

Корисна модель належить до автомобілебудування, тракторобудування, суднобудування і може бути використана при фрезеруванні розподільних валів двигунів внутрішнього згорання та валів коробок перемикачів швидкостей автомобілів та тракторів.

Відомим є спосіб фрезерування циліндричних поверхонь орієнтованим інструментом, де чорнову обробку здійснюють торцем та периферією зуба інструмента, а чистову - тільки периферією. [Дослідження процесу фрезерування циліндричних поверхонь зі схрещеними осями інструмента та вала / В.В. Кальченко, Н.М. Сіра, Д.В. Кальченко, О.О. Аксьонова // Технічні науки та технології: науковий журнал / Черніг. нац. технол. ун-т. - Чернігів: Чернігів, нац. технол. ун-т. - 2018. - № 4 (14). - С. 18-27].

Недоліком цього способу є те, що він застосовується тільки для обробки циліндричних поверхонь. Не розглядається обробка криволінійних поверхонь кулачків розподільного вала.

Найбільш близьким аналогом корисної моделі є спосіб шліфування розподільних валів. [Шлифование распределительных валов кругами из кубического нитрида бора // Проспект фирмы "Junker maschinen" на станки "JUCAM 1000", "JUCAM 3000", "JUCAM 5000", "JUCAM 6000". Erwin Junker. Maschinen fabric GmbH, Junkerstraße 2. 77787 Nordrach. Germany. 2006, 8 с.].

У даному способі обробку криволінійних поверхонь кулачків здійснюють шліфувальними кругами з кубічного нітриду бору. У результаті переміщення шліфувального круга тільки в горизонтальній площині дотичні до поверхні деталі виходять із вертикальної площини, при цьому спостерігається зміна глибини різання. У результаті зміни величини сили різання у різних площинах відбувається деформація деталі, що зменшує точність обробки.

В основу корисної моделі поставлена задача - підвищення продуктивності і точності обробки кулачків розподільного вала.

Поставлена задача вирішується тим, що обробку кулачків розподільного вала виконують за один установ деталі, де при обробці криволінійних поверхонь кулачків вісь обертання фрези додатково переміщується синхронно у поперечному і вертикальному напрямках, що забезпечує в кожній точці контуру вертикальне розташування дотичних до поверхні деталі та тангенціальної складової сили різання, це стабілізує глибину різання та виключає деформації деталі.

Корисна модель пояснюється кресленнями. На Фіг. 1 показано просторову схему фрезерування розподільного вала зі схрещеними осями інструмента та деталі; на Фіг. 2 - схему фрезерування ділянок кулачка, центри яких співпадають з центром розподільного вала; на Фіг. 3 - схему фрезерування ділянок кулачка, центри яких не співпадають з центром розподільного вала.

На вказаних фігурах 1 - розподільний вал, 2 - фреза, 3 - точка контакту інструмента та деталі.

Обробка кулачків розподільного вала 1 здійснюється орієнтованою фрезою 2 за один установ (Фіг. 1). При обробці кулачка розподільного вала зрізання всього припуску t здійснюється периферійною поверхнею фрези. Вісь повороту фрези знаходиться у площині, перпендикулярній осі її обертання, та зміщена від торця фрези для забезпечення роботи всієї периферії інструменту.

При обертанні розподільного вала 1 на кут Θ_{det} (Фіг. 2, 3) точка контакту 3 фрези 2 з номінальним радіусом R_{if} кулачка розподільного вала 1 з поточними радіусом $R_{det p}$ переміщується за рахунок синхронних вертикального (вздовж осі $O_{det} X_{det}$) і поперечного (вздовж осі $O_{det} Y_{det}$) рухів S_{in} інструмента, вона завжди знаходиться в горизонтальній площині, яка проходить через вісь обертання фрези та центр кривизни деталі, це забезпечує постійну глибину різання та подачу вздовж контуру. Фреза дотикається до поверхні деталі по нормалі, а оскільки дотична до поверхонь завжди вертикальна, додаткові деформації та напруження не виникають.

