

ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ

На правах рукопису

УДК 621.91.02

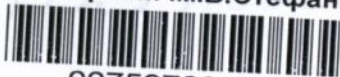
Кириченко Ірина Олексіївна

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ ОЗДОБЛЮВАЛЬНОЇ
ОБРОБКИ ЗУБЦІВ ЦИЛІНДРИЧНИХ КОЛІС

Спеціальність: 05.03.01 - Процеси механічної обробки,
верстати та інструменти

А в т о р е ф е р а т
дисертації на здобуття вченого ступеня
кандидата технічних наук

Краматорськ-1996



00759703 (V)

Дисертація є рукопис.

Робота викона в Східноукраїнському

державному університеті

Науковий керівник: кандидат технічних наук,
доцент Сурнін В.М.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Кухтик Т.В.

кандидат технічних наук,
с.н.с. Шаповалов В.Ф.

Провідне підприємство: Державна холдингова компанія
"Дуганськтепловоз".

Захист дисертаційної роботи відбудеться "3" квітня 1996р.
в 10 годин на засіданні спеціалізованої Ради К 28.01.01 в
Донбаській державній машинобудівній академії (343913, м. Кра-
маторськ, вул. Шкадінова, 72, навчальний корпус I, зал
засідань).

Довідки по телефону (06264) 5-85-81.

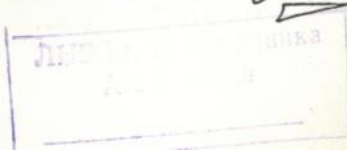
З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Донбаської
державної машинобудівної академії.

Автореферат розісланий "3" березня 1996 р.

Вчений секретар спеціалізованої Ради

кандидат технічних наук, доцент

В.М. Гах



ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ. Обробка зубців більшості циліндричних коліс ведеться притирами, обкатниками, накатниками. Вони заганяні інструменти одержують в плоскому верстатному зачепленні. В результаті обробки зубці цих інструментів мають крапковий характер торкання з оброблюваними поверхнями, що приводить до швидкого зношування інструментів з-за перемінного профільного оковзання. Крім того, продуктивність і якість такої обробки недостатні.

Тому інтерес дослідників до інструментів, одержуваних в просторовому верстатному зачепленні, не випадковий. Він пояснюється можливістю збільшити продуктивність і якість обробки зубців за рахунок вирівнювання профільного оковзання та лінійного характеру торкання.

Такі інструменти повинні виготовлятися на однополосних гіперболоїдах. Однак, ні теоретично, ні практично дослідникам поки що не вдається виготовити інструменти на таких заготовках.

Таким чином, виконана дисертація присвячена розв'язанню важливої проблеми технології обробки зубців циліндричних коліс в просторовому верстатному зачепленні за допомогою гіперболоїдних притирів, накатників, обкатників.

МЕТА РОБОТИ. Підвищення ефективності процесів обладнаної обробки зубців циліндричних коліс за допомогою притирів, обкатників, одержаних в просторовому верстатному зачепленні на заготовках виду "однополосний гіперболоїд".

НАУКОВА НОВИЗНА. Розроблені нові процеси обладнаної обробки зубців циліндричних коліс, що дає можливість розташувати контактні лінії на оброблюваних зубцях під необхідним кутом в напрямі вектора відносної швидкості оковзання, що різко покращує притирку, обкатку, припрацьовування; останньому сприяють одержані притири, обкатники, накатники в просторовому верстатному зачепленні на однополосних гіперболоїдах.

В роботі також визначені геометричні і кінематичні параметри процесів обладнаної обробки зубців. Показано, що при зміні цих параметрів можна керувати процесами обробки. Одержані параметри

процесів обданої обробки доведені до чисельних значень за допомогою ЕОМ.

ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ. В дисертації розв'язувались такі задачі: визначені інструментальні поверхні за допомогою циліндричних виробляючих коліс в просторовому верстатному зачепленні; визначені профалі і розміри зубців (витків) гіперболоїдних притирів, обкатників, накатників; досліджені геометро-кінематичні показники процесів притирки, обкатки, накатки зубців циліндричних коліс за допомогою гіперболоїдних інструментів; розроблені способи виготовлення гіперболоїдних інструментів за допомогою прямозубих циліндричних виробляючих коліс на серійних зубофрезерних і шліфувальних верстатах; розроблені способи обладнання гіперболоїдних інструментів на існуючих зубофрезерних і шліфувальних верстатах.

