

Корисна модель відноситься до обробки евольвентних зубчастих коліс довбачами і може бути використана у машинобудуванні, верстатобудуванні та авто тракторній промисловості.

Відомим є стандартний зуборізальний довбач для обробки евольвентних зубчастих коліс, який є коригованим колесом зі змінним при переточках коефіцієнтом зміщення контуру ξ , кожен зуб якого містить конічну задню поверхню на вершині з заданим вершинним заднім кутом $\alpha_{\text{верш}}$ та бокові задні поверхні з боковими задніми кутами $\alpha_{\text{бок}}$. При цьому у відомого довбача відношення зміщень контуру до параметру переточок а визначається заднім вершинним кутом $\alpha_{\text{верш}}$ (Фіг.1, 2) [И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов, А.Н. Шевченко и др. Справочник инструментальщика. - Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. - 846 с: ил.].

Недоліком цього стандартного довбача є обмежена стійкість довбача через занадто малі значення бокових задніх кутів довбача, бо вони залежать від заднього кута на вершинах і не можуть бути збільшені незалежно від значення цього кута.

Найбільш близьким до пропонованого довбача є зуборізальний довбач з нахилоною віссю, у якого задні кути утворюються завдяки нахилу довбача відносно осі оброблюваного зубчастого колеса на зубодовбальному верстаті [П.Р. Родін. Основы формообразования поверхностей резанием. Киев, «Вища школа», 1976, 191 с, ил]. Недоліком цього рішення є надмірне ускладнення конструкції зубодовбального верстату, і тому довбачі з нахилоною віссю не знайшли практичного застосування.

Мета корисної моделі: значне підвищення стійкості та працездатності довбачів завдяки автономній оптимізації бокового і вершинного задніх кутів незалежно один від одного.

Мета досягається тим, що для довбача вводиться новий параметр - кут α_{ξ} бокової задньої поверхні, тангенс якого характеризує швидкість змінювання зміщень контуру при переточках, і від якого залежать значення бокових задніх кутів.

А також тим, що вказаний новий кут α_{ξ} бокової задньої поверхні приймається більшим, ніж задній кут $\alpha_{\text{верш}}$ на конічній задній поверхні.

І ще тим, що конічна задня поверхня на вершинах зубів має ділянку з додатковим кутом конусу ϵ , який призначається більшим, ніж вершинний задній кут $\alpha_{\text{верш}}$, і який забезпечує відсутність зрізання вершин довбача при його виготовленні.

На Фіг.1 схематично зображено запропонований довбач та його зуб і інструментальну рейку, на Фіг.2 показано зуб для відомої стандартної конструкції, на Фіг.3 - зуб для пропонованої конструкції.

На вказаних фігурах 1 - довбач; 2 - конічна задня поверхня на вершинах з вершинним заднім кутом $\alpha_{\text{верш}}$; 3 - бокова задня поверхня з боковим заднім кутом $\alpha_{\text{бок}}$; 4 - інструментальна рейка, нахилена на кут α_{ξ} ; 5 - контур інструментальної рейки, який зміщується при переточуванні довбача на величину зміщення $\Delta = \xi m$, де ξ - коефіцієнт зміщення, m - модуль; 6 - перетин для конкретної переточки; 7 - додатковий конус; а - відстань від заточеної поверхні до початкового перетину, у якому зміщення дорівнює нулю; b - величина переточки, h - висота зуба довбача.

Стійкість довбачів обмежується зносом так званих „куточків” біля точок перетину вершинної та бокових різальних кромки. Саме ці „куточки” підлягають найбільш інтенсивному зносу внаслідок значного перетину зрізу, ускладненого тепловідводу, концентрації температури різання та сильного тертя на боковій задній поверхні внаслідок дуже малого значення бокового заднього кута. У відомих стандартних довбачів цей кут становить менше двох градусів, і саме цьому найбільш швидко площа катастрофічного зносу виникає саме на бокових задніх поверхнях біля „куточків”.

У відомих довбачів боковий і вершинний задні кути $\alpha_{\text{бок}}$ і $\alpha_{\text{верш}}$ конструктивно нерозривно пов'язані. Тому значне збільшення бокового заднього кута на цих довбачах неможливо, бо це призведе до надмірного збільшення вершинного заднього кута.