Це дозволяє при фрезеруванні поверхонь на верстатах з ЧПК враховувати тільки форму деталі, виключаючи вплив радіуса інструмента і його знос на точність формоутворення. Завдяки чому підвищується продуктивність і якість обробки.

Модульна 3D-модель поверхні фрези описується циліндричним інструментальним модулем

$$\bar{r}_{if} = MC^I_{Z_{if}(k) \cdot \Theta_{if} \cdot R_{if}(k)} \cdot \bar{e}4, (1)$$

де $\bar{r}_{if}$ - радіус-вектор інструментальної поверхні фрези;

$MC^I_{Z_{if}(k) \cdot \Theta_{if} \cdot R_{if}(k)}$ - циліндричний інструментальний модуль формоутворення фрези; $\bar{e}4$ - радіус-вектор початку координат; $Z_{if}(k)$ - k -та осьова координата інструментальної поверхні фрези, Θ_{if} -

кут повороту інструмента навколо осі $O_{in} Z_{in}$, $R_{if}(k)$ - k -тий радіус інструментальної поверхні фрези.

Інструментальний циліндричний модуль формоутворення фрези описується добутком однокоординатних матриць

$$MC^I_{Z_{If}(k) \cdot \Theta_{If} \cdot R_{If}(k)} = M^3(Z_{If}(k)) \cdot M^6(\Theta_{If}) \cdot M^2(R_{If}(k)), (2)$$

де $M^1, M^2, M^3, M^4, M^5, M^6$ - однокоординатні матриці, що описують переміщення вздовж осей X_{in}, Y_{in}, Z_{in} та повороти навколо них $O_{in}X_{in}, O_{in}Y_{in}, O_{in}Z_{in}$ відповідно.

Номінальна поверхня оброблюваної деталі описується добутком радіус-вектора інструментальної поверхні фрези, модуля орієнтації та модуля формоутворення

$$\bar{r}_{Df} = MC^F_{Z_{\alpha}(\Theta_{Df}) \cdot \Theta_{Df} \cdot Y_{\alpha}(\Theta_{Df})} \cdot MS^O \beta \cdot X_{ct} \cdot \bar{r}_{If}, (3)$$

де $\bar{r}_{Df}$ - радіус-вектор номінальної поверхні деталі;

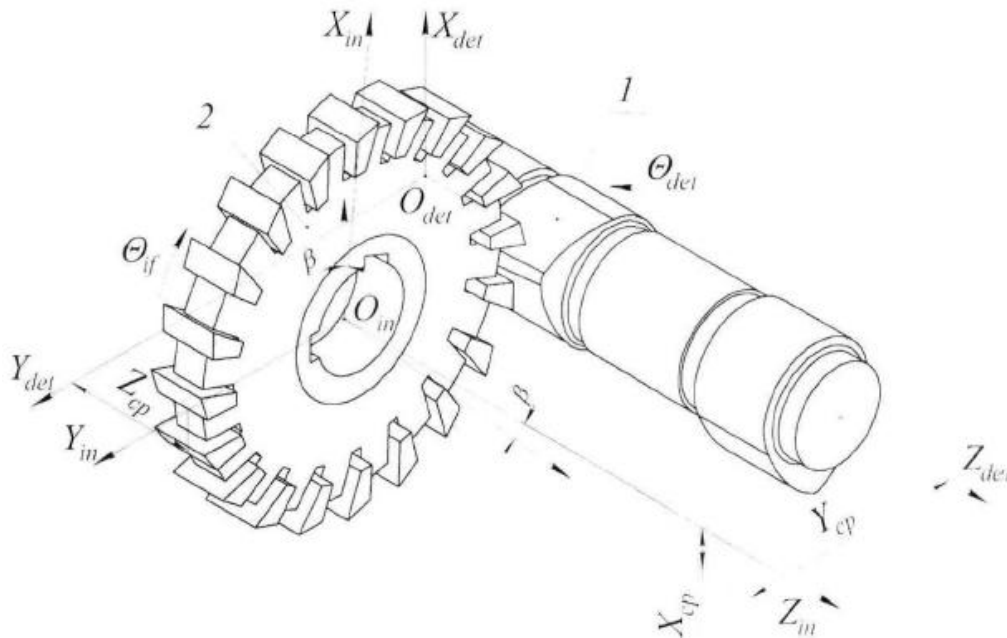
$MC^F_{Z_{\alpha}(\Theta_{Df}) \cdot \Theta_{Df} \cdot Y_{\alpha}(\Theta_{Df})}$ - модуль формоутворення; Z_{α} - подача, яка описує рух деталі вздовж осі $O_{det}Z_{det}$ відносно фрези; Θ_{Df} - кут повороту деталі; Y_{ct}, X_{ct} - міжосьова відстань фрези і деталі в вертикальній та горизонтальній площинах відповідно; $MS^O \beta \cdot X_{ct}$ - модуль орієнтації; β - кут нахилу фрези відносно осі $O_{in}Y_{in}$.