ПРАКТИЧНА ЦІННІСТЬ. Розроблені нові технологічні процеси обданої обробки зубців циліндричних коліс, які дозволяють значно підвищити їх експлуатаційні властивості, зокрема їх вигинисту і контактну міцність, опрацювання і т.п. Розроблені нові технологічні засоби: гіперболоїдні інструменти, програми на ЕОМ для розрахунку геометро-кінематичних показників розроблених процесів, показана можливість керування ними і здійснено їх впровадження у виробництво.

РЕАЛІЗАЦІЯ НАУКОВО-ПРАКТИЧНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ. На основі виконаної роботи на ВО "Луганськтепловоз" та ВО "Луганський верстатобудівний завод" впроваджені нові технологічні процеси обданої обробки зубців циліндричних коліс притирами, обкатниками, накатниками, одержуваними в просторовому верстатному зачепленні по патентах Російської Федерації № 1797531 та RU № 200752.

АПРОБАЦІЯ РОБОТИ. Основні положення дисертації систематично доповідались автором і одержали схвалення: на 4-й міжнародній науково-технічній конференції: "Проблеми розвитку локомотивобудування" (Крим, 1991 р.); на науково-технічній конференції: "Проблеми зубчатих передач і редукторобудування" (Іарків, 1993р.); на республіканській науково-технічній конференції: "Проблеми якості і надійності машин" (Могилев, 1994 р.); на республіканській науково-технічній

конференції: "Нові технології і системи обробки в машинобудуванні" (Донецьк, 1994 р); на V міжнародній науково-технічній конференції: "Проблеми розвитку локомотивобудування" (Алушта, 1995 р.); на міжнародній науково-технічній конференції: "Прогресивна техніка і технологія машинобудування" (Донецьк, 1995 р.); на міжнародній науково-технічній конференції: "Якість та довговічність зубчатих передач і редукторів" (Харків, 1995р.).

ПУБЛІКАЦІЇ. За результатами виконаних досліджень надруковано п'ятнадцять робіт, в тому числі два патенти Російської Федерації.

СТРУКТУРА І ОБСЯГ РОБОТИ. Дисертаційна робота містить 211 сторінок машинописного тексту, 36 малюнків, 6 таблиць; складається із вступу, п'яти глав з висновками по кожній з них, заключення, списку літератури, що включає 115 назв, а також додаток.

Основні результати, представлені в дисертації, одержані автором самостійно.

З М І С Т Р О Б О Т И

У вступі розглядається стан питання, обґрунтовується актуальність теми, визначається мета і основні задачі дослідження, проведеного стосовно до обладнання зубців циліндричних коліс.

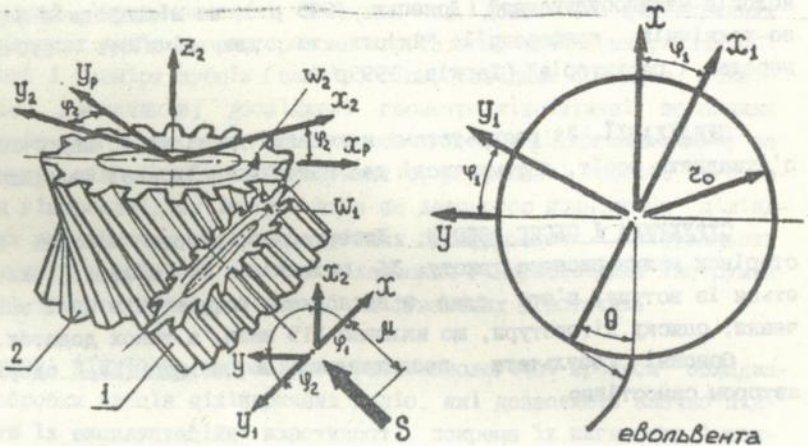
У I главі поданий аналіз існуючих технологічних процесів обладнання зубців циліндричних коліс за допомогою притирів, обкатників, накатників. Виявлено, що основними причинами нестабільності точності та чистоти оброблюваних зубців є крапковий характер торкання, змінне сковазання по профілю оброблюваного зуба, що приводить до змінної посадочної подачі. Також розглянуті роботи, що ведуться в галузі підвищення продуктивності і якості обладнання зубців циліндричних коліс вітчизняними та зарубіжними авторами.

В роботі розглянуті основні задачі дослідження, в тому числі заміну циліндричних притирів, обкатників, накатників на гіперболоїдні, мажчі лінійчатий характер торкання з оброблюваними зубцями.

В II главі проведено синтез притирів, обкатників, накатників для обладнання зубців циліндричних коліс, осі котрих

схрещуються з осями оброблених коліс.

