

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНКИ КОЭФФИЦИЕНТА ИНТЕНСИВНОСТИ НАПРЯЖЕНИЙ ПО ПАРАМЕТРАМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ ПРИ ЛОКАЛЬНОМ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОМ НАГРУЖЕНИИ

Лукин Е.С., Прокопьев Л.А., Андреев Я.М.

*Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук,
Якутск*

Ключевые слова: неразрушающий контроль, акустическая эмиссия, коэффициент интенсивности напряжений, способ локального низкотемпературного нагружения, число сигналов акустической эмиссии, трещина.

Аннотация. Рассматривается способ определения коэффициента интенсивности напряжений по данным акустической эмиссии при создании в материале локального низкотемпературного нагружения. Методом конечных элементов вычисляются значения коэффициента интенсивности напряжений, которые сопоставляются с числом зарегистрированных сигналов акустической эмиссии. Полученная степенная зависимость между указанными величинами соответствует известным закономерностям, установленным при стандартном механическом нагружении. Показана принципиальная применимость предложенного подхода для неразрушающей диагностики элементов конструкций в процессе эксплуатации.

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF STRESS INTENSITY FACTOR EVALUATION USING ACOUSTIC EMISSION PARAMETERS UNDER LOCAL THERMAL LOADING

Lukin E.S., Prokopyev L.A., Andreev Ya.M.

*The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Yakutsk*

Keywords: non-destructive testing, acoustic emission, stress intensity factor, method of local low-temperature loading.

Abstract. A method for determining the stress intensity factor based on acoustic emission data under local low-temperature loading of the material is considered. The stress intensity factor values are calculated using the finite element method and compared with the number of acoustic emission signals. The obtained power-law relationship between these quantities corresponds to known regularities established under standard mechanical loading. The fundamental applicability of the proposed approach for non-destructive diagnostics of structural elements during operation is demonstrated.

Введение. Современное машиностроение предъявляет повышенные требования к достоверности оценки технического состояния несущих конструкций, работающих в условиях сложного напряженного состояния. В условиях эксплуатации при низких температурах, особую опасность представляют дефекты типа трещин, развитие которых может привести к внезапному разрушению. Количественной мерой, характеризующей поле напряжений в окрестности вершины трещины, служит коэффициент интенсивности напряжений (КИН). Непосредственное измерение этой величины в натурных условиях сопряжено с известными трудностями, что стимулирует поиск косвенных методов оценки опасности трещиноподобных дефектов.

Совпадение вида функциональной связи между K_1 и N_a для двух принципиально разных способов нагружения указывает на то, что акустическая эмиссия реагирует на напряженное состояние в вершине трещины независимо от того, чем это состояние вызвано: внешней силой или локальным температурным полем.

Заключение. При локальном охлаждении листового образца с трещиной в нем возникает поле термических напряжений, количественно характеризуемое КИН. Значения КИН могут быть определены расчетным путем с использованием метода конечных элементов.

Между накопленным числом сигналов акустической эмиссии и рассчитанным КИН существует степенная зависимость. Данная зависимость аналогична той, которая наблюдается при традиционном механическом нагружении образцов на испытательных машинах.

Полученный результат свидетельствует о принципиальной применимости метода локального температурного нагружения для оценки напряженного состояния материала в окрестности трещины.

Список литературы

1. Panin S.V., Byakov A.V., Vlasov I.V., Maruschak P.O., Berto F., Vinogradov A. Acoustic emission study on the effect of notch shape and temperature on elastic energy release during impact testing of 17Mn1Si pipe steel // Engineering Fracture Mechanics. 2019, vol. 210, pp. 288-299.
2. Prokopyev L.A., Andreev Ya.M., Malyshev A.V., Andreev A.S., Semenov S.O., Fedorov M.V., Yakovlev Yu.A., Burnachev A.V. Determination of the dependence of a steel "St.3" flat specimen acoustic emission from the stress intensity factor at local low-temperature loading // Procedia Structural Integrity. 2022, 40, pp. 365-371.
3. Буйло С.И. Физико-механические и статистические аспекты повышения достоверности результатов акустико-эмиссионного контроля и диагностики. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2008. – 192 с.

Сведения об авторах:

Лукин Евгений Саввич – к.т.н., старший научный сотрудник;

Прокопьев Леонид Александрович – научный сотрудник;

Андреев Яков Михайлович – к.т.н., старший научный сотрудник.