

МЕТОД АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ НА ОСНОВЕ ИНВАРИАНТОВ В ОЦЕНКЕ ПРОЧНОСТИ СПЕЦИАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ТЕХНИКИ

Г.В. Зибров, А.В. Попов, В.Н. Старов, Е.В. Смоленцев

Предложена высокоэффективная методика оценка прочности силовых элементов конструкций ответственного назначения вне зависимости от их предыстории эксплуатации, формы и размеров, что достижимо с использованием метода инвариантов, основанного на определении степени отклонения распределений параметров сигналов акустико-эмиссионных процессов при деформировании.

Ключевые слова: *дефекты, разрушение, метод акустической эмиссии, инварианты, распределения параметров.*

При определении эксплуатационной пригодности конструкций вооружения и военной техники (ВВТ), особенно эксплуатирующихся продолжительное время, актуальной проблемой является разработка методов определения прочностных характеристик их силовых элементов вне зависимости от предыстории эксплуатации, формы и размеров.

Из неразрушающих методов, используемых для контроля прочности конструкций ответственного назначения ВВТ, особое место занимает метод акустической эмиссии (АЭ), который позволяет обнаруживать развивающиеся в конструкции дефекты, оценивать их размеры, устанавливать степень опасности, прогнозировать разрушающую нагрузку и ресурс конструкции.

Анализ существующих неразрушающих методов определения показывает, что большинство методов основано на сканировании поверхности и подповерхностных слоев материала деталей, но в этом случае дефекты не ранжируются по степени опасности и структуре материала.

Зибров Геннадий Васильевич, доктор пед. наук, профессор, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж); Россия, г. Воронеж, тел.: (473)236-90-18,

Старов Виталий Николаевич, доктор тех. наук, профессор, Воронежский институт ГПС МЧС России; Россия, г. Воронеж, e-mail: vigps_onirio@mail.ru

Смоленцев Евгений Владиславович, доктор тех. наук, профессор, Воронежский государственный технический университет; Россия, г. Воронеж, тел.: (473)246-27-72

Попов Алексей Владимирович, доктор тех. наук, доцент, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж); Россия, г. Воронеж, тел.: (473)236-90-18

© Зибров Г.В., Старов В.Н., Смоленцев Е.В., Попов А. В., 2014

Статистика отказов силовых элементов конструкций и ВВТ показывает, что наиболее частым техническим отказом системы являются разрушения, связанные с зарождением и развитием трещин в ответственных деталях. Для определения прочностных характеристик ответственных конструкций необходимо оценивать кинетику накопления и развития дефектов. Это позволяет обеспечить достоверную оценку прочности уникальных конструкций военной и специальной техники по фактическому состоянию.

Метод АЭ обладает широкой возможностью регистрации сигналов, обработки и анализа акустических процессов, несущих информацию об опасных за счет развивающихся дефектах в силовых элементах, что позволяет делать выводы о прочности и ресурсе сложных конструкций и нагруженных деталей.

Анализ используемых на практике акустико-эмиссионных критериев оценки прочности конструкций показал, что почти все они не имеют чётких и однозначных критериальных значений, характеризующих стадии деформирования материалов. Большинство методов зависят от предыстории эксплуатации, формы и размеров конструкции, механических шумов.

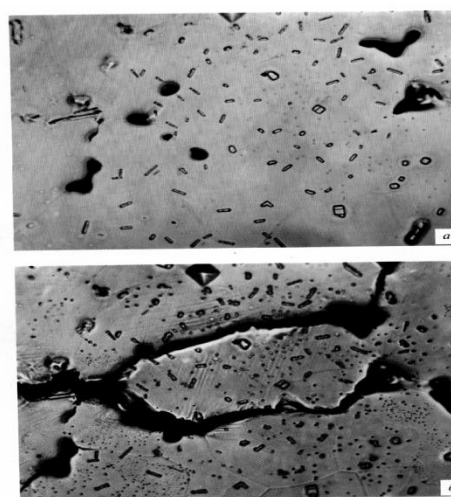
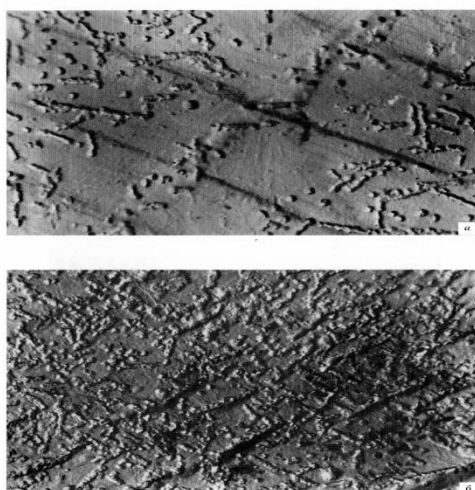
Рассмотрим разработанные акустико-эмиссионные методы оценки прочностных характеристик силовых конструкций ВВТ на основе параметрических и функциональных инвариантов пуассоновских процессов.

