

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ИНТЕНСИВНОСТИ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ ГЛУБИНЫ УСТАЛОСТНОЙ ТРЕЩИНЫ В ДЕТАЛЯХ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Сургутанов Н. А., Сургутнова Ю. Н., Татиев И. А., Матвеев А. А.  
Самарский Университет, г. Самара, [sopromat@ssau.ru](mailto:sopromat@ssau.ru)

*Ключевые слова:* осесимметричная задача, концентратор напряжений, коэффициент интенсивности напряжений

В данной работе были изучены закономерности изменения коэффициента интенсивности напряжений (КИН) с увеличением глубины трещины в цилиндрических сплошных деталях, ослабленных круговым надрезом полукруглого профиля  $R = 0,5$  мм и  $R = 0,3$  мм (рис.1).

Решалась статическая упругая задача, напряжённое состояние принималось осесимметричным. КИН  $K_I$  (индекс I обозначает тип разрушения – отрыв) вычислялся в цилиндрических осесимметричных деталях из конструкционных сталей (пример: сталь 45) и алюминиевых сплавов (пример: Д16) с использованием программной системы конечно-элементного анализа ANSYS [1].

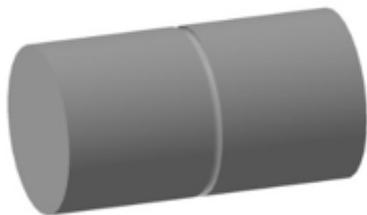


Рис.1 – Цилиндрическая деталь с круговым надрезом полукруглого

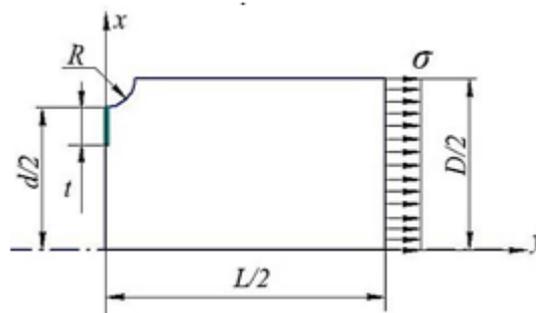


Рис. 2 – Четверть цилиндрической детали

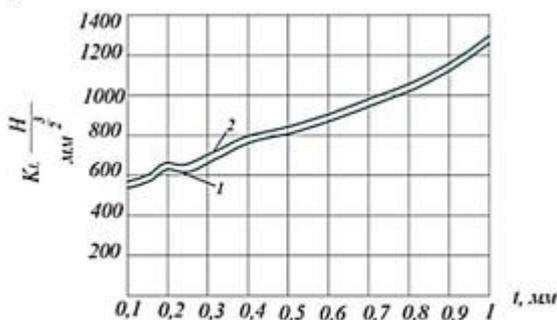


Рис.3 – Зависимость  $K_I(t)$  в цилиндрических деталях диаметром  $D = 10$  мм с надрезом  $R = 0,5$  мм:  
1 – сталь 45, 2 – Д16

В силу симметрии детали и напряжённого состояния для уменьшения вычислительных затрат моделировалась не вся деталь, а лишь её четверть.

Четверть цилиндрической детали представлена на рис. 2, где  $L$  – длина детали,  $D$  – диаметр детали без концентратора,  $d$  – в наименьшем сечении,  $R$  – радиус полукруглого надреза,  $t$  – глубина трещины.

По результатам исследования изменения КИН в цилиндрических деталях в зависимости от глубины трещины  $t$  построены графики, приведённые на рис. 3-5.

Характер зависимости для цилиндрических деталей из сплава Д16 аналогичен характеру зависимости для деталей из стали 45.

В результате проведённого исследования установлено, что в цилиндрических деталях с круговым надрезом полукруглого профиля максимальное значение  $K_I$  достигается при глубине трещины, равной примерно 0,02 от наименьшего диаметра цилиндрической детали.

Это значение глубины достаточно точно согласуется с размером критической глубины нераспространяющейся трещины усталости  $t_{кр}$  для сплошных цилиндрических образцов и деталей с концентраторами напряжений, определяемой по формуле  $t_{кр} = 0,0216 \cdot d$ , полученной на основании многочисленных экспериментов в работе [2], где  $d$  – диаметр наименьшего опасного сечения.

