

Таблица 1 – Погрешность определения параметров кольцевого следа по отношению к экспериментальным данным

Параметр	Эксперимент [2]	МКЭ	SPH
Ширина кольцевого следа, $S_{упр}$, мм	0,34	0,39	0,36
Погрешность расчёта	-	14%	6%
Толщина упрочнённого слоя, мм	0,75	0,69	0,79
Погрешность расчёта	-	8%	5%

Моделирование обкатки роликом с учётом токарной обработки производилось с использованием SPH метода в системе ANSYS/AUTODYN. На первом этапе получено НДС образца после точения, на втором – НДС после обкатки роликом. Распределение осевых σ_z остаточных напряжений по толщине поверхностного слоя также представлено на рис. 1, а параметры кольцевого следа – в табл. 1.

Из данных табл. 1 и рис. 1 следует, что учёт технологических остаточных напряже-

ний, вызванных токарной обработкой, позволяет получить более точные значения параметров кольцевого следа после обработки образцов в сравнении с экспериментальными данными, а также более точные значения толщины упрочнённого слоя и осевых остаточных напряжений на поверхности детали.

Библиографический список

1. Костичев В.Э. Повышение сопротивления усталости коленчатых валов тепловых двигателей: дис. канд. техн. наук : 01.02.06 // Костичев Владислав Эдуардович ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Самар. нац. исслед. ун-т им. С. П. Королева (Самар. ун-т). – Самара, 2017.
2. Павлов В. Ф., Кирпичёв В. А., Вакулюк В. С. Прогнозирование сопротивления усталости поверхностно упрочнённых деталей по остаточным напряжениям. / Самара: Издательство СНЦ РАН, 2012. – 125 с.

УДК 621.787:539.319

РАСЧЁТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ИНТЕНСИВНОСТИ НАПРЯЖЕНИЙ В РЕЗЬБОВЫХ ДЕТАЛЯХ С ОСТАТОЧНЫМИ НАПРЯЖЕНИЯМИ

©2018 А.С. Злобин, В.П. Сазанов, Е.Е. Кочерова, Н.А. Сургутанов

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

THE CALCULATION DEFINITION OF STRESSES INTENSITY COEFFICIENT IN THREADED PARTS WITH RESIDUAL STRESSES

Zlobin A.S., Sazanov V.P., Kocherova E.E., Surgutanov N.A. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

The dependence of the stresses intensity coefficient on a crack size in non-hardened and hardened bolts M6 made of a titanium alloy BT16 is studied.

Анализ отказов разъёмных соединений ряда отечественных двигателей показывает, что наиболее часто поломки происходят в резьбовых соединениях опор, коробок отбора мощности, редукторов, а также в агрегатах и элементах крепления коммуникаций масляных и топливных систем. В таких узлах соединения подвержены воздействию значительных постоянных и переменных усилий, а разрушения имеют главным образом усталостный характер [1].

В настоящее время широко известно, что наличие в поверхностном слое сжимающих остаточных напряжений способствует увеличению циклической долговечности деталей, в том числе малоциклового [2], особенно при наличии концентраторов напряжений [3]. Такие сжимающие напряжения могут являться следствием технологических процессов изготовления детали, упрочняющих обработок и т. п.

В этой связи весьма актуальной становится задача прогнозирования циклической долговечности деталей с остаточными напряжениями, в том числе резьбовых.

На сегодняшний день достаточно глубоко разработана методика [4] оценки многоциклового усталости деталей с остаточными напряжениями, в то время как для случая малоциклового усталости подобная методика до сих пор не разработана.

В качестве одного из подходов к такой оценке можно применить методы линейной механики разрушения, по аналогии с тем, как это сделано в работе [3] для исследования предела выносливости образца с надрезом.

Предметом исследования являются болты М6 из титанового сплава ВТ16. Результаты испытаний партии данных болтов на малоцикловую усталость, с определением эпюры остаточных напряжений в подповерхностном слое во впадине резьбы, приведены в работе [5].