Схема запропонованого процесу обладнання зубців представлена на мал.І.



Мал.І. Схема процесів обладнання зубців циліндричних коліс і одержання гіперболоїдних інструментів.

де: І - циліндричне евольвентне колесо, профіль якого описаний виразом (І).

$$X_1 = -r_0 (\cos\theta + e \sin\theta); Y_1 = r_0 (\sin\theta + e \cos\theta); Z_1 = \mu. \quad (I)$$

Для знаходження гіперболоїдних інструментів 2 і їх профілів використовувались три системи координат: пересувні системи $X_1 Y_1 Z_1$ і $X_2 Y_2 Z_2$, зв'язані відповідно з циліндричним колесом та гіперболоїдним інструментом, і нересувна система XYZ , відносно якої задавалось положення пересувних систем координат.

Для знаходження рівняння поверхні гіперболоїдного інструмента як обгинаючу циліндричного колеса при однопараметричному обгинанні використана матриця M_{21} переходу від системи $X_1 Y_1 Z_1$ до системи $X_2 Y_2 Z_2$:

$$M_{z_1} = (M_{z_2} M_{p_0}) M_{O_1} =$$

$$= \begin{vmatrix} \cos\varphi_1 \cos\varphi_2 + & -\sin\varphi_1 \cos\varphi_2 + & -\sin\varphi_1 \sin\varphi_2 & A \cos\varphi_2 \\ +\cos\gamma \sin\varphi_1 \sin\varphi_2 & +\cos\gamma \cos\varphi_1 \sin\varphi_2 & & \\ -\cos\varphi_1 \sin\varphi_2 + & \sin\varphi_1 \sin\varphi_2 + & -\sin\gamma \cos\varphi_2 & -A \sin\varphi_2 \\ +\cos\gamma \sin\varphi_1 \cos\varphi_2 & +\cos\gamma \cos\varphi_1 \cos\varphi_2 & & \\ \sin\gamma \sin\varphi_1 & \sin\gamma \cos\varphi_1 & \cos\gamma & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Тоді рівняння шуканих гіперболоїдних інструментів в прямокутних координатах приймуть такий вигляд:

$$\begin{aligned} \vec{r}_2 &= X_1 \cos\varphi_1 \cos\varphi_2 + \cos\gamma \sin\varphi_1 \sin\varphi_2 + Y_1 (\sin\varphi_1 \sin\varphi_2 + \\ &+ \cos\gamma \cos\varphi_1 \cos\varphi_2) - Z_1 \sin\varphi_1 \sin\varphi_2 + A \cos\varphi_2; \\ X_1 (\cos\gamma \sin\varphi_1 \cos\varphi_2 - \cos\varphi_1 \sin\varphi_2) + Y_1 (\sin\varphi_1 \sin\varphi_2 + \\ &+ \cos\gamma \cos\varphi_1 \cos\varphi_2) - Z_1 \sin\gamma \cos\varphi_1 - A \sin\varphi_2; \\ X_1 \sin\gamma \sin\varphi_1 + Y_1 \sin\gamma \cos\varphi_1 + Z_1 \cos\gamma; \quad NV = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

де: $N \vec{V} = 0$ - рівняння зв'язку незалежних геометричних θ і Z_1 і кінематичного φ_1 параметрів.

Нормаль до оброблюваного зуба знайдена за допомогою такого векторного проведення:

$$\vec{N} = \frac{\partial \vec{r}_1}{\partial \theta} \times \frac{\partial \vec{r}_1}{\partial \mu} = \begin{vmatrix} N_{x_1} & N_{y_1} & N_{z_1} \\ \frac{\partial X_1}{\partial \theta} & \frac{\partial Y_1}{\partial \theta} & \frac{\partial Z_1}{\partial \theta} \\ \frac{\partial X_1}{\partial \mu} & \frac{\partial Y_1}{\partial \mu} & \frac{\partial Z_1}{\partial \mu} \end{vmatrix}$$

Відносна швидкість визначена в такому виді:

$$\begin{aligned} V_{i_{12}}' &= -Y_1 (1 - u_{z_1} \cos\gamma) - Z_1 u_{z_1} \sin\gamma \cos\varphi_1 - A u_{z_1} \cos\gamma \sin\varphi_1 \\ V_{j_{12}}' &= X_1 (1 - u_{z_1} \cos\gamma) + Z_1 u_{z_1} \sin\gamma \sin\varphi_1 - A u_{z_1} \cos\gamma \cos\varphi_1 \\ V_{z_1} &= u_{z_1} \sin\gamma (X_1 \cos\varphi_1 - Y_1 \sin\varphi_1 + A) \end{aligned} \quad (3)$$

У виразах (1), (2) і (3): r_0 - радіус основної окружності

циліндричного колеса, θ - кут профілю, φ_1 - кут повороту циліндричного колеса, u_{21} передаточне число, $Z_1 = \mu$ ширина циліндричного колеса.

