

7. Мартинов М.И. Краткосрочный прогноз метеорологических условий обледенения самолетов на земле и взлетно-посадочной полосы в эропорту София / М.И. Мартинов, Н.Д. Богачева, А.Г. Богачев // Метеорология и гидрология. – 1983. – №7. – С. 54 – 60.
8. Thermophysical properties of brines. Models // M. CONDE ENGINEERING, Zurich 2011. – 9 p.

Oleksandr Kozlovskiy, Anatolij Orlovych, Vasylij Klymenko

Kirovograd National Technical University

An experimental investigation of unsteady thermal modes of non-isolated wire lines before icing process

In the article were conducted laboratory studies to determine the ranges of technical diagnostics settings of wires at icing process.

We described the conditions and methods of experimental research, laboratory equipment and design of wire samples. Cooling process power range of the sample non isolated wire AC- 50/ 8, required for the formation of the artificial ice and frost deposits at the most likely weather conditions for its natural icing was 0,25-0,17 W / cm.

The experimental data will improve the accuracy of technical diagnostics wires in icing conditions.
icing process of wires, transient thermal conditions, technical diagnostics of wires

Одержано 30.04.14

УДК 621.833

Ю.М. Коровайченко, доц., канд. техн. наук, Е.В. Надєїна, здобувач

Кіровоградський національний технічний університет

Особенности переточивания зуборезных головок з нахиленими різцями

Наближені циліндричні спіроїдні передачі значно технологічніші, ніж класичні, завдяки використанню для нарізування спіроїдного колеса зуборезними головками з нахиленими до осі головки різцями. Заточування різців таких головок має ряд особливостей, які необхідно враховувати при експлуатації інструменту.

зуборезна головка, виробляюча поверхня, передній кут, задній кут, кут профілю

Ю.М. Коровайченко, доц., канд. техн. наук, Е.В. Надеина, соискатель

Кировоградский национальный технический университет

Особенности переточивания зуборезных головок з нахиленими різцями

Приближенные цилиндрические спироидные передачи значительно более технологичные, нежели классические. Благодаря использованию при нарезании спироидного колеса зуборезными головками с наклоненными к оси головки резами. Заточивание резцов таких головок имеет ряд особенностей, которые необходимо учитывать при эксплуатации инструмента.

зуборезная головка, вырабатывающая поверхность, передний угол, задний угол, угол профиля

Вступ. В роботі [1] показано, що геометро-кінематичні показники наближеної спіроїдної передачі мають значення, близькі до аналогічних показників передач спіроїдних спряжених. Але формоутворення поверхонь зуб'їв наближених спіроїдних коліс значно спрощено [2].

© Ю.М. Коровайченко, Е.В. Надєїна, 2014

Актуальність досліджень. Але заточування різальної частини різців на заточувальних верстатах для головок для конічних коліс у зібраному вигляді неможливе через великий кут між різцями і віссю головки. Зважаючи на спрощення зубообробки колеса наближеної передачі дослідження особливостей заточування є актуальною задачею.

Мета роботи – визначення взаємозв'язку між геометрією різальної частини і точністю профілю різців.

Зміст дослідження. Для забезпечення умов різання відповідно до оброблюваного матеріалу різці повинні мати відповідні передні і задні кути. Для забезпечення форми поверхні зуба спіроїдного колеса необхідно забезпечити співпадання профілюючої різальної кромки з прямолінійною твірною виробляючої конічної поверхні різцевої головки. Ці дві умови необхідно виконувати одночасно, забезпечити при виготовленні різців і при їх переточуванні під час експлуатації.

Зуборізна головка конструктивно виконується збірною. Різці встановлюють в точні пази корпусу і закріплюють. Різець має призматичну форму кріпильної частини, опорний торець з однієї сторони і різальну частину відповідного профілю з протилежної.

Паз в корпусі головки розташований симетрично вісі. Дно паза нахилено до вісі корпусу під кутом δ , тому і різці розташовані відносно осі головки під таким же кутом. В зв'язку з цим для заточування різців в корпусі, як це робиться при заточуванні зуборізних різцевих головок для конічних коліс, використати існуючі заточні верстати неможливо.

В пазу корпусу різцевої головки різець розташовується так, що головна різальна кромка співпадає з твірною конічної виробляючої поверхні і проходить скрізь вісь різцевої головки. Вісі симетрії паза і державки різця співпадають і теж проходять через вісь різцевої головки, а бокові сторони державки різця і співпадаючи з ними стінки паза проходять паралельно цієї вісі.

