

**В.М. Грібанов д.т.н., проф.
Т.М. Фесенко, асп.**

Східноукраїнський національний університет ім. В.Даля.

ТОЧНІСТЬ ВИГОТОВЛЕННЯ ЧЕРВ'ЯЧНИХ ФРЕЗ ДЛЯ ЗУБЧАСТИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ І ШЕВРОННИХ КОЛІС ПЕРЕДАЧ НОВИКОВА

Викладено критерій і розрахункові формули за точністю профілювання черв'ячних фрез для зубчастих циліндричних і шевронних коліс передач Новикова. Наводиться приклад розрахунку допусків і граничних відхилень.

Відомі [1–3] дослідження з точності профілювання черв'ячних модульних фрез для зубчастих коліс з евольвентним профілем. Для передач Новикова таких досліджень значно менше. Тенденція ж до переходу на передачі Новикова з твердими поверхнями зубців призвела до створення десятків вихідних контурів, принаймні що один з яких буде стандартизований замість вихідного контура за ГОСТ 15023-76 [4]. У зв'язку з цим актуальна (у числі інших задач) розробка критеріїв і методики розрахунку допусків і граничних відхилень перевіряємих параметрів черв'ячних фрез.

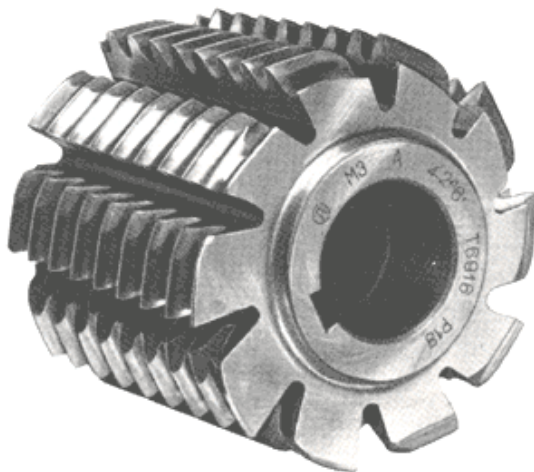


Рис. 1. Черв'ячна модульна фреза з вихідним контуром ГОСТ 15023-76

У [1–3] застосовуються різні критерії точності профілювання модульних фрез. Наприклад, T -критерій [1] заснований на оцінці відхилення миттєвого передатного відношення від розрахункового. Однак застосування T -критерію (подібно тому, як і застосування критеріїв [2, 3]) для оцінки точності фрез передач Новикова або неможливо, або неефективно за різних обставин, найбільш істотна з яких є наступна. Як відомо, ступінь залежності кінематики від погрешностей ε_i виготовлення і монтажу приблизно однакова як у евольвентних передачах, так і в передачах Новикова. У той же час у передачах Новикова, на відміну від евольвентних передач, положення плями контакту на профілі зубців дуже залежить від ε_i . Якщо при цьому врахувати, що профільне положення плями контакту в передачах Новикова – домінуючий показник їхньої навантажувальної здатності, то стає безсумнівним, що точність черв'ячних фрез для передач Новикова може характеризувати величина $A = \alpha - \alpha_k$, де α_k – кут профілю в номінальній точці контакту [4]; α – кут профілю центру площадки миттєвого контакту [5]. Якщо зуб колеса нарізується ідеально виготовленою черв'ячною фрезою, номінально встановленою на верстаті щодо ідеальної заготовки, а передача виготовляється і збирається без погрешностей, то $\alpha = \alpha_k$ і $A = 0$. Тому величину A можна вибрати як критерій точності профілювання черв'ячної зуборізної фрези.

Кут $\alpha = \alpha_k + \alpha(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_m)$ – функція похибок ε_i . Для похибок ε_i , значення котрих порівнянні з величинами допусків [6, 7], справедлива наближена рівність [5]

$$\alpha(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_m) = \sum A_i \varepsilon_i, \quad (1)$$

а відносна обчислювальна помилка при наближенні (1) не перевищує 0,5%. У цьому випадку A -критерій записується у вигляді

$$A = A_1 \varepsilon_1 + A_2 \varepsilon_2 + \dots + A_m \varepsilon_m. \quad (2)$$

Оскільки мова йде про точність інструменту, то будемо вважати, що в (2) входять лише похибки параметрів фрез, що перевіряються, [6, 7] $\varepsilon_1 = f_f$ – похибка профілю зуба $\varepsilon_2 = f_{pxo}$ – похибка осьового кроку фрези $\varepsilon_3 = T_{so}$ – відхилення товщини зуба і т.д.