Саме на усунення цього недоліку спрямовано мету даної корисної моделі.

Відомо, що зуборізний довбач є коригованим зубчастим колесом, коефіцієнт зміщення контуру якого ξ є різним для кожного перетину, перпендикулярного осі довбача, тобто для кожної переточки [Ф. Л. Литвин. Теория зубчатых зацеплений. М., „Наука”, 1968., 584с, ил]. Як наслідок, бокові задні поверхні довбача є сукупністю евольвентних профілів, утворених як огинаючі контурів інструментальної рейки з різними значеннями коефіцієнта зміщення ξ . Таким чином, інструментальна поверхня є сукупністю однакових контурів рейки, що зміщуються при переточках довбача (Фіг.1).

При цьому поточне значення зміщення контуру Δ змінюється при переточках як лінійна функція параметру переточки а. Графік цієї функції є пряма лінія, тангенс кута нахилу якої до осі довбача α_{ξ} характеризує швидкість зміни зміщення контуру Δ при переточках (Фіг.3):

$$\Delta = \xi m = a \operatorname{tg} \alpha_{\xi}, \quad (1)$$

де ξ коефіцієнт зміщення, m - модуль, а - відстань від заточеної поверхні до початкового перетину.

Можна уявити, що кут α_{ξ} характеризує нахил умовної інструментальної рейки, яка в технології застосовується для обкатної обробки бокових поверхонь зубів довбача.

Відомо, що бокова задня поверхня довбача є гвинтовою поверхнею, утвореної обертанням евольвенти з кутом повороту Ψ і параметром гвинта p [И.И. Семенченко, В.М. Матюшин, Г.Н. Сахаров. Проектирование металлорежущих инструментов, М., Машиз, 1962, 952 с. ил.]:

$$\psi = \frac{2\operatorname{tg}\alpha_{\text{ик}}\operatorname{tg}\alpha_{\xi}}{mz}, \quad (2)$$

$$\rho = \frac{mz}{2\operatorname{tg}\alpha_{\text{ик}}\operatorname{tg}\alpha_{\xi}}, \quad (3)$$

де m - модуль, z - кількість зуб'їв довбача, $\alpha_{\text{ик}}$ - кут вихідного контуру (по стандарту 20°).

Формули свідчать про те, що кут α_{ξ} впливає на ψ і ρ . Чим більше α_{ξ} тим більше ψ і менше ρ . Відповідно, менше крок гвинтової бокової задньої поверхні довбача. Отже, якщо змінити α_{ξ} , то буде інша бокова задня поверхня - з іншим кроком і відповідно, з іншою нормаллю до цієї поверхні в будь-якій її точці. Це очевидно з формул для проєкцій нормалі:

$$\begin{aligned} N_{3x1} &= \rho \sin(\eta + \psi) \\ N_{3y1} &= -\rho \cos(\eta + \psi) \\ N_{3z1} &= \rho \sin(\eta - \psi). \end{aligned} \quad (4)$$

де $N_{3x1}, N_{3y1}, N_{3z1}$ - проєкції нормалі на осі координат, μ і ρ - полярні координати точок профілю бокової задньої поверхні, η - кут нахилу дотичної до цього профілю.

У конкретній точці профілю (тобто для конкретного значення параметрів μ, ρ, η зміна кута α_{ξ} спричинить за собою відповідні зміни параметрів бокової задньої поверхні ψ, ρ і проєкцій нормалі $N_{3x1}, N_{3y1}, N_{3z1}$.

З іншого боку, при теоретично обґрунтованому визначенні боковий задній кут довбача в нормальному перетині $\alpha_{\text{бок}}$ залежить від нормалі до задньої поверхні \bar{N}_3 , тому що це кут між цією нормаллю і нормаллю до поверхні різання \bar{N} :

$$\alpha_{\text{бок}} = \arccos \frac{\bar{N}_3 \bar{N}}{N_3 N} \quad (5)$$

З цієї формули очевидно, що при незмінній поверхні різання (тобто при незмінній нормалі \bar{N}) зміна нормалі до бокової задньої поверхні \bar{N}_3 приведе до зміни бокового заднього кута $\alpha_{\text{бок}}$.