Площина, в якій розташована різальна кромка і яка проходить через вісь різцевої головки, є основною статичною площиною різцевої головки, так як вектор швидкості головного руху в будь-якій точці різальної кромки є перпендикулярним до цієї площини.

В міру переточування різця основна площина повертається навколо осі головки, тому і різальна кромка переміщується в межах переточуваних поверхонь різця, залишаючись завжди розташованою під кутом α_u до осі різцевої головки.

Для нового різця основна площина P_v проходить через вісь OO_1 (рис. 1) і точку A різальної кромки, яка співпадає з твірною OA виробляючої поверхні. В цьому положенні основна площина нахилена до площини симетрії паза OO_1C під кутом μ_1 . Виходячи з побудови рис. 1 кут μ_1 визначається в загальному випадку за залежністю

$$\sin \mu_{1i} = \frac{h_i}{r_{aoi}}, \quad (1)$$

де μ_{1i} – поточний кут нахилу основної площини до площини симетрії;

h_i – поточна відстань між площинами;

r_{aoi} – поточний зовнішній радіус різцевої головки.

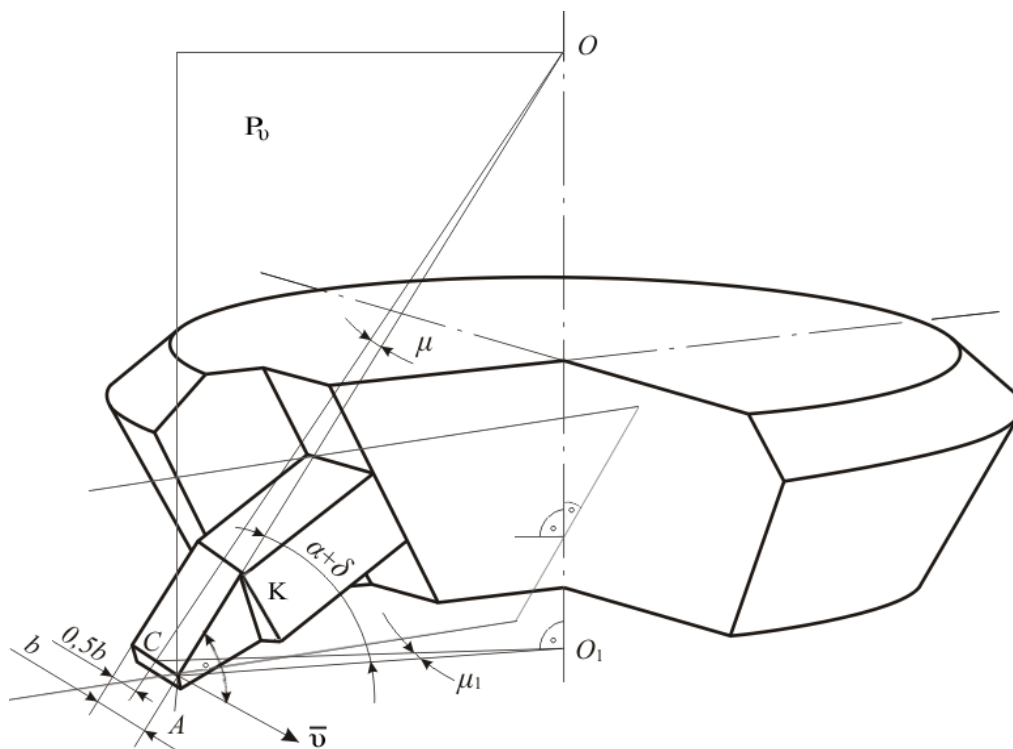


Рисунок 1 – Площина основна статична і різання зуборізних головок

Різальна кромка різця нахилена до площини симетрії паза (рис. 1). Кут між твірною OA виробляючої поверхні і її проекцією O_1C на площину симетрії визначається залежністю

$$\operatorname{tg} \mu_i = \operatorname{tg} \mu_{1i} \sin \tau_i, \quad (2)$$

де μ_i – поточний кут нахилу основної площини до площини симетрії;

τ_i – поточний допоміжний кут, $\operatorname{tg} \tau_i = \operatorname{ctg}(\alpha + \delta) \cos \mu_{1i}$.

