



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **130772** (13) **U**
(51) МПК
B23C 3/04 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2018 06538	(72) Винахідник(и): Бабич Валентин Миколайович (UA)
(22) Дата подання заявки: 11.06.2018	(73) Власник(и): ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 26.12.2018	пр. Університетський, 8, м. Кропивницький, 25006 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 26.12.2018, Бюл.№ 24	

(54) СПОСІБ ФРЕЗЕРУВАННЯ ТІЛ ОБЕРТАННЯ

(57) Реферат:

Спосіб фрезерування тіл обертання кінцевою фрезою, при якому фрезі надають постійну частоту обертання, а заготовці - лінійну та кругову подачі, величини яких безперервно змінюють. Незалежно від величини припуску, що зрізається фрезою, глибину різання приймають однаковою з величиною припуску. При цьому зміну величини лінійної подачі здійснюють шляхом регулювання частоти обертання ротора електродвигуна привода подачі залежно від технологічного навантаження, що діє на механізм подачі під час різання, а кругову подачу заготовки узгоджують із лінійною подачею за допомогою кінематичного ланцюга зубчастих передач, що з'єднує ходовий гвинт привода подачі зі шпинделем заготовки.

UA 130772 U

Корисна модель належить до технології машинобудування, зокрема стосується обробки металів різанням, і може бути використана для обробки деталей на фрезерних верстатах.

5 Широко відомий спосіб фрезерування деталей форми тіл обертання циліндричними фрезами, при якому ріжучому інструменту надають безперервне обертання, а деталі - рух подачі [1].

Цей спосіб не забезпечує стабілізації навантаження на інструменті при коливаннях припуску, що не дозволяє підвищити продуктивність до гранично допустимого рівня. Це обмежує область можливого використання цього способу.

10 Відомий також спосіб фрезерування [2], який прийнято за найближчий аналог. За цим способом інструменту надають постійну частоту обертання, а подачу безперервно змінюють згідно з певною залежністю.

Відомий спосіб має спеціальне призначення, бо використовується при обертанні фрези і заготовки навколо взаємно перпендикулярних осей. Він не забезпечує стабілізації навантаження інструмента при зміні припуску обробки.

15 Задачею корисної моделі є усунення зазначених недоліків, підвищення продуктивності й надійності обробки шляхом стабілізації навантаження на інструмент незалежно від величини припуску, що зрізається.

20 Поставлена задача вирішується тим, що спосіб фрезерування тіл обертання кінцевою фрезею, при якому фрезі надають постійну частоту обертання, а заготовці - лінійну та кругову подачі, величини яких безперервно змінюють, згідно з корисною моделлю, глибину різання приймають однаковою з величиною припуску, а значення подачі визначають із наведеного у формулі співвідношення залежно від технологічного навантаження, що діє на механізм подачі під час різання, і глибини різання, причому величину лінійної подачі змінюють регулюванням частоти обертання електродвигуна подачі, а кругову подачу заготовки узгоджують із лінійною 25 подачею за допомогою кінематичного ланцюга, що з'єднує ходовий гвинт привода подачі зі шпинделем заготовки.

Схема здійснення цього способу на прикладі фрезерування кінцевою фрезею криволінійного профілю дискового кулачка зображена на фіг. 1. На цій схемі прийняті такі позначення: 1 - кінцева фреза; 2 - заготовка дискового кулачка; 3 - ділильна головка; 4 - стіл фрезерного верстата; 5 - ходовий гвинт привода подачі; 6 - електродвигун привода подачі; 7 - датчик навантаження; 8 - підсилювач сигналу; 9, 10 і 11 - відповідно порівнювальний, програмний і виконавчий пристрої.

35 Відомо, що при фрезеруванні силу різання прийнято розкладати на складові: колову P_z , що діє по нормалі до поверхні зуба фрези, осьову P_x і радіальну P_y . Складова P_y створює навантаження кінематичному ланцюгу подачі. Відомо також, що сила різання та її складові залежать від швидкості робочої подачі. Тому, змінюючи швидкість робочої подачі, можна керувати силою різання та її складовими.