Таким чином, вплив кута α_{ξ} на кут $\alpha_{\text{бок}}$ можна представити наступною логікою:

$$\alpha_{\xi} \Rightarrow \rho \Rightarrow \bar{N}_3 \Rightarrow \alpha_{\text{бок}}.$$

Залежність заднього бокового кута $\alpha_{\text{бок}}$ від кута α_{ξ} можна також визначити формулою

$$\operatorname{tg}\alpha_{\text{бок}} = \frac{2\operatorname{tg}\alpha_{\text{ик}}}{mz} \rho \operatorname{tg}\alpha_{\xi}, \quad (6)$$

де $\alpha_{\text{ик}}$ - кут стандартного вихідного контуру (20°),

z - кількість зуб'їв довбача,

ρ - радіус-вектор конкретної точки профілю бокової задньої поверхні, який змінюється при переточуваннях.

По суті це функція $\alpha_{\text{бок}} = f(\alpha_{\xi})$ для будь-якого сполучення конкретної точки різальної кромки, конкретного переточування і конкретного моменту часу.

При переточках зуборізного довбача по передній поверхні змінюються величина переточки b , відстань до початкового перетину a та величина зміщення контуру рейки Δ (Фіг.2 і 3).

У стандартного довбача інструментальна рейка та задня поверхня на вершинах нахилені на один і той же задній кут $\alpha_{\text{верш}}$ (Фіг.2). Тому величина зміщення Δ , що змінюється при переточках, дорівнює зміні радіуса виступів $\Delta_{\text{гВ}}$ (Фіг.2):

$$\Delta_{\text{гВ}} = \Delta = m\xi = \operatorname{atg}\alpha_{\text{верш}}, \quad (7)$$

$$r_B = m \left(\frac{z}{2} + 1,25 + \xi \right). \quad (8)$$

У пропонованого довбача інструментальна рейка та задня поверхня на вершинах нахилені до осі на різні кути (α_{ξ} і $\alpha_{\text{верш}}$) (дивись Фіг.1 і 3):

$$\alpha_{\xi} \neq \alpha_{\text{верш}}, \quad (9)$$

$$\alpha_{\xi} > \alpha_{\text{верш}} \quad (10)$$

Відповідно, у пропонованого довбача зміщення контуру Δ , що виникає при переточках, не дорівнює зміні радіусу виступів $\Delta_{\text{гВ}}$ (Фіг.3):

$$\Delta \neq \Delta_{\text{гВ}}, \quad (11)$$

$$\Delta = \operatorname{atg}\alpha_{\xi}, \quad (12)$$

$$\Delta_{гв} = \text{atg} \alpha_{\text{верш}}, \quad (13)$$

а значення радіуса виступів, змінюючись при переточках, безпосередньо не пов'язано з коефіцієнтом зміщення ξ :

$$r_B = m \left(\frac{z}{2} + 1,25 \right) + \text{atg} \alpha_{\text{верш}} \quad (14)$$

Таким чином, від типу довбача (відомий стандартний чи запропонований) залежить, як пов'язані один з одним значення задніх кутів на вершині та на бокових поверхнях $\alpha_{\text{верш}}$ і $\alpha_{\text{бок}}$.

У стандартного довбача заданому числовому значенню заднього кута на вершині відповідає конкретне значення бокового заднього кута $\alpha_{\text{бок}}$. У нього неможливо забезпечити оптимальні значення одразу обох кутів, бо вони пов'язані один з одним.

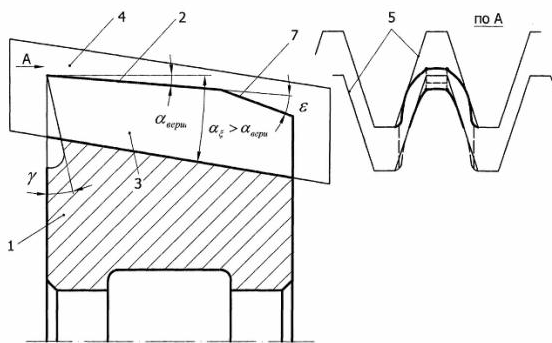
У пропонованого довбача зазначені задні кути автономні. Можна задати раціональні (оптимальні по стійкості) значення задніх кутів $\alpha_{\text{верш}}$ і $\alpha_{\text{бок}}$ окремо один від одного. Кут $\alpha_{\text{верш}}$ безпосередньо задає кінчну задню поверхню на вершинах зубів довбача, а кут α_{ξ} побічно задає гвинтову бокову задню поверхню та тим самим задає відповідне значення бокового заднього кута $\alpha_{\text{бок}}$.