Аналіз формул (1) і (2) свідчить про те, що із зміною по мірі переточування положення основної площини відносно площини симетрії змінюється відстань h між ними, радіус r_{a0} різцевої головки і кут μ_i . Характер зміни кута μ_i буде залежати від значення відношення поточних величин параметрів h_i і r_{a0i} . Це означає, що при переточуванні різців необхідно враховувати реальні величини цих параметрів і, крім того, є можливість керувати величиною кута μ . Цю властивість можна використати для забезпечення точності кута профілю виробляючої поверхні, так як забезпечення умови $\alpha + \delta = \operatorname{const}$ є обов'язковим.

Таким чином, формули (1, 2) визначають положення різальної кромки відносно базових поверхонь паза корпусу різцевої головки і державки різця.

Інструментальна система координат різця (рис.2) зв'язана із статичною площиною головки кутами повороту навколо осей x та y .

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \gamma_x &= \operatorname{tg} \gamma_n \cos \alpha_{0np} - \operatorname{tg} \mu \sin \alpha_{0np}; \\ \operatorname{tg} \gamma_y &= \operatorname{tg} \gamma_n \sin \alpha_{0np} + \operatorname{tg} \mu \cos \alpha_{0np}. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

де γ_x – кут повороту навколо осі x ;

γ_y – кут повороту навколо осі y ;
 γ_n – інструментальний головний передній кут;
 α_{0np} – кут між віссю x і проекцією різальної кромки на основну інструментальну площину.

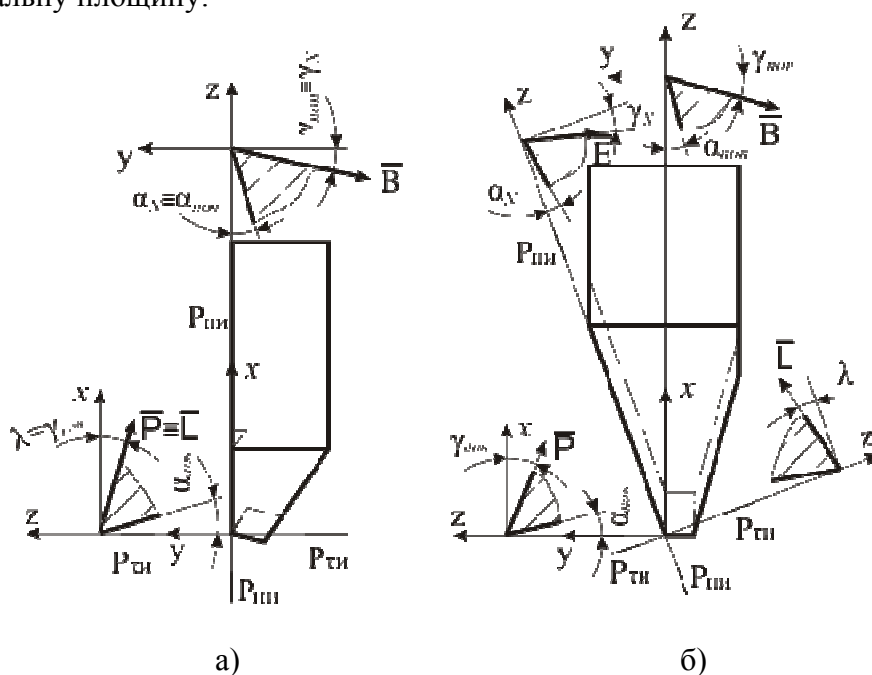


Рисунок 2 – Інструментальні системи координат різців для опуклої (а) та угнутої (б) сторін зуба

Кут α_{0np} дорівнює

$$\alpha_{0np} = 90 - \tau_i - \delta. \quad (4)$$

Кут τ змінний, його максимальна величина відповідає проходженню твірної OA виробляючої поверхні через точку A різальної кромки нового різця. З аналізу рівняння (4) витікає, що при переточуванні необхідно враховувати зміну кута профілю, величина якої

$$\Delta\alpha_0 = \alpha_{0np} - \alpha_0, \quad (5)$$

де $\Delta\alpha_0$ – зміна кута профілю вихідного контуру.

Для спрощення заточування різців за рахунок використання стандартного оснащення і універсальних верстатів задня поверхня їх складається з двох частин.