При знаходженні конструкції гіперболоїдного інструмента при двопараметричному обгінанні використано змішане проведення, що є рівнянням зв'язку $(\vec{t}_1 \vec{V}'^{1\mu} \vec{V}'^{1z'}) = 0$ (4), де: \vec{t}_1 - вектор дотичної до евольвенти; $\vec{V}'^{1\mu}$ - швидкість руху вироблячої лінії при фіксованому значенні φ_1 ; $\vec{V}'^{1z'}$ - швидкість руху вироблячої лінії при фіксованому значенні μ .

Вираз (4) здійснюється в таких трьох випадках:

1. Якщо параметр $\mu = Z_1$ зв'язаний з кутом профілю θ і кутом повороту φ_1 виразом (4), записаним у вигляді:

$$K(\theta, \mu, \varphi_1) = - (1 - u_{21} \cos \gamma) (Y_1 Y_1' + X_1 X_1') - \mu u_{21} \sin \gamma (Y_1' \cos \varphi_1 + X_1' \sin \varphi_1 - \mu u_{21} \cos \gamma (Y_1 \sin \varphi_1 - X_1 \cos \varphi_1)) = 0 \quad (5)$$

Це рівняння визначає собою становище лінії контакту на зубцях циліндричного колеса, тобто гіперболоїдний інструмент, що нарізається різучою кромкою, і інструмент, утворений циліндричним колесом, будуть ідентичними, якщо різуча кромка буде деформуватися і переміщатися у відповідності з законом переміщення лінії контакту по поверхні зуба циліндричного колеса. Реальне здійснення такої технологічної схеми неможливе.

2. Вектор $\vec{V}'^{1\mu} = 0$, тобто $d\mu/dt = 0$. Або практично $d\mu/dt \ll d\varphi/dt$, що відповідає, наприклад, випадку накочування з осевою подачею.

3. Вектор $\vec{V}'^{1z'} = 0$, тобто $d\varphi/dt = 0$. Або практично $d\varphi/dt \ll d\mu/dt$, що відповідає, наприклад, випадку зубодовбання чи протягування. В обох випадках оброблювана поверхня буде відхилятися від поверхні взаємообгінної з поверхнею циліндричного колеса на величину обмежування. При тому, в другому випадку це обмежування буде мати подовжній профіль, а в третьому випадку - торцевий профіль.

Профіль гіперболоїдних інструментів в рухомій системі координат визначений із виразу (2). При цьому, розв'язуючи чотири трансцендентних зрівнянь, визначають координати X_2, Y_2 в залежності від координати Z_2 .

В III главі розроблена технологія виготовлення зубців (витків) гіперболоїдних притерів, обкатників, накатників. Процес нарі-

зання зубців можна зрозуміти із мал. 1. Нарізання здійснюється методом обкатки на зубофрезерних верстатах за допомогою циліндричних прямозубих коліс, виготовлених з інструментальних сталей, при якому головний рух різання здійснюється завдяки наявності відносного скочвання торців прямозубого колеса. Подача S прямозубого колеса здійснюється за допомогою протяжного супорта або подачею звичайного супорта. При цьому вертикальний і поступальний рух не залежать один від одного. Вертіння інструментального циліндричного колеса і виготовлюваного гіперболоїдного інструмента узгоджується за допомогою гітари ділення.

Спорядження одержаних гіперболоїдних інструментів здійснюється за допомогою уявного виробляючого колеса, яке опшосує різучі кромки летючого різця чи дискового інструмента (фреза, шліфувальне коло, пальцева фреза) з вимагалчими геометричними розмірами.

IV глава присвячена визначенню кінематичних та геометричних параметрів процесу притирки, обкачування, вигладжувачого накочування зубців циліндричних коліс гіперболоїдними інструментами.

