

УДК 621.914:621.833

Е.В. Надєїна, здобувач

Кіровоградський національний технічний університет

Методика розрахунку параметрів різцевих головок з нахиленими різцями

В статті приведені залежності для розрахунку виконавчих розмірів різцевих головок з нахиленими різцями для нарізування коліс наближеної циліндричної спіроїдної передачі
різцева головка, різець внутрішній, різець зовнішній, висота головки різця

Спряжені спіроїдні передачі, незважаючи на технічні показники, які при однакових габаритних розмірах редукторів з черв'ячними передачами, значно (в 2...2,5 рази) перевищують останні, не знайшли широкого застосування. Одною з причин цього є притаманний усім гіперболоїдним передачам з лінійним контактом активних поверхонь ланок спосіб утворення останніх, відомий як другий спосіб Олів'є [1].

Відмова від утворення активних поверхонь ланок спіроїдної передачі за другим способом Олів'є, але використання для обробки спіроїдного колеса модифікованих у різний спосіб черв'ячних фрез, призводить до значної некерованої неспряженості активних поверхонь, внаслідок чого передача не є працездатною [2]. Усунення цього недоліку потребує спеціальних методів обробки [3], основним з яких є взаємне притирання [4].

Наявність цього недоліку значно ускладнює виготовлення редукторів із спіроїдними передачами. Усунення основного чинника цього недоліку, а саме складного верстатно-інструментального забезпечення формоутворення спіроїдного колеса, є актуальною задачею редукторобудування зокрема та машинобудування в цілому. Актуальність цієї задачі підтверджується і тенденціями розвитку світового ринку виробництва і споживання зубчатих передач [5]. Зважаючи на це, одним з напрямків задоволення потреб світового ринку зубчатих передач є заміна спряжених (в яких передатне відношення $i = const$) передачами наближеними ($i = var$). В [6] розроблено один із способів формоутворення наближеної спіроїдної передачі. Розроблений спосіб виготовлення спіроїдного колеса значно економічніший за існуючий. За технічними характеристиками запропонована наближена передача не поступається передачам спряженим, а також має ряд додаткових переваг. Залежності, за якими розраховують різцеві головки для виготовлення конічних коліс, для розглянутих в [6] спіроїдних коліс не можна застосовувати через різницю у конструкціях. Враховуючи вищесказане, метою роботи є розробка залежностей для розрахунку основних параметрів лезових інструментів – різцевих головок – для реалізації розробленого способу формоутворення спіроїдного колеса наближеної передачі.

Різцева головка для обробки угнутої сторони зуба має більший діаметр, то нею нарізають зуб'я в сполошному матеріалі, залишаючи припуск на обробку опуклої сторони зуба. З цього виходить, що різцева головка для угнутої сторони при чистовій обробці повинна мати різці зовнішні і внутрішні, тобто вона виконується як двостороння. Зовнішні різці обробляють угнуту сторону зуба колеса остаточно. А внутрішні різці оброблюють опуклу сторону начорно, залишаючи припуск на її чистову обробку другою різцевою головкою. Таким чином, головні різальні кромки двох послідовно розташованих різців – зовнішній і внутрішній – утворюють зуб різцевої головки.

Відповідно до цього метал западини зуба колеса розподіляється на дві частини (рис. 1). Частина 1 зрізується при обробці угнутої сторони зуба, частина 2 зрізується при обробці опуклої сторони зуба.

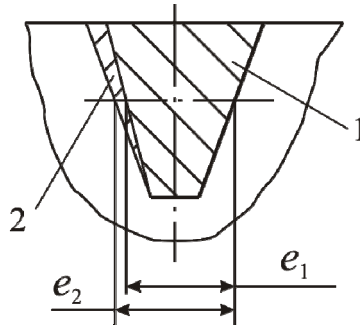


Рисунок 1 – Розподіл припуску на обробку западини зуба

В пазу головки для обробки угнутої сторони зуба зовнішні і внутрішні різці розташовані відносно базової поверхні на прокладках різної товщини (рис. 2). Різниця між товщинами прокладок повинна бути такою, щоб забезпечити товщину зуба s_{03} , якщо розмістити в одній площині різальні профілюючі кромки зовнішнього і внутрішнього різців, на відстані висоти головки зуба h_{a0} від вершини

$$s_{03} = 0,5\pi m - z_{on}, \quad (1)$$

де s_{03} - товщина зуба різцевої головки;

m - модуль зачеплення;

z_{on} - мінімальний припуск на обробку опуклої сторони зуба.

