УКРАЇНА **(19) UA** **(11) 73092** **(13) U**

(51) МПК
B23B 51/10 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2012 02467**
(22) Дата подання заявки: **01.03.2012**
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **10.09.2012**
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **10.09.2012, Бюл.№ 17**

(72) Винахідник(и):
Кривий Петро Дмитрович (UA),
Крупа Володимир Васильович (UA)
(73) Власник(и):
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ,
вул. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001 (UA)

(54) БАГАТОЛЕЗОВИЙ РІЗАЛЬНИЙ ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ВИТЯЖНОГО РОЗТОЧУВАННЯ ВНУТРІШНІХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ

(57) Реферат:

Багатолезовий різальний інструмент, в корпусі якого виконані чотири попарно діаметрально протилежно розміщені, перший по відношенню до третього, а другий по відношенню до четвертого, однакові, паралельні до поздовжньої осі інструмента, клиноподібні пази. Сліди перших бокових плоских поверхонь кожного клиноподібного паза в площині, перпендикулярній до поздовжньої осі інструмента, є нормаллю до кола, утвореного перерізом цією ж площиною зовнішньої циліндричної поверхні робочої частини корпуса. На других бокових поверхнях клиноподібних пазів, які розміщені під кутом ω по відношенню до відповідних перших плоских бокових поверхонь клиноподібних пазів, меншим від кута тертя, виконані рифлення, які нахилені під кутом до поздовжньої осі інструмента, що визначається за формулою:
$\eta = \mathrm{arctg}\left((\Delta + h_r)/a_{min} \cdot \mathrm{tg}\omega\right)$, де
Δ - величина перезаточування різця в радіальному напрямку, мм;
h_r - величина допустимого радіального зношування інструмента, мм;
a_{min} - величина мінімальної величини переточування державки різця по передній поверхні, мм.
Центральні кути між плоскими поверхнями першого і другого та третього і четвертого клиноподібних пазів однакові і рівні $\theta_{min} = 30 - 60°$. На головних різальних кромках різальних елементів, встановлених в першому та третьому клиноподібних пазах, у яких допоміжні кути в плані однакові і становлять $\varphi' = 5 - 10°$, виконані фаски під кутом $\varphi_{01} = \varphi_{03} = \varphi_0 = 20 - 45°$ до поздовжньої осі інструмента. В робочій частині корпусу виконані чотири попарно діаметрально протилежно розміщені, однакові, паралельні до поздовжньої осі інструмента пази типу ластівчина хвоста. Положення одного із них визначено в площині, перпендикулярній до поздовжньої осі інструмента, центральним кутом, що утворений його віссю і боковою плоскою поверхнею першого клиноподібного паза, який визначається за формулою $\theta_{01} = 2\pi\frac{(1{,}5\ldots2)b + B}{r_{вп}}$,
де
b - максимальна ширина паза типу ластівчина хвоста, мм;
B - максимальна ширина клиноподібного паза, мм;
$r_{вп}$ - радіус впадин паза, мм.

UA 73092 U

Положення суміжного з ним паза визначається в площині, перпендикулярній до поздовжньої осі інструмента, центральним кутом, що утворений його віссю і слідом бокової плоскої поверхні першого клиноподібного паза за формулою $\theta_{02} = \pi - \theta_{min} - 2\pi\frac{(3\ldots3{,}5)b}{r_{вп}}$, де

b - максимальна ширина паза типу ластівчина хвоста;

$r_{вп}$ - радіус впадин паза.

