

Змызгова Татьяна Рудольфовна

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ТАРИРОВОЧНЫХ
ИСПЫТАНИЙ ДДИТ**

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2010/5/18.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2010. № 5 (36). С. 53-56. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2010/5/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

Сохранение заряда

Нетрудно видеть, что продольная несимметрия классического уравнения поля (1), показанная на *Рис. 2*, не нарушает сохранение заряда:

$$E_R = E_v \cdot \frac{R_*}{R_t} = \frac{q \cdot (1 - v^2/c^2) \cdot \sqrt{1 + \frac{v^2}{c^2} - 2 \frac{v}{c} \cos \alpha}}{4\pi R'^2 \cdot \left(1 - \frac{v}{c} \cos \alpha\right)^3} \cdot \frac{\left(1 - \frac{v}{c} \cos \alpha\right)}{\sqrt{1 + \frac{v^2}{c^2} - 2 \frac{v}{c} \cos \alpha}} = \frac{q \cdot (1 - v^2/c^2)}{4\pi R'^2 \cdot \left(1 - \frac{v}{c} \cos \alpha\right)^2}.$$

$$q_v = \oint E_R dS = \int_0^\pi \frac{q \cdot (1 - v^2/c^2) \cdot 2\pi R_0 \sin \alpha \cdot R_0 d\alpha}{4\pi R'^2 \cdot \left(1 - \frac{v}{c} \cos \alpha\right)^2} = \int_0^\pi \frac{q \cdot (1 - v^2/c^2) \cdot \sin \alpha}{2 \cdot \left(1 - \frac{v}{c} \cos \alpha\right)^2} \cdot d\alpha = q_0$$

Выводы

Классическое представление о конфигурации поля движущегося заряда в корне ошибочно. В эмпирической теории сравниваются поля зарядов, координаты которых совпадают «здесь и сейчас»: в момент t наблюдатель P измеряет поле движущегося заряда в запаздывающих координатах момента $(t - R/c)$, и поле неподвижного заряда в текущих координатах, тогда как поле только определяется запаздывающими пространственно-временными координатами. Запаздывание от скорости не зависит, и скорость $v=0$ не исключение, а частный случай. В классическом анализе поля неподвижного и движущегося зарядов определяются различными радиусами.

Следствия

Рассмотренная выше ошибка не единственная в эмпирической электродинамике. Следствия этих ошибок выходят далеко за рамки электродинамики, но прежде всего они привели к наличию многочисленных внутренних противоречий теории, нарушению законов сохранения, грубому расхождению с опытом и полной беспомощности в качественном объяснении электромагнитных явлений.

Коррекция представления о поле движущегося заряда позволяет прийти к ясному пониманию физической сущности магнитного поля, объяснить механизм сил Лоренца, индукции Фарадея и Мейсснера, самоиндукции, излучения, решить практически все проблемы электродинамики, поскольку истоками этих проблем как раз и являются ошибочные представления. Численные результаты при этом получаются практически те же, что и в эмпирической электродинамике, за исключением тех случаев, в которых эмпирическая теория вообще не работает (эффект Мейсснера например, взаимодействие участков тока). Разбор ряда других ошибок эмпирической электродинамики и решение основных проблем электродинамики показаны в работе [1].

Список литературы

1. **Ерохин В. В.** Основы конструктивной электродинамики. Ч. 1. Магнитное поле в нерелятивистском приближении [Электронный ресурс]. URL: http://vev50.narod.ru/ED_1.html
2. **Фейнмановские лекции по физике.** Т. 6. Гл. 26. § 2.

