

АНАЛИЗ СТАЦИОНАРНОСТИ ПРОЦЕССОВ ЗУБОФРЕЗЕРОВАНИЯ И ШЕВИНГОВАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Одной из предпосылок успешного применения методов корреляционно-регрессионного анализа для построения математической модели технологического процесса в условиях пассивного эксперимента является стационарность этого процесса. Если процесс является стационарным (т.е. не изменяющим своих статистических характеристик с течением времени), расчет его моментных характеристик (математического ожидания, дисперсии, корреляционной функции и т.д.) существенно упрощается.

Анализ стационарности рассматриваемых процессов зубообработки был выполнен нами для 13 показателей точности зубчатого венца

$$(F_{ir}^I, F_{pr}, F_{rr}, F_{ir}^{II}, V_{wr}, f_{ir}^I, f_{ptr}, f_{fr}, f_{pbr}, f_{ir}^{II}, +A_{ae}, -A_{ai} F_{\beta r})$$

в производственных и лабораторных условиях при соблюдении ряда ограничений, характерных для нормальных условий реализации этих процессов с целью обеспечения их эффективности. К этим ограничениям относятся: 1) обработка партии деталей на одном станке при постоянной настройке одного инструмента за период его стойкости; 2) применение оборудования, оснастки и инструмента, соответствующих предъявляемым к ним в данных условиях техническим требованиям; 3) тщательная наладка оборудования и оснастки.

Стационарным в широком смысле называется процесс, для которого математическое ожидание и дисперсия постоянны, а корреляционная функция зависит только от разности $\tau = t_2 - t_1$, т.е. [1]

$$m_x(t) = m_x = \text{const}, \quad (1)$$

$$D_x(t) = D_x = \text{const}, \quad (2)$$

$$K_x(t_1, t_2) = K_x(t_2 - t_1) = K_x(\tau). \quad (3)$$

С учетом сказанного анализ стационарности процессов зубофрезерования и шевингования для названных параметров точности прямозубых цилиндрических зубчатых колес и условий обработки производился нами в следующей последовательности.

1. Производилась обработка партии деталей при соблюдении указанных выше условий.

2. Полученную реализацию из N измерений разбивали на K (5...10) отрезков по n измерений в каждом и для каждого из отрезков определяли значения \bar{x}_i и $\sigma_{x_i}^2$, а также \bar{x} , $\bar{\sigma}_x^2$ и σ_x^2 .

$$\bar{x} = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K \bar{x}_i, \quad (4)$$

$$\sigma_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^K f_i \sigma_{x_i}^2}{f}, \quad (5)$$

$$f = \sum_{i=1}^K f_i = K(n-1), \quad (6)$$

$$\bar{\sigma}_x^2 = \frac{n}{K-1} \sum_{i=1}^K (\bar{x}_i - \bar{x})^2. \quad (7)$$

3. С помощью критерия Кохрана определяли, являются ли значения $\sigma_{x_i}^2$ оценками одной и той же генеральной дисперсии

$$g = \frac{\max \sigma_{x_i}^2}{\sigma_{x_1}^2 + \sigma_{x_2}^2 + \dots + \sigma_{x_k}^2}. \quad (8)$$

Если найденное значение g окажется меньше, чем $g_{1-p}(K, f)$ (здесь $1-p$ – выбранный уровень значимости, $f = n - 1$ – число степеней свободы), то нулевую гипотезу следует принять и расхождение между дисперсиями считать незначимым [2].

4. С помощью F-критерия Фишера проверяли гипотезу о том, являются ли значения \bar{x}_i оценками одной и той же генеральной средней

$$F = \frac{\bar{\sigma}_x^2}{\sigma_x^2}. \quad (9)$$

Если $F \leq F_{1-p}(k-1, N-K)$, то нулевая гипотеза о равенстве всех генеральных средних в совокупности справедлива [2].

В производственных условиях принимали $N = 100$, $K = 10$, $g_{0,05}(10,9) = 0,244$, $F_{0,05}(9,90) = 2,1$. В лабораторных условиях $N = 50$, $K = 5$, $g_{0,05}(5,9) = 0,424$, $F_{0,05}(4,45) = 2,6$.