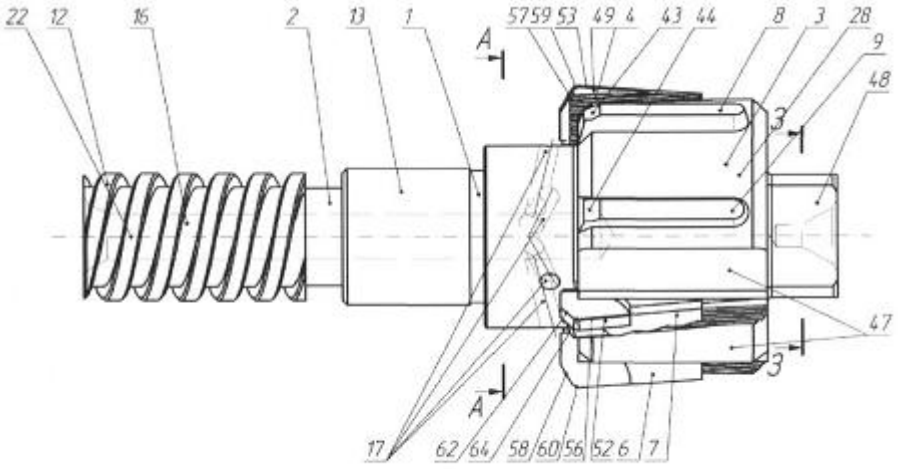
В ці пази встановлені пружні напрямні елементи, які зміщені в напрямку, протилежному подачі відносно вершин різальних елементів, на певну величину, та на яких виконані забірні фаски для плавного їх входу в оброблений отвір. На різальних елементах, встановлених у другому та четвертому клиноподібних пазах, допоміжні кути в плані однакові, та, як і на різальних елементах, встановлених у першому та третьому клиноподібних пазах, становлять $\varphi' = 5 - 10°$. На допоміжних різальних кромках різальних елементів виконані фаски шириною $f = 0{,}1 - 0{,}8$ мм. На головних різальних кромках різальних елементів, встановлених в другому та четвертому клиноподібних пазах, виконані фаски під кутом до поздовжньої осі інструмента, який визначаються за формулою:

$$\varphi_{02K} = \varphi_{04K} = \varphi_{0K} = \operatorname{arcctg}\left(\frac{(\operatorname{ctg}\varphi_0 + \operatorname{ctg}\varphi')\cdot(\pi - \theta_{min})}{\theta_{min}} - \operatorname{ctg}\varphi'\right),$$ де

φ_0 - кут нахилу додаткової фаски до поздовжньої осі інструмента на першому та третьому різальних елементах, град.;

φ' - допоміжний кут в плані на різальних елементах, град.;

θ_{min} - центральний кут між плоскими поверхнями першого і другого та третього і четвертого клиноподібних пазів, град.



Фіг. 1

Корисна модель належить до механічного оброблення металів різанням і може бути використана для оброблення глибоких отворів циліндрів.

Найближчим технічним рішенням до заявлюваного є багатолезовий різальний інструмент для витяжного розточування внутрішніх циліндричних поверхонь, що складається з корпуса, в якому виконані хвостовик з різьбовою частиною та робоча частина, різальних елементів, центрального у хвостовику отвору і каналів для підводу змащувально-охолоджуючої рідини (ЗОР) в зону різання та напрямних елементів і в робочій частині корпуса виконані чотири попарно діаметрально протилежно розміщені, перший по відношенню до третього, а другий по відношенню до четвертого, однакові, паралельні до поздовжньої осі інструмента клиноподібні пази, і сліди перших бокових плоских поверхонь кожного клиноподібного паза в площині, перпендикулярній до поздовжньої осі інструмента, є нормаллю до кола, утвореного перерізом цією ж площиною зовнішньої циліндричної поверхні робочої частини корпуса, а на других бокових поверхнях клиноподібних пазів, які розміщені під кутом ω по відношенню до відповідних перших плоских бокових поверхонь клиноподібних пазів, меншим від кута тертя, виконані рифлення, які нахилені під кутом до поздовжньої осі інструмента, що визначається за формулою:

$\eta = \mathrm{arctg}\left((\Delta + h_r)/a_{min} \cdot \mathrm{tg}\omega\right)$, де

