

Результатом применения изложенной методики и разработанных методических материалов явилось заметное повышение

качества подготовки студентов по дисциплине «Детали машин и основы конструирования», интереса к изучаемой дисциплине.

УДК: 620.169.1

ОСТАТОЧНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ КАК ПРИЧИНА СНИЖЕНИЯ ВЫНОСЛИВОСТИ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

©2016 Е.Е. Кочерова, А.С. Злобин, Д.В. Анохин, Р.Р. Кяримов, К.В. Рунова

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

RESIDUAL STRESSES AS THE CAUSE OF ENDURANCE DECREASE OF GTE HOUSING PARTS

Kocherova E.E., Zlobin A.S., Anokhin D.V., Kyarimov R.R., Runova K.V. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

By the carried out investigation it's been established that the cause of the GTE combustion chamber body endurance limit decrease is tensile residual stresses to 500 MPa caused by unfavorable technological heredity.

Опыт эксплуатации газотурбинных двигателей показывает, что неучтённая отрицательная технологическая наследственность может привести к разрушению деталей в работе, особенно при циклическом характере нагружения. При этом отказы ответственных деталей ведут к опасным, а в ряде случаев и к катастрофическим последствиям для объекта эксплуатации.

Анализ дефектов, проявившихся в процессе эксплуатации изделия, исследования, проведённые для выявления причин их возникновения, а также разработка мероприятий по их предотвращению, дают основу для оценки влияния технологической наследственности на надёжность типовых деталей. В данной работе исследуется влияние технологических остаточных напряжений на прочность внутреннего корпуса камеры сгорания.

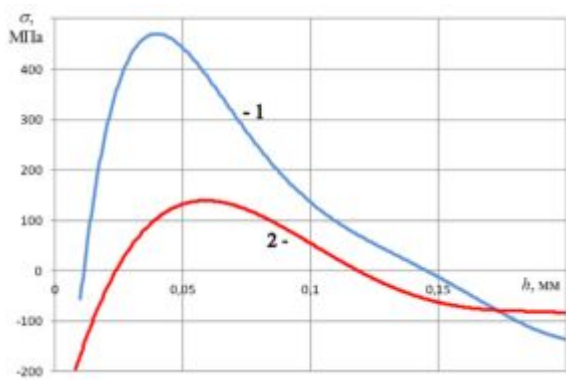
Дефект заключается в образовании четырёх трещин на конической части фланца с внутренней стороны корпуса, направленных по образующей (меридиану). Проведённый люминесцентный контроль выявил в той же зоне, кроме вышеуказанных четырёх трещин, большое количество аналогично ориентированных несквозных трещин длиной от 1,5 до 5 мм, две из которых оказались сквозными. Для исследования причин возникновения дефекта было принято решение о проверке различными методами контроля ещё нескольких ремонтных корпусов [1]. По ре-

зультатам контроля трещины были выявлены на 70 % ремонтных корпусов с наработками от 1000 до 6600 часов.

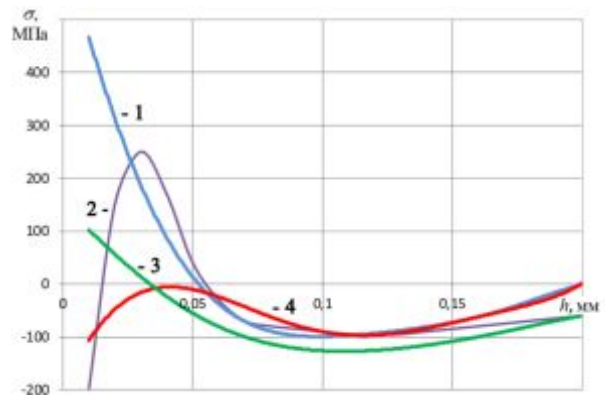
Оболочка камеры сгорания находится под внешним перепадом давления, что обеспечивает сжимающие окружные напряжения достаточно высокого уровня, не способствующие образованию и развитию меридиональных трещин отрыва [2]. Это говорит о наличии специфических условий образования и развития трещин, выяснение которых, наряду с необходимостью обоснования конструктивных и технологических мероприятий, потребовало проведения исследований [3].

Металлургические исследования выявили наличие нагартованного слоя в виде линий скольжения, а также остаточные напряжения сжатия порядка 10 МПа на внутренней поверхности. На рис. 1 и 2 приведены эпюры остаточных напряжений σ по толщине поверхностного слоя h исследованных корпусов, полученных методом Н.Н. Давиденкова.

Из приведённых на рис.1 и 2 данных можно сделать вывод, что основную роль в снижении выносливости корпуса камеры сгорания играет неблагоприятная технологическая наследственность, связанная с высоким уровнем растягивающих остаточных напряжений (до 500 МПа) в поверхностном слое.

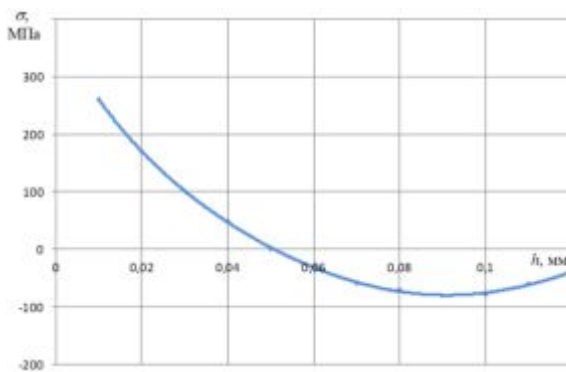


а

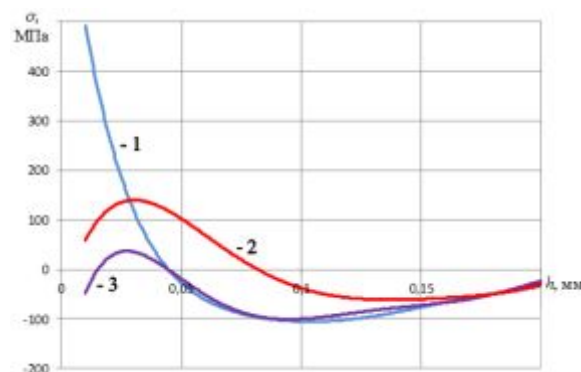


б

Рис. 1. Этюры остаточных напряжений в поверхностном слое корпуса:
 а) с наработкой 5798 часов: 1 – исходное состояние; 2 – полировка;
 б) с наработкой 4782 часа: 1 – наружная поверхность, исходное состояние; 2 – внутренняя поверхность, исходное состояние; 3 – наружная поверхность, термическая обработка; 4 – внутренняя поверхность, термическая обработка



а



б

Рис. 2. Этюры остаточных напряжений в поверхностном слое корпуса:
 а) с наработкой 6638 часов, исходное состояние;
 б) нового: 1- исходное состояние, 2 - термическая обработка, 3 - полировка

Для устранения выявленного недостатка необходимы нормализация режимов резания, введение пониженной температуры закалки, высокого отпуска и полировки поверхности корпуса, что стабилизирует предел выносливости на уровне 300 МПа на базе $5 \cdot 10^6$ циклов нагружения.

Библиографический список

1. Нормы прочности авиационных газотурбинных двигателей гражданской авиации. - М.: ЦИАМ, 2004. 260 с.

2. Терентьев В.Ф., Петухов А.Н. Усталость высокопрочных металлических материалов. - М.: ИМЕТ РАН-ЦИАМ, 2013. 515 с.

3. Ануров Ю.М., Федорченко Д.Г. Основы обеспечения прочностной надёжности авиационных двигателей и силовых установок. - СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2004. 390 с.