

Мощность падающего на солнечный модуль излучения $P(G)$ определяли из соотношения [1]:

$$P(G) = G \cdot S \cdot K_{зан} \cdot K_{проп}, \quad (4)$$

где G – мощность излучения лампы, Вт/м², приходящаяся на плоскую площадку модуля общей площадью $S = 0,022$ м², и имеющая защитный слой с коэффициентом пропускания $K_{проп} = 0,7$ для данного устройства, о.е.; $K_{зан}$ – коэффициент заполнения солнечного элемента, имеющий величину 0,98 для исследуемого солнечного модуля.

Результаты расчетов коэффициента полезного действия КПД солнечного модуля приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты расчетов КПД солнечного модуля

G , Вт/м ²	100	200	400	800
$P_{см}(I)$, Вт	0,102	0,196	0,795	0,905
КПД (η), %	6,75	6,49	7,2	7,49

Полученные электрофизические характеристики свойственны исследуемому солнечному модулю и свидетельствуют об его эффективности в качестве составного элемента для солнечной батареи. Все параметры солнечного элемента изменяются с изменением температуры, интенсивности освещения и степени радиационного повреждения, а также сильно зависят от типа фотоэлементов, составляющих солнечный модуль.

1. Фалеев, Д.С. Возобновляемые и ресурсосберегающие источники энергии. учебное пособие для студентов вузов ж.-д. транспорта. – Изд. 5-е. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2016.

2. да Роза, А. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы / пер. с англ. – М.: ИД «Интеллект»; МЭИ, 2010.

УДК 621.9:519.8

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛН АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ, ГЕНЕРИРУЕМЫХ РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ИСТОЧНИКОВ В ПЛАСТИНЕ

Х.Х. Кхун, О.В. Башков, Зо Хейн

*Комсомольский-на-Амуре государственный университет (г. Комсомольск-на-Амуре)
khonhanhtooaung@gmail.com*

RESEARCH OF ACOUSTIC EMISSION WAVES GENERATED BY VARIOUS TYPES OF SOURCES IN A PLATE

Khun.H.X., O.V. Bashkov, Zo Hein

*Komsomolsk-on-Amur State University (Komsomolsk-on-Amur)
khonhanhtooaung@gmail.com*

DOI: 10.2250/PFARE.2019.194-198

В данной работе представлены результаты анализа сигналов акустической эмиссии, регистрируемых при распространении акустических волн в тонкой металлической пластине. Источники возбуждаются разрушением механического карандаша (Су-Нильсен) с различной твердостью для моде-

лирования различных видов трещин. Для исследования и идентификации различных типов трещин в образце, в данном исследовании используется анализ на основе метода вейвлет-декомпозиции. Эти результаты могут быть использованы для установления связи между характеристиками акустических сигналов и параметрами разрушения структуры материала.

Благодаря развитию в области физики твердого тела, математики, технологий распознавания, сбора и обработки сигналов, появилась возможность изучать физико-механические свойства материалов, не разрушая его структура и состояние. При постоянно возрастающих требованиях к изделиям при строительстве трубопроводов, авиастроении, актуальным вопросом становится применение современных методов неразрушающего контроля для прогнозирования ресурса. Одним из эффективных методов является метод акустической эмиссии (АЭ). Метод АЭ использует информацию, в которой упругие волны генерируются энергией, выделяемой от локализованных источников или из-за микроструктурных изменений при эксплуатации или испытании объекта [1]. Зарегистрированные сигналы АЭ содержат значительный объем информации об источнике образования, среде распространения упругих волн и местоположении источника. Поэтому задачей АЭ становится извлечение полезной информации о типах источников и особенностях разрушения. Одним из решений является использование методов вейвлет-декомпозиции [2], которые позволяют идентифицировать различные типы трещин и особенности распространения упругих волн в образце. В работе [3] выполняется анализ основной моды антисимметричной и симметричной волны Лэмба для сигналов АЭ, зарегистрированных при распространения акустических волн в пластине из алюминиевого сплава Д16. Волны возбуждались единичным источником Су-Нильсена, при изломе карандаша твердостью НВ и 2Н.