Δ - величина перезаточування різця в радіальному напрямку, мм;

h_r - величина допустимого радіального зношування інструмента, мм;

a_{min} - величина мінімальної величини переточування державки різця по передній поверхні, мм;

і центральні кути між плоскими поверхнями першого і другого та третього і четвертого клиноподібних пазів однакові і рівні $\theta_{min} = 30 - 60^\circ$ та на головних різальних кромках різальних елементів, встановлених в першому та третьому клиноподібних пазах, у яких допоміжні кути в плані однакові і становлять $\varphi' = 5 - 10^\circ$, виконані фаски під кутом $\varphi_{01} = \varphi_{03} = \varphi_0 = 20 - 45^\circ$ до поздовжньої осі інструмента, і в робочій частині корпусу додатково виконані чотири попарно діаметрально протилежно розміщені, однакові, паралельні до поздовжньої осі інструмента пази типу ластівчина хвоста, та положення одного із них визначено в площині, перпендикулярній до поздовжньої осі інструмента, центральним кутом, який утворений його віссю і боковою плоскою поверхнею першого клиноподібного паза, який визначається за формулою $\theta_{01} = 2\pi\frac{(1{,}5\ldots2)b + B}{r_{вп}}$, де

b - максимальна ширина паза типу ластівчина хвоста, мм;

B - максимальна ширина клиноподібного паза, мм;

$r_{вп}$ - радіус впадин паза, мм;

а положення суміжного з ним паза визначається в площині, перпендикулярній до поздовжньої осі інструмента центральним кутом, що утворений його віссю і слідом бокової плоскої поверхні першого клиноподібного паза, за формулою $\theta_{02} = \pi - \theta_{min} - 2\pi\frac{(3\ldots3{,}5)b}{r_{вп}}$, де

b - максимальна ширина паза типу ластівчина хвоста;

$r_{вп}$ - радіус впадин паза;

і в ці пази встановлені пружні напрямні елементи, які зміщені в напрямку, протилежному подачі відносно вершин різальних елементі, на певну величину, та на яких виконані забірні фаски для плавного їх входу в оброблений отвір (див заявка № u201109467 від 28.07.11 р).

Недоліком даного інструмента є обмежені технологічні можливості внаслідок того, що корегування допоміжного кута в плані може здійснюватись в певних вузьких межах.

Для усунення даного недоліку запропоновано багатолезовий різальний інструмент для витяжного розточування внутрішніх циліндричних поверхонь, що складається з корпуса, в якому виконані хвостовик з різьбовою частиною та робоча частина, різальних елементів, центрального у хвостовику отвору і каналів для підводу змащувально-охолоджуючої рідини (ЗОР) в зону різання та напрямних елементів і в робочій частині корпуса виконані чотири попарно діаметрально протилежно розміщені, перший по відношенню до третього, а другий по відношенню до четвертого, однакові, паралельні до поздовжньої осі інструмента клиноподібні пази, і сліди перших бокових плоских поверхонь кожного клиноподібного паза в площині, перпендикулярній до поздовжньої осі інструмента, є нормаллю до кола, утвореного перерізом цією ж площиною зовнішньої циліндричної поверхні робочої частини корпуса, а на других бокових поверхнях клиноподібних пазів, які розміщені під кутом ω по відношенню до відповідних перших плоских бокових поверхонь клиноподібних пазів, меншим від кута тертя,

виконані рифлення, які нахилені під кутом до поздовжньої осі інструмента, що визначається за формулою:

$\eta = \text{arctg}((\Delta + h_r)/a_{min} \cdot tg\omega)$, де

Δ - величина перезаточування різця в радіальному напрямку, мм;

h_r - величина допустимого радіального зношування інструмента, мм;

a_{min} - величина мінімальної величини переточування державки різця по передній поверхні, мм;

