



УКРАЇНА

(19) UA (11) 78120 (13) C2  
(51) МПК (2006)  
B23C 5/02  
B23C 5/16

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

### (54) РІЗАЛЬНИЙ ІНСТРУМЕНТ

1

2

(21) а200504170  
(22) 29.04.2005  
(24) 15.02.2007  
(46) 15.02.2007, Бюл. № 2, 2007 р.  
(72) Глембоцька Лариса Євгенівна  
(73) ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛО-  
ГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
(56) SU 804239, B23C5/06, 15.02.1981  
SU 1756036, B23C5/06, 23.08.1992  
WO 98/01253, B23C5/20, 15.01.1998  
(57) Різальний інструмент типу регульованої тор-  
цевої фрези з тороїдальним корпусом, в осьових

пазах якого встановлені з можливістю повороту  
різцеві вузли із закріпленими державками та різа-  
льними елементами круглої форми, який **відріз-  
няється** тим, що осі різальних елементів розта-  
шовані з різним подвійним нахилом до осі  
інструмента і зміщені у зовнішній бік відносно ко-  
лової осі тороїдального корпусу, в осьових пазах  
якого виконані конічні фаски, на яких різальні еле-  
менти безпосередньо закріплені між державками  
та тороїдальним корпусом.

Різальний інструмент відноситься до машино-  
будування, а саме до конструкції торцевих фрез.

Відомий різальний інструмент [1] типу торце-  
вої фрези ротаційного різання, що має корпус з  
розташованими на ньому різцевими вузлами, в  
яких з можливістю обертання встановлені круглі  
ріжучі елементи (чашки), вісь яких нахилена до осі  
інструмента. Для збільшення можливої загальної  
глибини різання в конструкції торцевої фрези  
використовується ступінчаста схема розташування  
ріжучих елементів, коли сусідні елементи розміщу-  
ються на різних діаметрах, причому ті ріжучі  
елементи, які розміщені на менших діаметрах,  
мають більший осьовий зсув за глибиною різання.  
Зважаючи на лінійну зміну величин діаметрів та  
глибин різання цими елементами, можна ствер-  
джувати, що різальні кромки елементів розташову-  
ються на конусі (див. [1], рис. 2.33).

Загальними суттєвими ознаками відомого рі-  
зального інструмента та інструмента, що заявляє-  
ється, є різальний інструмент типу торцевої фре-  
зи, що має корпус з розташованими на ньому  
різцевими вузлами, в яких встановлені ріжучі еле-  
менти круглої форми, осі яких нахилені до осі ін-  
струмента.

Проте, різальний інструмент за аналогом ха-  
рактеризується постійним (незмінним) розташуван-  
ням ріжучих елементів на корпусі, що не дає змоги  
перенастроювати його на різні діаметри та/або  
глибини різання. Це означає обмежені технологічні

можливості відомого інструменту.

Крім того, розташування ріжучих елементів на  
конусі, призводить до різкого наростання діамет-  
ральних розмірів, а значить і швидкостей різання  
елементами, які зрізують верхні шари припуску. А  
це означає підвищене зношування вказаних ріжу-  
чих елементів, а значить і знижену стійкість ін-  
струменту. Крім того, ріжучі елементи, закріплені  
на корпусі в різцевих вузлах з можливістю обер-  
тання, характеризуються зниженою жорсткістю, що  
викликає підвищення коливань при різанні, що  
також є причиною зниження стійкості відомого рі-  
зального інструмента.

Таким чином, суттєвими недоліками відомого  
різального інструмента є обмежені технологічні  
можливості та низька стійкість.

Найбільш близьким за суттєвими ознаками  
аналогом інструмента, що заявляється, і вибраним  
як прототип, є різальний інструмент [2] типу регу-  
льованої торцевої фрези з тороїдальним корпу-  
сом, в осьових пазах якого встановлені з можливі-  
стю фіксованого повороту різцеві вузли з  
закріпленими державками та ріжучими елемента-  
ми круглої форми. Ріжучі елементи закріплюються  
на державках різцевих вузлів, а останні, після на-  
стройкі інструмента на певний діаметр, закріплю-  
ються на тороїдальному корпусі різального інстру-  
мента.

Загальними суттєвими ознаками відомого за  
прототипом різального інструмента та інструмен-

(19) UA (11) 78120 (13) C2

та, що заявляється, є різальний інструмент типу регульованої торцевої фрези з тороїдальним корпусом, в осьових пазах якого встановлені з можливістю повороту різцеві вузли з закріпленими державками та ріжучими елементами круглої форми.

