии высоких температур [1-5].

На примере корпуса и крышки клапана (рис. 1) проведены испытания до разрушения в сочетании с конструктивными и технологическими методами по снижению напряжений в критических точках.



a *б*
Рис. 1 – Корпусная деталь (а) и крышка обратного клапана (б)

Приведены результаты расчёта влияния изменения конструктивных параметров формы деталей крышки и корпуса на изменение напряжений в зоне концентрации напряжений (рис. 2, 3). Данные конструктивные изменения в части увеличения ресурса подтверждаются результатами циклических ресурсных испытаний, которые показали увеличение ресурса на 15–18% по числу циклов срабатывания до разрушения, а также увеличение предельного значения разрушающих нагрузок в зоне локальных напряжений на 5-8%, причем характер разрушений сохраняется. Разрушение происходит по зонам концентрации напряжений (рис. 2, 3).

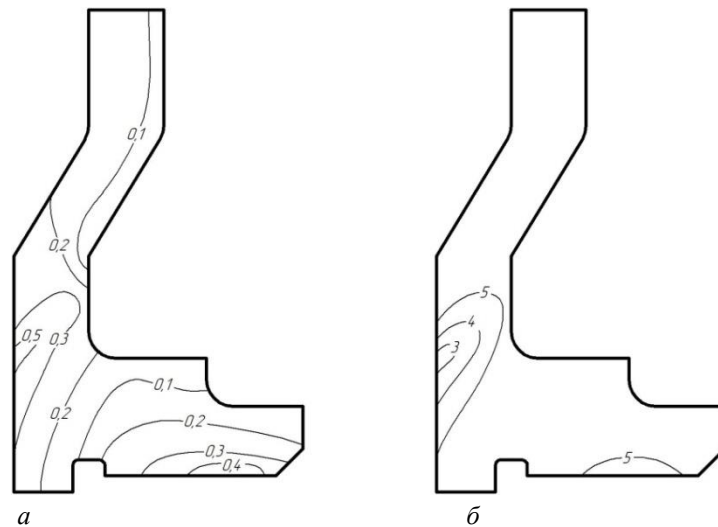


Рис. 2 – Распределение нагруженности материала (а), локальные зоны предполагаемого разрушения и предельного (б)