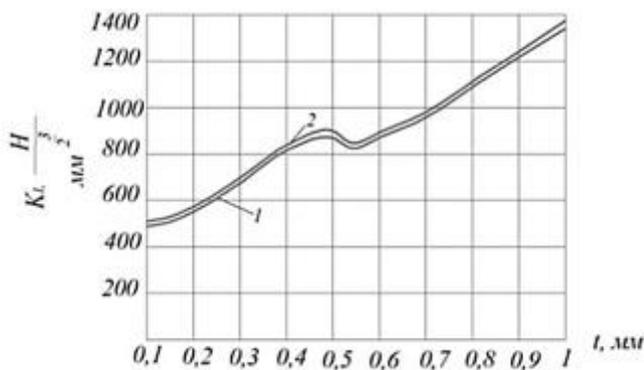


Рис.4 – Зависимость  $K_I(t)$  в цилиндрических деталях диаметром  $D = 25$  мм с надрезом  $R = 0,5$  мм:  
1 – сталь 45, 2 – Д16

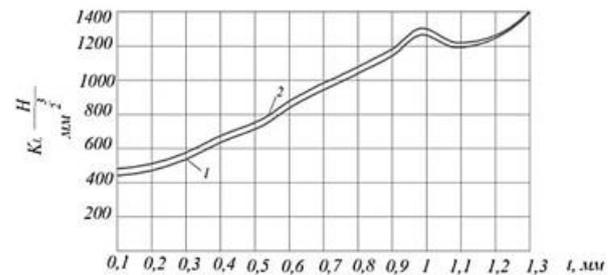


Рис.5 – Зависимость  $K_I(t)$  в цилиндрических деталях диаметром  $D = 50$  мм с надрезом  $R = 0,5$  мм:  
1 – сталь 45, 2 – Д16

Также было установлено, что выявленная закономерность немонотонного возрастания КИН при увеличении глубины усталостной трещины не зависит от материала и геометрических параметров детали.

### Список литературы

1. Сургутанов Н.А. Моделирование и определение закономерностей развития трещины усталости в поверхностном слое упрочнённых деталей – Дисс. канд. техн. наук, Самара: 2019. 128 с.
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.

### Сведения об авторах

Сургутанов Николай Андреевич, канд. техн. наук, ассистент. Область научных интересов: механика остаточных напряжений, механика разрушения.

Сургутанова Юлия Николаевна, канд. техн. наук, доцент. Область научных интересов: механика остаточных напряжений, механика разрушения.

Татиев Ильяс Альбертович, студент группы 3215. Область научных интересов: механика остаточных напряжений, механика разрушения.

Матвеев Андрей Александрович, студент группы 2305. Область научных интересов: механика остаточных напряжений, механика разрушения.

## **DETERMINATION OF THE REGULARITY OF CHANGES IN THE STRESS INTENSITY COEFFICIENT WITH AN INCREASE IN THE DEPTH OF THE FATIGUE CRACK IN PARTS MADE OF VARIOUS MATERIALS**

Surgutanov N.A., Surgutnova Yu.N., Tatiev I.A., Matveev A.A.  
Samara National Research University, Samara, Russia, [sopromat@ssau.ru](mailto:sopromat@ssau.ru)

*Keywords: axisymmetric task, stress concentrator, stress intensity coefficient*

In this work, we studied the regularities of changes in the stress intensity coefficient (SIC) with increasing crack depth in cylindrical solid parts weakened by a circular incision of a semicircular profile  $R = 0.5$  mm and  $R = 0.3$  mm.

The SIC it was calculated in cylindrical axisymmetric details made of structural steels (example: steel 45) and aluminum alloys (example: D16) using the ANSYS finite element analysis software system. As a result of the study, it was found that in cylindrical parts with a circular incision of a semicircular profile, the maximum value of the SIC is achieved at a crack depth equal to approximately 0.02 of the smallest diameter of the cylindrical detail.

The revealed pattern of non-monotonic increase of the SIC with increasing depth of the fatigue crack does not depend on the material and geometric parameters of the detail.