Проте, різальний інструмент за прототипом має ріжучі елементи круглої форми переважно з опуклими задніми поверхнями, що створюють ввігнуті поверхні різання на заготовці та збільшений гідростатичний тиск [3] в зоні різання за умови всебічного стиску і, в тому числі, вздовж опуклої різальної кромки. Наслідком вказаного явища є підвищення величини сили різання. Крім того, кріплення ріжучих елементів відомого інструмента виконується безпосередньо на державці, а остання, в свою чергу, закріплюється на тороїдальному корпусі. Така "подовжена" послідовність кріплення ріжучих елементів означає невисоку жорсткість, тобто значну деформованість від сил різання. Крім того, розташування ріжучих елементів на державці, попереду контакту останньої з тороїдальним корпусом інструмента, створює миттєвий згин державки з додатковим заглибленням в поверхню різання (і розширенням площі контакту) при ударах на початку кожного врізання в заготовку. Це означає миттєве збільшення площі зрізу та сили різання. Процес носить циклічний, розвивальний, лавинний характер. Така динамічна характеристика поведінки вказаних ріжучого елемента та державки співпадає з визначенням "позитивного зворотного зв'язку" [4], дія якого пояснює розвиток та підсилення коливань, що виникають при різанні.

Наслідком розвинених коливань, збільшених сил різання переривчастого характеру та зменшеної жорсткості кріплення ріжучих елементів є періодичне адгезійне "зварювання" та руйнування містків зварювання, що призводить до підвищення інтенсивності зношування вказаних ріжучих елементів відомого різального інструмента та зниження його стійкості [3,5].

Другим недоліком відомого за прототипом різального інструмента є обмежене число позицій регулювання розміру інструмента, оскільки на задній поверхні паза корпусу створюється обмежена кількість виїмок, в які встановлюються втулки різцевих вузлів. По тій же причині на корпусі відомого за прототипом інструменту неможливо реалізувати різноманітні ступінчасті схеми різання, що означає обмежені технологічні можливості прототипу.

Таким чином, суттєвими недоліками різального інструмента за прототипом є низька стійкість та обмежені технологічні можливості.

Метою винаходу є підвищення стійкості та розширення технологічних можливостей різального інструмента типу торцевої фрези.

В основу винаходу поставлена задача вдосконалення різального інструмента шляхом модифікації конструкції різцевих вузлів та тороїдального корпусу, а також розташування та закріплення ріжучих елементів круглої форми, що забезпечить підвищення стійкості інструмента та розширення його технологічних можливостей.

Поставлена задача вирішується тим, що в різальний інструмент типу торцевої фрези з тороїдальним корпусом, в осьових пазах якого встанови-

лені з можливістю повороту різцеві вузли з закріпленими державками та ріжучими елементами круглої форми, введені нові суттєві ознаки. Згідно з винаходом, осі ріжучих елементів розташовані з різним подвійним нахилом до осі інструмента і зміщені в зовнішній бік відносно колової осі тороїдального корпусу, в осьових пазах якого виконані конічні фаски, на яких ріжучі елементи безпосередньо закріплені між державками та тороїдальним корпусом.

Запропонована конструкція різального інструмента типу торцевої фрези з тороїдальним корпусом забезпечує отримання підвищеної стійкості за рахунок скорочення довжини ланцюга кріплення ріжучих елементів - безпосередньо на конічних фасках тороїдального корпусу, між ним та державкою, - що призводить до зростання жорсткості різального інструмента. Крім того, великий внесок в підвищення стійкості різального інструмента дає відсутність позитивного зворотного зв'язку в нових різцевих вузлах, коли сила закріплення діє в тому ж напрямку, що і сила різання, а деформація цих вузлів з ріжучими елементами не викликає їх "подовження" та миттєвого занурення в поверхню різання заготовки на кожному початку різання, тобто попереджує розвиток коливань при різанні.

Використання опуклої поверхні ріжучих елементів круглої форми як передньої поверхні та розташування осей ріжучих елементів з різним подвійним нахилом до осі інструмента, а також зміщення в зовнішній бік відносно колової осі тороїдального корпусу інструмента, дозволяє отримати вільне (нестиснене) косокутне різання ріжучими елементами для окремих зрізів, які при перетворенні на стружку мають повну свободу розширення вздовж різальних кромки елементів. Це викликає зниження об'ємного (гідростатичного) тиску в зоні різання, що, як результат, призводить до зменшення сил різання. Останнє означає зменшення силового і теплового навантаження ріжучих елементів, зменшення інтенсивності їх зношування і, як наслідок, призводить до підвищення стійкості різального інструменту.

