

ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ ТРЕЩИН В РЕЛЬСОВЫХ СТАЛЯХ

© 2022 г. Барат Вера Александровна^{1,2*}, А. Ю. Марченков^{1**}, В. В. Бардаков^{1,2***}

¹ – ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», 111250 Москва, ул. Красноказарменная, д.17

² – ООО «Интерюнис-ИТ», 111024 Москва, шоссе Энтузиастов, д. 20б

* - vera.barat@mail.ru; ** - art-marchenkov@yandex.ru; *** - bardakovvv@interunis-it.ru

В рамках данной работы было проведено экспериментальное исследование акустической эмиссии (АЭ) трещин железнодорожных рельсов при нагружении, имитирующем проезд вагона поезда. Исследовались образцы, представляющие собой фрагменты рельса Р43 толщиной 10 ± 1 мм. Всего было испытано 12 образцов, из них 3 без дефекта, а 9 с искусственно выращенными усталостными трещинами длиной до 2,5 мм. Нагружение образцов производили циклическим сжатием по программируемому циклу, имитирующему проезд вагона [1]. Регистрация АЭ сигналов осуществлялась с помощью системы A-Line-32 с преобразователями GT200. Уровень акустического шума после установки образца в захваты испытательной машины составил 30 дБ, порог амплитудной дискриминации был установлен равным 45 дБ.

При испытании бездефектных образцов наблюдалась активность АЭ, выраженная импульсами амплитудой 45-55 дБ и малой длительностью, до 350 мкс (рис. 1а). Импульсы регистрировались, преимущественно в фазе возрастания нагрузки с активностью не более 25-30 импульсов за цикл. При испытании образцов с дефектом регистрировались импульсы амплитудой до 80 дБ, причем активность наблюдалась и при повышении, и при понижении нагрузки. Импульсы АЭ, соответствующие образцам с дефектом, имели большую длительностью ~1-3 мс, также регистрировались импульсы с амплитудной модуляцией (рис. 1б), источником которых может быть трение берегов трещины.

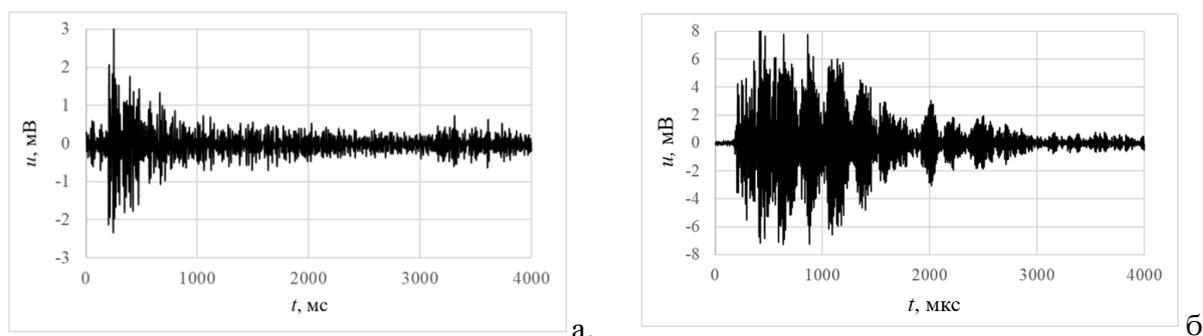


Рис. 1 Форма импульсов АЭ а. для бездефектного образца б. для образца с трещиной

Активность АЭ при нагружении бездефектных образцов может быть объяснена наличием неметаллических включений, которые были выявлены при микроскопическом исследовании (рис.2а). Исследование излома рельса с помощью сканирующего электронного микроскопа позволило установить, что большую часть неметаллических

включений составляют сульфиды марганца и комплексные силикаты марганца, которые могут существенно влиять на активность АЭ при нагружении даже в упругой области [2].