Частина головної задньої поверхні яка, прилягає до головної різальної кромки і представляє собою стрічку шириною 1.5...2 мм, є площиною. Положення цієї стрічки в інструментальній системі координат визначається головним заднім інструментальним кутом і положенням головної різальної кромки. Ця частина задньої поверхні є площиною і при переточуванні різця по передній поверхні для забезпечення сталості кута профілю також переточується.

Частина задньої поверхні, яка межує із стрічкою і продовжується до опорної площини різця, обмежує тіло різця. Вимоги до цієї поверхні включають умови простоти виготовлення, забезпечення міцності різального клина і наявність заднього кута на межі стрічки, більшою за головний задній кут в однойменних перерізах. До

цього треба додати ще вимогу достатнього мінімального шару металу, який буде зніматись при заточуванні задньої поверхні.

Вказаним вимогам відповідають конічні поверхні, які виконують на тілі різальної частини до заточування головної задньої поверхні у вигляді стрічечки. Для забезпечення сталості висоти профілю різця при заточуванні чистову обробку вершинної і бокових задніх поверхонь необхідно виконувати у технологічному корпусі.

Технологічний корпус виконано таким, щоб рух і положення різальної кромки якомога більше співпадали з її положенням при обробці поверхні зуба колеса. Виходячи з цього технологічний корпус виконується у формі диска, на зовнішній поверхні якого виконані точні пази, в які встановлюються різці. Пази нахилені під кутом до осі технологічного корпусу, який дорівнює задньому куту на вершині різця. Таке положення різців в технологічному корпусі забезпечує додатково до попереднього практично незмінну ширину вершинної різальної кромки.

Радіус R_T розташування середньої точки профілю різця в технологічному корпусі, відповідно з попереднім, дорівнює відстані від полюсної точки Π поверхні зуба до точки O , перетину осі різцевої головки з ділильною площиною колеса і визначається за формулою

$$R_T = \frac{r_{ном}}{\sin \delta}. \quad (6)$$

Пази у технологічному корпусі виконані із зміщенням відносно осьової площини корпусу, перпендикулярні дну паза, і нахилені до цієї площини на кут α_e . При встановленні різця в паз мінімальна відстань між вершинною різальною кромкою і віссю технологічного корпусу дорівнює величині l , яка визначається з наступного. Поверхню різальної частини різця, яку оброблюють в технологічному корпусі, будемо вважати задньою до заточування стрічечки під головним заднім кутом. Ця тимчасова задня поверхня виконується під деяким заднім кутом, величина якого залежить від величини l при заданому радіусі обертання точки різальної кромки. Оскільки l задається в торцевому перерізі технологічного корпусу, то величина

$$l_i = R_{Ti} \sin \alpha_{Ti}, \quad (7)$$

де α_{Ti} – задній кут в площині, яка перпендикулярна осі технологічного корпусу.

Кут α_{Ti} та інструментальний головний задній кут α_u належать до одного двогранного кута, ребром якого є різальна кромка, а гранями є площина, дотична до задньої поверхні, і основна інструментальна площина. Виходячи з властивостей двогранного кута зв'язок між кутами α_u і α_{Ti} визначається залежністю

$$tg \alpha_u = \frac{tg \alpha_{Ti}}{\sin(\alpha_e + \mu_2)}, \quad (8)$$

де μ_2 – кут між проекцією різальної кромки на бокову площину державки різця і стінкою паза, тобто є проекцією кута λ на повздовжню площину різця.

Величина кута

$$\mu_2 = \arcsin \frac{\sin \alpha_u}{\cos \alpha_0}, \quad (9)$$

де α_0 – кут профілю різця.

З аналізу формул виходить наступне. Для нового різця величини l_i і R_{Ti} збільшуються лінійно відносно значень l_i і R_T для вершинної точки: перша на $h_i \sin(\alpha_\epsilon + \mu_2)$, а друга - $h_i \operatorname{tg} \alpha_0$. Тому кут α_{Ti} на висоті профілю збільшується. В напрямку переточки, тобто при збільшенні відстані l_i вершини різця від бокової сторони державки кут α_{Ti} дозволяє стверджувати, що оброблена в такий спосіб конічна поверхня, яка обмежує різальну частину різця і при чистовому заточуванні головної задньої поверхні у вигляді стрічки під потрібним заднім головним інструментальним кутом α_u , якщо для вершинної точки леза

$$\operatorname{tg} \alpha_T = \operatorname{tg} [\alpha_u + (2\dots 3)^\circ] \sin(\alpha_\epsilon + \mu_2), \quad (10)$$

де α_u – головний задній інструментальний кут на стрічечці;

μ_2 – проекція кута λ на повздовжню площину нового різця.

