

Тел.: +7(8634)371723

Гадельшин Валерий Камильянович

Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге

e-mail: sai@rec.tsure.ru

Любомищенко Денис Сергеевич

Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге

e-mail: sai@rec.tsure.ru

Sukhinov Aleksandr Ivanovich

Taganrog Institute of Technological – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education «Southern Federal University»

e-mail: sai@rec.tsure.ru

44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia

Phone: +7(8634)371723

Gadelshin Valeriy Kameliynovich

Taganrog Institute of Technological – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education «Southern Federal University»

e-mail: sai@rec.tsure.ru

Lyubomishchenko Denis Sergeevich

Taganrog Institute of Technological – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education «Southern Federal University»

e-mail: sai@rec.tsure.ru

УДК 620.179.16

Е.А. Кондранин

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
КОНСТРУКЦИЙ НА ОСНОВЕ ИНВАРИАНТОВ АМПЛИТУД
АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ**

В работе предлагается метод оценки динамики развития акустико-эмиссионных процессов на основе их феноменологических моделей и экспериментальных данных, позволяющий устанавливать факт нарушения пуассоновского характера возникновения импульсов эмиссии, являющийся сигналом начала развития процесса разрушения конструкции.

Акустическая эмиссия; феноменологические модели; процессы разрушения.

Y. A. Kondranin

**DEFINITION OF THE STRENGTHEN CHARACTERISTICS OF THE
CONSTRUCTIONS IN TERMS OF THE AMPLITUDE INVARIANTS OF THE
ACOUSTIC EMISSION**

In the works there has been proposed an estimation method for the development dynamics of the acoustic-emissive processes on the basis of their phenomenological models and experimental data permitting to determine the fact of breaking the poisson

character of arising the amission impulses which is the signal of begining the development of the construction failure processes.

Acoustic emission; phenomenological models; failure processes.

Различным аспектам оценки прочности конструкций на основе анализа процессов акустической эмиссии (АЭ) посвящено большое число работ [1]. Это объясняется тем, что процессы АЭ несут существенную информацию о динамике образования и движения дефектов структуры твердых тел. При практическом использовании различных методов оценки прочности конструкций с помощью АЭ возникает ряд трудностей, связанных с недостаточной изученностью, случайностью и сложностью механизмов возникновения данных процессов.

В данной работе предлагается метод оценки динамики развития процессов АЭ на основе их феноменологических моделей и экспериментальных данных, позволяющий устанавливать факт нарушения пуассоновского характера возникновения импульсов АЭ, являющийся сигналом начала развития процесса разрушения конструкции.

В отличие от метода инвариантов, изложенного в [2-3] и основанного на обработке случайных временных интервалов между импульсами АЭ, описанный в этой работе подход предполагает обработку амплитудной информации, что дает ему целый ряд преимуществ, о которых будет сказано ниже.

Известно, что на начальном этапе механического деформирования твердых тел поток импульсов АЭ порождается пуассоновским процессом излучения сигналов микродефектами, и только при образовании микротрещин и слиянии их в макротрещины, нарушается независимость актов АЭ, что вызывает существенное изменение их статистических характеристик.

Сигнал датчика АЭ может быть аппроксимирован выражением

$$x(t) = \sum_{t=1}^{\infty} a_k S(t - t_k), \quad (1)$$

где $S(t)$ – форма импульса датчика, a_k – случайная величина с конечной дисперсией, t_k – случайные моменты времени.

Когда случайные моменты t_k определяются пуассоновским процессом с интенсивностью λ , дисперсия определяется выражением [4]

$$D_x = \lambda M[a_k^2] \int_{-\infty}^{+\infty} S^2(t) at. \quad (2)$$

Здесь $M[.]$ – знак математического ожидания.