і центральні кути між плоскими поверхнями першого і другого та третього і четвертого клиноподібних пазів однакові і рівні $\theta_{min} = 30 - 60°$ та на головних різальних кромках різальних елементів, встановлених в першому та третьому клиноподібних пазах, у яких допоміжні кути в плані однакові і становлять $\varphi' = 5 - 10°$, виконані фаски під кутом $\varphi_{01} = \varphi_{03} = \varphi_0 = 20 - 45°$ до поздовжньої осі інструмента, і в робочій частині корпусу додатково виконані чотири попарно діаметрально протилежно розміщені, однакові, паралельні до поздовжньої осі інструмента, пази типу ластівчина хвоста, та положення одного із них визначено в площині, перпендикулярній до поздовжньої осі інструмента, центральним кутом, який утворений його віссю і боковою плоскою поверхнею першого клиноподібного паза, який визначається за формулою

$\theta_{01} = 2\pi \frac{(1{,}5 \ldots 2)b + B}{r_{вп}}$, де

b - максимальна ширина паза типу ластівчина хвоста, мм;

B - максимальна ширина клиноподібного паза, мм;

$r_{вп}$ - радіус впадин паза, мм;

а положення суміжного з ним паза визначається в площині, перпендикулярній до поздовжньої осі інструмента, центральним кутом, що утворений його віссю і слідом бокової плоскої поверхні першого клиноподібного паза, за формулою

$\theta_{02} = \pi - \theta_{min} - 2\pi \frac{(3 \ldots 3{,}5)b}{r_{вп}}$, де

b - максимальна ширина паза типу ластівчина хвоста;

$r_{вп}$ - радіус впадин паза;

і в ці пази встановлені пружні напрямні елементи, які зміщені в напрямку, протилежному подачі відносно вершин різальних елементів, на певну величину, та на яких виконані забірні фаски для плавного їх входу в оброблений отвір, причому на різальних елементах, встановлених у другому та четвертому клиноподібних пазах, допоміжні кути в плані однакові, та, як і на різальних елементах, встановлених у першому та третьому клиноподібних пазах, становлять $\varphi' = 5 - 10°$, та на допоміжних різальних кромках різальних елементів виконані фаски шириною $f = 0{,}1 - 0{,}8$мм, а на головних різальних кромках різальних елементів, встановлених в другому та четвертому клиноподібних пазах, виконані фаски під кутом до поздовжньої осі інструмента, який визначаються за формулою:

$$\varphi_{02K} = \varphi_{04K} = \varphi_{0K} = \text{arcctg}\left(\frac{(\text{ctg}\varphi_0 + \text{ctg}\varphi') \cdot (\pi - \theta_{min})}{\theta_{min}} - \text{ctg}\varphi'\right),$$

де

φ_0 - кут нахилу додаткової фаски до поздовжньої осі інструмента на першому та третьому різальних елементах, град.;

φ' - допоміжний кут в плані на різальних елементах, град.;

θ_{min} - центральний кут між плоскими поверхнями першого і другого та третього і четвертого клиноподібних пазів, град.

Суть корисної моделі пояснюється графічними матеріалами, виконаними на фіг. 1-13. Зокрема на фіг. 1 поданий загальний вигляд інструмента; на фіг. 2 - розріз А-А на фіг. 1; на фіг. 3 розріз Б-Б на фіг. 2; на фіг. 4 - вигляд В на фіг. 3; на фіг. 5 розріз Г-Г на фіг. 2; на фіг. 6 - вигляд Д на фіг. 5; на фіг. 7 - переріз Е-Е на фіг. 2; на фіг. 8 - вигляд Є на фіг. 7; на фіг. 9 - переріз Ж-Ж на фіг. 7; на фіг. 10 - переріз З-З на фіг. 1, на фіг. 11 - схема для визначення центральних, а також допоміжних кутів в плані на різальних елементах; на фіг. 12 - розрахункова схема для визначення кута підйому рифлень; на фіг. 13 - вид К на фіг. 12.