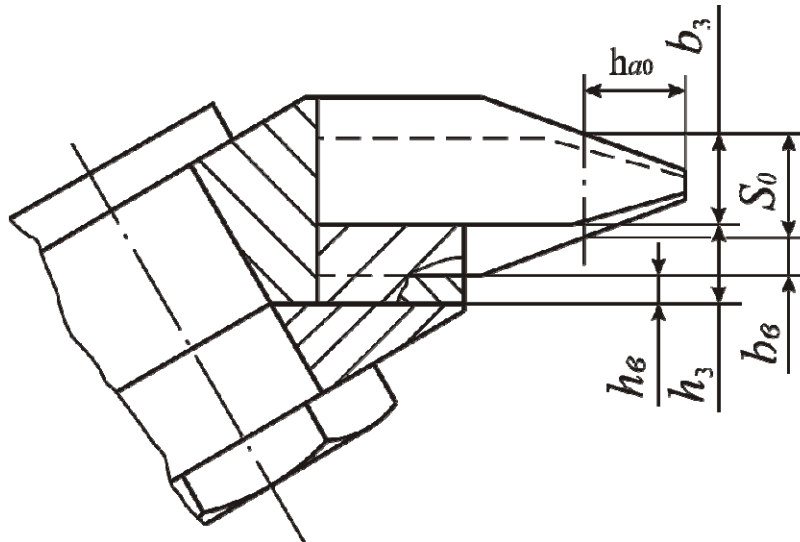


Рисунок 2 – Суміщення зовнішнього і внутрішнього різців

Товщина прокладок під зовнішні та внутрішні різці залежить від необхідного номінального радіуса (діаметра) різцевої головки та товщини її зуба.

Схема розташування зовнішніх різців в пазах корпуса показана на рис. 3. Дно паза корпуса 1 головки нахилено під кутом δ . Пази розташовані симетрично відносно осі корпуса і з вільного торця корпуса закриваються базовим конусом 2. Твірна базового конуса розташована на осі симетрії паза, а так як різці припасовані до пазів, то різець в пазу корпуса займає цілком визначене положення. Пересовуючи різець вздовж паза за рахунок товщини прокладок, можна змінювати у відповідних межах номінальний діаметр різцевої головки.

Базовий розмір b_3 зовнішнього і b_6 внутрішнього різців (рис.4) дорівнюють відстані від опорної базової поверхні різця до точки різальної кромки, яка відстоїть від вершини різця на відстані висоти головки виробного контуру h_{a0} .