Из работ [1-6] следует, что на ранних стадиях деформирования поток сигналов акустической эмиссии от микродефектов, случайным образом распределенных по объему конструкции, имеет пуассоновский характер, например, как это показано на рис. 1.

Исследования показывают, что с ростом нагрузки объединение микродефектов в трещину и ее последующее развитие нарушает распределение Пуассона. Авторы данной работы предлагают новый подход к определению прочностных характеристик силовых элементов, который основан на

оценке изменения распределений числа актов АЭ на фиксированных интервалах времени в процессе

деформирования конструкций.



а) б)

Рис. 1. Развитие дефектов при нагревании и растяжении металла.

а) исходное состояние сплава при поставке, $t = 20^{\circ}\text{C}$ и размножение и слияние дефектов при $t = 500^{\circ}\text{C}$,
 б) исходное состояние сплава при поставке, $\varepsilon = 0$ и размножение и слияние дефектов при $\varepsilon = 15\%$.

Из известного фундаментального соотношения для пуассоновского распределения между математическим ожиданием $M[n]$ и дисперсией числа актов АЭ $D[n]$ в интервале T можно записать выражение $M[n]=D[n]$, следовательно, можно записать следующее соотношение:

$$M[n^2] = \{M[n]\}^2 + D[n] = \{M[n]\}^2 + M[n].$$

Используя эти соотношения, строят инварианты, справедливые только для пуассоновского процесса, и на этой основе оценивают отклонение анализируемого процесса от пуассоновского. Таким образом получены инварианты:

$$J_1 = M[n^2] - M[n] - M^2[n] = 0 \quad (1)$$

$$J_2 = \frac{M[n^2]}{M[n]} - M[n] = 1 \quad (2)$$

$$J^* = \frac{M[n^2]}{m^2[n] + M[n]} = 1 \quad (3)$$

В исследованиях проведен анализ и сделаны выводы о чувствительности каждого из инвариантов к изменению стадий разрушения материалов конструкций при деформировании.

На основе полученных инвариантов ф.(1-3) разработаны и запатентованы способы оценки процессов разрушения конструкций при акустико-эмиссионном контроле [5, 6].

На рисунке 2, где пунктирной кривой (1) отображена зависимость деформирования, кривой (2) - инвариант J_2 , показаны результаты взаимосвязи значений деформации и инварианта при нагружении конструкции силового элемента из стали 20 до разрушения.

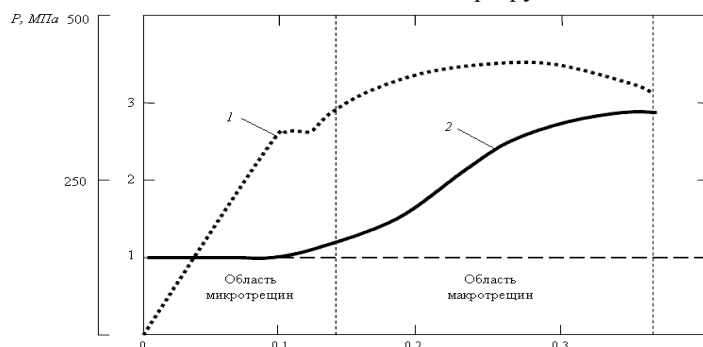


Рис. 2. 1 – кривая деформирования, кривая 2 – инвариант J_2 , 35 – я секунда ($\varepsilon = 0.13$) начало образования макротрещин.

В работах [7,8] представлены особенности метода оценки прочности силовых элементов

конструкций ВВТ при использовании инвариантов временных интервалов импульсов АЭ.