Багатолезовий різальний інструмент для витяжного розточування внутрішніх циліндричних поверхонь складається з корпуса 1 (фіг. 1), на якому виконані хвостовик 2 і робоча частина 3 з чотирма різальними 4, 5, 6, 7 та чотирма напрямними 8, 9, 10, 11 елементами. Хвостовик 2, на якому виконана двозахідна різь 12 та циліндрична поверхня 13 служить для співвісного з'єднання інструмента з оправкою (на кресл. не показано). Діаметр описаного кола по

напрямних 14 (фіг. 2) більше діаметра оброблюваного отвору 15. Для підводу ЗОР в зону різання в хвостовику 2 виконаний центральний отвір 16 з вікнами 17, що подають ЗОР до кожного з різальних елементів 4, 5, 6, 7. В робочій частині 3 корпуса 1 виконані чотири однакові попарно діаметрально протилежно розміщені, перший 18 по відношенню до третього 19 і другий 20 по відношенню до четвертого 21, паралельні до поздовжньої осі 22 інструмента клиноподібні пази. Сліди перших плоских бокових поверхонь 23, 24, 25, 26 відповідних клиноподібних пазів 18, 19, 20, 21 в площині, перпендикулярній до поздовжньої осі 22 інструмента, є нормалями до кола 27, утвореного перерізом цією ж площиною зовнішньої циліндричної поверхні 28 робочої частини 3 корпуса 1. На других бокових поверхнях 29, 30, 31, 32 клиноподібних пазів 18, 19, 20, 21, які розміщені під кутом ω по відношенню до відповідних перших плоских поверхонь 23, 24, 25, 26 (фіг. 6, 8) клиноподібних пазів 18, 19, 20, 21, який є меншим від кута тертя, виконані рифлення 33, 34, 35, 36 (фіг. 5, 7, 9), що нахилені під кутом

$\eta = \text{arctg}((\Delta + h_r)/a_{min} \cdot tg\omega)$, де

Δ - величина перезаточування різця в радіальному напрямку, мм;

h_r - допустимий радіальний знос інструмента, мм;

a_{min} - мінімальна величина переточування державки різця по передній поверхні, мм;

до поздовжньої осі 22 інструмента. Центральні кути між першою плоскою боковою поверхнею 23 першого клиноподібного паза 18 і першою плоскою поверхнею 25 другого клиноподібного паза 20, а також кут між першою плоскою поверхнею 24 третього клиноподібного паза 19 і першою плоскою поверхнею 26 четвертого клиноподібного паза 21 в площині, перпендикулярній до поздовжньої осі 22 інструмента, однакові і рівні $\theta_{12} = \theta_{34} = \theta_{min} = 30 - 60^\circ$ (фіг. 2).

В робочій частині 3 корпусу 1 виконані чотири попарно діаметрально протилежно розміщені однакові, паралельні до поздовжньої осі 22 інструмента, пази 37, 38, 39, 40 типу ластівчина хвоста. Положення одного із них, а також протилежного йому (відповідно першого 37 і третього 39) визначено в площині, перпендикулярній до поздовжньої осі 22 інструмента (фіг. 2) центральними кутами, які утворені їх віссю 41 та боковими плоскими поверхнями 23 і 25 відповідно першого 18 та третього 20 клиноподібних пазів, значення яких визначається за формулою:

$\theta_{01} = \theta_{03} = 2\pi\frac{(1{,}5\ldots 2)b + B}{r_{вп}}$, де

b - максимальна ширина паза типу ластівчина хвоста, мм;

B - максимальна ширина клиноподібного паза, мм;

$r_{вп}$ - радіус впадин пазів типу ластівчина хвоста, мм.