Наші дослідження передач Новикова перекликаються з результатами досліджень [1] евольвентних передач: похибка f_{pxo} не впливає на профіль зуба колеса, але викликає істотну похибку його кроку; похибка настановного кута фрези, навпаки, практично не впливає на крок зуба нарізуючого колеса, але позначається на профілі зуба. Домінуючою ж (як мінімум на два порядки) завбільшки рівності (2) є перший доданок, що дозволяє A -критерій переписати у вигляді $A = A_1 f_{fo}$. Обчислений за методикою [8] коефі-

цієнт $A_1 = -j \sin \alpha_k$, де $j = \frac{1}{m_n} (\rho_f^* - \rho_a^*) \cos \alpha_k$ – коефіцієнт локальної чутливості передачі до похибок (ρ_f^* , ρ_a^* – коефіцієнти радіусів дуг окружностей вихідного контуру; m_n – нормальний модуль). У такий спосіб

$$A = -j \cdot f_{fo} \sin \alpha_k. \quad (3)$$

Відмітимо тепер, що в передачах Новикова на профільне положення точок контакту найбільший вплив роблять похибка f_{ar} міжосьової відстані (критерій $A = -j \cdot f_{ar}$) і зсув T_{Hr} вихідного контуру ($A = j \cdot T_{Hr}$). Отже, при $\alpha_k = 27 \dots 34^\circ$ і $f_{ar} = T_{Hr} = f_{fo}$ похибка f_{fo} робить приблизно лише в два рази менший вплив на положення плями контакту, ніж f_{ar} і T_{Hr} . У зв'язку зі сказаним стає очевидною роль точності профілювання черв'ячних фрез.

В силу викладеного, а також з огляду на досвід багаторічної експлуатації передач і черв'ячних фрез з вихідним контуром за ГОСТ 15023-76, в якості граничних відхилень і допусків на контрольовані параметри фрез (крім f_{fo}) передач Новикова з будь-яким вихідним контуром можемо рекомендувати допуски [6, 7]. Розрахунок же допуску на похибку f_{fo} виконується за методикою і формулами [8].

У даному випадку розрахункові формула (1) з [5] у силу (3) запишеться так:

$$\tilde{f}_{fo} = \frac{j \sin \alpha_k}{\tilde{j} \sin \tilde{\alpha}_k} \cdot f_{fo}. \quad (4)$$

"Хвиля" над символом відноситься до фрези, для якої розраховується допуск, а символ без "хвилі" – до фрези з вихідним контуром за ГОСТ 15023-76. Коефіцієнтом j враховується [5,8] розходження в довжинах робочих зон $[\alpha_1; \alpha_2]$, $[\tilde{\alpha}_1; \tilde{\alpha}_2]$ вихідних контурів фрез, що зіставляються, α_1, α_2 ($\tilde{\alpha}_1, \tilde{\alpha}_2$ і – мінімальні і максимальні кути на профілях), при цьому

$$j = \min \left\{ \frac{j}{\tilde{j}}; \tilde{j} \mid \frac{j}{\tilde{j}} = \frac{\rho_f^* (\alpha_k - \alpha_1)}{\tilde{\rho}_f^* (\tilde{\alpha}_k - \tilde{\alpha}_1)}; \tilde{j} = \frac{\rho_a^* (\alpha_2 - \alpha_k)}{\tilde{\rho}_a^* (\tilde{\alpha}_2 - \tilde{\alpha}_k)} \right\}.$$

Допуски на похибку f_{fo} беруться по табл.3 з [6] для $m_n \leq 16$ мм і по табл.1 з [7] для $18 \text{ мм} \leq m_n \leq 28$ мм.

Як приклад розрахуємо допуск на \tilde{f}_{fo} по класу точності B для черв'ячних фрез з вихідним контуром ДЛЗ-1,0-0,15 дозаполюєних передач Новикова [4], узявши для визначеності $m_n = 16$ мм.