Исследование параметров плотности вероятности временных интервалов между актами АЭ несёт существенную информацию о кинетике повреждений структуры материала конструкций. Знание кинетики накопления повреждений позволяет определить долговечность изделий и прогнозировать поведение сложных механических систем в условиях эксплуатации.

Исследуем второй начальный момент для случайной величины τ , являющейся временными интервалами между соседними событиями пуассоновского потока.

$$M[\tau^2] = M^2[\tau] + D[\tau] \quad (4)$$

где $M[\tau]$ и $D[\tau]$ математическое ожидание и дисперсия случайной величины τ соответственно.

Из известных соотношений следует, что математическое ожидание и дисперсия для \dot{N}_a определяются соотношением являющееся инвариантом для пуассоновского потока. Если поток является пуассоновским, то

$$M[\tau] = \frac{1}{M[n]}, \quad (5)$$

$$D[\tau] = \frac{1}{M[n]^2}$$

где $M[n]$ - интенсивность потока.

Если провести действие деления ф.(5) на $M^2[\tau]$, то получаем инвариант J_3 , основанный на характерных свойствах пуассоновского потока - ординарности и отсутствии последствия:

$$J_3 = 1 + \frac{D[\tau]}{M^2[\tau]} = \frac{M[\tau^2]}{M^2[\tau]} = 2 \quad (6)$$

Соотношение ф.(6) позволяет построить инварианты, справедливые только для пуассоновского процесса и на этой основе оценивать отклонение анализируемого процесса от пуассоновского.

Рассмотрим метод оценки прочностных характеристик силовых элементов конструкций ВВТ на основе инвариантов для «прореженных» потоков АЭ.

Один из подходов к оценке «разладки» акустико-эмиссионных потоков основан на использовании «прореженных» потоков или потоков Эрланга [2,3]. С этой целью исходный поток актов АЭ прореживается с порядками k_1 и k_2 .

Выбор значений k определяется свойствами исходного потока, в частности интенсивностью, при этом необходимо учитывать, что $k \leq 10$. Это объясняется тем, что при увеличении k распре-

ление τ_k в простейшем потоке будет стремиться к нормальному.

Рассмотрим поток Эрланга k -го порядка. Для этого процесса получим:

$$M[\tau^{(k)}] = \frac{k}{\dot{N}_a}, \quad D[\tau^{(k)}] = \frac{k}{\dot{N}_a^2}, \quad (7)$$

где $D[\tau^{(k)}]$ - дисперсия интервала времени между соседними событиями $\tau^{(k)}$ в потоке k -го порядка. Второй начальный момент $\tau^{(k)}$ для этого процесса равен

$$M[\tau^{(k)}]^2 = \{M[\tau^{(k)}]\}^2 + D[\tau^{(k)}] = \frac{k \cdot (k+1)}{\dot{N}_a^2} \quad (8)$$

Формула (8) справедлива для простейшего потока, для которого вероятностные характеристики i и $i-1$ акта независимы.

Поэтому отношение вторых начальных моментов случайной величины $\tau^{(k)}$ для потоков Эрланга различных порядков k_1 и k_2 определяется соотношением

$$I_3 = \frac{M[\tau^{(k_1)}]^2}{M[\tau^{(k_2)}]^2} = \frac{k_1 \cdot (k_1 + 1)}{k_2 \cdot (k_2 + 1)} \quad (9)$$

Если $k_1=1$ (исходный поток), то

$$I_3 = \frac{M[\tau^{(1)}]^2}{M[\tau^{(k)}]^2} = \frac{2}{k(k+1)} \quad (10)$$

Справедливо также выражение

$$I_k = \frac{M[\tau_k^2]}{M^2[\tau_k]} = 1 + \frac{D[\tau_k]}{M^2[\tau_k]} =$$

$$= 1 + \frac{k \cdot M^2[\tau]}{k^2 \cdot M^2[\tau]} = \frac{k+1}{k}$$

$$\text{получаем } I^* = \left| \frac{M[\tau_k^2]}{M^2[\tau_k]} - \frac{k+1}{k} \right| = 0.$$

По истечении очередного интервала выборки длительностью T находится отношение статистических оценок для первого и второго начальных моментов случайных величин τ и \dot{N}_a , оценок вторых начальных моментов интервалов времени между соседними событиями для рассмотренных потоков Эрланга и сравнивается с ранее рассчитанной величиной в правой части равенств ф.(9, 10). Если эти равенства выполняются с заданной доверительной вероятностью, то «разладки» процесса нет.