Для проведения исследований была изготовлена пластина из алюминиевого сплава Д16. Размер пластины 500 мм×600 мм×1,8 мм. Излом грифеля карандаша (источник Су-Нильсена) на поверхности материала является стандартным инструментом, используемым в экспериментах как источник АЭ [4,5]. В работе [6] Г.Р. Маркус сообщил о важности понимания того, как различия в механических свойствах грифеля карандаша и его диаметра могут влиять на характер регистрируемых тестовых сигналов.

В этой работе разрушение грифеля карандаша различной твердости на поверхности материала используются с целью моделирования развития трещин различного происхождения в различных местах пластины. Для регистрации использовался пьезоэлектрический датчик (ПЭП-GT-301), который является специализированным широкополосным датчиком в диапазоне 50-550 кГц. Датчик был подключен к АЭ системе через предусилитель с коэффициентом усиления 40 дБ. Положения датчика и источников АЭ на поверхности пластины и зависимость твердости грифелей карандаша от их обозначений показаны на рис. 1.

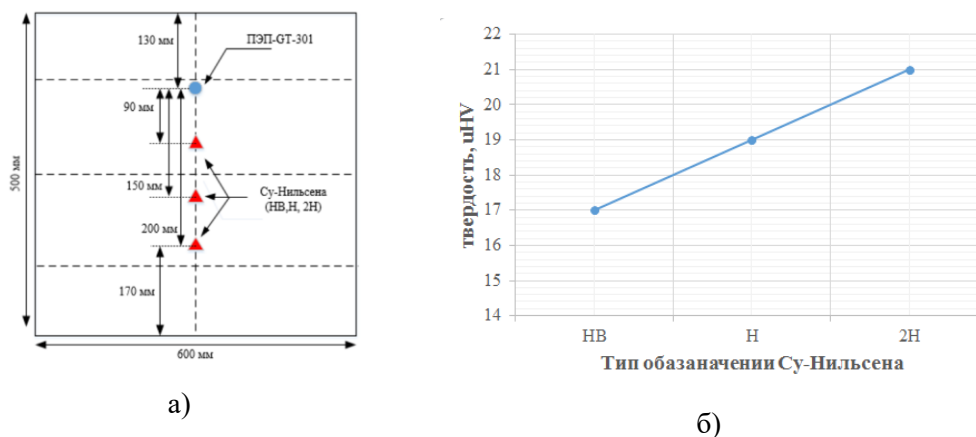


Рис. 1. Методика исследования: а) – схема расположения датчика и источников АЭ в пластине Д16; б) – зависимость твердости грифелей карандаша от их обозначений.

Сигнал и Фурье-спектр для источников АЭ, генерируемых при изломе карандашей с различной твердостью на расстоянии 150 мм, приведены на рис. 2.

