УДК 621.952
С.Г.Білик, В.О.Дзюра, В.І.Диня
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЧЕРВЯЧНОЇ ФРЕЗИ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ ОДНОСТОРОННІХ ПРЯМОЛІНІЙНИХ ШЛІЦЬОВИХ ПОВЕРХОНЬ ВАЛІВ

Наведено методику визначення раціональних параметрів і проектування черв'ячної фрези для виготовлення односторонніх шліцьових поверхонь валів з прямолінійною основою методом обкатування. Виведені аналітичні залежності для визначення конструктивних параметрів черв'ячних фрез для оброблення прямолінійних поверхонь односторонніх шліцьових валів і обґрунтовано їх конкретні значення.

Ключові слова: *кут контакту зуба черв'ячної фрези, шліцьова передача.*

Постановка проблеми. В машинобудуванні для передачі крутних моментів широкого використання набули шліцові передачі, за допомогою яких з'єднуються вали з привідними елементами. Останнім часом для виконання специфічних операцій почали використовувати прямобічні шліцові передачі односторонньої дії, які використовують в машинах. Удосконалення конструкції і технології виготовлення таких шліцьових валів є актуальною проблемою, яка має важливе народногосподарське значення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Технологічному процесу оброблення шліців приводних валів і проектування черв'ячних фрез для цих цілей присвячені праці Родіна П.Р. [1]., Семенченка І.І., Матьошіна В.М. і Сахарова Г.Н. [2], Шагалова З.Ю. і Сиротинко Н.Г. [3], які займалися проблемами виготовлення стандартних шліцьових валів і фрез для їх оброблення. Однак цілий ряд питань проектування односторонніх шліцьових пазів і спеціальних черв'ячних фрез потребують подальшого дослідження.

Мета дослідження. Метою дослідження є розроблення технологічних особливості оброблення односторонніх прямолінійних шліцьових поверхонь черв'ячними фрезами і визначення їх конструктивних параметрів.

Робота виконується в рамках пріоритетних напрямків розвитку науки і техніки «Новітні та ресурсозберігаючі технології в промисловості, енергетиці та агропромисловому комплексі» на 2004-2008 роки

Результати досліджень. Теоретичний профіль різальних крайок зуба фрези для спрощення виготовлення (заправки шліфувального круга для шліфування профілю) необхідно замінити дугами відповідних кіл, які замінять теоретичну криву профілю. Для цього необхідно визначити радіуси і положення центрів заміняючих кіл для лівої і правої частини профілю зуба (рис.1). Для цього на теоретичному профілю зуба вибираємо по три точки і через них аналітично проводимо коло, визначаємо його радіус і положення центра.

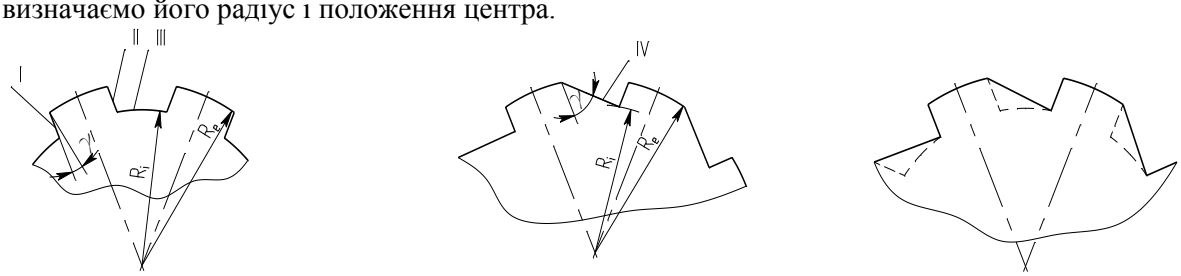

Рис. 1. Співставлення конструкції стандартних прямолінійних і односторонніх шліцьових поверхонь: а) – стандартні прямобічні шліци; б) – односторонні прямобічні шліци; в) співставлення конструкцій обох типів шліців

Координати x_0 і y_0 центра заміняючого кола визначаємо, використовуючи формули з аналітичної геометрії:

$$x_0 = \frac{\left(x_2^2 + y_2^2\right) y_1 - \left(x_1^2 + y_1^2\right) y_2}{2\left(x_2 y_1 - x_1 y_2\right)}; \; y_0 = \frac{\left(x_2^2 + y_2^2\right) x_1 - \left(x_1^2 + y_1^2\right) x_2}{2\left(x_2 y_1 - x_1 y_2\right)}, \qquad (1)$$

© С.Г.Білик, В.О.Дзюра, В.І.Диня

Для лівої частини профілю зуба фрези.

Одну точку вибираємо в початку координат (x=0; y=0), другу – приблизно посередині профілю (x_1=-2,6176; y_1=1,1851) і третю близько до вершини профілю (x_2=-4,657; y_2=4,007).

Підставивши значення координат вибраних точок профілю зуба, отримаємо координати центра заміняючого кола:

x_0=8,9364 мм; y_0=15,0958 мм.