При обробці кулачка координати X_{ct}, Y_{ct} змінюються і залежать від кутової координати повороту кулачка. При обробці ділянки кулачка, центр якої співпадає з віссю розподільного вала, X_{ct} дорівнює нулю, а Y_{ct} не змінюється.

Для визначення профілю обробленої поверхні деталі використовується умова контакту профілів інструмента і деталі в різні моменти часу, як добуток векторів нормалі $\bar{n}$ і швидкості руху $\bar{V}$ інструмента відносно деталі

$$\bar{V} \cdot \bar{n} = 0. (4)$$

Новий спосіб може бути застосований для фрезерування розподільних валів двигунів внутрішнього згорання, валів коробок перемикачів швидкостей автомобілів та тракторів, що підвищує продуктивність та точність обробки, їх надійність і ресурс.



Фіг. 1

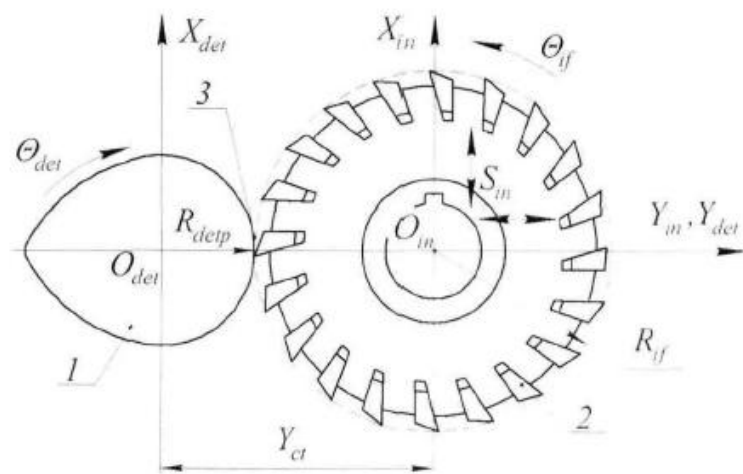


Fig. 2

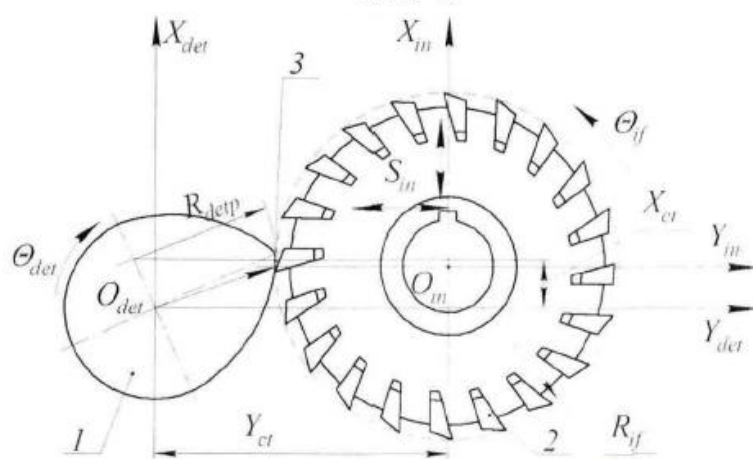


Fig. 3