Математическое ожидание процесса (1) при пуассоновском распределении моментов t_k

$$M[x(t)] = \lambda M[a_k] \int_{-\infty}^{+\infty} S(t) at = m_x. \quad (3)$$

Отношение
$$\frac{D_x}{m_x} = \frac{M[a_k^2] \int_{-\infty}^{+\infty} S^2(t) at}{M[a_k] \int_{-\infty}^{+\infty} S(t) at},$$

не зависит от интенсивности потока λ , а

$$\frac{\int_{-\infty}^{+\infty} S^2(t) a t}{\int_{-\infty}^{+\infty} S(t) a t} = A$$

является константой, зависящей только от формы реакции датчика на импульс АЭ, определяющей его конструкцией.

Обозначим

$$J_{\phi} = A \cdot \frac{M[a_k^2]}{M[a_k]} \quad (4)$$

Соотношение (4) назовем функциональным инвариантом, основываясь на экспериментально проверенном факте практически линейной зависимости J_{ϕ} от степени деформирования в зоне пуассоновского распределения моментов времени t_k .

Феноменологическая модель (1) адекватно описывает сигнал датчика АЭ.

Случайная величина a_k есть, по сути, амплитуда импульса, второй начальный момент которой

$$M[a_k^2] = \int_0^{\infty} a_k^2 p(a_k) da_k \quad (5)$$

Зависит от прочностных характеристик конструкции. Здесь $P(a_k)$ – плотность распределения величины a_k .

Суть предлагаемого метода функциональных инвариантов основывается на гипотезе существенного различия зависимости J_{ϕ} от степени деформирования материала в зоне пуассоновского распределения моментов t_k , которая соответствует начальному этапу деформирования, и при нарушении пуассоновского распределения моментов t_k .

Различие является следствием возникающей зависимости между моментами появления импульсов АЭ, обусловленной появлением и развитием микротрещин с последующим объединением в макротрещину.

Исследованию вероятностной зависимости появления импульса в $(t, t + dt)$ от промежутков времени между t и моментами возникновения предшествующих импульсов посвящен ряд работ [5], [6], где показано значительное влияние возникающей корреляции между моментами t_k на характеристики импульсной последовательности.

Возможность определения факта выхода распределения моментов времени t_k из зоны пуассоновского распределения при нагружении образца на основе (4) проверялась экспериментально следующим образом.

Для одного и того же процесса АЭ вычислялась величина инварианта J [2], который определяется соотношением

$$J = \frac{M[\tau^2]}{\{M[\tau]\}^2}, \quad (6)$$

где τ – случайные интервалы между импульсами АЭ, для пуассоновского распределения моментов t_k $J = 2$, и подсчитывалась величина J_{ϕ} .

Соответствующие графики представлены на рис. 1–3.

Как видно из рис. 1–3, кривая критерия J пуассоновского распределения моментов времени t_k и график J_{ϕ} выделяют практически одну и ту же зону, за которой начинается существенный рост J_{ϕ} .

Достоверность данного вывода подчеркивается тем, что критерий J оперирует с временными характеристиками импульсной последовательности, а J_ϕ определяется на основе анализа амплитудных соотношений.

Обработка многочисленных вариантов экспериментальных данных с различными материалами (Ст.3, АМГ6, стеклотекстолит) показала устойчивое проявление этого эффекта.

Основное преимущество предлагаемого метода по сравнению с методом инвариантов, изложенным в [2-3] состоит в том, здесь нет необходимости фиксировать моменты возникновения импульсов АЭ, что в условиях малого отношения сигнал/шум и наложении реакций датчиков АЭ друг на друга является достаточно сложной задачей.

Алгоритм реализации метода состоит в следующем. На начальном этапе нагружения определяются коэффициенты полинома $J_\phi = a_0 + a_1 J_\phi$, описывающего экспериментальную зависимость J_ϕ от степени деформирования образца (конструкции) на ранних стадиях деформирования.

