Беспалов В.В.

**Суммарная приведенная погрешность зацепления дискового шевера с
обрабатываемым зубчатым колесом**

*Нижегородский государственный технический
университет им. Р.Е. Алексеева
(Россия, Нижний Новгород)*

doi: 10.18411/lj-05-2019-29

idsp: lj-05-2019-29

Аннотация

В статье был сделан анализ выражений для определения погрешностей семи основных параметров изготовления, заточки и установки дисковых шеверов при шевинговании, которые определяют суммарную приведенную погрешность зацепления. Приведена классификация этих погрешностей и определена суммарная погрешность.

Ключевые слова: погрешность, шевингование, дисковый шевер, зацепление, суммарная приведенная погрешность зацепления.

Abstract

The article analyzes the expressions to determine the errors of the seven main parameters of manufacturing, sharpening and installing disk shavers when shaving, which determine the total reduced error of engagement. The classification of these errors is given and the total error is determined.

Keywords: error, shaving, disk shaver, engagement, total reduced engagement error.

Из материалов, изложенных в работах [1,2,3] при шевинговании насчитывается семь основных параметров изготовления, заточки и установки дисковых шеверов, погрешности которых определяют суммарную погрешность зацепления:

- 1) погрешности направления зуба шевера

$$F_{31} = \frac{F_{\beta}}{k} \cos \beta \cos \alpha \omega n_i$$

- 2) погрешности профиля зуба шевера

$$F_{32} = \frac{f_f}{k} n_i$$

- 3) погрешности шага шевера

$$F_{33} = \frac{f_{pt}}{k} \cos \beta \cos \alpha \omega n_i$$

- 4) погрешности шага зацепления шевера

$$F_{34} = \frac{f_{pb}}{k} n_i$$

- 5) радиальное биение шевера

$$F_{35} = e_{\text{рад.ш.}} \sin \alpha \omega \cos \beta \sin \varphi$$

- 6) осевое биение шевера

$$F_{36} = e_{\text{ос.ш.}} \cos \alpha \omega \cos \beta \sin \varphi$$

- 7) перекос шевера

$$F_{37} = \frac{\Delta_L^{\max}}{L} \cos \beta \left(l_1 \sin \alpha \omega \sin \varphi \pm \frac{R_{\text{ш}}}{2} \cos \alpha \omega \sin 2\varphi \right)$$

Анализ данных выражений позволяет классифицировать эти погрешности:

- 1) по характеру влияния на погрешность зацепления;

Погрешности направления зуба шевера, профиля, шага и шага зацепления приводят к монотонному кусочно-линейному изменению погрешности зацепления, зависящему от порядкового номера профилирующего реза шевера в процессе формообразования профиля зуба обрабатываемого колеса. В обобщенном виде эти погрешности можно записать следующим образом:

$$F_{3\text{м}} = (F_{\beta} \cos \beta \cos \alpha t \omega + f_f + f_{pt} \cos \beta \cos \alpha t \omega + f_{pb}) \frac{n_i}{k}$$

Радиальное и осевое биения шевера, а также радиальная составляющая погрешности зацепления от перекоса шевера приводят к синусоидальному изменению погрешности зацепления по углу φ . суммарно эти погрешности можно записать:

$$F_{3\varphi} = \left(e_{\text{рад.ш.}} \sin \alpha t \omega + e_{\text{ос.ш.}} \cos \alpha t \omega + \frac{\Delta_L^{\text{max}}}{L} l_1 \sin \alpha t \omega \right) \cos \beta \sin \varphi$$

Осевая составляющая перекоса шевера приводит к синусоидальному изменению погрешности зацепления по углу 2φ

$$F_{32\varphi} = \frac{R_{\text{ш}} \Delta_L^{\text{max}} \cos \alpha t \omega \cos \beta}{2L} \sin 2\varphi$$

Таким образом, исходя из принципа классификации погрешностей по характеру их влияния на погрешность зацепления, можно определить суммарную погрешность:

$$\begin{aligned} F_{3\Sigma} &= F_{3\text{м}} + F_{3\varphi} + F_{32\varphi} = \\ &= (F_{\beta} \cos \beta \cos \alpha t \omega + f_f + f_{pt} \cos \beta \cos \alpha t \omega + f_{pb}) \frac{n_i}{k} \\ &\quad + \left(e_{\text{рад.ш.}} \sin \alpha t \omega + e_{\text{ос.ш.}} \cos \alpha t \omega + \frac{\Delta_L^{\text{max}}}{L} l_1 \sin \alpha t \omega \right) \cos \beta \sin \varphi \\ &\quad + \frac{R_{\text{ш}} \Delta_L^{\text{max}} \cos \alpha t \omega \cos \beta}{2L} \sin 2\varphi \end{aligned}$$

2) по степени влияния на левый и правый профиль шевера

Погрешности направления зуба шевера, профиля, шага, шага зацепления, радиальное биение и радиальная составляющая перекоса шевера оказывают одинаковое воздействие как на левый, так и на правый профиль шевера. Положительные величины погрешности направления зуба шевера, профиля, шага, шага зацепления, радиальное биение и радиальная составляющая перекоса шевера, направленные в сторону заготовки по линии межосевого перпендикуляра шеввер-заготовка, приводят к отрицательным приращениям по обеим сторонам профиля шевера. Отрицательные величины погрешности направления зуба, профиля, шага, шага зацепления, радиальное биение и радиальная составляющая перекоса шевера, направленные от заготовки по линии межосевого перпендикуляра шеввер-заготовка, влекут за собой положительные приращения линии зацепления по обеим сторонам профиля шевера.

Осевое биение шевера, а также осевая составляющая перекоса шевера оказывают различное действие на левый и правый профиль шевера. При направлении осевого биения шевера и осевой составляющей перекоса шевера, направленной от заготовки в сторону за нее, происходит положительное приращение линии зацепления по правой стороне профиля шевера и отрицательное – по левой. При направлении осевого биения шевера и осевой составляющей перекоса шевера, направленной от заготовки в сторону перед ней, происходит положительное приращение линии зацепления по левой стороне профиля и отрицательное по правой.

1. Беспалов В. В. Повышение точности цилиндрических зубчатых колес при шевинговании : дис. канд. техн. наук : 05.02.08 : защищена 20.03.1996. Н. Новгород, 1996. 122 с.
2. Беспалов В. В., Хазова Вик. И. Влияние погрешностей зацепления, изменяющихся по синусоидальному закону по углу φ , на спектр гармонических составляющих циклической погрешности зубцовой частоты цилиндрических зубчатых передач // Вестник ИжГТУ. 2013. № 3. С. 41–43.
3. Беспалов В. В., Хазова Вер. И. Влияние погрешностей зацепления, изменяющихся по синусоидальному закону по углу 2φ , на спектр гармонических составляющих циклической погрешности зубцовой частоты цилиндрических зубчатых передач // Вестник ИжГТУ. 2014. № 4. С. 30–33.