

Открытая трещина для упругой полуплоскости со свободной поверхностью

Научный руководитель – Звягин Александр Васильевич

Мотренко Екатерина Андреевна

Студент (специалист)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра газовой и волновой динамики, Москва,
Россия

E-mail: ekaterina.motrenko@math.msu.ru

Изучение открытых трещин является критически важным для оценки износостойкости и усталостной прочности материалов, поскольку такие дефекты выступают в роли концентраторов напряжений и при нагружении изделий провоцируют процессы разрушения. Учёт влияния подобных дефектов позволяет наиболее точно производить оценку прочности материала. В данной работе рассматривается плоская задача теории упругости для тела, ослабленного прямолинейной трещиной, выходящей одним краем на свободную поверхность, что моделирует распространенный тип поверхностных разрушений [2].

Для анализа напряженного состояния используется классическая постановка: упругая полуплоскость растягивается на бесконечности напряжением, направленным перпендикулярно берегам трещины. Трещина расположена строго перпендикулярно границе тела и является открытой, то есть одним своим краем выходит на свободную поверхность. Попытки решать подобного рода задачи аналитически приводят к значительным математическим трудностям, поэтому в данной работе развивается численный метод, способный решать поставленную задачу с достаточной для приложений точностью.

Данная задача решается численно с использованием метода граничных элементов [3]. Нам необходимо найти приближенное решение краевой задачи теории упругости с заданными граничными условиями. Ищем данное решение как линейную комбинацию с неопределенными коэффициентами из найденных базовых решений, каждое из которых взято на отдельном граничном элементе [1]. Линейная комбинация решений является решением уравнений равновесия (так как они линейны), поэтому уравнения равновесия теории упругости будут выполнены автоматически, значит необходимо выполнить только граничные условия. Выполнить их в каждой точке границы численно невозможно, поэтому после разбиения границы на некоторое число элементов с определенной длиной мы выполним данные условия в середине каждого элемента. Этот метод позволяет свести исходную краевую задачу к решению системы линейных алгебраических уравнений. В результате численного решения были рассчитаны основные параметры, характеризующие прочность материала: распределение напряжений на продолжении трещины, а также величина раскрытия её берегов, что позволяет определить коэффициент интенсивности напряжений и дать прогноз роста усталостной трещины и оценить прочность материала.

Источники и литература

- 1) Новацкий В. Теория упругости. – М: Издательство Мир. 1975г. , Е. А. Николаева. Основы механики разрушения. – Издательство ПГТУ 2010 г., 3) С. Крауч, А. Старфилд. Метод граничных элементов – М: Издательство Мир. 1987 г.