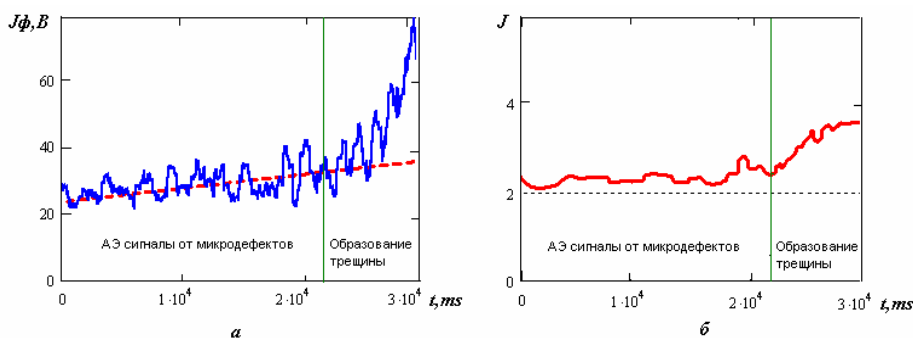


Рис.1. Изменение J_ϕ (а) и J (б) при деформировании до разрушения плоского образца сечения (3×30 мм) из стеклотекстолита

На рис. 1, а сплошной линией показан график J_ϕ и пунктирной линией график $J_{\phi n}$ (при $a_0=15,7$ и $a_1=7,8 \times 10^{-4}$).

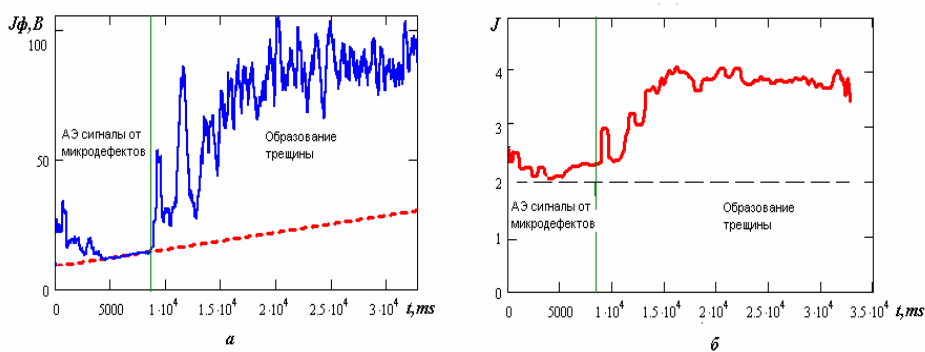


Рис.2. Изменение J_ϕ (а) и J (б) при деформировании до разрушения плоского образца сечения (30×30 мм) из стали 3

На рис. 2, а сплошной линией показан график J_ϕ и пунктирной линией график $J_{\phi n}$ (при $a_0 = 8,8$ и $a_1 = 6,6 \times 10^{-4}$).

Многочисленные эксперименты с различными образцами показывают, что достаточна степень полинома $n \leq 1$. Продолжая процесс нагружения, сравниваем результат оценки J_ϕ с расчетом по найденному полиному $J_{\phi n}$.

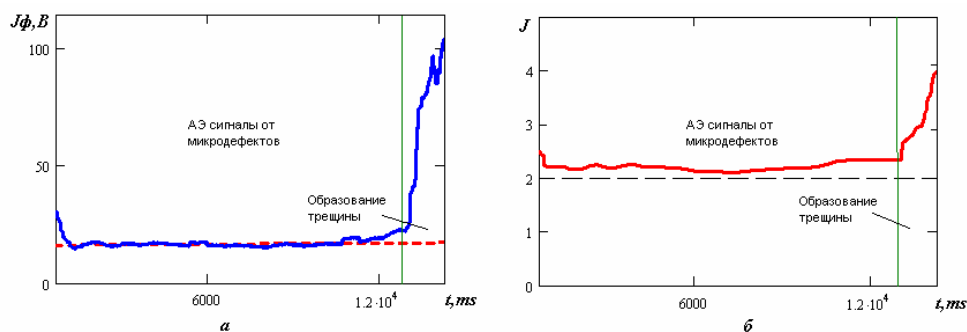


Рис. 3. Изменение J_ϕ (а) и J (б) при деформировании до разрушения балки квадратного сечения (30×30 мм) из сплава Д16

На рис. 3, а сплошной линией показан график J_ϕ и пунктирной линией график $J_{\phi n}$ (при $a_0 = 15,6$ и $a_1 = 1,2 \times 10^{-4}$).