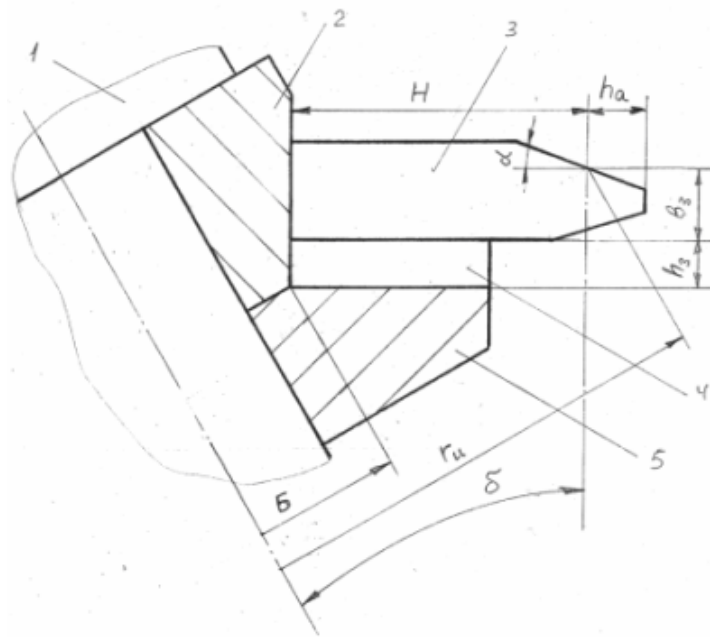


Рисунок 3 – Розташування зовнішнього різця в пазу корпуса головки

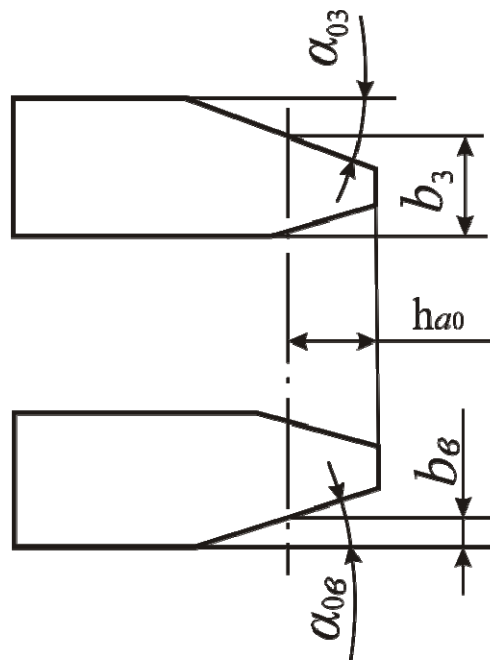


Рисунок 4 – Базові розміри зовнішнього і внутрішнього різців

Виходячи з побудови (рис.3) для зовнішнього різця товщина підкладки буде визначатись за формулою

$$h_3 = r_H - B - H \cos \delta, \quad (2)$$

де h_3 - товщина підкладки під зовнішній різець;

B - базова стала корпуса різцевої головки;

H - відстань від опорного торця різця до розрахункової точки різальної кромки.

Величина H залежить від висоти головки виробного контуру, тобто від положення розрахункової точки на профілюючій різальній кромці різця відносно вершинної різальної

кромки. Таку умову приймаємо для того, щоб мати можливість використовувати одні і ті ж різці для нарізання коліс в деякому діапазоні величини модуля зачеплення, усунути вплив на точність налагоджування різцевої головки похибок виконання пазів корпуса, спростити налагоджування верстата і зовнішнього діаметра різцевої головки.

Висота головки виробного контуру різця визначається з урахуванням двох умов. Відповідно до першої умови:

$$h'_{ao} = h_{f2}, \quad (3)$$

де h'_{ao} - висота головки виробного контуру різця;

h_{f2} - висота ніжки зуба спіроїдного колеса відповідно до креслення.

Друга умова полягає в тому, що дно западини зуба теоретичного спіроїдного колеса є обвідною поверхні вершин черв'ячної фрези, а тому є площиною. Дно западини наближеного спіроїдного колеса своєю формою копіює траєкторію руху вершинної різальної кромки, тому є угнутим, причому від середини в напрямку до торців зуба висота його зменшується. Це приводить до заклинювання передачі.

Для усунення заклинювання передачі необхідно збільшити висоту ніжки зуба так, щоб на торцях зубів вона дорівнювала величині h_{f2} .

Форма дна западини наближеного спіроїдного колеса і його положення відносно дна западини теоретичного спіроїдного колеса показана на рис. 5.