Виконання конічних фасок в пазах тороїдального корпусу створює умови розташування ріжучих елементів з безліччю положень, що дає змогу перенастроювати його на різні діаметри та/або глибини різання, тобто виникає можливість виконання фрез зі стандартними схемами різання з поділом товщини зрізу (або подачі) шляхом вибору кута нахилу осі круглих елементів для різних їх діаметрів, що забезпечує різні найбільші глибини різання. Створюючи різні ступінчасті схеми різання з поділом ширини зрізу (глибини різання) можна забезпечити як різну подачу, так і глибину різання. Це свідчить про розширення технологічних можливостей запропонованих різальних інструментів.

Крім того, використання різних ступінчастих схем різання дозволяє отримати зменшення чутливості до биття ріжучих елементів 5 і досягти практично 100% участі їх в різанні, що призведе до підвищення як продуктивності обробки, так і стійкості інструмента.

Таким чином, запропонована конструкція різального інструмента типу торцевої фрези дозволяє досягти підвищення стійкості та розширення його

технологічних можливостей, а додатково - підвищення продуктивності обробки.

Суть запропонованого винаходу пояснюється кресленнями. Перелік креслень:

на Фіг.1 - зовнішній вигляд різального інструменту;

на Фіг.2 - переріз А-А Фіг.1;

на Фіг.3 - переріз Б-Б Фіг.2;

на Фіг.4 - зображення різального інструменту з нахилом від осі кріплення ріжучих елементів обмежених розмірів;

на Фіг.5 - зображення різального інструменту з нахилом до осі кріплення ріжучих елементів великих розмірів;

на Фіг.6 - схема розташування ріжучих елементів на спіралі, напрям якої збігається з напрямом обертання інструменту;

на Фіг.7 - схема розташування ріжучих елементів на спіралі, напрям якої протилежний напрямку обертання інструменту;

на Фіг.8 - схема зняття шарів припуску інструментом, починаючи від поверхні заготовки до обробленої поверхні деталі;

на Фіг.9 - схема зняття шарів припуску інструментом, починаючи від обробленої поверхні до поверхні заготовки;

на Фіг.10 - схема знаходження величин кутів  $\varphi$  та  $\lambda$  для крайніх точок "а" та "б" активної ділянки круглої різальної кромки, де позначено: ОП - основна площа; ГСП - головна січна площа; ПР - площа різання.

Різальний інструмент типу регульованої торцевої фрези має тороїдальний корпус 1, в осьових пазах 2 якого з можливістю повороту встановлені різцеві вузли 3. Останні мають державки 4 та ріжучі елементи 5 круглої форми, шайбу 6 та гайку 7, а також регулюючий гвинт 8 (див. Фіг.1 та 2).

В осьових пазах 2 тороїдального корпусу 1, з обох їх боків, частково виконані конічні фаски 9 та 10, перша з яких служить базою для установки зі зміщенням  $\delta$  в зовнішній бік відносно осі 11 тороїдального корпусу 1 державки 4, а друга - для установки з нахилом під кутом  $\alpha$  круглого (циліндричного) ріжучого елемента 5. Для закріплення останніх в кожному з осьових пазів 2 між фасками 10 тороїдального корпусу 1 та державками 4 в кожній з них виконано нахилений циліндричний отвір 12, який має діаметр, рівний діаметру ріжучого елемента 5 (Фіг.2 та 3) або нахилений призматичний отвір (не показаний). Нахил осі 13 ріжучого елемента 5 на кут, рівний  $\alpha$ , дозволяє отримати його торцеву кромку 14 як різальну. Зміщення осі 13 ріжучого елемента 5 в зовнішній бік відносно осі 11 на величину, рівну  $\delta$ , дозволяє зсувати активну частину різальної кромки 14 також в зовнішній бік, що означає отримання нею нахиленого положення на кут  $\lambda$  для реалізації косокутного різання (див. Фіг.10).

Закріплення кожного з настроєних різцевих вузлів 3 в пазах 2 тороїдального корпусу 1 інструмента виконується за допомогою шайб 6 та гайок 7.

В кожній державці 4 встановлений регулюючий гвинт 8, за допомогою якого виставляється потрібна величина консолі (вільоту) ріжучих елементів 5 відносно тороїдального корпусу 1 інструмента.

Другий нахил осей 13 ріжучих елементів 5 круглої форми виконується в осьовій площині відносно осі 15 інструмента. При нахилі на кут  $\eta_1$  від осі 15 інструмента осей 13 ріжучих елементів 5 при використанні їх з обмеженими розмірами можливо отримати лише невелику максимальну глибину різання (Фіг.4). Навпаки, при використанні великих за розмірами ріжучих елементів 5 та виконанні їх нахилу на кут  $\eta_2$  в бік осі 15 інструменту вдається досягти значних максимальних глибин різання (Фіг.5).

При створенні ступінчастих схем різання ріжучі елементи 5 розташовують на одній або декількох спіралях (див. Фіг.6 та 7), а в осьовій площині - повернутим навколо колової осі 11 на кути  $\eta$  (Фіг.8 та 9) відносно один одного.