Спосіб, що пропонується, заснований на тому, що, обмежуючи навантаження кінематичного ланцюга подачі, тим самим обмежують складові сили різання.

40 Як видно з фіг. 2, складова сили різання, що діє на механізм подачі,

$$P_y = P_z \cos \omega, \quad (1)$$

де ω - кут нахилу зубів фрези відносно її осі.

Із теорії різання металів [3, с. 218] відомо, що колова складова сили різання

45

$$P_z = \frac{C_p t^{X_p} S^{V_p} B^{U_p} Z}{D^{Q_p} n^{W_p}} K_p, \quad (2)$$

де P_z - колова сила, Н; C_p - постійний коефіцієнт, залежний від виду обробки, оброблюваного матеріалу і фрези; t - глибина різання, мм; S - швидкість робочої подачі, мм/хв; B - ширина фрезерування, мм; Z - число зубів фрези; D - діаметр фрези, мм; n - частота обертання фрези, об/хв; X_p , V_p , U_p , Q_p , W_p - показники степенів; K_p - загальний поправковий коефіцієнт.

Підставляючи (2) в (1), одержимо

$$P_y = \frac{C_{pt}^{x_p} S^{v_p} B^{u_p} z K_p \cdot \cos \omega}{D^{q_p} n^{w_p}} \quad (3)$$

Із теорії адаптивного керування відомо, що для підвищення точності обробки необхідно стабілізувати технологічне навантаження. З цією метою використовують системи автоматичного регулювання, до складу яких входять датчик, порівняльний і керуючий пристрої. З рівняння (3) видно, що проблему стабілізації навантаження в приводі подачі фрезерного верстата можна вирішити простим способом. Швидкість робочої подачі з цього рівняння можна визначити так:

$$S = v_p \sqrt{\frac{P_y D^{q_p} n^{w_p}}{C_{pt}^{x_p} B^{u_p} z K_p \cos \omega}} \quad (4)$$

У випадку обробки кінцевими фрезами $v_p = 1$ і формула (4) набуває вигляду

$$S = \frac{P_y D^{q_p} n^{w_p}}{C_{pt}^{x_p} B^{u_p} z K_p \cos \omega} \quad (5)$$

При обробці кінцевою фрезою заготовки з незмінною шириною B і постійною складовою P_x можна позначити

$$A = \frac{D^{q_p} n^{w_p}}{C_p B^{u_p} z K_p \cos \omega} \quad (6)$$

і тоді, підставляючи (6) у (5), одержимо швидкість робочої подачі

$$S = \frac{P_y}{t^{x_y}} A \quad (7)$$

Із залежності (7) видно, що при зміні подачі за цим співвідношенням забезпечується стабілізація сили різання та її складових. Такий ефект пропонується одержувати наступним чином.

Кінцеву фрезу 1 (фіг. 1) закріплюють у шпинделі фрезерного верстата і надають їй обертання з постійною частотою. Заготовку кулачка 2 встановлюють у шпинделі ділильної головки 3, закріпленої на столі 4 верстата. Заготовці надають одночасно лінійну і кругову подачі.

Лінійна подача S столу 4 верстата разом із ділильною головкою 3 і кулачком 2 надається від регульованого електродвигуна 6 через муфту і ходовий гвинт 5. Кругову подачу S_k від ходового гвинта 5 стола верстата через гітару змінних шестерень a/b , c/d , зубчасті передачі z_1/z_2 , z_3/z_4 і черв'ячну пару $K/z_{чк}$ одержує шпindel ділильної головки 3 з оброблюваним кулачком 2.