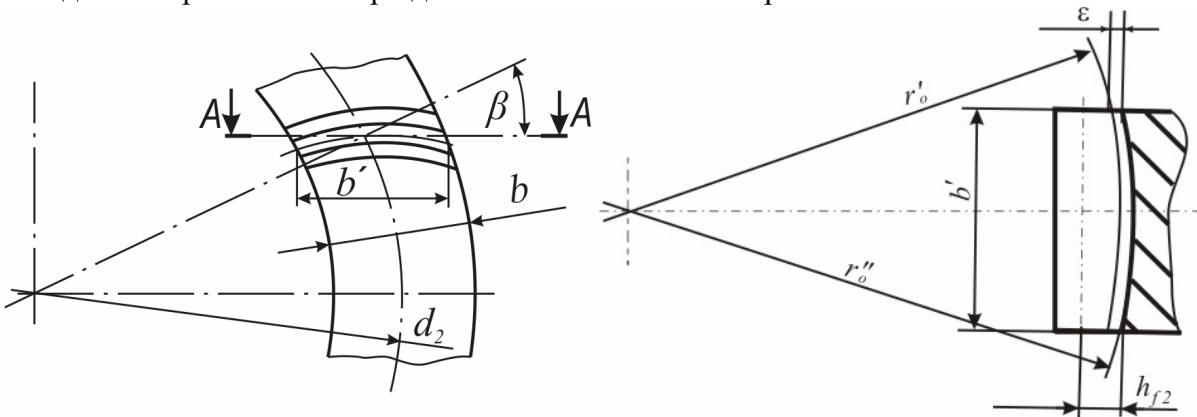


Рисунок 5 – Форма дна западини наближеного спіроїдного колеса

З достатньою для практики точністю можна вважати, що дно западини наближеного колеса є дугою кола радіусом

$$r'_{ao} = \frac{r_{ao}}{\cos \delta}. \quad (4)$$

При такій формі дна коло западини перетне торцеві поверхні зуба так, що точки перетину можуть лежати на відстані $\varepsilon > c_{12}$ де c_{12} - радіальний зазор в зачепленні.

З достатньою для практики точністю при ширині сегмента $b' = \frac{b}{\cos \beta}$:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{r_u'^2}{\cos^2 \delta} - \frac{b^2}{4 \cos^2 \beta}}, \quad (5)$$

де ε - стрілка угнутості дуги сегмента;

b - довжина зуба спіроїдного колеса.

В такому випадку висоту головки вихідного контуру необхідно збільшити на величину, не меншу ε , тобто:

$$h''_{ao} = h'_{ao} + \varepsilon + c_{12}. \quad (6)$$

Враховуючи це, висоту головки виробного контуру h_{ao} визначають за формулою:

$$h_{ao} = m(h_a^* + c^*) + \varepsilon, \quad (7)$$

де m - модуль зачеплення;

h_a^* - коефіцієнт висоти зуба вихідного контуру;

c^* - коефіцієнт радіального зазору.

Виліт різця з корпуса різцевої головки повинен бути більше висоти зуба спіроїдного колеса на величину зменшення його при переточуванні. Орієнтовно виліт має дорівнювати ширині паза корпуса.

Зовнішній діаметр різцевої головки:

$$d_{ao} = 2 \left[r_u + \frac{h_u + \rho_k}{\cos \alpha} \cos(\alpha + \delta) + \rho_k (1 - \cos \delta) \right], \quad (8)$$

де ρ_k - радіус перехідної поверхні зуба колеса

$$\rho_k = \frac{m c^*}{1 - \sin \alpha}. \quad (9)$$

Ширина дна западини спіроїдного колеса

$$e_{f2} = S_o - 2h_{ao} \operatorname{tg} \alpha. \quad (10)$$

Ширина вершинної різальної кромки окремо зовнішнього і внутрішнього різців виконується рівною $0,75 e_{f2}$. Дно западини і перехідна поверхня зуба оброблюється цією різцевою головкою і виключає з різання вершинну кромку різців різцевої головки, яка остаточно начисто оброблює опуклу поверхню зуба.

