

**ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И
УПРАВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВАМИ
ОТВЕТСТВЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ**

Номоконова Н.Н., Каражелясков Р.П.

*Владивостокский государственный
университет экономики и сервиса,
Владивосток*

Предлагается обсудить довольно важное и обширное, но, как кажется, мало изученное направление - особенности требований к программному и информационно-аналитическому обеспечению устройств и комплексов ответственного и специального назначения.

Устройства специального назначения профессионально и оперативно выполняют действия, которые невозможно выполнить другими средствами и поэтому как конструкторам, так и программистам приходится решать нетипичные задачи и часто, прибегать к нестандартным решениям. Как правило, подобные устройства выполняют особые операции контроля и аналитического анализа в масштабе реального времени. Гидроакустические комплексы, которые работают в сложных эксплуатационных условиях и, нарушение в функционировании которых, может привести к непредсказуемым и даже катастрофическим результатам относятся к классу описанных выше устройств.

В рассматриваемые устройства, как правило, входит большое количество датчиков, блоков обработки сигналов, и накопителей данных. Регистрация и обработка всей информации осуществляется блоками под управлением специализированными ЭВМ, с набором интерфейсных плат (меняя интерфейсные платы-модули и, соответственно программное обеспечение ЭВМ можно получить нужный функционал). Система цифровой регистрации событий, возникающих в процессе работы комплекса и его подсистем, не претендует на роль полноценного «чёрного ящика», но выполняет схожие (регистрация ряда событий) функции. Оптимальная работа всего комплекса зависит не только от качественного исполнения аппаратной части, но и от программного обеспечения и заложенных в него алгоритмов.

Таким образом, крайне важно систематизировать требования к операционным системам реального времени (ОСРВ) и программному обеспечению реального времени (ПОРВ). Анализ индустрии информационных технологий показывает, что разработке методик построения программных и аналитических средств, созданию математического обеспечения устройств и комплексов ответственного применения, в последнее время уделяется должное внимание. Излагаются методы построения сложных систем, ориентированных на программирование задач прикладного и системного характера, а также описывается их практическая эффективность [1, 2].

Однако при разработке ОСРВ и ПОРВ для рассматриваемого класса устройств и комплексов, безусловно, важен учет фактора реального времени. Возникает необходимость создания архитектуры математического обеспечения ЭВМ с учетом области ее

применения, класса реализации, языка программирования и тестирования математического обеспечения. Предлагается провести анализ подобного рода комплексов, выявить схожие методики проектирования, проследить весь путь разработки и спроецировать его на существующие стандарты в области ОСРВ и ПОРВ. Полученные результаты планируется применить в процессе разработки реальной системы – гидроакустического комплекса, работающего в режиме реального времени.

Требования к ОСРВ и ПОРВ являются существенными для многих отраслей, таких, как морской флот, военные и космические системы, телекоммуникационные системы, средства жизнеобеспечения, системы для использования в чрезвычайных ситуациях, экология. То есть везде, где нужна быстрая реакция на события, высокая надежность, живучесть и безопасность применяемых средств, и в том числе, программного обеспечения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Commercial Off-The-Self Real-Time Operating System and Architectural Consideration. Final Report, U.S. Federal Aviation Administration, DOT /FAA /AR/ 03/77, February 2004
2. http://www.computer-museum.ru/histsoft/posix_rt.htm

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК
ДЛИТЕЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ МАТЕРИАЛОВ
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИСПЫТАНИЙ
ОГРАНИЧЕННОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ**

Ромашов Р.В.

*Оренбургский государственный университет,
Оренбург*

Расчеты на длительную прочность являются важной составной частью в проектировании различных конструкций многих отраслей современного машиностроения [1]. При расчете изделий, предназначенных для длительной службы, необходимо знать предел длительной прочности (напряжение, вызывающее разрушение за заданное время при данной температуре) на большой базе – например, 10^5 часов (свыше 10 лет) и более [2]. Из-за весьма высокой трудоемкости и продолжительности экспериментов на такой базе особое значение имеет проблема экстраполяции опытных данных, полученных при кратковременных испытаниях, на большую длительность в соответствии с заданным ресурсом.

В частности, для оценки длительной прочности полимерных композиционных материалов (ПКМ – стеклопластики, углепластики, органопластики и др.) предложены различные эмпирические зависимости между напряжением и временем до разрушения (степенная, экспоненциальная, уравнение Ларсона – Миллера и др.), однако надежные методы экстраполяции отсутствуют. Наиболее широкое распространение получили температурно-временные уравнения длительной прочности, основанные на теории скоростей реакций. Однако считается, что эти уравнения недостаточно удовлетворительны для дальнего экст-

раполирования. В связи с этим часто на практике идут по пути использования более простых эмпирических зависимостей: например, для ряда ПКМ экспериментально подтверждается степенная зависимость долговечности t_p от напряжения S [3]:

$$t_p = C \cdot s^{-m}, \quad (1)$$

где C, m - параметры (константы) материала.