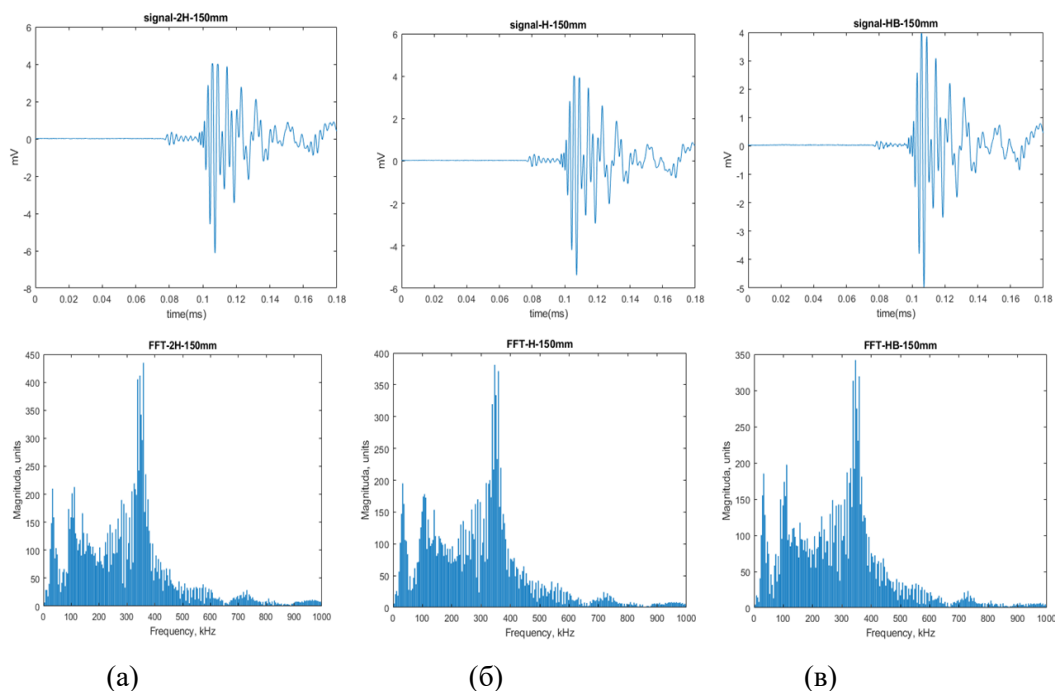


Рис. 2. Регистрация сигналов АЭ 150 мм от датчиков с различной твердостью соответственно: а) – твердость 2Н; б) – твердость Н; в) – твердость НВ.

Из диаграмм можно отметить, что форма сигналов и спектры Фурье не очень отличаются друг от друга. Поэтому можно использовать метод вейвлет-декомпозиции для идентификации различных типов источников на основе энергии сигналов. Шесть уровней разложения на рис. 3.

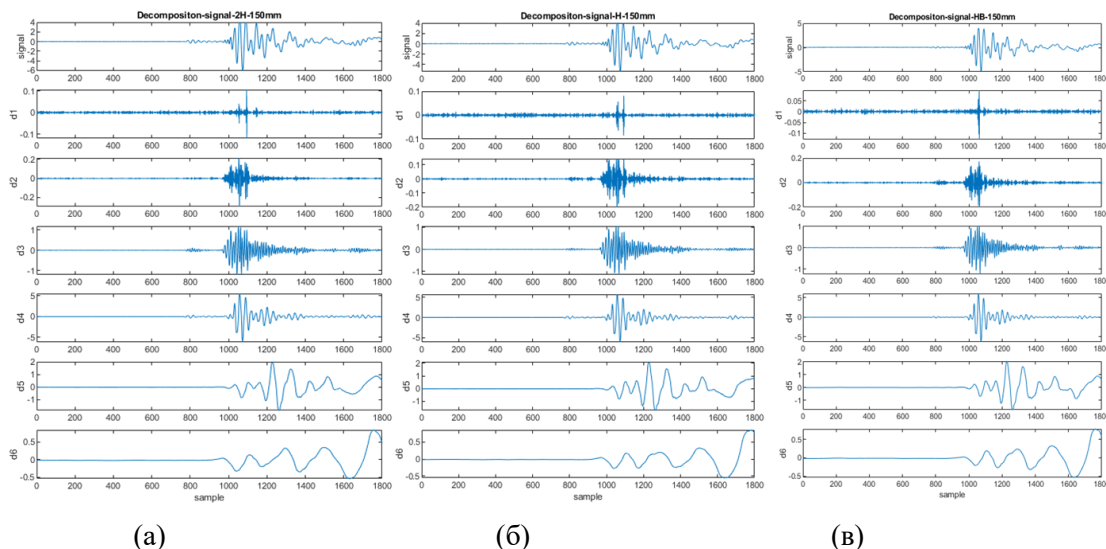


Рис. 3. Вейвлет разложение сигнала АЭ, зарегистрированных на расстоянии 150 мм при изломе карандаша различной твердости: а) – 2Н; б) – Н; в) – НВ.

Из декомпозиции сигнала рис. 3, декомпозиция второго уровня и третьего уровня сигналов более значимы, так как декомпозиции с большим значениям уровня разложения практически не различаются между собой. Декомпозиции второго и третьего уровня разложения имеют диапазон частот 750-1500 кГц. С целью классификации зарегистрированных источников, различающихся твердостью зоны разрушения, выполнили расчет энергии для декомпозиций второго и третьего уровня по формуле уравнения (1).

$$E_{АЭ} = \frac{1}{f_s} \sum x_i^2, \quad (1)$$

где $E_{AЭ}$ – энергия сигнала; f_s – частота дискретизации; X_i – индекс разложенного сигнала.

