



Выводы

Предложена и апробирована методика, которая позволяет ускоренно определить значения напряжений, коэффициентов запаса прочности, смещения зубьев протяжки под действием сил резания. Разработан программный комплекс на базе предложенной методики и полученных моделей, предназначенный для оперативного назначения рациональных режимов процесса протягивания в цеховых условиях. Полученные модели позволяют подобрать параметры протяжки для изготовления зубчатого колеса с заданным модулем и числом зубьев, оптимальные режимы протягивания поверхностей зубчатых колес, повысить точность изготовления зубчатого колеса за счет предварительных расчетов параметров НДС протяжки и детали.

Д.К. Тюмиков, С.Ю. Титов

ОБНАРУЖЕНИЕ НЕОДНОЗНАЧНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ РЕЛЕЙНОГО ТИПА ПО ЭМПИРИЧЕСКИМ ДАННЫМ.

(Самарский государственный университет путей сообщения)

При исследовании сложных систем по экспериментальным данным возникает необходимость определить тип зависимостей между переменными. Практически отсутствуют методы позволяющие обнаружить неоднозначные зависимости, например релейного типа. В работе предлагается на основе применения корреляционного анализа, метода дисперсионного отношений и энтропийных мер подход к идентификации неоднозначных зависимостей.

Релейные зависимости широко распространены в измерительных и исполнительных системах, системах автоматического управления, ряда технологических процессов, в системах диагностики. Требуется изучение этих зависимостей, моделирование и учет при работе высокоточной аппаратурой[1]. Однако обнаружение таких зависимостей является достаточно сложной задачей.

В работе исследуется ряд неоднозначных зависимостей гистерезисного типа, представленных на рисунке. По заданному аналитическому виду были получены экспериментальные данные, табулированием этих зависимостей, затем эти данные обрабатывались тремя методами: корреляционным анализом, методом дисперсионных отношений и расчетом энтропийно-информационных характеристик. В качестве исходных зависимостей были взяты следующие варианты[1].

а) "Месяц": аналитический вид

$$x_s(\alpha) = x(\alpha) * \cos(\theta) + y(\alpha) * \sin(\theta),$$

$$y_s(\alpha) = -x(\alpha) * \sin(\theta) + y(\alpha) * \cos(\theta),$$

$$\text{где } x(\alpha) = a * \cos^m(\alpha) + bx * \sin^n(\alpha), y(\alpha) = by * \sin(\alpha).$$

б) "Летучая мышь": аналитический вид

$$x_s(\alpha) = x(\alpha), y_s(\alpha) = |y(\alpha)|,$$



где $x(a) = a * \cos^m(a) + bx * \sin^n(a)$, $y(a) = by * \sin(a)$.

в) "Двойная петля": аналитический вид

$$xs(a) = x(a) + bx , ys(a) = y(a) + by ,$$

$$xs1(a) = x(a) - bx , ys1(a) = y(a) - by ,$$

где $x(a) = a * \cos^m(a) + bx * \sin^n(a)$, $y(a) = by * \sin(a)$.

г) "Эллипс": аналитический вид

$$x(a) = a * \cos^m(a) + bx * \sin^n(a) , y(a) = by * \sin(a) .$$

Формально задача исследования сводится к доказательству факта наличия статистической связи, предложенными характеристиками, оцененными по эмпирическим данным.

Пусть, рассмотрена нелинейная система с одной входной переменной $x \in X^1 \subset R^1$ и одной выходной переменной $y \in Y \subset R^1$. Пусть система может быть описана некоторой зависимостью $y = f_k(x) + \varepsilon_k$, $f_k(x) \in F(x)$, $k = 1..K$ где $F(x)$ -множество классов функций, -погрешность модели.

Множество классов функций, в общем случае, включает линейные, нелинейные, однозначные и нелинейные неоднозначные статистические зависимости (связи).

Рассмотрим характеристики нелинейных статистических связей.

Метод дисперсионных отношений. Метод основывается на разложении [2].

$$D[y] = M[D(y)] + D[M[y]] .$$

Поделив это выражение на $D[y]$ получим

где η_{yx} дисперсионное отношение (ДО):

$$\eta_{yx} = \left(\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} (M[y|x] - M[y])^2 \varphi(x, y) dy dx \right) / D[y] ,$$

при одной входной переменной называют парным дисперсионным отношением. Оно же в этом случае характеризует меру идентичности.

Энтропийно-информационные характеристики статистической связи. Энтропия выходной переменной может быть представлена [2,3]:

$$H_y = I_{yx} + H(y|x) ,$$

Совместная информация, выражающая статистическую связь между переменными определяется:

$$IH_{yx} = \frac{I(y, x)}{H(y)} = \frac{H(y) - H(y|x)}{H(y)} = 1 - \frac{H(y|x)}{H(y)} ,$$



$$\text{где } H_{y|x} = \sum_{j=1}^N p(y_j | x_i) \log p(y_j | x_i), H(y) = -\sum_i^N p(y_i) \cdot \log(p(y_i)).$$

Где $p(\cdot)$ соответствующие плотности вероятностей, N- число экспериментов.