В том случае, когда деформация приводит к объединению микроисточников в макродефект с

последующим его развитием, вероятностные характеристики актов АЭ становятся зависимыми. Объединение микроисточников актов АЭ в макродефект и его последующее развитие разрушают гипотезу пуассоновского потока и приводят к нарушению равенств ф.(9, 10). Этот факт «разладки» процесса можно использовать для получения информации о кинетике развития структурных дефектов в изделии, что позволяет делать выводы о степени опасности развивающихся дефектов.

Использование соотношений ф. (9, 10) для определения степени опасности развивающихся дефектов предполагает определение оценок для первого и второго начальных моментов случайных величин τ и N в процессе контроля изделия, а также вторых начальных моментов $M^*[\tau^{(k_1)}]^2$ и $M^*[\tau^{(k_2)}]^2$ которые определяются на следующих друг за другом интервалах времени длительностью T .

Здесь величина T зависит от интенсивности процесса (необходимо иметь выборку достаточного объёма, чтобы обеспечить приемлемую точность статистических оценок) и от скорости изменения вероятностных характеристик процесса АЭ вследствие роста деформации (для уменьшения ошибок при определении оценок τ , N , $M^*[\tau^{(k_1)}]^2$ и $M^*[\tau^{(k_2)}]^2$). Необходимо, чтобы нестационарность процесса сказывалась незначительно, или использовать известные алгоритмы, например «скользящего среднего».

Проведена экспериментальная проверка справедливости сделанных теоретических выводов. Для этого были проведены исследования по разрушению цилиндрических образцов из стали 40 и плоских образцов Д16. Выбор этого типа образцов обусловлен широким распространением сталей, имеющих площадку текучести и сплавов на основе алюминия в силовых элементах конструкций.

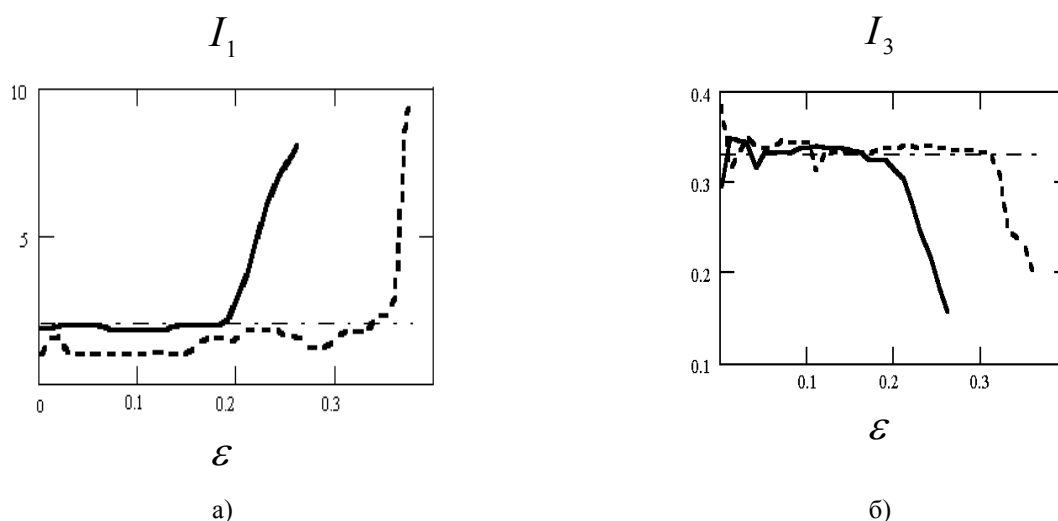


Рис. 3. График зависимости инвариантов от времени при постоянной скорости деформации образцов до разрушения.

а) инвариант I_1 ; б) инвариант I_3 для $k_1 = 1$, $k_2 = 2$; сплошная линия - сплав Д16; пунктирная – сталь 40;

20 – я секунда ($\epsilon = 0.2$) образование макротрещины в образце Д16;

30 – я секунда ($\epsilon = 0.3$) образование макротрещины в образце Ст.40.