Швидкість скочвання визначається виразами (3). Сумарна швидкість руху оброблюваних зубців в напрямі, перпендикулярному характеристикам, одержана в такому вигляді:

$$\vec{U}_\tau = 2F^{\rho_1} E_1 + F^\mu (\vec{r}_1^{\mu} \vec{V}^{\mu 12}) - F^\theta E_1 (\vec{r}_1^{\mu} \vec{V}^{\mu 12}) / \sqrt{E_1 [E_1 (F^\mu)^2 + F^\theta]^2} \quad (6)$$

В цьому виразі F^{ρ_1} , F^θ , F^μ являються частковими похідними функції $F(\theta, \mu, \rho_1)$ і знайдені із зрівняння зв'язки (5), $E_1 = (X_1)^2 + (Y_1)^2$ - коефіцієнт першої квадратичної форми, $(\vec{r}_1^{\mu} \vec{V}^{\mu 12})$, $(\vec{r}_1^{\theta} \vec{V}^{\theta 12})$ - визначають із виразів (3), (4).

Із виразів (6) витікає, що сумарна швидкість руху лінії контакту дорівнює $\vec{U}_\tau = 0$ при рівнянні нулю чисельника. Цю умову можна використати при притирці, і вона мусить бути виключена при обкатці та вигладжувачому накочуванні. Кут між вектором швидкості скочвання і напрямом характеристик одержано в такому вигляді:

$$\text{tg } \tau = \frac{-F^{\rho_1} r_0^z \theta^z (\vec{r}_1^{\mu} \vec{V}^{\mu 12}) - F^{\theta} (\vec{r}_1^{\theta} \vec{V}^{\theta 12})}{(\vec{r}_1^{\mu} \vec{V}^{\mu 12}) F^{\mu} + \sqrt{E_1} F^{\theta}} \quad (7)$$

Із виразу (7) витікає, що кут $\nu_r = 0,5\pi$ виконується в точках характеристик, для котрих знаменник дорівнює нулю. Це становище використовують при обкатці. При зрівнянні нулю чисельника кут між вектором скозвання і характеристикою дорівнює нулю. Це становище використовують при притирці.

Питоме скозання характеризує знос оброблюваних зубців циліндричних коліс, а також зубців гіперболоїдних інструментів, відповідно мають значення:

$$\eta_1 = - [\dot{V}^{1z}, \dot{\Gamma}_1^{\mu}] \Gamma_0^z \Theta^z F^{\mu} + (\dot{V}^{1z}, \dot{\Gamma}_1^{\theta}) F^{\theta} / F^{\theta} \Gamma_0^z \Theta^z \quad (8)$$

$$\eta_2 = 1 - (F^{\theta} \Gamma_0^z \Theta^z / [F^{\theta} \Gamma_0^z \Theta^z - (\dot{V}^{1z}, \dot{\Gamma}_1^{\mu}) \Gamma_0^z \Theta^z F^{\mu} - (\dot{V}^{1z}, \dot{\Gamma}_1^{\theta}) F^{\theta}])$$

Якщо ділительний вираз (8) не дорівнює нулю, то крапки з безкінцевим значенням питомого скозання η_1 будуть визначатися із умови $F^{\theta} = 0$. При $F^{\theta} = 0$ коефіцієнт питомого скозання η_2 буде мати значення, рівні безкінцевості, при рівнянні знаменника виразу нулю. Ці умови можна використати для визначення крапок торкання з безкінцевими питомими скозаннями.

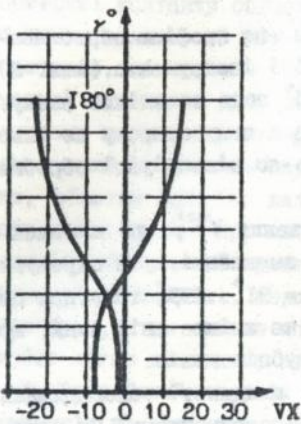
Наведена кривизна контактуєчих зубців в напрямку, перпендикулярному характеристикам робочого зачеплення, записана в такому вигляді:

$$\kappa_{\mu, \theta} = - \{ (\Gamma_0^z \Theta^z (F^{\mu})^2 + (F^{\theta})^2) (\Gamma_0^z \Theta^z)^{-0,5} \} / \{ \Gamma_0^z \Theta^z F^{\theta} - F^{\theta} (\dot{V}^{1z}, \dot{\Gamma}_1^{\theta}) - F^{\mu} (\Gamma_0^z \Theta^z) (\dot{\Gamma}_1^{\mu}, \dot{V}^{1z}) \} \quad (9)$$

Із співвідношення (9) витікає, що поверхневого контакту між гіперболоїдним інструментом та циліндричними зубчатыми колесами здійснити неможливо, оскільки чисельник співвідношення (9) не перетворюється в нуль. Якщо ж знаменник виразу дорівнює нулю, то наведена кривизна буде дорівнюватись безкінцевості.