Різальний інструмент працює наступним чином.

Настройка різального інструмента на потрібний діаметр традиційної схеми різання з поділом товщини зрізу (подачі) виконується шляхом повороту державок 4 з ріжучими елементами 5 навколо колової осі 11 на кути  $\eta_1$ , та  $\eta_2$  (Фіг.4 та 5).

Настройка різального інструмента зі ступінчастими схемами різання з поділом ширини зрізу (глибини різання) залежить від напрямку спіралі, на якій розташовані ріжучі елементи 5 по відношенню до напрямку обертання різального інструмента. Так при збігу вказаних напрямків (Фіг.6) зрізання окремих шарів припуску починається від поверхні заготовки, коли зрізуються шари I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, і закінчується обробленою поверхнею (Фіг.8). У випадку протилежних напрямів спіралі з ріжучими елементами 5 і напрямку обертання (див. Фіг.7) зрізання окремих шарів припуску розпочинається від обробленої поверхні і закінчується поверхнею заготовки (Фіг.9).

Робота різального інструмента зі збігом вказаних напрямків призводить до віднімання величини конструктивної подачі, пов'язаної з розташуванням ріжучих елементів 5 на спіралі, від кінематичної подачі, що викликає швидке наростання кута  $\varphi$  в плані та призводить до обмеження максимальної глибини різання  $t_{\max}$  (Фіг.8). В той же час, протилежне розташування вказаних напрямків призводить до складання значень конструктивної і кінематичної подачі, що викликає зменшення величини кутів  $\varphi$  в плані, що дозволяє експлуатувати інструмент при більших значеннях глибин різання  $t_{\max}$  (Фіг.9).

Розрахунок радіусів, на яких розташовуються ріжучі елементи 5, та величин кутів  $\varphi$  та  $\lambda$  можна виконати для крайніх точок "а" та "б" активної ділянки дугової різальної кромки 14 за рахунок схеми, побудованої на основі апарату нарисної геометрії (Фіг.10). Так, радіус довільної точки різальної кромки ріжучого елемента 5 може бути визначений за формулою:

$$\rho = R + \delta \cdot \cos \varphi + (l \cos \alpha + r \cdot \sin \alpha) \cdot \sin \varphi,$$

де R - радіус колової осі 11 тороїдального корпусу 1 різального інструмента;

$\delta$  - зміщення осі 13 ріжучих елементів 5 в зовнішній бік відносно колової осі 11 тороїдального корпусу 1;

$\varphi$  - кут в плані даної точки різальної кромки ріжучого елемента 5;

l - довжина осі 13 ріжучого елемента 5 до ко-

лової осі 11;

$r$  - радіус різальної кромки ріжучого елемента 5;

$\alpha$  - задній кут ріжучого елемента 5.

Значення кутів в плані можуть бути рівними для точки "а"  $\varphi_a=0...50^\circ$ , для точки "б"  $\varphi_b=40...100^\circ$ . Величина заднього кута може бути обраною  $\alpha=10...20^\circ$ . Значення кута нахилу різальної кромки для точки "а"  $\lambda_a=0...30^\circ$ , для точки "б"  $\lambda_b=30...60^\circ$ . Величина зміщення осі 13 ріжучих елементів 5 відносно колової осі 11 тороїдального корпусу 1 інструмента повинна складати:  $\delta=(0,6...0,9)r$ , де  $r$  - радіус ріжучого елемента.

Технічним результатом запропонованого різального інструменту є підвищення стійкості та розширення технологічних можливостей, а додатковим результатом - підвищення продуктивності обробки.

Джерела інформації:

1. Жигалко Н.И., Киселев В.В. Проектирование

и производство режущих инструментов. Под ред. П.И. Ящерицына. Минск, "Высшая школа", 1975.-С.109-111.

2. А.с. СССР №804239, кл. В23С5/06. Режущий инструмент. Б.А. Кравченко и др. Заявл. 1979, опубл. 15.02.81, бюл. №6.

3. Армарего И. Дж. А., Браун Р.Х. Обработка металлов резанием. Пер. с англ. В.А. Пастунова.-М.: Машиностроение, 1977.-С.23.

4. Украинская советская энциклопедия, том 7, С.398. Понятие - "обратная связь".-К.: 1982.

5. Кабалдин Ю.Г. Исследование температуры и адгезии при непрерывном и прерывистом резании. -Журнал "Станки и инструмент", №4, 1980.-С.27-29.

6. Ташлицкий Н.И., Попов А.В. Влияние жесткости технологической системы на стойкость торцовых фрез. - Журнал "Вестник машиностроения", №12, 1987.-С.46-48.