Исследуемым материалам свойственна высокая акустическая активность на площадке текучести (лавинное возрастание плотности подвижных дислокаций) и перед разрушением (образование магистральной трещины). На рисунке 3 показано изменение инвариантов в процессе деформирования для этих материалов. Характерное увеличение «разладки» для этих образцов наблюдается при образовании и развитии магистральной трещины, что не всегда сопровождается возрастанием интенсивности и амплитуды сигналов. Справедливость применения инвариантов подтверждается данными металлографии.

Разработанный авторами подход даёт возможность достоверной оценки в процессе контроля динамики и степени изменения распределений информативных параметров эмиссии, характеризующих степень предразрушающего состояния конструкции.

Оценка с помощью приведённых соотношений позволяет высокоэффективно проводить оценку как исходных, так и «прореженных» АЭ потоки любого порядка, причем она не зависит от предистории нагружения конструкции, что даёт возможность осуществлять постоянный и периодический АЭ контроль.

Исследуем особенности применения метода функциональных инвариантов АЭ процессов в задачах оценки прочностных характеристик ответственных силовых элементов конструкций ВВТ.

В отличие от инвариантов, предложенных ранее и основанных на обработке случайного количества импульсов АЭ, предлагается иной подход, который предполагает обработку амплитудной информации, что дает ему целый ряд преимуществ. Рассмотрим это.

Сигнал датчика АЭ может быть аппроксимирован выражением $x(t) = \sum_{k=1}^{\infty} a_k S(t-t_k)$, 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 и математическое ожидание процесса определяются выражениями

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

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

Отношение

$$J_\phi = \frac{D_x}{m_x} = \frac{M[a_k^2] \int_{-\infty}^{+\infty} S^2(t) dt}{M[a_k] \int_{-\infty}^{+\infty} S(t) dt} \quad (11)$$

не зависит от интенсивности потока λ , а является константой, зависящей только от формы реакции датчика на импульс АЭ, определяющейся его конструкцией.

Соотношение ф.(11) назовем функциональным инвариантом, основываясь на экспериментально проверенном факте практически линейной зависимости J_ϕ от степени деформирования в зоне пуассоновского распределения моментов времени t_k .

Возможность определения факта выхода распределения моментов времени t_k из зоны пуассоновского распределения при нагружении образца на основе (11) проверялась экспериментально следующим образом.

Результаты обработки экспериментальных данных согласно вышеприведенным алгоритмам и известным АЭ критериям представлены на рисунке 4. Наглядно видно характерное отклонение инвариантов от устойчивых значений при образовании магистральных трещин.

Для одного и того же процесса АЭ вычислялась величина инварианта J , который определяется соотношением $J_\tau = \frac{M[\tau^2]}{\{M[\tau]\}^2}$, для пуассоновского

распределения моментов t_k $J = 2$, где τ – случайные интервалы между импульсами АЭ, и подсчитывалась величина J_ϕ .

Как видно из рисунка 4, кривая критерия J_τ 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_τ оперирует с временными характеристиками импульсной последовательности, а J_ϕ определяется на основе анализа амплитудных соотношений.

Для подтверждения возможности практического использования полученных теоретических положений разработан опытный образец АЭ системы определения прочностных характеристик конструкций на основе функциональных и параметрических инвариантов акустико-эмиссионных процессов, методика экспериментальных исследований, устройства для моделирования, и проведены экспериментальные исследования по изучению связи статистических закономерностей АЭ процессов с процессами разрушения конструкций.

Таким образом, установлено, что на ранних стадиях деформирования поток сигналов акустической эмиссии от микроисточников, случайным образом распределенных по объему конструкции, имеет пуассоновский характер.

С ростом нагрузки объединение микродефектов в трещину и ее последующее развитие нарушает распределение Пуассона.