На основании экспериментальных исследований длительной прочности однонаправленного органо-пластика на временной базе t_p от 24 до 4200 часов при растягивающих напряжениях, менявшихся в диапазоне от 0,9 до 0,7 от предела прочности S_u , нами получены следующие значения параметров материала: $m = 18,327$; $C = 0,254$.

Зная m и C , по уравнению (1) можно прогнозировать долговечность конструкции при низких напряжениях, соответствующих большим значениям t_p . Так, для напряжений, при которых в процессе испытаний на длительную прочность не произошло разрушение опытных образцов, время до разрушения по результатам расчетов по формуле (1) равно $t_p = 3 \cdot 10^3$ суток (свыше 8 лет) при $s = 0,6 s_u$, и $t_p = 8,4 \cdot 10^4$ суток при $s = 0,5 s_u$, т.е. в последнем случае разрушение материала практически исключено.

Применение эмпирических формул для определения экстраполированных параметров длительной прочности может в ряде случаев привести к значительным ошибкам. Дело в том, что кривые длительной прочности $s(t_p)$ могут иметь переломы. Например, для сталей такие переломы кривой связаны с изменением характера разрушения – транскристаллического (межзеренного) при больших длительностях испытаний и интеркристаллического (внутризеренного) при малых [2]. Для ПКМ точки перегиба на кривой длительной прочности может и не быть, что повышает достоверность экстраполяции.

В связи с указанными трудностями очевидно, что наибольший интерес представляют физически обоснованные зависимости, которые должны обеспечить достоверность результатов расчетов. Считается, например, что особенности длительной прочности достаточно хорошо описываются известной формулой С.Н. Журкова, отражающей термофлуктуационный характер процесса разрушения:

$$t_p = t_0 \cdot \exp[(U_0 - g \cdot s) / R \cdot T], \quad (2)$$

где t_0 - постоянная, численно близкая к периоду тепловых колебаний атомов ($10^{-11} \dots 10^{-13}$ с); T - абсолютная температура; R - постоянная Больцмана; g - структурный коэффициент, чувствительный к изме-

нению состояния материала; U_0 - энергия активации процесса разрушения.

В соответствии с формулой (2) при постоянном напряжении зависимость времени до разрушения от обратной температуры в полулогарифмических координатах представляется веером прямых, сходящихся в

одной точке – полюсе (t_0 - значение долговечности в полюсе). Использование формулы для практических оценок характеристик длительной прочности в ряде случаев приводит к значительным ошибкам как по причине нестабильности и неоднородности материалов, с одной стороны, так и по причине фактического увеличения напряжения при испытаниях пластичных материалов в условиях постоянной нагрузки. Кроме того, применение данной формулы при сравнительно малых напряжениях может давать заниженные результаты. В частности, из формулы следует существование конечного времени до разрушения t_p при отсутствии напряжения и независимость t_p от температуры при $s = U_0/g$.

Принципиально важное значение имеет установление численных значений энергии активации U_0 процесса разрушения. Считается, что энергия активации близка к энергии сублимации для металлов и к энергии химических связей для полимерных материалов. Для оценки энергии активации для сталей нами использованы собственные результаты циклических (усталостных) испытаний, а также литературные данные. В качестве исходного уравнения для расчетов принято кинетическое уравнение повреждаемости, предложенное проф. Федоровым В.В. [4] на основе эргодинамического подхода к проблеме прочности и разрушения:

$$\dot{U}_e(t) = A \cdot sh[B - K \cdot !U_e(t)], \quad (3)$$

где $\dot{U}_e$ - скорость накопления скрытой энергии материала в процессе деформирования; $!U_e$ - изменение плотности скрытой энергии; B, K - структурные коэффициенты;

$$A = \frac{2R \cdot T_*}{h} \cdot U_0 \cdot \exp\left(-\frac{U_0}{R \cdot T_*}\right), \quad (4)$$

где h - постоянная Планка;

T_* - температура локального разогрева материала, которая для случая циклического нагружения зависит от величины предела текучести $S_{0,2}$ и амплитудных значений напряжений S_a :

$$T_* = T_0 \cdot \left(1 - \frac{S_a}{S_{0,2}}\right)^{-1}. \quad (5)$$

Нами выполнены экспериментальные исследования энергетического баланса материалов в процессе усталостных испытаний стальных образцов. В результате этих исследований получены зависимости скорости повреждаемости $\dot{U}_e$ от приращения уровня

скрытой энергии $!U_e$ для различных амплитуд напряжений [5]. Анализ этих зависимостей показал, что

в полулогарифмических координатах $\ln \dot{U}_e - !U_e$ экспериментальные данные хорошо укладываются на

вектор прямых, угол наклона которых к оси $!U_e$ зависит от амплитуды напряжений и температуры разогрева образцов, с увеличением которых наклон прямых уменьшается, что находится в соответствии с кинетическим уравнением повреждаемости (3). Результаты статистического анализа полученных данных с использованием кинетического уравнения повреждаемости позволил выполнить оценку активационных параметров процесса усталостного разрушения исследованных сталей.

