

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ТРЕЩИН УСТАЛОСТИ В МАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛАХ

В.И. Летунов

Институт физики полупроводников Национальной Академии наук Украины

Украина, 03028 Киев-28, пр. Науки,45

тел:(38044) 525-62-61; факс: (38044) 525-83-42; e-mail:konakova@isp.kiev.ua

Исследовано влияние магнитного поля напряженностью 0,36Тл на рост поверхностной трещины усталости в сварных соединениях низколегированных сталей. Полученные экспериментальные результаты свидетельствуют о значительном увеличении скорости роста усталостной трещины на базе 750тыс.циклов нагружения.

1. Введение

При рассмотрении задачи магнито-упругого анализа концентрации напряжений в вершине трещины в рамках подходов линейной теории упругости и линейной электродинамики свободно перемещающихся сред, было обращено внимание на сходство зависимостей для поля упругих напряжений и напряженности магнитного поля, носящих характер сингулярности [1]. Физически сингулярность поля упругих напряжений в вершине трещины ограничивается зоной пластичности. Интерес представляет сингулярность напряженности магнитного поля и реальная физика такой зависимости, применительно к циклической трещиностойкости магнитных материалов. Также учитывалась прикладная значимость возможной суперпозиции поля упругих напряжений и магнитного поля, применительно к проблеме прочностных свойств материалов конструкций термоядерного реактора, испытывающих воздействие сильных магнитных полей.

2. Экспериментальные результаты

Эксперимент проводился на сварных швах низколегированных сталей, поскольку именно зона шва является местом возникновения усталостных трещин. Усталостные испытания при гармоническом нагружении проводились с частотой 10 Гц при заданной деформации образца с измерением усилия, возникающего при максимальном изгибе образца. Испытывались призматические образцы на трехточечный изгиб толщиной 24 и шириной

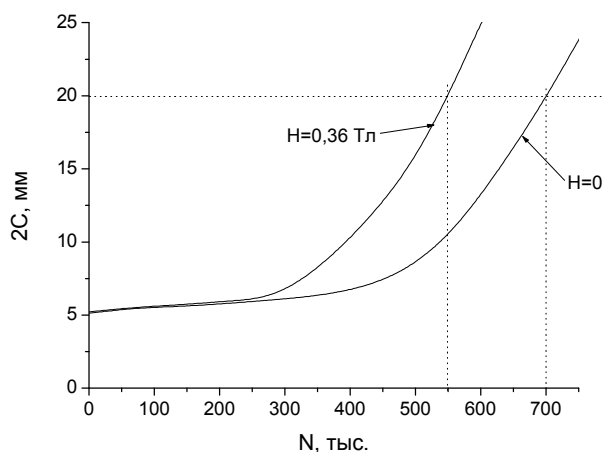


Рис. 1. Кинетическая диаграмма роста поверхностной полуэллиптической трещины по поверхности на базе 700 тыс. циклов.

40мм. Распространение трещины на поверхности образца контролировалось визуально по изменению ее длины $2c$ с помощью микроскопа МБС-9. Для измерения глубины трещины a и определения ее формы (a/c) использовался метод нанесения «контрольных меток» путем циклирования при пониженной нагрузке. В результате замеров, полученных с помощью «контрольных меток» строилась и зависимость $a = f(c)$ по данным испытаний серии образцов. Наличие зависимости $a = f(c)$ позволяло построить не только кинетическую диаграмму роста трещины на поверхности $c = f(N)$, где N - число циклов, но и кинетическую диаграмму роста трещины в глубину образца $a = f(N)$. Точное знание формы поверхностной полуэллиптической трещины, при наличии магнитного поля и его отсутствии, позволило установить зависимость влияния магнитного поля на рост поверхностной трещины от размеров зоны пластичности, разной для полуэллиптической трещины на поверхности и в глубине образца. Изменения формы трещины обнаружено не было, что позволяет сделать предположение об отсутствии связи между размером зоны пластичности и влиянием магнитного поля на рост усталостной трещины.

Усталостные испытания при наличии магнитного поля проводились путем намагничивания части образца, содержащей сварной шов с трещиной. Магнитное поле создавалось соленоидом, охлаждаемым водой, вектор индукции был направлен перпендикулярно поверхности трещины. Напряженность магнитного поля рассчитывалась по геометрии соленоида и постоянному току. Образцы испытывались при напряженности магнитного поля 0,36Тл.

Влияние магнитного поля на циклическую трещиностойкость сварных соединений оценивалось путем сравнения кинетических диаграмм роста поверхностных трещин при отсутствии магнитного поля и при его наличии. Сравнились как зависимости $c = f(N)$, так и $a = f(N)$. Циклическое нагружение проводилось на базе от 400 до 750 тыс. циклов, в зависимости от изгибающего нагружения. На рис.1 приведены кинетические диаграммы роста трещин при наличии и отсутствии магнитного поля на базе 700 тыс. циклов. При уменьшении базы циклов нагружения, влияние магнитного поля на трещиностойкость снижалось.

Заключение

Результаты данной работы свидетельствуют о наличии влияния магнитного поля на живучесть элемента конструкции содержащего усталостную трещину. При увеличении изгибающих напряжений, действующих в сечении образца с трещиной, влияние магнитного поля падает.

Список литературы

1. Henning C. The use of classical macroscopic concepts in surface-energy problems. In: Structure and properties of solid surfaces. Ed. by R.Gome, C.S.Smith. Chicago, 1952
2. Матвеев В.В., Летунов В.И., Шульгинов Б.С. Об одном методе определения живучести элементов конструкций с полуэллиптической трещиной при циклическом изгибе.- В кн. Проблемы прочности, надежности и живучести элементов конструкций машиностроительной промышленности. Тезисы I научно-технической конференции, Петропавловск, май 1985, Петропавловск: ППИ, 1985 с.2-3.