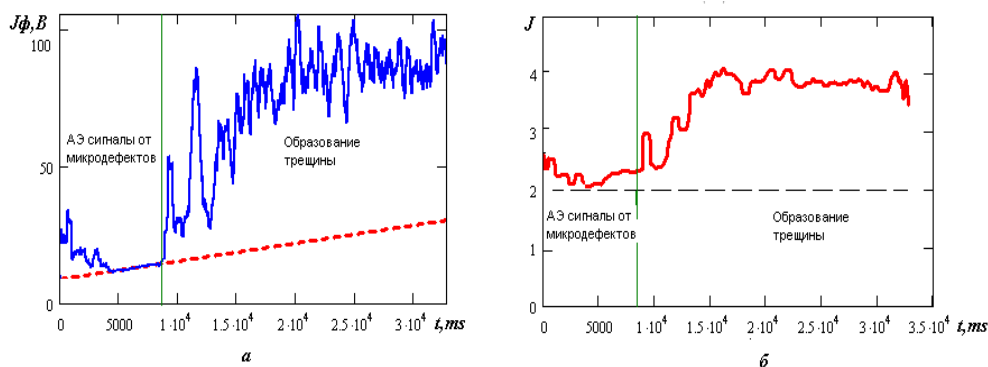


Рис. 4. Изменение J_{ϕ} (рис. а) и J_{τ} (рис. б) при деформировании до разрушения плоского образца сечения

(3×30 мм) из стали 3. а) сплошной линией показан график J_{ϕ} , и пунктирной линией график $J_{\phi n}$

(при $A_0 = 8,8$ и $A_1 = 6,6 \times 10^{-4}$).

В связи с тем, что форма статистических распределений информативных параметров АЭ не зависит от амплитуды и интенсивности сигналов, а определяется только физикой процессов происходящих в материале конструкции при деформировании, значения инвариантов не зависят от формы, предыстории эксплуатации и размеров конструкции.

Проведено определение прочностных характеристик силовых элементов конструкций ВВТ вне зависимости от их предыстории эксплуатации, формы и размеров, что достижимо с использованием метода параметрических инвариантов, основанного на определении степени отклонения («разладки») распределений численно-временных характеристик АЭ процессов при деформировании.

Авторами предложены методики достоверного определения прочностных характеристик силовых элементов конструкций ВВТ, работающих

вне зависимости от их предыстории эксплуатации, формы и размеров, что возможно при использовании метода оценки прочности силовых элементов конструкций на основе инвариантов для «прореженных» потоков АЭ.

Определение прочностных характеристик силовых элементов конструкций ВВТ вне зависимости от их предыстории эксплуатации, формы и размеров достижимо с использованием метода функциональных инвариантов, основанного на определении степени отклонения («разладки») распределений амплитуд сигналов АЭ процессов при деформировании.

Данные методики позволяют проводить воспроизводимую, стабильную и достоверную оценку конструкций любых конфигураций объектов военной техники и вооружения, что делает их уникальными.

Библиографический список

1. Расщепляев, Ю.С., Попов, А.В. Метод инвариантов в задаче исследования потоков акустической эмиссии / Ю.С. Расщепляев, А.В. Попов. – Дефектоскопия. – 2000. – №10. – С. 79-82.
2. Расщепляев, Ю.С., Попов, А.В. К вопросу исследования динамики акустико-эмиссионных процессов в задачах неразрушающего контроля методами теории случайных потоков / Ю.С. Расщепляев, А.В. Попов - Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2000. – № 3. – С. 24-27.
3. Расщепляев, Ю.С., Попов, А.В. Оценка степени опасности дефектов на основе инвариантов при акустико-эмиссионном неразрушающем контроле / Ю.С. Расщепляев, А.В. Попов. - Контроль. Диагностика. – 2001. – № 2. – С. 29-32.
4. Попов, А.В., Кондранин, Е.А. Метод контроля прочности силовых элементов конструкций на основе оценки численно-временных характеристик АЭ процессов / А.В. Попов, Е.А. Кондранин. - Контроль. Диагностика - №7. - 2008. - С. 45-47.

References

1. Rassheplyaev, Yu.S., Popov, A.V. Metod invariantov v zadache issledovaniya potokov akusticheskoy emissii / Yu.S. Rassheplyaev, A.V. Popov. – Defektoskopiya. – 2000. – №10. – S. 79-82.
2. Rassheplyaev, Yu.S., Popov, A.V. K voprosu issledovaniya dinamiki akustiko-emissionnykh protsessov v zadachah nerazrushayuschego kontrolya metodami teorii sluchaynykh potokov / Yu.S. Rassheplyaev, A.V. Popov - Tehnicheskaya diagnostika i nerazrushayuschiy kontrol. – 2000. – № 3. – S. 24-27.
3. Rassheplyaev, Yu.S., Popov, A.V. Otsenka stepeni opasnosti defektov na osnove invariantov pri akustiko-emissionnom nerazrushayuschem kontrole / Yu.S. Rassheplyaev, A.V. Popov. - Kontrol. Diagnostika. – 2001. – № 2. – S. 29-32.
4. Popov, A.V., Kondranin, E.A. Metod kontrolya prochnosti silovykh elementov konstruktсий na osnove otsenki chislenno-vremennykh harakteristik AE protsessov / A.V. Popov, E.A. Kondranin. - Kontrol. Diagnostika - №7. - 2008. - S. 45-47.