В результате расчета энергии декомпозиции сигналов АЭ для второго и третьего уровней разложения были построены диаграммы зависимости энергии от твердости источник разрушения для сигналов, зарегистрированных на различных расстояниях от источника (90мм, 150мм и 200мм) на рис.4.

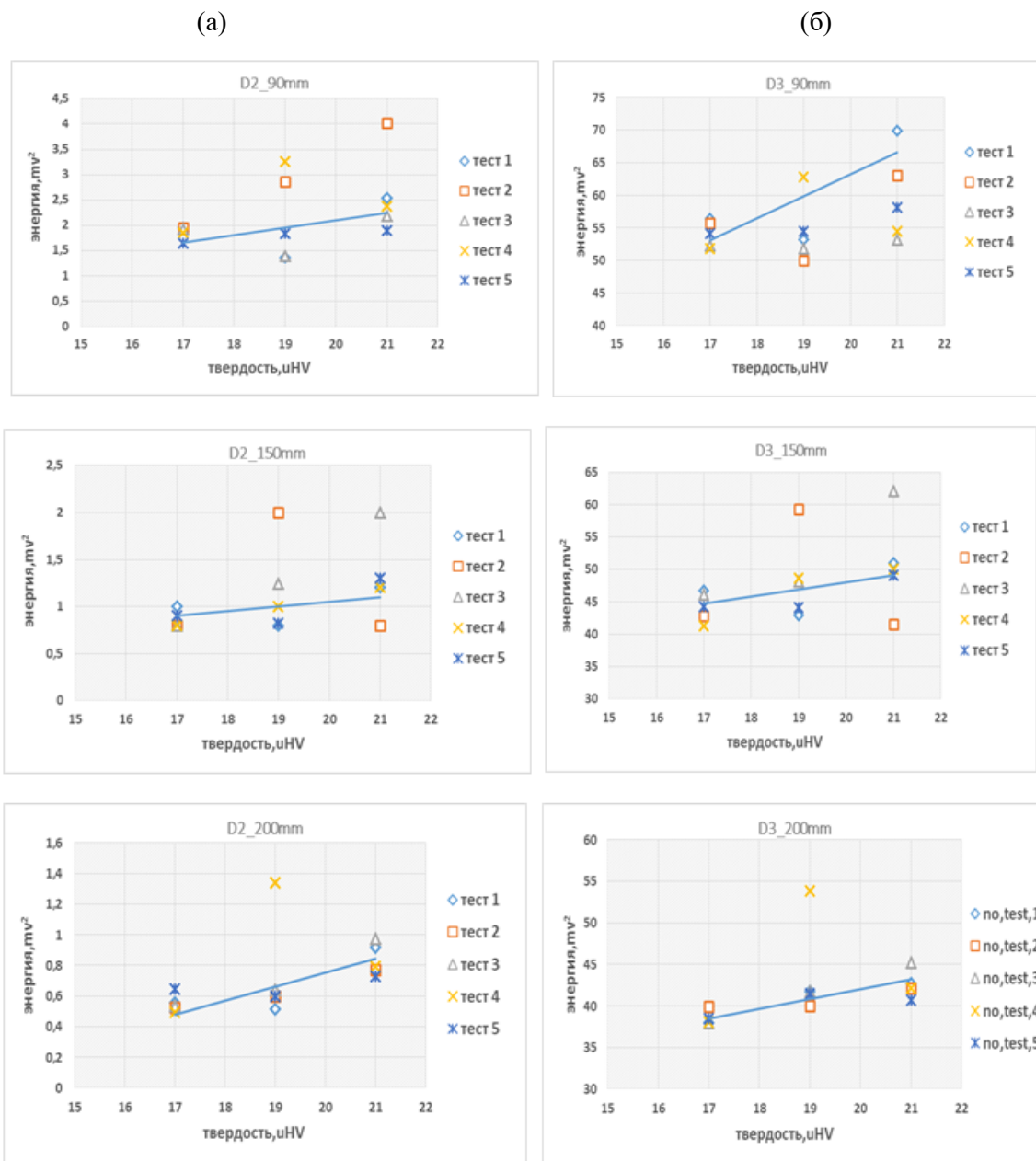


Рис. 4. Энергия разлагаемого сигнала АЭ с различными источниками:
(а) – разложение 2-го уровня; (б) – разложение 3-го уровня