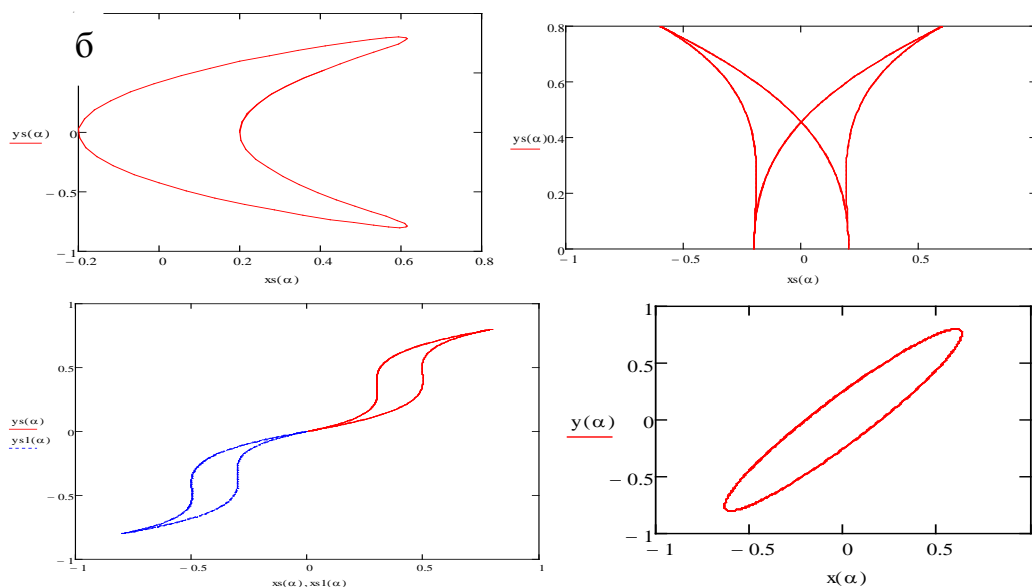


Рисунок 1. Зависимости релейного типа : а-"Месяц" , б-"Летучая мышь" , в-"Двойная петля" , г-"Эллипс".

На основе графических форм были получены экспериментальные данные, которые были обработаны тремя методами.

Тип	Корреляция	Парные До	Энтропия
А."Месяц"	-0.058	0.019	0.833
Б."Летучая мышь"	-0.022	0.759	0,733
В."Двойная петля"	0.969	0.85	0,941
Г."Эллипс"	0.944	0.698	0,836

Выводы: исследуемые зависимости определяются энтропийной мерой и в ряде случаев дисперсионными отношениями. Следует также отметить наличие корреляционной связи, которая в данном случае фиксирует нелинейную связь.

Литература

1. R. V. Lapshin «Analytical model for the approximation of hysteresis loop and its application to the scanning tunneling microscope», Review of Scientific Instruments, volume 66, number 9, pages 4718-4730, 1995



2. Д.К. Тюмиков Энтропийно-информационные меры многомерных статистических связей: Самарский гос. университет путей сообщ. – Самара: СамГУПС, 2012. - 130 с.

3. D.K. Tyumikov, M.A. Shcherbakov Structural characteristics of statistical relationships of multidimensional nonlinear systems // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences, May, June, 2014 №3 , pp 28-32.

А.С. Шабека, А.В. Куприянов

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ РЕШЕТОК МЕТОДОМ МНОГИХ СЛОЁВ

(Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет))

Введение

Кристаллическая решётка – представляет собой регулярное расположение частиц в кристаллах, характеризующееся периодической повторяемостью в трёх измерениях [1]. Объектом исследования являются изображения кристаллических решеток и метод их моделирования. Целью данной работы является изучение метода моделирования изображений электронной микроскопии, разработка алгоритма, реализующего данный метод.

В настоящее время электронная микроскопия очень быстро развивается и продолжает устанавливать все новые пределы разрешающей способности. Но тем не менее, из-за инструментальных ограничений или ограничений самого объекта, исследование может сильно усложниться [2]. В этом плане существенную помощь может оказать компьютерное моделирование, не только в построении исследуемых изображений, но и в извлечении дополнительной информации от полученных изображений.

Процесс получения изображения в электронном микроскопе включает в себя: моделирование кристаллической структуры или неидеальной структуры; распространение падающей электронной волны через кристаллическую пластину; передача рассеянной волны от оптической системы электронного микроскопа; сравнение с экспериментальными микрофотографиями.

Существует два общих подхода для моделирования изображений электронной микроскопии [3]. Первый основан на том, что вовлекает собственные состояния волн Блоха и матричную формулировку в возвратно-поступательном пространстве. Второй построен на математическом разрезании объекта вдоль оптической оси. Метод многих слоёв позволяет работать не только с полностью аморфными материалами, но и довольно гибко подходит для компьютерного моделирования кристаллических экземпляров с дефектными или разделёнными поверхностями.