УДК 539.319:620.179

Татьяна Рудольфовна Змызгова

Курганский государственный университет

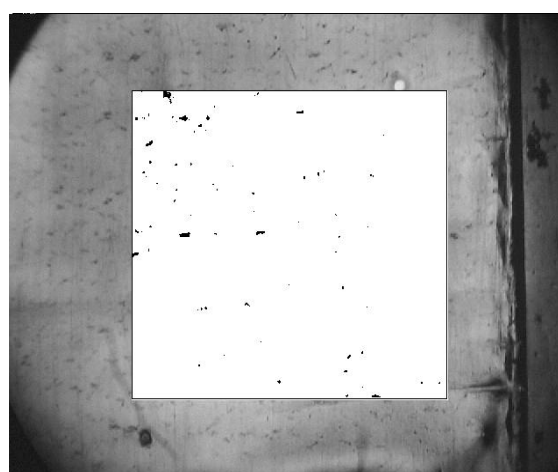
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ТАРИРОВОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ ДДИТ[©]

Прогнозирование ресурса работы деталей машин и металлоконструкций по критерию усталостного повреждения является нетривиальной задачей вероятностного характера вследствие необходимости учета рассеяния внутренних свойств элементов, а также случайной природы внешних воздействий. Одним из перспективных направлений решения проблемы оценки нагруженности и ресурса различных деталей машин в процессе конструкторско-технологической доработки является использование методик, основанных на обработке информации, полученной при помощи датчиков деформации интегрального типа (ДДИТ), которые представляют собой новые нетрадиционные средства экспериментального исследования.

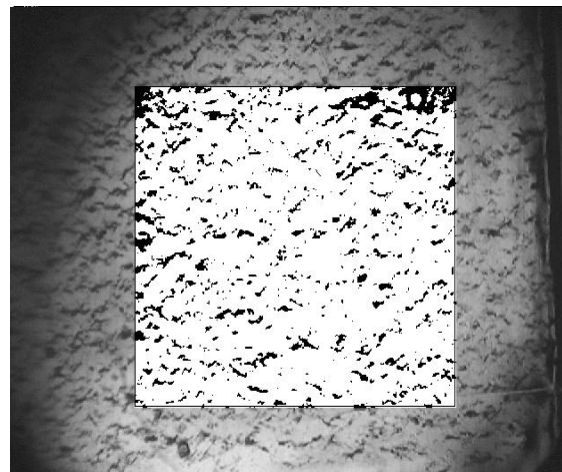
Методики применения ДДИТ основаны на использовании зависимостей прочностного расчета деталей, корреляционных связей между реакцией датчиков и разрушением деталей и конструкций, полуэмпирических моделей накопления повреждений [5; 7].

Использование компьютерных средств и методов обработки цифровых изображений реакции ДДИТ для оценки нагруженности деталей машин и их конструкций в условиях эксплуатационных испытаний представляет собой новое направление, которое позволит расширить область применения датчиков, повысить информационность и достоверность методов диагностики усталости деталей машин, однозначность идентификации выявленных параметров.

Компьютерный анализ цифровых изображений реакции ДДИТ приводит к необходимости решения целого комплекса нетривиальных проблем интерпретации экспериментальных данных, одна из важнейших задач которого состоит в определении функциональных связей между характеристиками процесса нагружения и фиксируемыми результатами наблюдений. В качестве последних выбрана количественная оценка реакции в виде относительной площади δ измененной структуры датчика, которую можно вычислить по цифровым изображениям их реакции. Для этого изображения реакции ДДИТ необходимо подвергнуть предварительному преобразованию, например, при помощи маркировочного фильтра, который позволяет устранить имеющиеся на изображениях дефекты [2; 3].



$$N = 20000, \delta = 0,4232$$



$$N = 80000, \delta = 11,9010$$

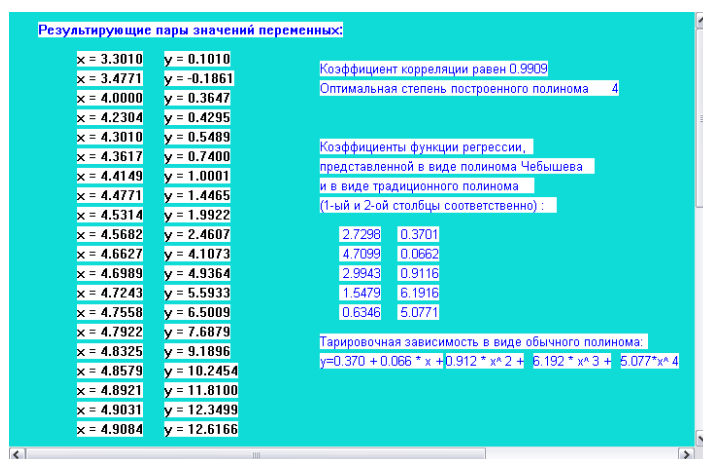
Рис. 1. Компьютерная обработка цифровых изображений реакции ДДИТ

