

**УДК: 667.64:678.02**

**А.А. Шарко, докт. техн. наук, проф.**

Херсонский национальный технический университет, Украина

## **ФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРУКТУРЫ ПРЕДВЕСТНИКОВ РАЗРУШЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ**

**A. Sharko, Dr., Prof.**

### **PHYSICAL AND PHYSICAL CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE STRUCTURE OF THE PRECURSORS OF THE DESTRUCTION OF METAL CONSTRUCTIONS**

Метод акустической эмиссии (АЭ), основанный на регистрации волн напряжений, возникающих в результате изменения и разрушения структур материалов, является в настоящее время наиболее перспективным средством мониторинга ответственных объектов, позволяющим получать информацию о динамике происходящих процессов в реальном масштабе времени.

Анализ публикаций по обозначенной проблеме показывает, что в основу метода АЭ положено теоретическое обоснование акустических сигналов при изменениях структуры материалов. Обнаруживается двойственный механизм образования сигналов АЭ: дискретный характер изменений структуры развивающихся дефектов и непрерывное распространение акустических волн в среде.

Переход от дискретной модели зарождения сигналов АЭ в материале к континуальной модели распространения акустических волн в упругой среде производится путем экстраполяции функций, заданных в дискретных точках среды. При возникновении АЭ сигналов за счет образования структурных дефектов это должно проявляться в существовании продольных, сдвиговых и спиновых колебаний при образовании и в количественном перераспределении энергии от предвестников сигналов акустической эмиссии [1,2].

Предложена модель энергетического спектра сигналов акустической эмиссии в сложных структурах с внутренними степенями свободы. В механике сплошной среды простейшим аналогом такой модели может служить модель Коссера.

Кинематическими переменными в ней являются не только продольное и поперечное смещение масс в одной плоскости, но и угол поворота масс в той же плоскости. В настоящей работе сделана попытка перенести эти представления на распространение сигналов АЭ от развивающихся дефектов в средах сложной структуры.

Выполнен квантовомеханический расчет применимости модели сложной среды, инициирующей возникновения сигналов акустической эмиссии. Установлена трансляционная и ротационная инвариантность энергии в энергетическом спектре сигналов АЭ сред со сложной структурой. Представленная модель энергетического спектра сигналов акустической эмиссии позволяет определить отдельный вклад низкочастотной и высокочастотной составляющих энергетического спектра сигналов АЭ в средах сложной структуры.

Поскольку экспериментальное подтверждение модели характеристик предвестников возникновения сигналов АЭ, на атомном уровне выполнить невозможно, оценку их свойств может быть произведена посредством обработки данных рентгеноструктурного анализа [3].

Инициирование сигналов АЭ обуславливается структурными изменениями в

пространственной решетке. Эмиссия рентгеновского излучения обуславливается возбуждением внутренних оболочек атома внешними электронами.

Феноменологически среду возникновения сигналов АЭ на атомном уровне можно представить взаимодействием атомов *Fe*. В двухатомной цепочке железа существует ковалентная связь, образуемая путем объединения валентных электронов соседних атомов при перекрытии электронных оболочек. Механизм возникновения линейчатого спектра характеристического рентгеновского излучения может быть описан на основе электронных конфигураций атомов.

На примере однородной среды, состоящей из атомов *Fe* и экспериментальных данных рентгеноструктурного анализа доказана правомочность используемых подходов к описанию среды, инициирующей возникновение сигналов АЭ.

Спектральные линии, обусловленные переходами электронов в *K*-, *L*-, *M*-оболочки атома, образуют *K*-, *L*-, *M*-серии характеристического спектра.

Используя данные спектра атомов железа для *K*-серии можно определить скорости движения электронов в пространственной решетке атомов *Fe*.

$$v = \sqrt{\frac{2hc(\lambda_2 - \lambda_1)}{m\lambda_1\lambda_2}}$$

Доказано что изменение размеров пространственной решетки происходит в сторону ее сокращения, что является экспериментальным подтверждением предложенной модели энергетического спектра сигналов АЭ в сложной среде.

Возможный механизм образования внутренних напряжений в материалах, инициирующий возникновение сигналов АЭ, может быть описан с помощью эволюционных представлений теории дислокаций. При деформации металла изменяется расстояние между атомами под действием внешних сил, линии и плоскости, проходящие через атомы, искривляются, за счёт чего искажается кристаллическая решетка.

На основе современных представлений о строении атомного ядра атомов *Fe* выполнены расчеты характеристик среды предвестников АЭ сигнала: дефекта масс, энергии связи, удельной энергии связи, приходящаяся на один нуклон, а так же акустических параметров моделей АЭ сигналов: длины волны и скорости волн де Бройля, фазовой и групповой скорости, а так же граничных условий образования волн де Бройля. Выполненные расчеты являются основанием гипотезы о существовании корпускулярно-волнового дуализма сигналов АЭ от развивающихся дефектов.

### **Литература:**

1. Марасанов В.В., Шарко А.А. Наноструктурные модели инициирования сигналов акустической эмиссии // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник Луцьк 2017. – Вип.57 – С. 115 – 122.
2. Marasanov V., Sharko A. Mathematical Models for Interrelation of Characteristics of the Developing Defects with Parametr of Acoustic Emission Signals // International Fronter Science Letters Switzerland 2016 – V. 10 – P. 37 – 44.
3. Чубаров В.М. Определение соотношения двух- и трехвалентного железа в карбонатных горных породах по эмиссионным линиям К-серии рентгеновского флуоресцентного спектра Аналитика и контроль. 15, No3, 339 – 343 (2011).