Анализ экспериментальных данных показывает, что энергия активации процесса усталостного разрушения изменяется в сравнительно узких пределах

($U_0 = 15200 \dots 17100 \text{ МДж} / \text{м}^3$), то есть близка к энергии активации образования вакансий в железе и

его сплавах ($18700 \dots 19720 \text{ МДж} / \text{м}^3$), но значительно меньше энергии сублимации

($54600 \dots 57500 \text{ МДж} / \text{м}^3$). Отсюда следует, что в исследованном диапазоне условий разрушения (область многоциклового усталости) основным механизмом, контролирующим повреждаемость и усталостное разрушение, является вакансионный механизм. Это означает, что в процессе циклических деформаций в материал закачивается избыточная энергия, которая аккумулируется в деформируемых объемах в виде возбужденных атом – вакансионных состояний [5].

Таким образом, знание величины энергии активации U_0 позволяет использовать формулу С.Н. Журкова для прогнозирования долговечности металлических материалов. Для ПКМ требуется знать, как указывалось выше, энергию химических связей. Отметим также, что к настоящему времени получили известность и другие более универсальные зависимости (Пинеса Б.Я., Трунина И.И. и др.), свободные от некорректностей, присущих формуле Журкова С.Н. и являющиеся ее обобщением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гольденблат И.И., Бажанов В.Л., Копнов В.А. Длительная прочность в машиностроении. – М.: Изд-во Машиностроение, 1977. – 248 с.
2. Работнов Ю.Н. Ползучесть элементов конструкций. – М.: Изд-во Наука, 1966. – 752 с.
3. Биргер И.А., Мавлютов Р.Р. Сопротивление материалов. – М.: Изд-во Наука, 1986. – 560 с.

4. Федоров В.В. Кинетика повреждаемости и разрушения твердых тел. – Ташкент: Изд-во ФАН, 1985. – 167 с.

5. Панин В.Е., Федоров В.В., Ромашов Р.В. Явление структурно-энергетической аналогии процессов механического разрушения и плавления металлов и сплавов. // Синергетика и усталостное разрушение металлов: Сборник научных трудов. – М.: Изд-во Наука, 1989. – С. 29-44.

ПОЭКЗЕМПЛЯРНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Тамбиева Д.Т.

Ставропольский государственный университет,
Ставрополь

При построении систем распознавания важное место занимает проблема выбора совокупности признаков (параметров), а также алгоритмов их определения. Обычно задача системы распознавания сводится к получению информации, необходимой для принятия определенного решения о принадлежности некоторого объекта к тому или иному классу. Эффективность принимаемых решений, а, следовательно, и эффективность системы распознавания в целом, при заданном алфавите классов зависит от точности определения принадлежности распознаваемого объекта к соответствующему классу. Точность же определения принадлежности зависит от размерности и, в большей степени, от информативности признаков, которыми характеризуется распознаваемый объект. Проектирование и построение системы распознавания – сложный процесс, требующий построения математической или физико-математической модели системы. Один из этапов моделирования – выбор алгоритмов распознавания, обеспечивающих отнесение распознаваемого объекта к тому или другому классу или некоторой их совокупности.

Рассмотрим два возможных алгоритма распознавания и идентификации образца радиоэлектронного средства (РЭС).

В первом случае вероятность правильной идентификации образца радиоэлектронного средства вычисляется на основе анализа экспериментальной оценки частотного спектра излучаемого этим РЭС сигнала. При этом допускается, что спектральная плотность мощности содержит всю информацию о сигнале, кроме фазовых соотношений между дискретными гармониками. Ошибка при сравнении двух или более сигналов может появиться в силу наличия помехи. Поэтому естественной количественной мерой возможности различения сигналов разных образцов РЭС может выступать соотношение мощностей разностного сигнала и помехи:

$$\Delta_{ij} = c_i(t) - c_j(t),$$

где $c_i(t)$ и $c_j(t)$ – различаемые сигналы однотипных РЭС; $Q_{\Delta ij} \geq 0$ – энергия разностного сигнала на временном интервале $t \in [0; T]$.

Для двух идентичных сигналов при $i=j$ получаем $\Delta_{ij}=0$ и $Q_{\Delta ij}=0$. Для разных сигналов $Q_{\Delta ij} > 0$.