Результат обработки некоторых изображений реакции ДДИТ приведен на Рис. 1. Поскольку в основе разработки маркировочного фильтра лежал принцип поиска компромиссного разрешения противоречия между сглаживанием шума и сохранением информационно важных контрастных структур различной ориентации, его использование позволяет сформировать четкий графический препарат для каждого изображения.

Следует отметить, что в общем случае использование «темных пятен» в качестве параметров, несущих информацию о величине циклических деформаций, вызывает определенные трудности, связанные с количественной оценкой их плотности. Использование методологии, основанной на цифровом анализе изображений реакции ДДИТ, позволяет решить эту задачу. Возможность применения выбранной операции не ко всему изображению, а только к некоторой его области позволяет при необходимости более гибко выполнять обработку изображений реакции ДДИТ.

Полученные экспериментальные данные в дальнейшем могут быть использованы для построения тарировочных зависимостей которые представляют собой кривые, характеризующие различную степень усталостной поврежденности материала ДДИТ [5]. Поскольку количественная характеристика выходных параметров процесса тарирования ДДИТ зависит, главным образом, от двух величин: амплитуды циклической деформации σ и числа циклов нагружения N_t , то тарировочные зависимости строят в виде $\delta = f(N)$ при $\sigma = const$, а также в виде $\delta = f(\sigma)$ при $N = const$.

Рис. 2. Численные результаты компьютерной реализации алгоритма восстановления одномерной тарировочной зависимости



Рассмотрим реализацию методики построения одномерной тарировочной зависимости вида $\delta = f(N)$ при $\sigma_a = 265.06$ МПа в классе алгебраических полиномов при помощи метода структурной минимизации эмпирического риска на основе экспериментальных данных, полученных при испытании образца трубы магистрального трубопровода на машине МУИ-6000 в режиме циклического растяжения до $N = 81$ тыс. циклов [1; 2; 6]. Компьютерная реализация данной методики и исходные данные для $L = 20$ пар экспериментальных точек $(\lg N_i, \delta_i)$ для $L = 20$ пар экспериментальных точек $(\lg N_i, \delta_i)$ приведены на Рис. 2.

Коэффициенты полученной аппроксимирующей функции позволяют записать исходную тарировочную зависимость в виде разложения по полиномам Чебышева:

$$\delta = 2.7298 + 4.7099 \cdot Q_1(x) + 2.9943 \cdot Q_2(x) + 1.5479 \cdot Q_3(x) + 0.6346 \cdot Q_4(x), \quad (1)$$

где $Q_j(x) = \cos(j \cdot \arccos(x))$, причем $Q_{j+1}(x) = 2xQ_j(x) - Q_{j-1}(x)$, $x = \lg N$, или в виде обычного полинома 4-ой степени:

$$\delta = 0.3701 + 0.0662 \cdot x + 0.9116 \cdot x^2 + 6.1916 \cdot x^3 + 5.0771 \cdot x^4$$

Рассмотрим пример работы с построенной зависимостью. Пусть аналогичный образец трубы магистрального нефтепровода подвергнут циклическому растяжению в течение $N = 25$ тыс. циклов. Тогда величина накопленного повреждения в материале образца будет равна $\delta = 0.9066$, т.е. общий уровень накопленных повреждений будет составлять примерно 1% от общей поверхности датчика. Данный результат получен при использовании разработанного автором программного комплекса цифровой обработки изображений реакции ДДИТ, возможности которого допускают вычисление значения построенных тарировочных зависимостей на заданной сетке значений аргумента. Если же число циклов деформирования равно $N = 75$ тыс. циклов, то $\delta = 11.0111$. Таким образом, математическое описание одномерных тарировочных зависимостей позволяет оценить уровень накопленного повреждения в образце при заданном режиме нагружения.