Величину подачі визначають за формулою (7) і змінюють у міру зміни глибини різання. На фіг. 3 показано, що припуск і однакова з ним глибина різання за час обробки профілю кулачка змінюються від нуля до максимального значення h_k . Ця зміна відбувається на кути повороту кулачка θ . Зміна глибини різання, як видно із залежності (7), викликає безперервну зміну величини подачі, створюючи постійне навантаження в приводі. При збільшенні глибини різання величина подачі зменшується, а при зменшенні глибини подача збільшується. Це забезпечує обробку з максимально допустимою за навантаженням привода подачею і підвищує надійність та довговічність привода.

Зміну величини подачі здійснюють регулюванням частоти обертання електродвигуна 6 (фіг. 1) залежно від технологічного навантаження, що діє на механізм подачі при різанні. Це навантаження контролюють датчиком 7, перетворюють його в електричний сигнал, який підсилюють пристроєм 8.

Підсилений сигнал подається у порівнювальний пристрій 9, де він порівнюється з нормованим сигналом, що надходить із програмного пристрою 10. Сигнал неузгодження надходить у виконавчий пристрій (частотний інвертор) 11, який відповідним чином змінює частоту напруги живлення електродвигуна 6, внаслідок чого змінюється частота його

5 обертання, а отже, і величина подачі.

Ділильну головку 3 використовують для повороту заготовки кулачка 2 навколо його осі на певний кут θ і узгодження з цим поворотом подачі стола із заготовкою у радіальному напрямку на фрезу для одержання криволінійного профілю кулачка. Це узгодження здійснюють за допомогою кінематичного ланцюга зубчастих передач ділильної головки від ходового гвинта 5

10 верстата. Настроювання цього ланцюга виконують підбором змінних шестерень a, b, c, d гітари ділильної головки.

Суттєві відмінності запропонованого способу фрезерування полягають у тому, що викладене у формулі сполучення взаємопов'язаних дій забезпечує одержання позитивного ефекту, що зводиться до максимальної продуктивності при стабілізації навантаження та

15 пружної деформації в технологічній системі верстата, що сприяє підвищенню точності обробки.

Спосіб може знайти застосування при обробці різанням фасонних профілів деталей типу тіл обертання на фрезерних верстатах.

Джерела інформації:

20 1. А.с. СССР № 874274. В 23 С 3/04. Способ фрезерования тел вращения. - Бюл. № 39, 1981 г. - С. 66.

2. А.с. СССР № 902987. В 23 С 3/04. Способ обработки тел вращения. - Бюл. № 5, 1982 г.-С. 58.

3. Справочник по обработке металлов резанием / Ф.Н. Абрамов, В.В. Коваленко, В.Е. Любимов и др. - К.: Техніка, 1983. - 239 с.

25

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб фрезерування тіл обертання кінцевою фрезою, при якому фрезі надають постійну частоту обертання, а заготовці - лінійну та кругову подачі, величини яких безперервно змінюють, який **відрізняється** тим, що незалежно від величини припуску, що зрізається фрезою, глибину різання приймають однаковою з величиною припуску, а значення лінійної