При анализе было установлено, что с увеличением расстояния энергии каждой декомпозиции зарегистрированных сигналов снижается, увеличения твердости источника разрушения приводит к повышению энергии каждой декомпозиции.

Таким образом, при регистрации сигналов АЭ в пластине с целью идентификации различных типов источников можно использовать выделение отдельных частотных компонент сигнала при его вейвлет-декомпозиции.

В зависимости от размера пластины и вероятных типов источников могут быть выбраны декомпозиции сигналов АЭ с наибольшей информативностью в исследуемом частотном диапазоне. Для проведённого модельного эксперимента с источниками Су-Нильсена твердостью НВ, Н, 2Н на рас-

стояниях 90мм, 150мм, 200мм были установлены зависимости энергии декомпозиций для второго и третьего уровней вейвлет разложения.

1. Башков, О.В., Муравьев, В.И., Лончаков, С.З., Фролов, А.В. Исследование дефектов-концентраторов напряжений по параметрам акустической эмиссии в процессе развития повреждений // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2015. – Т. 58, № 12. – С. 912-918.

2. Воробьев, В.И., Грибунин, В.Г. Теория и практика вейвлет-преобразования.– С.Пб.: Изд-во Военного университета связи, 1999. – 206 с.

3. Khon, H., Bashkov, O.V., Zolotareva, S.V., Solovev, D.B. Modeling the propagation of elastic ultrasonic waves in isotropic and anisotropic materials when excited by various sources // Materials Science Forum. – 2018. – V. 945. – P. 926-931.

4. Nielsen. Acoustic Emission Source based on Pencil Lead Breaking // The Danish Welding Institute Publication: Copenhagen, Danmark. – 1980. – P. 15-18.

5. Hamstad, M.A. Acoustic Emission Signals Generated By Monopole (Pencil-Lead Break Versus Dipole Sources: Finite Element Modelling And Experiments // J. Acoustic Emission, – 2007. – V. 25. – P. 92-392.

6. Sause, G.R Markus. Investigation of Pencil-lead Breaks As Acoustic Emission Sources // J. Acoustic Emission. – 2011. – V. 29. – P. 184-196.

УДК 621.371/.372

О ВЛИЯНИИ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА ФАЗУ ОНЧ СИГНАЛА. ТРАССА ЯПОНИЯ – ХАБАРОВСК

В.И. Нестеров

Тихоокеанский государственный университет (г. Хабаровск)

vinestor@mail.ru

ABOUT THE INFLUENCE OF SOLAR ACTIVITY ON THE VLF SIGNAL PHASE. ROAD JAPAN - KHABAROVSK

V.I. Nesterov

Pacific State University (Khabarovsk)

vinestor@mail.ru

DOI: 10.2250/PFARE.2019.198-201

Нижняя ионосфера (*D*-область на высотах 60-90 км) представляет наибольший интерес из всех слоев верхней атмосферы, поскольку в ней наблюдается большое число различных физических явлений. Проблема измерений электронной концентрации $N(h)$ в данной области связана с большими техническими трудностями [1]. Этим объясняется существующими до сих пор противоречиями как на абсолютные величины концентрации электронов, так и на характер их вариаций в зависимости от солнечной активности. В этой же работе указано на противоречивость о знаке эффекта солнечной активности в нижней области *D*. В работе [2] указано, что амплитуда сигналов радиостанций на частоте 14.9 кГц определяется уровнем солнечной активности.

Одним из индикаторов солнечной активности является изменение числа солнечных пятен. На рис. 1 представлено изменение числа солнечных пятен за 1976-1990 гг., которые соответствуют