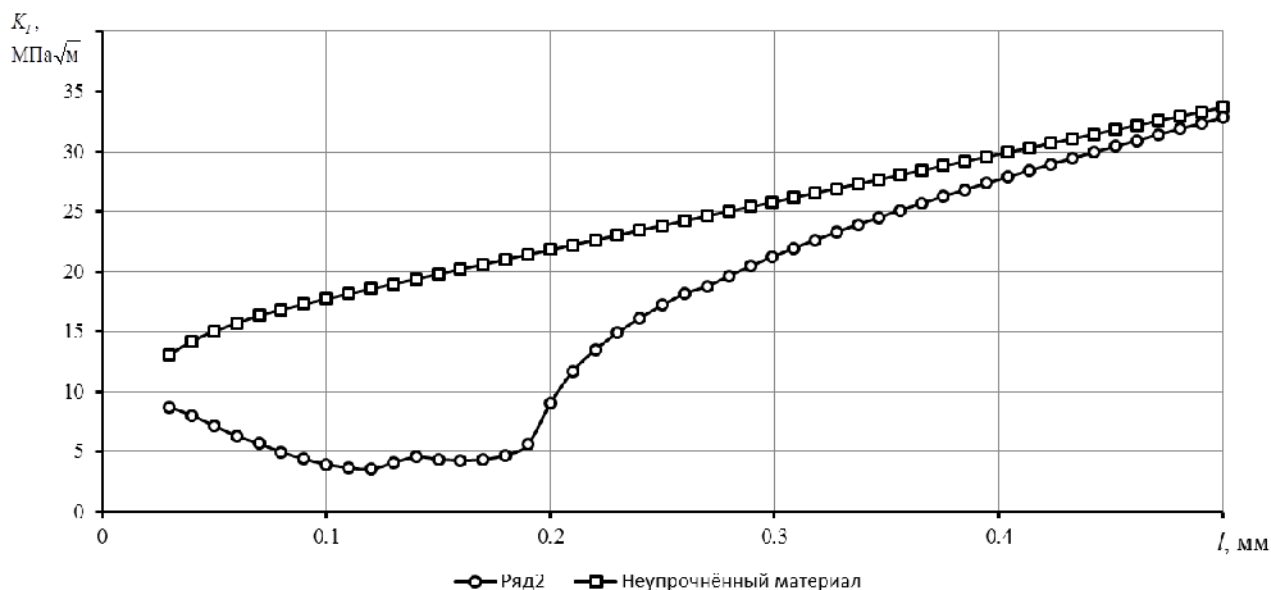


Рис. 1. Зависимость КИН от длины трещины

Из полученных результатов видно, что наличие сжимающих остаточных напряжений приводит к существенному снижению КИН в вершине трещины при её развитии по толщине поверхностного слоя опасного сечения детали.

Этим также объясняется значительный рост числа циклов до разрушения для упрочнённых деталей, в том числе в области малоциклового усталости [2] (с ~4000 циклов до

В линейной механике разрушения циклическая долговечность характеризуется скоростью роста трещины усталости, определяемой из уравнения Пэриса:

$$\frac{dl}{dN} = C \Delta K^m, \quad (1)$$

где l — длина трещины; N — число циклов до разрушения детали; ΔK — размах коэффициента интенсивности напряжений (КИН) в вершине трещины; C и m — коэффициенты, характеризующие свойства материала детали.

Для расчётов КИН будем использовать метод конечных элементов, реализованный в программном комплексе ANSYS.

Моделирование остаточных напряжений выполним методом термоупругости [6].

Зависимости КИН K_I от длины трещины l , рассчитанные для болта с остаточными напряжениями и без них показаны на рис. 1.

~10 000 на примере накатанной резьбы, обработанной микрошариками).

Библиографический список

1. Мавлютов Р.Р. Концентрация напряжений в элементах авиационных конструкций. / М.: Наука, 1981. –141 с.
2. Злобин А.С. Оценка влияния остаточных напряжений на малоцикловую усталость резьбовых деталей / Вестник Самарского го-

сударственного аэрокосмического университета. –2015 г.–Т. 14.–№ 4.–С. 118-125.

3. Сазанов В.П. Исследование закономерностей останковусталостной трещины в цилиндрическом образце с надрезом // Вестник самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. – 2018 г. –Т. 17.–№ 1.–С. 160-169.

4. Павлов В. Ф., Кирпичёв В. А., Вакулук В. С. Прогнозирование сопротивления усталости поверхностно упрочнённых деталей по остаточным напряжениям. / Самара: Издательство СНЦ РАН, 2012. – 125 с.

5. Иванов С.И., Павлов В.Ф., Минин Б.В., Кирпичёв В.А., Кочеров Е.П., Головкин В.В. Остаточные напряжения и сопротивление усталости высокопрочных резьбовых деталей. / Самара: Издательство СНЦ РАН, 2015. –170 с.

6. Сазанов В.П., Чирков А.В., Самойлов В.А., Ларионова Ю.С. Моделирование перераспределения остаточных напряжений в упрочнённых цилиндрических образцах при опережающем поверхностном пластическом деформировании / Вестник СГАУ. –2011. – № 3 (27).– Ч. 3.–С. 171-174.

УДК 629.735.33.01

РАЗРАБОТКА МЕТОДИК РАСЧЁТА ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ГАЗООБРАЗНОМ МЕТАНЕ ПРИ ВЛИЯНИИ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

©2018 В.А. Алтунин¹, К.В. Алтунин¹, М.Р. Абдуллин¹, Ю.С. Коханова¹,
Е.С. Куимов¹, М.Л. Яновская²

¹Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ
²Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва

THE DEVELOPMENT OF CALCULATION TECHNIQUE OF HEAT PROCESSES IN GASEOUS METHANE UNDER THE INFLUENCE OF ELECTROSTATIC FIELDS

Altunin V.A., Altunin K.V., Abdullin M.R., Kokhanova Y.S., Kuimov E.S. (Kazan national research technical university named after A.N. Tupolev - KAI, Kazan, Russian Federation)
Yanovskaya M.L. (Central institute for aviation motor development named after P.I. Baranov, Moscow, Russian Federation)

New calculation techniques of heat processes in gaseous methane in conditions of its natural and forced convection with and without the influence of electrostatic fields are presented in this article.

В связи с переводом техники на газообразные углеводородные горючие возникает необходимость в глубоких и всесторонних экспериментальных исследованиях тепловых процессов, например, в газообразном метане.

Обзор и анализ научно-технической литературы показал, что в настоящее время недостаточно сведений:

- о способах борьбы с осадкообразованием в газообразном метане;

- о способах интенсификации теплоотдачи к углеводородным газообразным горючим и охладителям при помощи магнитных и электростатических полей в условиях естественной и вынужденной конвекции;

- о методиках расчёта тепловых процессов в газообразном метане;

- о методиках расчёта и проектирования новых двигателей и энергоустановок на газообразных углеводородных горючих и охладителях;

- о влиянии магнитных и электростатических полей на тепловые процессы в газообразном метане.

Для проведения фундаментальных исследований влияния магнитных и электростатических полей на тепловые процессы в газообразном метане были созданы экспериментальные установки по его естественной и вынужденной конвекции, подробно показанные в докладе.

В ходе опытов в условиях естественной конвекции газообразного метана обнаружено, что включение в работу различных магнитных полей, изменение их направленности