

Поля пластических деформаций на стадии зарождения усталостной трещины

© 2022 г. Константин Вячеславович Наумов^{1*}, А.П. Владимиров^{1,2**}

¹ – Уральский федеральный университет, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19

² – Институт машиноведения УрО РАН, 620049, Екатеринбург, ул. Комсомольская, 34

* - knaumov98@mail.ru; ** - vap52@bk.ru;

(Руководитель Владимиров А.П.)

Согласно разным литературным источникам, от 50 до 80% деталей техники разрушаются вследствие многоциклового усталости [1,2]. Несмотря на длительную историю исследования и многочисленные публикации, в настоящее время отсутствуют методы диагностики, оценки и расчета остаточного ресурса объектов, эксплуатируемых в условиях многоциклового усталости, удовлетворяющих требованиям инженерной практики [2]. Такая ситуация во многом связана с отсутствием простых и надежных методов измерения и контроля, позволяющих в режиме реального времени анализировать необратимые процессы, протекающие при многоциклового усталости материалов. В статье [3] было показано, что уже на ранних стадиях усталости происходит локализация необратимых процессов, в одной из зон локализации деформаций возникает разрушение материала. Предельная растягивающая деформация металла в этой зоне достигает значения порядка 10^{-1} . Однако не было ясно, каковы эпюры пластических деформаций, как в зоне зарождения трещины, так и вдали от нее на разных стадиях усталости. Целью исследования было построение эпюр пластических деформаций в указанных зонах изучаемого объекта. Объектом исследования являлся образец из стали 09Г2С с плоской рабочей частью с двумя симметрично расположенными вырезами радиусом 2,5 мм. Образец подвергали испытанию в условиях отнулевого нагружения с частотой около 100 Гц. Относительные перемещения точек поверхности, расположенные на расстоянии порядка 5 мкм, определяли методом усредненных во времени спекловых изображений. Время усреднения равнялось 50 циклам периодически прилагаемых усилий. Приводятся и обсуждаются 1) зависимости двух компонент вектора относительных перемещений от числа циклов нагружения, 2) эпюры указанных компонент при разных циклах в зоне зарождения трещины и в центре образца. Показано, что на поверхности образца имеются участки как сжимающих, так и растягивающих деформаций. Указывается, что данные о пластических деформациях не дают полную картину эволюции усталостных явлений в металле. Сделан вывод о необходимости в дальнейшем определять не только пластические, но и упругие деформации поверхности, изменяющиеся в течение периода циклически прикладываемых усилий.

Литература

1. Тупикин Д.А. Термоэлектрический метод контроля усталостных явлений // Контроль. Диагностика. 2003. № 11. С. 53–61.
2. Новиков И.И., Ермишин В.А. Физическая механика реальных материалов. М.: Наука, 2004. 328 с.

3. A. P. Vladimirov, N. A. Drukarenko, and K. E. Myznov. Using Speckle Images for Determining the Local Plastic Strains Arising at High-Cycle Fatigue of 09G2S Steel. *Technical Physics Letters*, 2021, Vol. 47, No. 8, pp. 773–776.