Радіус дуги заміняючого кола R_0 рівний:

$$R_0 = \sqrt{x_0^2 + y_0^2} = \sqrt{8,9364^2 + 15,0958^2} = 17,5426 \text{ мм.} \quad (2)$$

Для правої частини профілю зуба фрези.

Координати вибраних точок теоретичної кривої:

x_0=0; y_0=0;

x_1=1,5341; y_1=2,2104;x_2=2,5875; y_2=4,1273.

Координати центра заміняючого кола:

x_0=-18,3877 мм; y_0=14,4006 мм.

Радіус дуги заміняючого кола R_0 рівний:

$$R_0 = \sqrt{x_0^2 + y_0^2} = \sqrt{18,3877^2 + 14,4006^2} = 23,3555 \text{ мм.}$$

Заміна теоретичної точної кривої профілю зуба дугами заміняючих кіл зображено на рис.2.

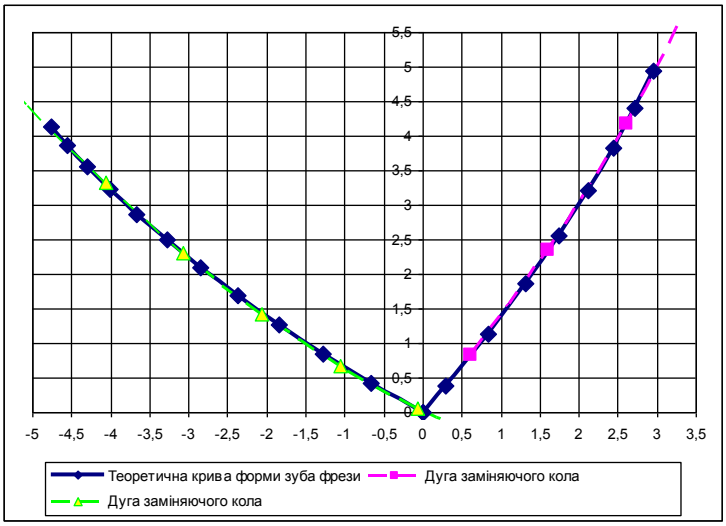

Рис 2. Теоретична дуга профілю і дуги заміняючих кіл

Відхилення дуги заміняючого кола ΔR від теоретичного профілю кривої розрахуємо за точками, які лежать між розрахунковими, що дозволить встановити реальну похибку профілю зуба фрези. Відстань F між цими точками (x', y') і центром заміняючого кола (x_0, y_0) рівна:

$$F = \sqrt{(x' - x_0)^2 + (y' - y_0)^2}\,. \quad (3)$$

Різниця між отриманими відстанями F і радіусом R_0 дуги заміняючого кола визначить неточність заміни, тобто:

$$\Delta R = F - R_0\,. \quad (4)$$

Загальну неточність профілю зуба визначимо як суму абсолютних величин ΔR_1 і ΔR_2. Якщо дана неточність не буде перевищувати 2/3 допуску на прямолінійність профілю деталі, то похибка заміни технологічно допустима. Позитивне значення ΔR вказує зменшення ширини зуба фрези і веде до відповідного місцевого збільшення ширини профілю деталі. Від'ємне значення ΔR покаже збільшення товщини зуба фрези і місцеве зменшення ширини профілю деталі.

Для лівої частини профілю зуба фрези.

x_1'=-1,8489; y_1'=1,2712; x_2'=-3,6654; y_2'=2,8724;

$$F_1 = \sqrt{(-1,8489 - 8,9364)^2 + (1,2712 - 15,0958)^2} = 17,5336 \text{ мм.}\ F_2 = \sqrt{(-3,6654 - 8,9364)^2 + (2,8724 - 15,0958)^2} = 17,5561 \text{ мм.}$$

$$\Delta R_1 = 17,5336 - 17,5426 = -0,009 \text{ мм.}\ \Delta R_2 = 17,5561 - 17,5426 = 0,0135 \text{ мм.}$$

Загальна похибка профілю правої частини зуба становитиме:

$$\Delta R = 0,009 + 0,0135 = 0,0225 \text{ мм.}$$

Для правої частини профілю зуба фрези.

$x_1'=0,8306$; $y_1'=1,1351$; $x_2'=2,1170$; $y_2'=3,2120$;

$$F_1 = \sqrt{(0,8306+18,3877)^2 + (1,1351-14,4006)^2} = 23,3520 \text{ мм.}$$

$$F_2 = \sqrt{(2,1170+18,3877)^2 + (3,2120-14,4006)^2} = 23,3586 \text{ м } \Delta R_1 = 23,3520 - 23,3555 = -0,0035 \text{ мм.}$$

$$\Delta R_2 = 23,3586 - 23,3555 = 0,0031 \text{ мм.}$$

Загальна похибка профілю правої частини зуба становитиме:

$$\Delta R = 0,0035 + 0,0031 = 0,0066 \text{ мм.}$$

Як видно із величини загальних похибок правої і лівої частин профілю зуба, вони є мінімальними і не перевищують 2/3 допуску на відповідні поверхні профілю деталі, а це значить, що теоретичні криві профілю зуба для виготовлення односторонніх прямолінійних шліцьових поверхонь з прямолінійною основою можна заміняти дугами кіл.