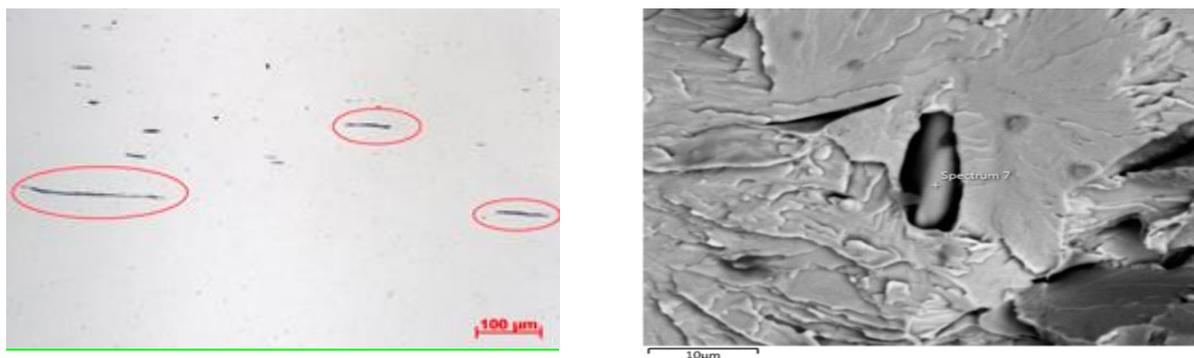


Рис. 2. Неметаллические включения в продольном сечении образца

Показательным диагностическим признаком являются также распределения амплитуд импульсов АЭ. Распределение, полученное для бездефектных образцов, соответствует экспоненциальному закону (рис.3а), что является характерным для стадии рассеянного разрушения и подтверждает гипотезу о влиянии структурного шума. При появлении трещины распределение амплитуд в каждом цикле нагружения соответствует полунормальному закону (рис.3б).

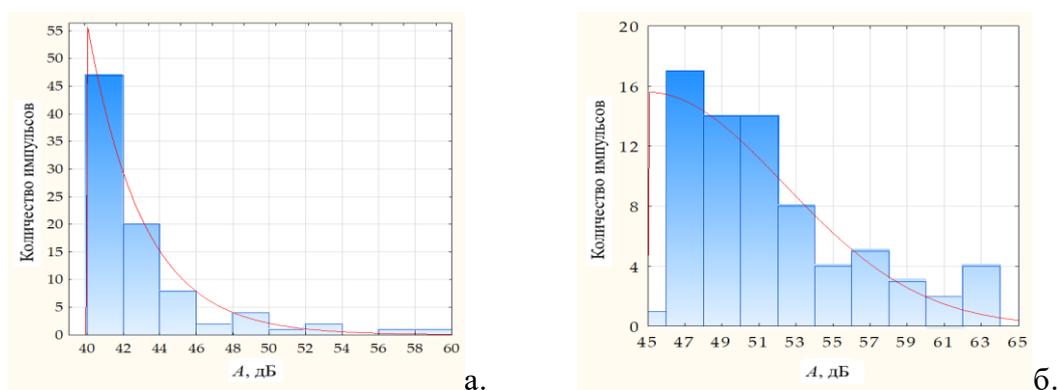


Рис.3 Распределение амплитуд а. для бездефектного образца б. для образца с трещиной

Появление трещины приводит к увеличению активности АЭ и изменению характера распределения амплитуд импульсов. Присутствие нескольких источников АЭ, связанных с ростом трещины, трением берегов, а также наличие структурного шума, приводит к нормализации закона распределения амплитуд импульсов АЭ.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, НТУ «Сириус», ОАО «РЖД» и Образовательного Фонда «Талант и успех» в рамках научного проекта № 20-38-51019.

ЛИТЕРАТУРА

1. Marchenkov A.Yu., Barat V.A., Sharikova M.O., Poroykov A.Yu Optical diagnostics of railway rail defects. Journal of Physics: Conference Series. "16th International OMFI 2021" с. 012044.
2. Ono K., Yamamoto M. Anisotropic mechanical and acoustic emission behavior of A533B steels // Materials Science and Engineering. 1981. Vol. 47. pp. 247-26.