5. **Попов, А.В., Кондранин, Е.А.** Способ оценки процессов разрушения конструкций при акустико-эмиссионном контроле. Патент РФ № 2367941.

6. **Попов, А.В.** Методы определения эксплуатационной пригодности силовых элементов конструкций вооружения и военной техники на основе инвариантов акустико-эмиссионных процессов / А.В. Попов, В.Н. Старов, Д.Е. Барабаш, С.Ю. Жачкин // Вестник ВАИУ. - № 1 (15). - Научное периодическое издание. Воронеж. ВАИУ. - 2012. - С 28-36.

7. **Зибров Г. В.** Механизмы возможных реализаций физических воздействий и учет прочностных характеристик сложных конструкций /Зибров Г. В., Старов В. Н., Смоленцев Е. В., Попов А. В. // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. – 2014. – №1. – С. 15-20.

8. **Зибров Г.В.** Повышение работоспособности за счет восстановления технологическими методами эксплуатационных характеристик военной и специальной техники / Г.В. Зибров, В.Н. Старов, Е.В. Смоленцев, А.В. Попов // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. – 2014. – №2. – С. 26-30.

5. **Popov, A.V., Kondranin, E.A.** Sposob otsenki protsessov razrusheniya konstruktсий pri akustiko-emissionnom kontrole. Patent RF № 2367941.

6. **Popov, A.V.** Metodyi opredeleniya ekspluatatsionnoy prigodnosti silovyih elementov konstruktсий voozuzheniya i voennoy tehniki na osnove invariantov akustiko-emissionnyih protsessov / A.V. Popov, V.N. Starov, D.E. Barabash, S.Yu. Zhachkin // Vestnik VAIU. - № 1 (15). - Nauchnoe periodicheskoe izdanie. Voronezh. VAIU. - 2012. - S 28-36.

7. **Zibrov G.V.** Mehanizmyi vozmozhnyih realizatsiy fizicheskikh vozdeystviy i uchet prochnostnyih harakteristik slozhnyih konstruktсий /Zibrov G. V., Starov V. N., Smolentsev E. V., Popov A. V. // Vestnik Voronezhskogo instituta GPS MChS Rossii. – 2014. – #1. – S. 15-20.

8. **Zibrov G.V.** Povyishenie rabotosposobnosti za schet vosstanovleniya tehnologicheskimi metodami ekspluatatsionnyih harakteristik voennoy i spetsialnoy tehniki / G.V. Zibrov, V.N. Starov, E.V. Smolentsev, A.V. Popov // Vestnik Voronezhskogo instituta GPS MChS Rossii. – 2014. – #2. – S. 26-30.

ACOUSTIC EMISSION BASED INVARIANTS IN THE EVALUATION OF STRENGTH OF SPECIAL DESIGN AND TECHNOLOGY

Zibrov G. V.,

D. Sc. in Pedagogics, Prof.

Military Educational and Scientific Center of the Air Force

«Air Force Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin» (Voronezh);

Russia, Voronezh, tel.: (473)236-90-18

Starov V. N.,

D. Sc. in Engineering, Prof.

Voronezh Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia;

Russia, Voronezh, e-mail: vigps_onirio@mail.ru

Smolencev E. V.,

D. Sc. in Engineering, Prof.

Voronezh State Technical University;

Russia, Voronezh, tel.: (473)246-27-72

Popov A. V.,

D. Sc. in Engineering, Assoc. Prof.,

Military Educational and Scientific Center of the Air Force

«Air Force Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin» (Voronezh);

Russia, Voronezh, tel.: (473)236-90-18

Proposed methodology for assessing the strength of high-strength structural elements critical applications regardless of their history of ex-exploitation that the shape and size that is achievable using the method of invariant-Ants, based on determining the degree of deviation of the distribution parameters of acoustic emission signals during the deformation process.

Keywords: damage, destruction, acoustic emission method, invariants, distribution parameters.