Розрахунок конструктивних параметрів черв'ячної фрези. Точність профілювання профілю деталі збільшується із зменшенням кута підйому витків черв'ячної фрези τ, тому його приймають не більшим 3-6°. Однак зі збільшенням діаметра фрези збільшується розхід різального матеріалу для її виготовлення, кут контакту зубів фрези з оброблювальною поверхнею, крутний момент, довжина і час врізання, а отже і час фрезерування.

Розміри профілю зубів фрези у перерізі, нормальному до її витків, рівні профілю рейки, яка спрягається з профілем оброблювальної деталі. У цьому перерізі крок зубів фрези t_i рівний кроку повторювальних профілів t_1 по початковому колу деталі, тобто:

$$t_i = t_1 = \frac{\pi d}{z_1} = \frac{3,14 \cdot 46}{8} = 18,055 \text{ мм,} \quad (5)$$

де d – діаметр початкового кола; z_1 – число повторювальних профілів (шліців) деталі.

Виходячи з того, що відношення кроку фрези t_i до її діаметра $d_{фр}$ становить тангенс кута підйому витків, встановлюємо розрахунковий діаметр фрези:

$$d_{ôð} = \frac{t_i}{tg\tau} = \frac{18,055}{tg6^o} = 171,78 \text{ мм.} \quad (6)$$

Враховуючи встановлені ГОСТом діаметри фрез, приймаємо $d_{фр}$=180 мм.

Дійсний кут підйому витків буде рівним $\tau = arctg\frac{18,055}{180} = 5^\circ 43' 40''$.

На кресленні профілю зуба фрези в нормальному перерізі (рис.3) вказують товщину зуба по початковій прямій S_i, висоту головки зуба від початкової прямої h_i', радіус R_0 і координати центрів дуг заміняючих кіл x_0 і y_0 і для контролю – два-три розміри товщини зубів S_1 і S_2 на відповідних віддалях h_1' і h_2' від початкового кола (координати точок профілю зуба фрези розраховані в редакторі Microsoft Excel з використанням даних рис.1)

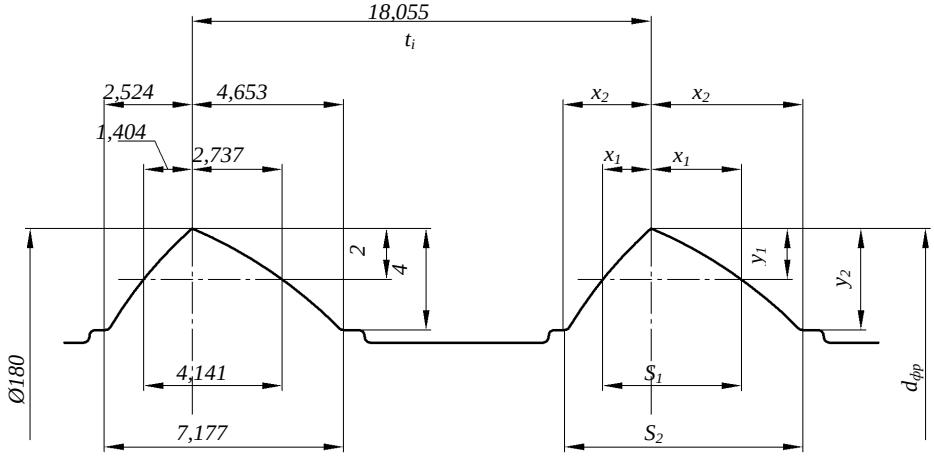

Рис. 3. Розміри профілю зубів фрези

На основі проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Оброблення односторонніх прямолінійних шліцьових поверхонь з прямолінійною основою черв'ячними фрезами є можливим з використанням різального інструменту початкового кола в процесі проектування, яке проходить через вершину внутрішньої впадини деталі.

2. Теоретичний профіль різальних крайок зуба фрези для спрощення виготовлення (заправки шліфувального круга для шліфування профілю) необхідно замінити дугами відповідних кіл, які замінять теоретичну криву профілю. Похибка виготовлення не перевищує 2/3 допуску на відповідні поверхні профілю деталі.

3. Оскільки різальні крайки двох відрізків профілю перетинаються між собою і точка перетину різальних крайок не може бути сильно загостреною, тому отримано перехідну криву. При цьому необхідно, щоб перехідна крива не виходила за границі допустимих умов експлуатації деталі, а при її конструюванні враховувалася конструкторами.

1. Родін П.Р. Проектирование производства режущего инструмента. М., Машин, 1972, 385с.
2. Семенченко И.И., Матюшин В.М., Сахарова Г.Н. Проектирование металлорежущих инструментов. М., Машин 1972, 948с.
3. Шагалова З.Ю. Сиротенко Н.Г. конструювання різальних інструментів. Видавн. "Вища школа", К. 1970, 266с.
4. Крук В.В., Диня В.І. Пристрій для контролю шліцевих валів сільськогосподарських машин. // Вісник Харківського Національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка . 2008 – Випуск 75. Т.2 - С.553-557

© С.Г.Білик, В.О.Дзюра, В.І.Диня