Т а б л и ц а

Показатель точности зубчатого колеса	Зубофрезерование		Шевингование	
	g	F	g	F
1	2	3	4	5
F_{ir}^I	<u>0,137</u> —	<u>1,43</u> —	<u>0,120</u> —	<u>1,34</u> —
F_{pr}	<u>0,164</u> 0,153	<u>1,52</u> 1,34	<u>0,187</u> 0,169	<u>1,64</u> 1,49
F_{rr}	<u>0,217</u> 0,177	<u>1,61</u> 1,41	<u>0,188</u> 0,152	<u>1,43</u> 1,27
F_{ir}^{II}	<u>0,227</u> 0,183	<u>1,67</u> 1,39	<u>0,210</u> 0,166	<u>1,48</u> 1,25
V_{wr}	<u>0,120</u> 0,103	<u>1,30</u> 1,05	<u>0,110</u> 0,095	<u>1,15</u> 0,94
f_{ir}^I	<u>0,219</u> —	<u>1,80</u> —	<u>0,166</u> —	<u>1,41</u> —
f_{ptr}	<u>0,234</u> 0,199	<u>1,95</u> 1,73	<u>0,177</u> 0,142	<u>1,66</u> 1,50
f_{fr}	<u>0,313</u> 0,205	<u>2,02</u> 1,87	<u>0,267</u> 0,190	<u>1,48</u> 1,21
f_{pbr}	<u>0,320</u> 0,211	<u>1,47</u> 1,34	<u>0,252</u> 0,175	<u>1,30</u> 1,18
f_{ir}^{II}	<u>0,280</u> 0,202	<u>1,84</u> 1,45	<u>0,235</u> 0,181	<u>1,32</u> 1,23
$+A_a'' e$	<u>0,305</u> 0,193	<u>2,10</u> 1,77	<u>0,284</u> 0,188	<u>1,77</u> 1,62
$-A_a'' i$	<u>0,288</u> 0,211	<u>2,21</u> 1,84	<u>0,233</u> 0,162	<u>2,07</u> 1,71
$F_{\beta r}$	<u>0,311</u> 0,206	<u>2,04</u> 1,93	<u>0,259</u> 0,177	<u>1,66</u> 1,48

П р и м е ч а н и е. Значения критериев g и F, приведенные в числителе, относятся к производственным условиям обработки, в знаменателе — к лабораторным условиям.

В таблице приведены для каждого исследованного параметра точности, вида и условий зубообработки значения g и F , полученные как средние арифметические соответствующих значений для 5...7 партий зубчатых колес.

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы: 1) рассмотренные процессы зубообработки в изученных условиях для широкого круга параметров прямозубых цилиндрических зубчатых колес являются стационарными в широком смысле; 2) для построения математических моделей указанных процессов могут быть использованы методы корреляционно-регрессионного анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1. С в е ш н и к о в А.А. Прикладные методы теории случайных функций. — М., 1968. 2. П у с т ы л ь н и к Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. — М., 1968.

УДК 621.79—534—8

П.С. ЧИСТОСЕРДОВ, М.Г. КИСЕЛЕВ,
Р.Н. ШАДУРО

АНАЛИЗ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ КАЛИБРОВАНИЯ ШЛИЦЕВЫХ ОТВЕРСТИЙ

Ежегодно в машиностроении изготавливается большое количество термообработанных стальных деталей с шлицевыми отверстиями прямобочного профиля. Вследствие высокой твердости обрабатываемого материала восстановление точности параметров искаженных шлицевых отверстий после термообработки является весьма трудоемким процессом.

Существующие способы восстановления точности (шлифование отверстий, электрохимическое калибрование, калибрование режущими прошивками, вибрационное хонингование, дорнование) характеризуются рядом недостатков, а именно: низкой стойкостью инструментов, незначительной производительностью процесса, а также невысокой точностью параметрон шлицевых отверстий.

В Могилевском машиностроительном институте с целью устранения указанных недостатков разработан способ калибрования шлицевых отверстий выглаживающими прошивками с введением в очаг деформации ультразвуковых колебаний.

Установка для осуществления этого процесса состоит из следующих основных узлов: генератора ультразвуковых электрических колебаний, об-