Задаючи значення кута α_{ξ} окремо від $\alpha_{\text{верш}}$ і знаючи конкретну величину переточки, можна вичислити відповідне значення бокового заднього кута $\alpha_{\text{бок}}$, не пов'язане з заднім кутом на вершині $\alpha_{\text{верш}}$. І навпаки, можна задати оптимальне значення бокового заднього кута (значно більше, ніж у стандартного довбача), вичислити відповідне значення кута α_{ξ} , і тим самим суттєво підвищити стійкість довбача. Для цього потрібно використати формули (2) - (5) і методику, викладену вище в цьому описі.

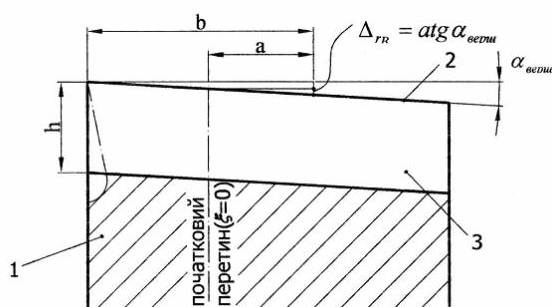
Наприклад, при зміні кута α_{ξ} з 6° до 14° значення бокового заднього кута $\alpha_{\text{бок}}$ збільшується з $2^\circ 10'$ до $5^\circ 12'$ при збереженні раціонального значення 6° для вершинного заднього кута $\alpha_{\text{верш}}$. Завдяки цьому стійкість довбача підвищується більш, ніж у 5 разів.

Найбільш важливими параметрами довбача, що безпосередньо визначають при переточуваннях зміни параметрів верстатного зачеплення й оброблюваного колеса, є зміщення контуру Δ і радіус виступів r_B .

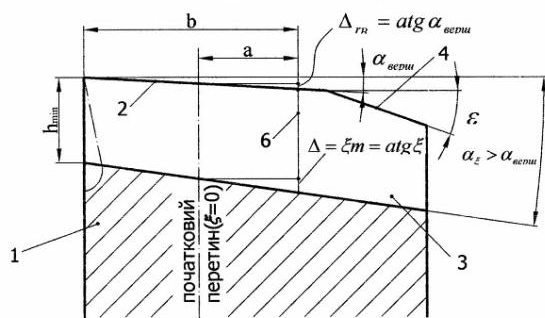
У відомих стандартних довбачів величина зміни цих параметрів при переточуванні однакова - це зміна радіусу $\Delta_{гв}$, а у пропонованих довбачів - різна: зміна зміщення дорівнює ξm , а зміна радіусу дорівнює $\text{atg} \alpha_{\text{верш}}$. Отже, у першому випадку значення параметрів оброблюваного зубчастого колеса при конкретному переточуванні залежить тільки від одного параметру, а в другому випадку від двох параметрів - ξ і r_B . Тим самим при обробці пропонованим довбачем розширюються можливості збільшення масивів і регулювання параметрів оброблюваного колеса шляхом спрямованої селекції (відбору) переточок. Крім того, роздільний вплив параметрів ξ і r_B призводить до зміни висоти зуба запропонованого довбача вздовж його довжини (Фіг.1 і 3). Збільшення цієї висоти може призвести до зрізу вершин довбача при його виготовленні. Відсутність таких зрізів у запропонованого довбача забезпечено додатковим конусом на вершинах зубів саме там, де їх висота досягає небезпечного значення. Помітимо, що додатковий конус розташований далі зони переточок (Фіг.3).



Фіг. 1



Фіг. 2



Фиг. 3