На основе имеющихся данных при помощи методик, изложенных в [7], можно решать задачу определения остаточного ресурса исследуемого образца в условиях нагрузок, соответствующих проведенному эксперименту. При отсутствии достаточного количества точек $(\lg N_i, \delta_i)$ (их должно быть не менее 18-20), которые необходимы для обеспечения близости построенной зависимости к экспериментальным данным в соответствии с разработанным алгоритмом, пользователь программного обеспечения может добавить к имеющимся точкам дополнительные, являющиеся, по его мнению, наиболее достоверными, т.е. через эти точки или в достаточной близости от них аппроксимирующая функция обязательно должна пройти.

Чтобы установить соответствует ли зависимость (1) экспериментальным данным, оценим ее значимость. Для этого воспользуемся основным положением дисперсионного анализа о разбиении суммы квадратов на слагаемые [4], согласно которому общая сумма квадратов отклонений результативного признака Q разлагается на Q_1 , сумму, характеризующую влияние признака $x_i = \lg(N_i)$ и $Q_{ост}$ - остаточную сумму или остаточное рассеивание, т.е. рассеивание за счет неучтенных факторов,

$$Q = Q_1 + Q_{ост}.$$

Действительно

$$Q = \sum_{i=1}^n (\delta_i - \bar{\delta})^2 = \sum_{i=1}^n (\delta_i - \delta(x_i) + \delta(x_i) - \bar{\delta})^2 = \sum_{i=1}^n (\delta_i - \delta(x_i))^2 + 2 \sum_{i=1}^n (\delta_i - \delta(x_i)) \cdot (\delta(x_i) - \bar{\delta}) + \sum_{i=1}^n (\delta(x_i) - \bar{\delta})^2 = Q_1 + \sum_{i=1}^n (\delta_i - \delta(x_i))^2.$$

Здесь

$$Q = \sum_{i=1}^n (\delta_i - \bar{\delta})^2, \quad Q_{ост} = \sum_{i=1}^n (\delta_i - \delta(x_i))^2.$$

При помощи несложных алгебраических преобразований можно показать, что сумма Q_1 имеет вид:

$$Q_1 = \sum_{i=1}^n (\bar{\delta} - \delta(x_i))(\bar{\delta} + \delta(x_i) - 2\delta_i).$$

Сумму $Q_{ост}$ называют также рассеиванием по факторам, т.е. рассеиванием за счет исследуемого фактора. Очевидно, что чем меньше $Q_{ост}$, тем меньше влияние неучтенных факторов, тем лучше математическая модель соответствует экспериментальным данным, так как вариация результативного признака δ в основном объясняется влиянием признака $x_i = \lg(N_i)$.

Для оценки значимости одномерной тарировочной зависимости (1) рассмотрим статистику

$$F = (Q_1 / Q_{ост}) \cdot (k_2 / k_1),$$

которая имеет распределение Фишера-Снедекора с $k_1 = 1$ и $k_2 = n - 2$ степенями свободы (n - число наблюдений) [Там же]. Вычисляем

$$n = 20, \quad k_1 = 1, \quad k_2 = 18, \quad Q = 393.6125, \quad Q_{ост} = 4.3654, \quad Q_1 = Q - Q_{ост} = 389.2471.$$

Тогда

$$F = \frac{390.4845}{4.3654} \cdot 18 = 1610.0978.$$

Критическое значение этого отношения при уровне значимости $\alpha = 0.05$ [Там же] составляет $F_{(\alpha, k_1, k_2)} = F_{(0.05, 1, 17)} \approx 4.43$. Так как $F > F_{(0.05, 1, 17)}$, то выбранную зависимость можно считать значимой, т.е. построенная функция регрессии (1) хорошо согласуется с экспериментальными данными.

