

УДК 623.771.067

О.С.Зорькина (3 курс, каф. МиТОМД), В.Н.Востров, д.т.н., доц.

РЕГРЕССИОННЫЕ МОДЕЛИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОЧНОСТИ НАКАТАННЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Точность зубчатых венцов является одним из основных критериев характеризующих качество зубчатых колес.

Регрессионные модели показателей точности накатанных зубчатых колес строим на основе метода планирования эксперимента. Эксперимент выполняли по плану 2^4 . В каждом опыте плана выполнено по три повторных наблюдения.

Предварительные эксперименты показали, что на точность зубчатого венца большого модуля оказывают влияние следующие факторы: S_1 - единичное обжатие заготовки, $S_1=0,005...0,05$ мм; m - модуль зубчатого профиля, $m=0,2...2,5$ мм; i_{12} - передаточное отношение между накатником и изделием, $i_{12}=1,5...3,0$; $D_{ЗАГ}$ - внутренний диаметр заготовки, $D_{ЗАГ}=50...300$ мм; δ - упругое смещение накатника, $\delta=5...15$ мкм. Схемы измерения упругих перемещений накатника на экспериментальных стендах представлены в работах [1, 2].

Факторы преобразуем в безразмерные комплексы:

$$B_1 = S_1/m \quad B_2 = D_{ЗАГ}/m \quad B_3 = \delta/m \quad B_4 = i_{12}$$

Получены следующие статистические модели параметров точности зубчатых колес:

Относительное колебание измерительного межосевого расстояния за один оборот зубчатого колеса F_{ir}

$$F_{ir} \cdot 10^3 / m = 52,06 + 108 \frac{S_1}{m} + 0,027 \frac{D_{ЗАГ}}{m} + 1477 \frac{\delta}{m} - 4,48 \operatorname{tg} \alpha - 35916 \frac{S_1}{m} \frac{\delta}{m} - 709 \operatorname{tg} \alpha \frac{\delta}{m} - 2,59 \frac{D_{ЗАГ}}{m} \frac{\delta}{m}$$

Радиальное биение зубчатого венца F_{rr}

$$F_{rr} \cdot 10^3 / m = 38,67 + 94,0 \frac{S_1}{m} + 0,011 \frac{D_{ЗАГ}}{m} + 957 \frac{\delta}{m} - 3,62 \operatorname{tg} \alpha - 8167 \frac{S_1}{m} \frac{\delta}{m} - 280 \operatorname{tg} \alpha \frac{\delta}{m} - 1,95 \times \frac{D_{ЗАГ}}{m} \frac{\delta}{m}$$

Для построения регрессионных моделей показателей точности накатанных зубчатых профилей малого модуля в эксперименте используем комплексы:

$$C_1 = S_1/D_d; \quad C_2 = i_{12}; \quad C_3 = E_2/E_1; \quad C_4 = \operatorname{tg} \alpha$$

где D_d - средний диаметр зубьев детали, $D_d = 50...300$ мм; α - угол наклона заходного участка накатника, $\alpha=10...25^0$; E_1 - модуль Юнга, $E_1 = 2,0...2,1 \cdot 10^5$ МПа; E_2 - модуль упругости второго рода, характеризующий упрочняемость металла заготовки, $E_2 = 1...4 \cdot 10^2$ МПа.

Регрессионные модели показателей точности профилей малого модуля имеют вид:

Колебание длины общей нормали F_{wr}

$$F_{wr} = 19,11 - 86 \frac{S_1}{D_d} + 9,25 i_{12} + 445 \frac{E_2}{E_1} + 1,66 \operatorname{tg} \alpha - 65 \frac{S_1}{D_d} i_{12} - 9500 \frac{S_1}{D_d} \frac{E_2}{E_1} - 1,01 i_{12} \operatorname{tg} \alpha + 329 \frac{E_2}{E_1} \operatorname{tg} \alpha$$

Радиальное биение зубчатого венца F_{rr}

$$F_{\text{гр}} = 32,17 - 212 \frac{S_1}{D_d} + 15,3 i_{12} + 685 \frac{E_2}{E_1} + 2,51 \text{tg } \alpha + 172 \frac{S_1}{D_d} i_{12} - 12500 \frac{S_1}{D_d} \frac{E_2}{E_1} - \\ - 1,33 i_{12} \text{tg } \alpha + 319 \frac{E_2}{E_1} \text{tg } \alpha$$

Качество построенных моделей оценивалось методами регрессионного анализа. Адекватность моделей проверялась по критерию Фишера. Модели адекватны. Их погрешности не превышают принятого допустимого значения 15%.

Выводы. Упругое смещение накатника и передаточное отношение между накатником и заготовкой оказывают значительное влияние на точность по параметру $F_{\text{гр}}$. На параметр точности $F_{\text{гр}}$ наибольшее влияние оказывает эффект взаимодействия факторов размера внутреннего диаметра заготовки и упругого смещения накатника. Параметр точности $F_{\text{гр}}$ существенно зависит от парных эффектов взаимодействия комплексов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Шекерджиев Э.Р., Востров В.Н. Многопроходное накатывание внутренних эвольвентных профилей // Кузнечно-штамповочное производство. - № 1. - 1995. - С. 23-25.
2. Востров В.Н., Ли В.А. Накатывание внутренних зубьев колес волновых передач // СТИН.-№ 2. - 1996. - С. 35-37.