Якщо врахувати те, що для забезпечення нормальних умов роботи різця кут $\alpha_{u \min} = 6^\circ$, кут $\alpha_\epsilon = 12^\circ$ і кут $\mu_{2 \min} \approx 4^\circ$, то мінімальний кут $\alpha_{T \min} = 2,5^\circ$. При такому значенні $\alpha_{T \min}$ розмір $l_{a \min} \approx 0,044 r_a$, де r_a - зовнішній радіус різцевої головки. Це означає, що різальна кромка різця розташована недалеко від осьової площини конічної тимчасової задньої поверхні, має мале відхилення від прямолінійності, що зменшує припуск на заточування головної задньої поверхні.

Головна задня поверхня внутрішнього різця формується так само, як і у зовнішнього різця, але є конічною внутрішньою. Тому всі міркування, приведені вище стосовно зовнішнього різця, цілком стосуються різця внутрішнього. Різниця полягає в тому, що різальна кромка внутрішнього різця є угнутою. Але у зв'язку з тим, що внутрішній різець двосторонньої головки оброблює опуклу сторону зуба спіроїдного колеса начернову, то вимоги щодо точності виготовлення головної задньої поверхні внутрішнього різця можна суттєво знизити. Тому на внутрішньому різці головна задня поверхня залишається незатилкованою, тобто є конічною поверхнею. Заточувати внутрішні різці треба по передній поверхні, незважаючи на форму різальної кромки.

Зуборізна головка, яка оброблює опуклу сторону зуба спіроїдного колеса начисто, значно менша за різцеву головку, яка оброблює угнуту сторону зуба спіроїдного колеса, то вона виконується односторонньою.

Різальна частина різця рухається в вільній западині між зуб'ями колеса і розташовується зовні траєкторії головного руху, то для спрощення виготовлення і зменшення технологічних витрат різців виконують так, що його різальна кромка співпадає з твірною конічної виробляючої поверхні. Це спрощує конструкцію зуборізної головки і дозволяє збільшити кількість її різців.

Висновки.

1. Переточування різців зуборізних головок з нахиленими різцями проводиться тільки окремо від корпусу.

2. Похибка профілю конічної виробляючої поверхні різців не перевищує 25...35 кутових мінут, що в 2,5...3 рази менше ніж у існуючих головок.

Список літератури

1. Надєїна Е.В. Гоєметро-кінематичні показники наближеної спіроїдної передачі / Е.В. Надєїна, О.О. Клочко, В.С. Надєїн // Вісник Національного Технічного університету "ХП". Збірник наукових праць. Тематичний випуск "Проблеми механічного приводу". – Харків: НТУ "ХП".- 2013. – № 41. – С. 83-87.

2. Надеина Э.В. Формообразование поверхности зубьев плоского колеса приближенной спироидной передачи / Э.В.Надеина // Высокие технологии: тенденции развития. Материалы доклада на конференции «Интерпартнер – 2003», XIII международного научно-технического семинара, 12-17 сентября 2003 г. – Харьков-Алушта: НТУ "ХПИ", 2003. – С. 286.
3. Иноземцев Г.Г. Проектирование металлорежущих инструментов: Учеб. Пособие для вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты». – М.: Машиностроение, 1984. – 272с.

Yuriy Korovaichenko, Elzhbieta Nadeina

Kirovograd National Technical University, Kirovograd

The Design procedure of parametres tools heads with inclined cutters

The purpose of research is to determine the correlation between the geometry of cutting tools and precision profile cutters.

Approximate cylindrical spiroid transmissions are more tech than the classics, thanks to the use for cutting spiroid wheel gear cutting heads with inclined to the axis of the head cutters. Grind these heads has several features that should be considered when operating the tool.

Conclusions. Boring grooving cutter heads with inclined cutters made only separated from the shell. Uncertainty of conical producing surface profile cutters up to 25 ... 35 arc minutes, which is 2.5 ... 3 times less than the current gear cutting heads.

gear head that produces surface, rake angle, clearance angle, the angle profile

Одержано 26.05.14