Кількість різців в різцевій головці залежить від її номінального діаметра і ширини вінця колеса. Враховуючи багаторічний досвід обробки конічних коліс з криволінійними зуб'ями і конструювання різцевих головок, при чистовій обробці в різанні повинен бути один різець. Тоді відстань між різцями по номінальному діаметру повинна бути більше ширини вінця колеса. Взявши за цю відстань розмір $b_2 / \cos \beta$ отримаємо:

$$Z_o = \frac{2\pi r_u}{b_2} \cos \beta. \quad (11)$$

Це число округлюють до цілого, причому для першої різцевої головки воно приймається парним. Товщина прокладки під внутрішні різці першої (двосторонньої) головки:

$$h_g = h_s - (S_1 - e_s - e_g), \quad (12)$$

де h_g - товщина прокладки під внутрішній різець.

Різцева головка для чистової обробки опуклої сторони зуба спіроїдного колеса має значно менший номінальний діаметр. Тому різець цієї головки має іншу форму і розташований в пазу корпуса вздовж твірної конічної виробної поверхні. Головна різальна кромка різця співпадає з твірною виробної поверхні і дном паза.

Різці цієї головки мають різальну кромку профілюючу і вершинну. Розміри профілю різця виконуються такими ж як і для різців внутрішніх для першої різцевої головки.

Зовнішній діаметр малої різцевої головки визначається за формулою:

$$d_{aon} = 2 \left[r_{Hon} + \frac{h_{a1} - \rho_k}{\cos \alpha} \cos(\delta - \alpha) + \rho_k (1 - \cos \delta) \right]. \quad (13)$$

Товщина прокладки під різець малої різцевої головки і кількість її різців визначається за формулами (2) і (11) відповідно при підстановленні в них відповідних параметрів малої головки.

Таким чином, з наведеного можна зробити висновки, що:

1. Вказані залежності доповнюють існуючу методику [7] розрахунку різцевих головок;
2. Наведені залежності дозволяють визначити основні конструктивні параметри різцевих головок з нахиленими різцями.

Список літератури

1. Литвин Ф.Л. Теория зубчатых зацеплений / Ф.Л. Литвин // - М.: Наука, 1968. – 584 с.
2. Георгиев А.К. Вопросы формообразования и методики исследования геометрии зубьев спироидной цилиндрической передачи, имеющей модифицированные боковые поверхности / А.К. Георгиев, А.С. Кунивер // Совершенствование процессов обработки резанием. Ижевск, 1977. – Вып. 2. – С.58-66.
3. Кунивер А.С. Методы регулирования пятна контакта в спироидной передаче / А.С. Кунивер // Информационные технологии в инновационных проектах: Труды IV Международной научно-технической конференции. Часть 3. – Ижевск: ИЖГТУ, 2003. – С. 53-55.
4. Кунивер А.С. Особенности методов притирки спироидных передач / А.С. Кунивер // Известия вузов. Машиностроение. – М.: Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана 2008. – №9. – С. 15-24.
5. Гольдфарб В.И. Тенденции развития рынка производства и потребления зубчатых передач / В.И. Гольдфарб, В.И. Некрасов, А.А. Ширманова // теория и практика зубчатых передач: Труды научно-технической конференции. – Ижевск, ГТУ, 2004. – С.5-9.
6. Надеина Э.В. Формообразование поверхностей зубьев плоского колеса приближенной спироидной передачи / Э.В. Надеина // Резание и инструмент в технических системах: Международный научно-технический сборник. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2003. – Вып. 65. – С.105-110.
7. Иноземцев Г.Г. Проектирование металлорежущих инструментов / Г.Г. Иноземцев // Учеб. пособие для вузов. – М.: Машиностроение, 1984. – 272 с.

Е. Надеина

Методика расчета параметров резцовых головок с наклонными резцами

В статье приведены зависимости для расчета исполнительных размеров резцовых головок с наклонными резцами для нарезания колес приближенной цилиндрической спироидной передачи.

E. Nadeina

The Design procedure of parametres tools heads with inclined cutters

In article dependences for calculation of the executive sizes tools heads with inclined cutters for cutting wheels approached cylindrical spiroid transfers are resulted.

Одержано 09.04.10