За [4] визначаємо параметри:

$$\rho_a^* = 1,15; \rho_f^* = 1,25; \alpha_k = 27^\circ; \alpha_1 = 8^\circ,577; \alpha_2 = 51^\circ,488;$$

$$\tilde{\rho}_a^* = 1,00; \tilde{\rho}_f^* = 1,15; \tilde{\alpha}_k = 30^\circ; \tilde{\alpha}_1 = 11^\circ,499; \tilde{\alpha}_2 = 48^\circ,5.$$

Звідси $j \sin \alpha_k = \frac{\sin 27^\circ}{16 \cdot 0,1 \cos 27^\circ} \approx 0,3184$; $\tilde{j} \sin \tilde{\alpha}_k = \frac{\sin 30^\circ}{16 \cdot 0,15 \cos 30^\circ} \approx 0,2406$; $\underline{j} = 1,0824$, $\overline{j} = 1,5229$ і $j = \min\{1,0824; 1,5229\} = 1,0824$.

Далі по табл.3 з [6] знаходимо $f_{fo} = 50$ мкм. Шуканий допуск обчислюємо по (4):

$$\tilde{f}_{fo} \approx \frac{1,0824 \cdot 0,3184}{0,2406} \cdot 50 \approx 71 \text{ (мкм)}.$$

Висновки

1. Серед відомих критеріїв точності виготовлення зуборізних фрез домінуючими для черв'ячних фрез циліндричних і шевронних коліс передач Новикова є A -критерій.
2. В якості граничних відхилень і допусків на контрольовані параметри фрез (крім f_{fo}) передач Новикова з будь-яким вихідним контуром рекомендуються граничні відхилення і допуски [6, 7].
3. Розрахунок допусків на похибку f_{fo} виконується по (4).

Література:

1. Шевелєва Г.И. Критерий точности профилирования червячных модульных фрез, "Станки и инструмент", 1978, №4.
2. Грубин А.Н. и др. Зуборезный инструмент, Машгиз, М., 1946.
3. Шишков В.А. Образование поверхностей резанием по методу обкатки, Машгиз, М., 1951.
4. Павленко А.В. и др. Зубчатые передачи с зацеплением Новикова, изд-во "Техника", К., 1978.
5. Фесенко Т.Н. Аналитико-вероятностное решение контактно-метрологической задачи зубчатых цилиндрических и шевронных передач Новикова // Вісник Східноукр. нац. ун-ту. ім. В. Даля – 2002. – №3. – С. 55 - 59.
6. ГОСТ 16771-81 Фрезы червячные чистовые однозаходные для цилиндрических зубчатых колес передач Новикова с двумя линиями зацепления, М., 1981.
7. ГОСТ 18692-73 Фрезы червячные чистовые однозаходные сборные для зубчатых цилиндрических колес передач Новикова с двумя линиями зацепления, М., 1982.
8. Фесенко Т.Н. О точности изготовления и монтажа зубчатых шевронных передач Новикова // Вісник Східноукраїнського національного ун-ту. ім. В. Даля – 2002. – №3. – С.51 - 54.

ГРІБАНОВ Віктор Михайлович – академік ТАУ, професор, д.т.н., завідувач кафедри "Прикладна математика" Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля.

Наукові інтереси – точність передач зачепленням.

ФЕСЕНКО Тетяна Миколаївна – аспірант, асистент кафедри "Прикладна математика" Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля.

Наукові інтереси – точність передач зачепленням, комп'ютерне моделювання зубчастих передач.

В.М. Грібанов, Т.Н. Фесенко Точность изготовления червячных фрез для зубчатых цилиндрических и шевронных колес передач Новикова

Изложены критерий и расчетные формулы по точности профилирования червячных фрез для зубчатых и шевронных колес передач Новикова. Приводится пример расчета допусков и граничных отклонений.

V.M. Griбанov, T.N. Fesenko The accuracy of producing the hobs for dented and herringbone wheels of Novikovs' gears

The criterion and calculation equations on the accuracy of producing the hobs for denated and herringbone wheels of Novikovs' gears are described. The example of the calculation of allowance and boundary deviations is given.