Положення другого 38 та четвертого 40 пазів типу ластівчина хвоста визначаються в площині, перпендикулярній до поздовжньої осі 22 інструмента, центральними кутами, що утворені їх віссю 42 та боковими плоскими поверхнями відповідно першого 23 і третього 25 клиноподібних пазів, значення яких визначається за формулою:

$\theta_{02} = \theta_{04} = \pi - \theta_{min} - 2\pi\frac{(3\ldots 3{,}5)b}{r_{вп}}$, де

b - максимальна ширина паза типу ластівчина хвоста;

$r_{вп}$ - радіус впадин пазів типу ластівчина хвоста, мм.

В ці пази встановлюються пружні напрямні елементи 8, 9, 10 і 11, на яких виконані забірні фаски 43, 44, 45, 46 для плавного їх входу в оброблений отвір (фіг. 3, 4). На робочій частині 3 корпуса 1 паралельно до поздовжньої осі 22 перед кожним з різальних елементів 4, 5, 6, 7 по відношенні до напряму обертання виконані стружкові канавки 47 (фіг. 1, 2) для направленого відводу стружки з зони оброблення. В правій частині корпуса 1 виконані лиски 48 під ключ для закріплення та зняття інструмента з оправки (фіг. 10).

В клиноподібні пази 18, 19, 20, 21 відповідно встановлені різальні елементи 4, 6, 5, 7, з однаковими допоміжними кутами в плані $\varphi'_1 = \varphi'_2 = \varphi'_3 = \varphi'_4 = \varphi' = 5 - 10^\circ$, на допоміжних задніх поверхнях 49, 50, 51, 52 яких виконані нульові фаски 53, 54, 55, 56 шириною $f = 0{,}1 - 0{,}8$мм для підвищення розмірної стійкості інструмента (див. Макаров А. Д. Оптимизация процессов резания / А. Д. Макаров. - М.: Машиностроение, 1976.-278 с.) (фіг. 5, 6, 7, 8). На головних різальних кромках 57, 58 різальних елементів 4, 6 встановлених відповідно в першому 18 і третьому 19 клиноподібних пазах виконані фаски 59, 60 під кутом $\varphi_{01} = \varphi_{03} = \varphi_0 = 20 - 45^\circ$ до поздовжньої осі 22 інструмента (фіг. 5), а на головних різальних кромках 61, 62 різальних елементів 5, 7, які встановлені в другому 20 і четвертому 21 клиноподібних пазах, виконані

фаски 63, 64 під кутом до поздовжньої осі 22 інструмента (фіг. 7), величина якого визначається за формулою:

$$\varphi_{02K} = \varphi_{04K} = \varphi_{0K} = \operatorname{arcctg}\left(\frac{(\operatorname{ctg}\varphi_0 + \operatorname{ctg}\varphi')\cdot(\pi - \theta_{min})}{\theta_{min}} - \operatorname{ctg}\varphi'\right)$$, де

φ_0 - кут нахилу додаткової фаски до поздовжньої осі інструмента на першому та третьому різальних елементах, град.;

φ' - допоміжний кут в плані на різальних елементах, град.;

θ_{min} - центральний кут між плоскими поверхнями першого і другого та третього і четвертого клиноподібних пазів, град.

Інструмент працює наступним чином. До початку обробки заготовку у вигляді труби надівають на оправку, що з'єднана з пристроєм осьової подачі верстата. На кінець оправки, закріплюють інструмент за допомогою хвостовика 2 і заводять разом з заготовкою в патрон. Заготовку закріплюють в патроні і надають їй обертовий рух, а інструменту - осьову подачу. Після закінчення обробки готову деталь знімають з патрона, інструмент відкручують з оправки і процес повторюють знову.