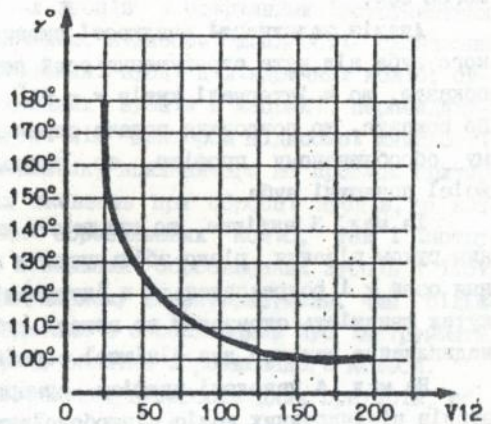
Всі названі показники впливають на притирку, обкатку, накатне вигладжування зубців циліндричних коліс за допомогою гіперболоїдних інструментів.

В V главі описаний чисельний аналіз геометро-кінематичних параметрів процесів притирки, обкочування, вигладжувачого накочування циліндричних коліс з евольвентним профілем за допомогою гі-



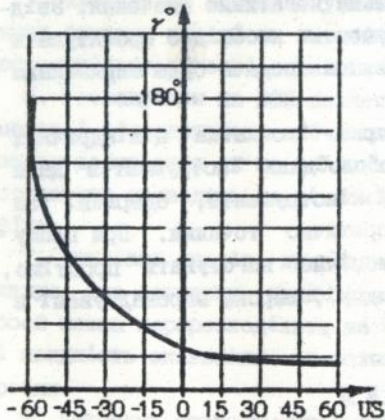
Мал.2

Швидкість скозання по профілю прямокутного циліндричного колеса.



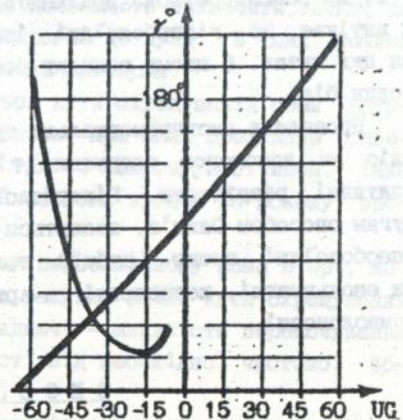
Мал.3

Відносна швидкість скозання.



Мал.4

Сумарна швидкість руху поверхні в напрямку контактної лінії.



Мал.5

Кут між вектором відносної швидкості і напрямком контактної лінії.

гіперболоїдних притирів, обкатників, накатників, приведені за допомогою ЕОМ.

Аналіз залежності швидкості скочвання по профілю оброблюваного зуба від кута схрещування осей деталі і інструмента (мал. 2) показує, що в інтервалі кутів $\gamma = 91^\circ \dots 135^\circ$ вона не змінює знаку. Це показує, що поздовжня подача спрямована в одну сторону по всьому оброблюваному профілю, що приводить до рівномірної обробки всієї поверхні зуба.

Із мал. 3 витікає, що швидкість скочвання $V^{из}$, що є головним рухом різання, різко збільшується при зменшенні кута схрещування осей γ і розраховується в інтервалі $\gamma = 91^\circ \dots 135^\circ$, тому при цих кутах швидкість скочвання по висоті зуба не змінює свій знак, що надзвичайно важливо для фінішної обробки зубців коліс.

На мал. 4 наведені графіки сумарної швидкості опорядження зубців циліндричних коліс гіперболоїдними інструментами. Ця швидкість в районі кутів $\gamma = 130^\circ$ дорівнює нулю. Це значить, що при притирці, а також при обкатці і накочуваному вигладжуванні зубців гіперболоїдні інструменти необхідно проектувати при $\gamma = 105^\circ \dots 140^\circ$.

На мал. 5 показані кути між вектором відносної швидкості і напрямом характеристик. В залежності від кутів схрещування осей γ ці кути знаходяться в межах від 90° до -90° . В районі $91^\circ < \gamma < 130^\circ$ кути, що розглядаються, приймають тільки негативне значення. Звідси витікає, що гіперболоїдні інструменти необхідно проектувати при цих кутах. В цьому випадку поздовжня подача буде спрямована в один бік.

Проведена експериментальна притирка і обкатка циліндричних коліс за допомогою одержаних гіперболоїдних інструментів дала позитивні результати. Гіперболоїдні інструменти, одержані за другим способом Олів'є, являються теоретично точними. При цьому гіперболоїдні витки (зубці) технологічно виготовити простіше, ніж евольвентні, конвольвентні та архімедові, широко впроваджені в промисловості.

