

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСЧЕТНЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ РОСТА ТРЕЩИНЫ В ОСНОВНЫХ ДЕТАЛЯХ ГТД НА ПРИМЕРЕ КОМПАКТНОГО ОБРАЗЦА

Столь О.В., Шаронов А.И., Селищев П.А., Виноградов А.С.
Самарский университет, г. Самара, oleg.stol33@gmail.com

Ключевые слова: трещина, трещиностойкость, образец, нагрузка, частота, модель, детали, двигатель.

В основных деталях двигателя на всех этапах жизненного цикла могут возникнуть различные дефекты, образование которых ограничивает циклическую долговечность деталей. Концепция безопасного развития повреждения (КБРП) предполагает анализ долговечности деталей, изготовленных из титановых сплавов, а также деталей, заготовки которых получены из микрогранул, литьем или сваркой с учетом наличия в них дефектов, которые могут образовываться на разных этапах жизненного цикла детали вследствие различных причин. На основании анализа отчетов о характере разрушения подшипников после аварийного останова было установлено, что разрушение происходит из-за деформаций возникающих в корпусе подшипников под действием нагрузок, это говорит о его недостаточной жесткости.

Определение остаточной долговечности проводится на основе данных о трещиностойкости (коэффициенты уравнения Париса C и m , а также K_{23}) образцов, получаемых либо при испытаниях, либо по результатам микрофрактографических исследований. Поскольку помимо дефектов от мехобработки в заготовках из титановых сплавов возможно наличие α -твердой фазы, долговечность и назначенный ресурс деталей из титана должен быть определен с учетом этого вида дефекта на основе вероятностного подхода.

Выращивание в образце начальной трещины до значений выполняется при осевом многоцикловом нагружении. По достижении значений начальной длины, вычисленных по показаниям экстензометра процедура выращивания начальной трещины прекращается.

Произведен аналитический и конечноэлементный расчет коэффициента интенсивности напряжений K_I при растяжении компактного образца. На рис. 1 представлена сформированная в программе NX12 расчетная модель.

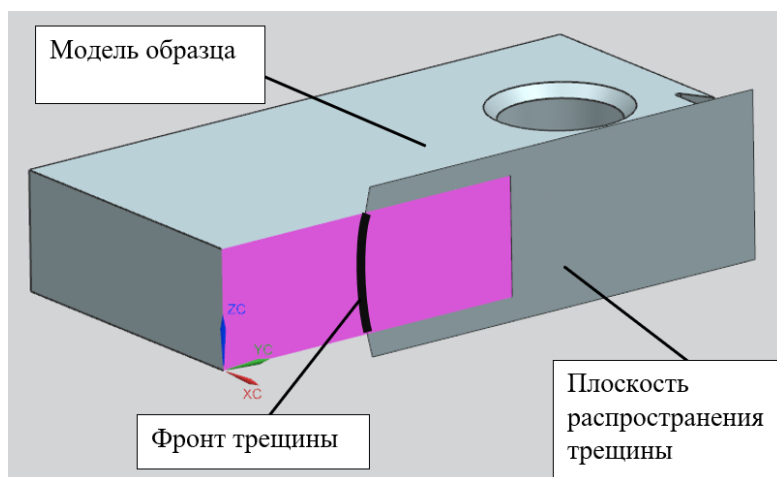


Рисунок 1 – Сформированная геометрическая модель

Полученные результаты расчетов для нескольких конфигураций расчетной модели с разной длиной трещины представлены в табл. 1. Расхождение аналитического и конечноэлементного методов не превышает 5%.

Таблица 1 – Результаты расчетов и их отклонения

l _k в образце, мм	K _I , МПа·м ^{1/2}		Δ, МПа·м ^{1/2}	δ, %
	Аналитика	МКЭ		
23,85	27,52	28,66	1,14	4,1
28,39	44,17	44,85	0,68	1,5
32,85	86,41	83,66	-2,85	-3,3

Проанализирована зависимость величины коэффициента интенсивности напряжений от длины трещины. В дальнейшем планируется применение методики конечноэлементного определения коэффициента интенсивности напряжений и других параметров трещиностойкости для основных деталей перспективного малоразмерного двигателя.

Список литературы

1. Методика «Подтверждение ресурса с учетом наличия дефекта»; ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», 2011.
2. Отчет о НИР «Исследование скорости развития трещины усталости (СРТУ) и скорости развития трещины ползучести (СРТП) в сплавах ВТ9 и ЭП718 (ХН45МВТЮБР)»; ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», 2016.
3. Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений: В 2 томах. Т.1 / Под ред. Ю. Мураками; пер. с англ. – М.: Мир, 1990.

Сведения об авторах

Столь Олег Вадимович, студент института двигателей и энергетических установок. Область научных интересов: конструкция и прочность газотурбинных двигателей.

Шаронов Александр Игоревич, студент института двигателей и энергетических установок. Область научных интересов: малоразмерные ГТД и ГТУ, 3D моделирование.

Селищев Павел Александрович, аспирант. Область научных интересов: проведение расчетов на СРТУ в деталях ГТД, определение остаточных напряжений в деталях ГТД.

Виноградов Александр Сергеевич, профессор кафедры конструкции и проектирования двигателей летательных аппаратов. Область научных интересов: конструкция и надежность газотурбинных двигателей.

Работа выполнена в рамках реализации Программы развития Самарского университета на 2021- 2030 годы в рамках программы "Приоритет-2030" при поддержке Правительства Самарской области.

A COMPARATIVE ANALYSIS OF CALCULATION METHODS FOR DETERMINING THE CRACK GROWTH RATE IN MAIN PARTS OF JET ENGINE USING A COMPACT SPECIMEN AS AN EXAMPLE

Stol O.V., Sharonov A.I., Selischev P.A., Vinogradov A.S.

Samara University, Samara, oleg.stol33@gmail.com

Keywords: crack, crack resistance, specimen, load, frequency, model, parts, engine.

In this work analytical and numerical calculation of stress intensity factor under eccentric tension at crack top for CT specimen is performed. The difference between analytical and FE methods of SIF calculation appears to be less than 5%. The application of a numerical methodology for determining the crack top stress intensity factor in the main parts of a prospective small-sized engine is planned.