Для визначення кутів розміщення різальних елементів в площині, перпендикулярній до поздовжньої осі інструмента, величин допоміжних кутів в плані та подач на кожному з різальних елементів, а також подачі на оберт в залежності від величини шорсткості, скористаємось фіг. 11. Введемо систему координат уОх. Вісь х направимо вправо - в напрямку, протилежному напрямку подачі, вісь у - вверх. Виберемо на осі х довільну точку N_1', яка буде зображати вершину першого різального елемента (ПРЕ) інструмента, та, провівши промінь з N_1' під кутом φ_0 до осі Ох, отримаємо положення головної різальної кромки (ГРК) першого різального елемента в момент початку здійснення оберту. Другий різальний елемент (ДРЕ) зміщаємо відносно першого на кут $\theta_{12} = \theta_{min}$, де $\theta_{min} = 45 - 60°$. Тоді, вважаючи що допоміжний кут в плані φ' на всіх різцях однаковий, а також, задавши величину шорсткості обробленої поверхні $H \approx Rz = const$ та прийнявши значення головного кута в плані на першому різальному елементі (ПРЕ) $\varphi_1 = \varphi_0$, отримаємо значення подачі з $\Delta N_2 N_1' B_1 : s_2 = H\cdot(\operatorname{ctg}\varphi_0 + \operatorname{ctg}\varphi_2')$.

Вершину третього різального елемента (ТРЕ) для зрівноваження радіальних складових сил різання встановлюємо навпроти вершини ПРЕ, а вершину четвертого різального елемента (ЧРЕ) - навпроти ДРЕ тобто відносно ПРЕ, ДРЕ та ЧРЕ будуть зміщені в коловому напрямку на кути відповідно π та $\pi + \theta_{min}$. Враховуючи, що подача s_2 на ДРЕ забезпечується таким конструкторським параметром, як кутове розміщення ДРЕ відносно ПРЕ $\theta_{12} = \theta_{min}$, то подачу на ТРЕ знайдемо з співвідношення $s_2 / s_3 = \theta_{min} / (\pi - \theta_{min})$, і отримаємо:

$$s_3 = \frac{s_2\cdot(\pi - \theta_{min})}{\theta_{min}} = \frac{H\cdot(\operatorname{ctg}\varphi_0 + \operatorname{ctg}\varphi')\cdot(\pi - \theta_{min})}{\theta_{min}},$$

яка на фіг. 11 зобразиться відрізком N_2N_3. Подача на ЧРЕ s_4=s_2. Загальну подачу інструмента знайдемо із співвідношення $s_2 / s = \theta_{min} / 2\pi$:

$$s = \frac{s_2\cdot 2\pi}{\theta_{min}} = \frac{H\cdot(\operatorname{ctg}\varphi_0 + \operatorname{ctg}\varphi')\cdot 2\pi}{\theta_{min}}$$

Для забезпечення умови $H \approx Rz = const$ приймаємо значення головного кута в плані на першому і третьому різальних елементах $\varphi_1 = \varphi_3 = \varphi_0$, та корегуємо значення головних кутів в плані на другому та четвертому різальних елементах, значення яких визначиться з $\Delta N_3 N_2 B_2$ (фіг. 11) за формулою: $\varphi_{02K} = \varphi_{04K} = \varphi_{0K} = \operatorname{arcctg}(s_3 / H - \operatorname{ctg}\varphi')$. Підставивши замість s_3 його отримане значення та спростивши будемо мати:

$$\varphi_{02K} = \varphi_{04K} = \varphi_{0K} = \operatorname{arcctg}\left(\frac{(\operatorname{ctg}\varphi_0 + \operatorname{ctg}\varphi')\cdot(\pi - \theta_{min})}{\theta_{min}} - \operatorname{ctg}\varphi'\right).$$

Для визначення кута підйому рифлень скористаємось розрахунковими схемами на фіг. 12, фіг. 13 та наступними міркуваннями: після зношування різального елемента в радіальному напрямку на величину h_r та перезаточування на величину Δ його перешліфовують по передній поверхні на величину $a_{min} = 0{,}1\ldots0{,}2$мм. Таким чином при повторному встановленні різальних елементів 4 в пази 13 вони перемістяться в осьовому напрямку на величину l, яку визначимо, розглянувши ΔABC, $l = a_{min}\cdot\operatorname{tg}\omega$. При цьому необхідно, щоб при переміщенні в осьовому напрямку на цю величину радіальне переміщення компенсувало величини зношування та

перезаточування. Врахувавши вищевикладене і розглянувши ΔDEF, отримаємо: $\eta = \text{arctg}((\Delta + h_r)/a_{min} \cdot tg\omega)$.