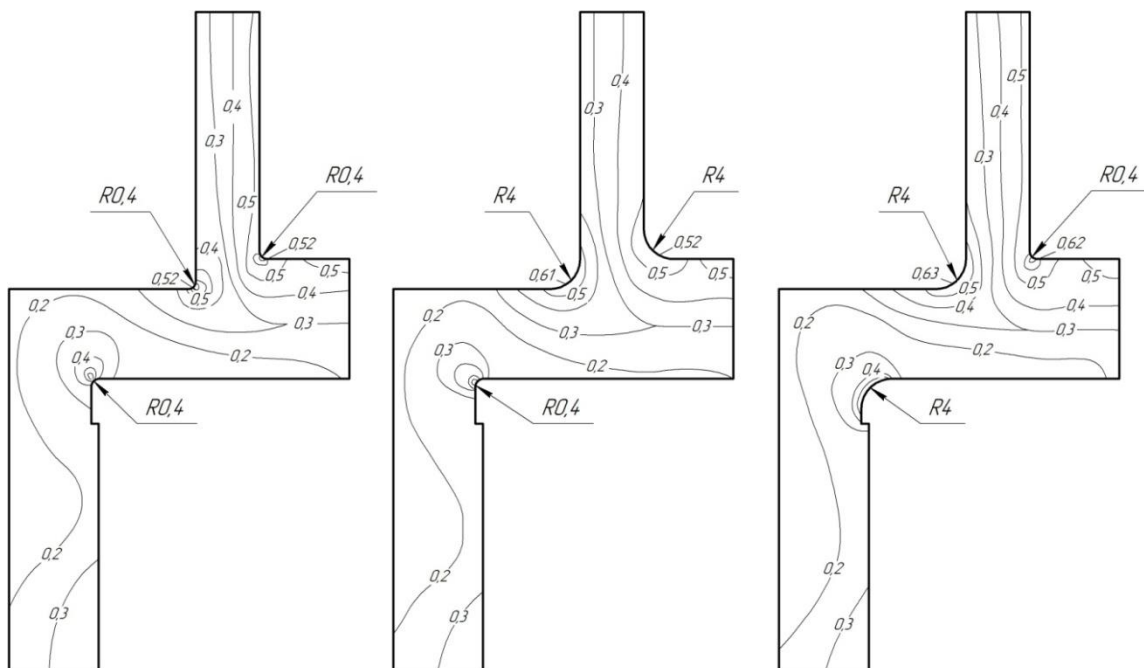


Рис. 3 – Локальные зоны прогнозируемого разрушения корпуса и распределение предельных относительных разрушающих нагрузок при различных радиусах скруглений

Также приводятся результаты исследования влияния металлизации напылением на характер развития трещин в зоне локальной концентрации напряжений, что необходимо

учитывать в случае исследования этого технологического метода на лопатках компрессоров, турбин ДЛА [6,7].

Список литературы

1. Зенкевич О.С. Метод конечных элементов в технике. М.: Мир, 1975. 543 с.
2. Casciaro R., Casini L.A. mixed formulation and mixed finite elements for limit analysis// *Int. J. Num. meth. Eng.* 1992. 18, №2. P. 211-243.
3. Беркович И.И., Громаковский Д.Г. Трибология. Физические основы, механика и технические приложения: Учебник для вузов / Под ред. Д.Г. Громаковского. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2000. 268 с.
4. Пачурин Г.В., Шевченко С.М., Дубинский В.Н., Власов О.В. Микромеханизмы высокотемпературной усталости и ползучести металлов и сплавов: учебное пособие. Н. Новгород: НГТУ, 2006. 131 с.
5. Торбило В.М. Алмазное выглаживание. М.: Машиностроение, 1972. 105 с.
6. Похвицкий Ю.Л. Повышение износостойкости пар трения пневмоарматуры в растворах КОН. Межвузовский сборник. Краснодар, 1986.
7. Багдад-Захаряник А.А. Высокотемпературные процессы в материалах, повреждаемых низкотемпературными лыгами. М.: Машиностроение, 1976.

Сведения об авторах

Видяскина Анна Николаевна, лаборант-исследователь НИИ-201, магистрант кафедры автоматических систем энергетических установок. Область научных интересов: динамика и виброакустика технических систем.

Ермилова Елена Николаевна, аспирант кафедры автоматических систем энергетических установок. Область научных интересов: автоматизация систем управления, динамика и виброакустика технических систем.

Кондрашов Юрий Иванович, доцент. Область научных интересов: проектирование гидропневматических агрегатов для различных систем ДЛА и ЛА, работающих в диапазоне температур от +550°C до -254°C.

INCREASING THE SERVICE LIFE OF THE CONSTRUCTIVE ELEMENTS OF THE HYDRO-PNEUMATIC FIXTURES FOR CRAFTS AND FLIGHT-TYPE ENGINES

Vidyaskina A.N., E.N. Ermilova, Y.I. Kondrashov

Samara National Research University, Samara, Russia, vidiaskina@yandex.ru

Keywords: stress concentrator, service life, microcracks, valve, hydro-pneumatic fixtures, flight-type engines control.

One of the main parameters for the units of the crafts and flight-type engines systems is the service life of the units. The existence of local stress concentrators is one of the reasons for the failure of units and reducing their service life. The article discusses constructive and technological methods of stress reduction at critical points using the example of a check valve body and cap. The results of calculating the influence of changes in the design parameters of the shape of the cap and body parts on the change in stresses in the stress concentration zone are presented. The results of a study of the effect of metal spraying on the nature of crack development in the zone of local stress concentration are also presented.