В И С Н О В К И

І. В аналітичному вигляді одержані поверхні витків гіперболоїдних притирів, обкатників при схрещуванні валів. Одержані залежності для визначення профілів цих інструментів.

2. В аналітичному вигляді одержані: поверхні контакту оброблюваних зубців з одержаними інструментами, а також залежності для визначення: відносної швидкості сковзання притирів, обкатників об оброблювані зубці циліндричних коліс; сумарної швидкості руху оброблюваних зубців в напрямі, перпендикулярному характеристикам; кута між вектором відносної швидкості сковзання і напрямом характеристик, впливаючого на процеси притирки, обкатки зубців; питомих сковзань при обробці зубців, по котрих можна судити про знос як оброблюваних коліс, так і інструментів; приведені кривизни поверхней оброблюваних зубців і інструментів в напрямі, перпендикулярному характеристикам. Чим більше кривизна, тем легше впровадження в оброблюваний зуб інструмента, тобто легше проходить притирка, обкатка оброблюваного колеса.

3. Розроблені способи виготовлення гіперболоїдних притирів, обкатників на серійних зубофрезерних і шліфувальних верстатах, працюючих абразивними червяками по методу огинання. Головною різницею запропонованих способів є те, що виготовлення інструментів ведеться в просторовому верстатному зачепленні.

4. Доведено, що при нарізанні гіперболоїдних інструментів циліндричними колесами, торці їх зубців описують поверхню похідного прямозубого циліндричного колеса.

5. Аналітично одержані умови, що дозволяють визначити точки, на яких сумарна швидкість переміщення прагне до нуля. В цих точках спостерігаються самі сприятливі умови притирки.

6. Розрахунком на ЕОМ визначаються кути схрещування осей інструмента і циліндричного зубчатого колеса, при яких профільне сковзання залишається як по величині, так і напрямку, постійним. Таке становище приводить до рівномірної обробки зубців по всьому профілю.

7. Числовий аналіз, приведений на персональному комп'ютері, показує, що сумарну швидкість за рахунок зміни кута схрещування осей можна перерозподілити на складові - швидкість перекочування і швидкість сковзання - в залежності від необхідної чистої обробки.

8. Цеховими експериментальними дослідженнями показано, що притирка, обкочування йде рівномірно по всьому профілю. Це значить, що попередня обробка зубців циліндричних коліс може відбуватися грубіше на 2...3 ступеня, а не на I ступень, як прийнято в наш

час на виробництві.

Таким чином, в наведених теоретичних і практичних дослідженнях одержано ряд нових рішень, які необхідно продовжити при подальшому вивченні технологічних операцій притирки, обкатки зубців циліндричних коліс.

СПИСОК РОБІТ АВТОРА ПО ТЕМІ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Обкаточный резец. // Патент № 1797531, зарегистрирован в государственном комитете по изобретениям и открытиям 8 октября 1992г., приоритет изобретения от 24 июня 1991г., 2 с. (соавторы: Витренко А.Н., Витренко В.А., Коняев А.Н.).
2. Гиперболоидный накатник. // Патент RU № 200752, зарегистрирован в Комитете Российской Федерации по патентам и товарным знакам 30 марта 1994г., приоритет изобретения от 24 июля 1991г 3 с. (соавторы: Витренко А.Н., Витренко В.А., Коняев А.Н.).
3. Разработка и испытание фрез гиперболоидного типа с целью повышения производительности зубонарезания и увеличения стойкости инструмента. // Отчет по договору № 359 / 06 от 16 августа 1991 г. с АО "Камаз". Инженерная академия Украины. Луганское отделение, 1991-1992., 3 части, 37 с., 29 с., 37 с. (соавторы: Витренко А.Н., Витренко В.А., Блошенко Ю.М.).
4. Повышение твердости зубьев поверхностным пластическим деформированием. // Тезисы докладов 4 международной научно-технической конференции: "Проблемы развития локомотивостроения". Крым 19...24 апреля 1991г., 2 с. (соавторы: Витренко А.Н., Витренко В.А.).
5. Технология изготовления и отделки гиперболоидных зубчатых колес. // Тезисы докладов научно-технической конференции: "Проблемы зубчатых передач и редукторостроения". Харьков. 1993г., 1 с. (соавторы: Витренко А.Н., Витренко В.А.).
6. Накатное выглаживание цилиндрических зубчатых колес. // Тезисы докладов научно-технической конференции: "Проблемы зубчатых передач и редукторостроения". Харьков, 1993г., 1 с. (соавтор Витренко В.А.).
7. Инструмент для обработки зубчатых колес методом