С целью дополнительной проверки адекватности модели (1) можно определить долю объясненной вариации

$$R^2 = \frac{S_2^2}{S_1^2} \cdot 100\%.$$

Здесь $S_1^2 = Q = \sum_{i=1}^n (\delta_i - \bar{\delta})^2$ - сумма квадратов отклонений, обусловленная общим разбросом параметра δ

относительно его среднего значения; $S_2^2 = \sum_{i=1}^n (\delta(x_i) - \bar{\delta})^2$ - сумма квадратов отклонений, обусловленная направленным трендом. Доля объясненной вариации R^2 характеризует степень общего разброса параметра δ относительно среднего значения, которая определяется тенденцией изменения δ от фактора $x = \lg(N)$.

Чем ближе R^2 к 100%, тем лучше построенная модель. Находим

$$S_2^2 = \sum_{i=1}^n (\delta(x_i) - \bar{\delta})^2 = 387.6193, \quad R^2 = \frac{387.6193}{393.6125} \cdot 100\% \approx 98.48\%.$$

Отсюда следует, что качество аппроксимации достаточно для практического использования. Разработанные алгоритмы компьютерной обработки экспериментальных данных, полученных с помощью ДДИТ, позволяют расширить область использования датчиков для решения задач, связанных с необходимостью прогнозирования эксплуатационной работоспособности конструкций, подверженных циклическому воздействию нагрузок, в общем случае распределенных по законам случайных величин.

Список литературы

1. **Алгоритмы и программы восстановления зависимостей** / под ред. В. Н. Вапника М.: Наука; Главная редакция физико-математической литературы, 1984. 816 с.
2. **Змызгова Т. Р.** Математические модели и алгоритмы компьютерной обработки цифровых изображений реакции датчиков деформации интегрального типа: дисс. ... канд. техн. наук. Тюмень, 2007. 149 с.
3. **Змызгова Т. Р., Сызранцев В. Н., Троценко Д. А.** Предварительная обработка цифровых изображений реакции датчиков деформаций интегрального типа для оценки поврежденности сварных соединений // Современные методы изучения пластов и скважин при решении задач разработки нефтяных и газовых месторождений: сборник трудов кафедры «Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений». ТюмГНГУ, 2004. Вып. 1. С. 228-233.
4. **Математическая статистика:** учебник / В. М. Иванова, В. Н. Калинина, Л. А. Нешумова и др. М.: Высш. школа, 1981. 371 с.
5. **Сызранцев В. Н., Голофаст С. Л.** Измерение циклических деформаций и прогнозирование долговечности деталей по показаниям датчиков деформаций интегрального типа. Новосибирск: Наука, 2004. 206 с.
6. **Сызранцев В. Н., Голофаст С. Л., Обакшин П. А., Змызгова Т. Р.** Восстановление многомерных функциональных зависимостей по выборкам ограниченного объема // Вестник машиностроения. 2007. № 8. С. 30-32.
7. **Сызранцев В. Н., Голофаст С. Л., Сызранцева К. В.** Диагностика нагруженности и ресурса деталей трансмиссий и несущих систем машин по показаниям датчиков деформаций интегрального типа. Новосибирск: Наука, 2004. 188 с.

УДК 536

Светлана Петровна Коноваленко, Павел Павлович Исаев
Таганрогский государственный педагогический институт

ОПТИМАЛЬНЫЙ РАСЧЁТ АБСОЛЮТНОЙ ЭНТРОПИИ ЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ[©]

Начиная с 1960-х годов, логарифм коэффициента распределения повсеместно используется в качестве количественной меры описания липофильности (гидрофобности). Существует много разработанных моделей прогнозирования гидрофобности химических соединений. Наиболее распространены аддитивные схемы расчёта. Но наряду с этим, есть и упрощённые схемы предсказания $\log P$. Например, для прогнозирования гидрофобных свойств можно воспользоваться зависимостью $\log P$ от абсолютной энтропии соединения S . Энтропия одна из важнейших термодинамических характеристик.