Когда будет нарушен пуассоновский характер моментов t_k , т.е. наступит формирование микротрещин, результаты оценки J_ϕ и расчета $J_{\phi n}$ будут всё более расходиться, вплоть до образования макротрещины и разрушения. В зависимости от материала и назначения конструкции, степени ее ответственности, условий работы и других факторов должен быть сформирован критерий допустимости этого различия.

Результаты обработки экспериментальных данных согласно вышеприведенному алгоритму представлены на рис. 1 – 3.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник / В.В. Клюев, Ф.Р. Соснин, А.В. Ковалёва и др.; Под ред. В.В. Клюева. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Машиностроение, 2005. – 656 с.
2. Расцепляев Ю.С., Попов А.В. К вопросу исследования динамики акустико-эмиссионных процессов в задачах неразрушающего контроля методами теории случайных потоков. //Техническая диагностика и неразрушающий контроль. 2000. №3. С.24–27.
3. Расцепляев Ю.С., Попов А.В. Метод инвариантов в задаче исследования потоков акустической эмиссии. //Дефектоскопия. 2000. №10. С.79–82.
4. Корн. Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Наука: Главная редакция физико-математической литературы, 1984. – 833с.
5. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. – М.: Советское радио, 1974. – 552с.
6. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и её инженерные приложения. – М.: Наука, 1991. – 380 с.

Кондранин Евгений Анатольевич
Научно-исследовательский институт Специальных информационно-
измерительных систем
E-mail niisiis@aanet.ru
344022, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 154

Kondranin Yevgeniy Ananjlevich
The Scientific-research Institute (SRI) of special information-measuring systems
154, Bolshay Sadovay street, Rostov-on-Don, 344022, Russia .

УДК 004.42:659.1

Е.В. Корохова, А.И. Никифоров

**ФОРМАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ РЕКЛАМНЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ**

*На основе анализа задач рекламных агентств разработана формальная
модель бизнес-процессов и приведены варианты их исполнения.
Бизнес-процесс; формальная модель.*

E.V. Korokhova, A.I. Nikiforov

**FORMAL MODEL OF BUSINESS PROCESSES DEVELOPED FOR
ADVERTISING COMPANIES WORKING IN THE REAL ECONOMICS
SECTOR**

*Based on analysis of advertising agencies' tasks, a formal model of their business
processes was developed and possible follow up sequences were provided.
Business process; formal model.*

В современных экономических условиях успешное функционирование предприятия напрямую зависит от скорости его реакции на вызовы рынка и соответствия выпускаемых товаров и услуг требованиям заказчика. Важную роль в повышении эффективности его работы играет грамотная организация бизнес-процессов и последующая их автоматизация. Заказчиком поставлена задача разработки автоматизированной системы управления бизнес-процессами рекламных агентств и типографий в полном соответствии с требованиями, предъявляемыми к системам класса MRP-II.

Необходимым шагом, предшествующим разработке, является создание модели автоматизируемых процессов. Ниже представлена формальная модель бизнес-процессов рекламных предприятий реального сектора экономики, основная деятельность которых, как правило, сводится к разработке, печати и последующему размещению рекламных материалов. Последние два процесса (печать и размещение) могут осуществляться параллельно, однако для простоты мы будем их рассматривать как последовательные процессы, что, тем не менее, не отменяет общности нашего подхода, так как параллельные процессы могут быть приведены к последовательным методом декомпозиции [1].

Процессный подход к управлению предполагает, что бизнес-функции предприятия, осуществляемые отдельными функциональными подразделениями, должны быть "нанизаны" на стержень единого процесса, результат осуществления которого должен иметь ценность для клиента. Формальная модель бизнес-