- зуботочения. // "Проблемы качества и надежности машин". Республиканская научно-техническая конференция. Могилев. 1994г., I с. (соавторы: Витренко А.Н., Витренко В.А.).
8. Технология изготовления незатылованных многозаходных гиперболических фрез. // "Проблемы качества и надежности машин". Республиканская научно-техническая конференция. Могилев. 1994г., I с. (соавторы: Витренко А.Н., Витренко В.А.)
9. Технология изготовления незатылованных многозаходных гиперболических фрез. // "Новые технологии и системы обработки в машиностроении". Тезисы докладов республиканской научно-технической конференции. Донецк, 1994г., 2 с. (соавторы: Витренко А.Н., Витренко В.А., Доан Дык Винь.).
10. Инструмент для обработки зубчатых колес методом зуботочения. // "Новые технологии и системы обработки в машиностроении". Тезисы докладов республиканской научно-технической конференции. Донецк, 1994г., 2 с. (соавторы: Витренко А.Н., Витренко В.А., Доан Дык Винь.).
11. Сглаживающее накатывание зубьев цилиндрических прямозубых колес и деталей типа тел вращения. // Прогрессивная техника и технологии машиностроения. Тезисы докладов международной научно-технической конференции. Донецк, 1994 г., 2 с. (соавторы: Витренко В.А., Витренко А.Н.).
12. Технология изготовления гиперболических накатников для сглаживания поверхностей деталей типа тел вращения. // Прогрессивная техника и технологии машиностроения. Тезисы докладов международной научно-технической конференции. Донецк, 1994 г., 2 с. (соавторы: Витренко А.Н., Витренко В.А.).
13. Обкатка зубьев цилиндрических колес. // Проблемы развития локомотивостроения. V международная научно-техническая конференция. Алушта, 1995 г., 2 с. (соавторы: Витренко В.А., Витренко А.Н.).
14. Притирка зубьев цилиндрических зубчатых колес. // Проблемы развития локомотивостроения. V международная научно-техническая конференция. Алушта, 1995 г., 2 с. (соавторы: Витренко В.А., Витренко А.Н.).
15. Поверхностно пластическое деформирование зубьев цилиндрических колес гиперболическими накатниками. // Качество и долговечность зубчатых передач и редукторов.

Тезисы докладов международной научно-технической конференции. Харьков, 1995 г., I с. (соавторы: Витренко А.Н. Витренко В.А.).

Кириченко Н.А. Повышение эффективности процессов отделочной обработки зубьев цилиндрических колес. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.03.01 - процессы механической обработки, станки и инструменты. Донбасская государственная машиностроительная академия. Краматорск, 1996.

Защищаются пятнадцать научных работ, из них два патента.

Данная работа посвящена повышению производительности и качества процессов финишной обработки зубьев цилиндрических прямозубых колес с помощью накатников, обкатников, притирок, полученных в пространственном станочном зацеплении. Разработаны принципиально новые способы изготовления перечисленных инструментов на заготовках вида "однополостной гиперболоид".

Kirichenko I.A. The increase of the process effectiveness of the teeth decoration of cylindric wheels. Thesis for the candidate of technic sciences degree, speciality 05.03.01 - processes of mechanical machining, machine-tools and tools. Donbass statement machine-building academy. Kramatorsk. 1996.

The given work deals with the increase of the productivity and quality of the processes of the finishing work of decoration of the teeth of cylinder direct teeth wheels with the help of recuperation, rolling, grinding, having obtained in space machine-tool gearing.

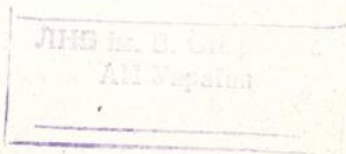
The new methods of production of he mentioned above instruments are worked out on the half-finished products of the "unicavity hyperboloid" kind. The basic geometry-kinematic data of the teeth decoration of the cylinlric wheels process are determined with the help the worked out hyperboloid instruments, which influence the

quality of the teeth surface decoration. In this process the decoration work may be done both in uniparameter and in semiparameter rounding.

Ключові слова:

Гіперболоїд однополосний, пряттер, обкатник, накатник, характеристики, кривизна, виток, зуб колеса, просторове верстатне зачеплення.

УАХІФ



Підписано к печати 06.02.96 г. Формат бумаги 60x80 I/16.

П.л.І. Тираж 100. Заказ 82.

Ротапринт ВУТУ, 348034, г. Луганск. кв. Молодежный 20а

UUS037

AB 34.250

AB 34.250