30

подачі визначають зі співвідношення

$$S = \frac{P_y}{t^{X_p} A}$$

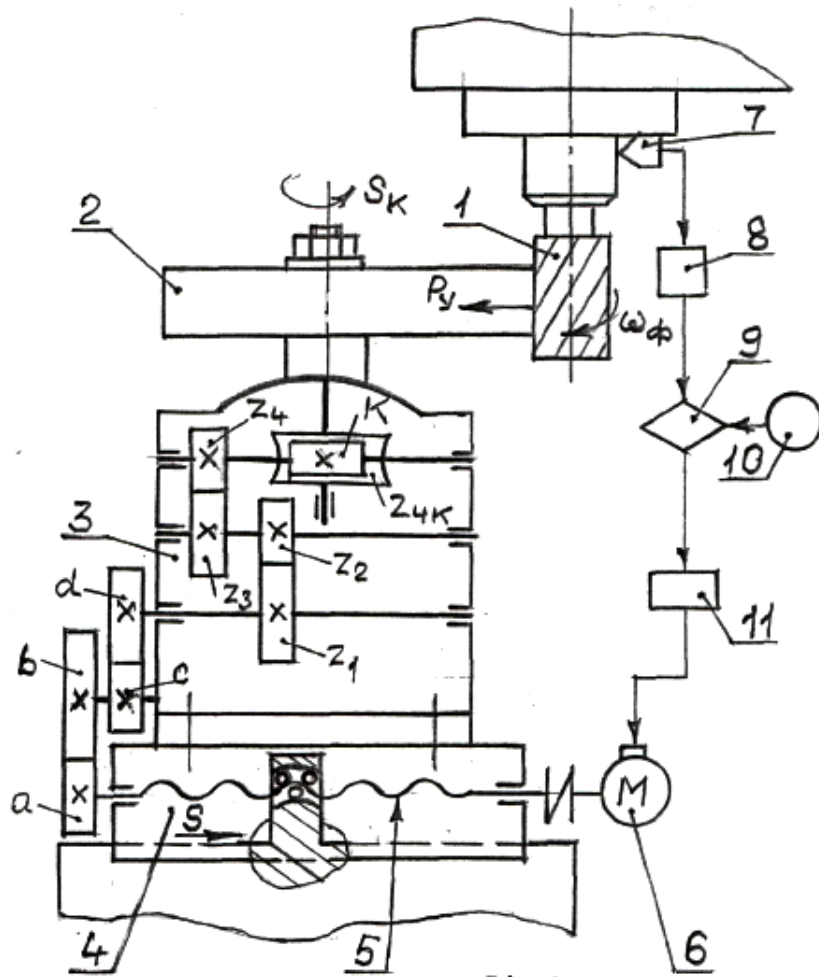
де S - швидкість лінійної подачі; P_y - складова сили різання, що діє на механізм подачі; t -

35

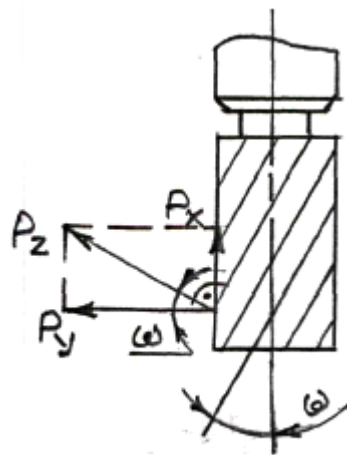
глибина різання; X_p - показник степеня; A - коефіцієнт, що враховує умови різання, причому зміну величини лінійної подачі здійснюють шляхом регулювання частоти обертання ротора електродвигуна привода подачі залежно від технологічного навантаження, що діє на механізм подачі під час різання, а кругову подачу заготовки узгоджують із лінійною подачею за допомогою кінематичного ланцюга зубчастих передач, що з'єднує ходовий гвинт привода подачі

40

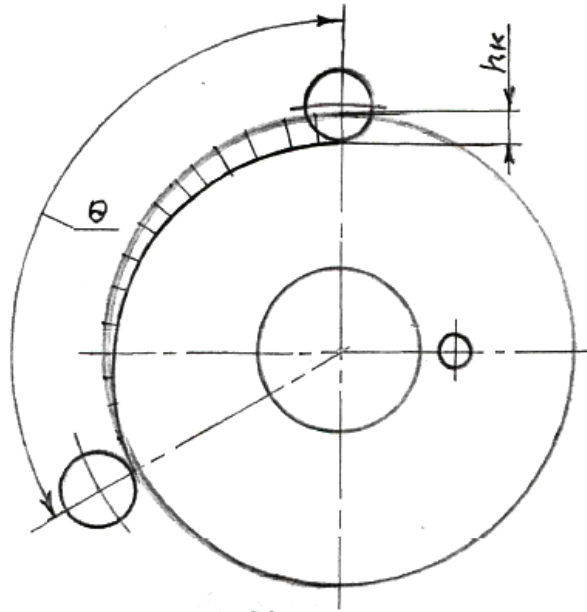
зі шпинделем заготовки.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Комп'ютерна верстка С. Чулій

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601