Таким чином запропонована конструкція різального інструмента дозволить розширити технологічні можливості, а також використання інструмента внаслідок забезпечення постійності допоміжного кута в плані та за рахунок корегування головного кута в плані на різальних елементах, а також забезпечить нижчу шорсткість обробленої поверхні в порівнянні з іншими аналогічними інструментами з рівномірно-розміщеними по колу різальними елементами.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Багатолезовий різальний інструмент для витяжного розточування внутрішніх циліндричних поверхонь, що складається з корпуса, в якому виконані хвостовик з різьбовою частиною та робоча частина, різальних елементів, центрального у хвостовику отвору і каналів для підводу змащувально-охолоджуючої рідини (ЗОР) в зону різання та напрямних елементів і в робочій частині корпуса виконані чотири попарно діаметрально протилежно розміщені, перший по відношенню до третього, а другий по відношенню до четвертого, однакові, паралельні до поздовжньої осі інструмента, клиноподібні пази, і сліди перших бокових плоских поверхонь кожного клиноподібного паза в площині, перпендикулярній до поздовжньої осі інструмента, є нормаллю до кола, утвореного перерізом цією ж площиною зовнішньої циліндричної поверхні робочої частини корпуса, а на других бокових поверхнях клиноподібних пазів, які розміщені під кутом ω по відношенню до відповідних перших плоских бокових поверхонь клиноподібних пазів, меншим від кута тертя, виконані рифлення, які нахилені під кутом до поздовжньої осі інструмента, що визначається за формулою:

$\eta = \text{arctg}((\Delta + h_r)/a_{min} \cdot tg\omega)$, де

Δ - величина перезаточування різця в радіальному напрямку, мм;

h_r - величина допустимого радіального зношування інструмента, мм;

a_{min} - величина мінімальної величини переточування державки різця по передній поверхні, мм;

і центральні кути між плоскими поверхнями першого і другого та третього і четвертого клиноподібних пазів однакові і рівні $\theta_{min} = 30 - 60°$ та на головних різальних кромках різальних елементів, встановлених в першому та третьому клиноподібних пазах, у яких допоміжні кути в плані однакові і становлять $\varphi' = 5 - 10°$, виконані фаски під кутом $\varphi_{01} = \varphi_{03} = \varphi_0 = 20 - 45°$ до поздовжньої осі інструмента, і в робочій частині корпуса додатково виконані чотири попарно діаметрально протилежно розміщені, однакові, паралельні до поздовжньої осі інструмента, пази типу ластівчина хвоста, та положення одного із них визначено в площині, перпендикулярній до поздовжньої осі інструмента, центральним кутом, який утворений його віссю і боковою плоскою поверхнею першого клиноподібного паза, який визначається за формулою $\theta_{01} = 2\pi\frac{(1{,}5\ldots2)b + B}{r_{вп}}$,

де

b - максимальна ширина паза типу ластівчина хвоста, мм;

B - максимальна ширина клиноподібного паза, мм;

$r_{вп}$ - радіус впадин паза, мм;

а положення суміжного з ним паза визначається в площині, перпендикулярній до поздовжньої осі інструмента, центральним кутом, що утворений його віссю і слідом бокової плоскої поверхні першого клиноподібного паза за формулою $\theta_{02} = \pi - \theta_{min} - 2\pi\frac{(3\ldots3{,}5)b}{r_{вп}}$, де

b - максимальна ширина паза типу ластівчина хвоста;

$r_{вп}$ - радіус впадин паза;

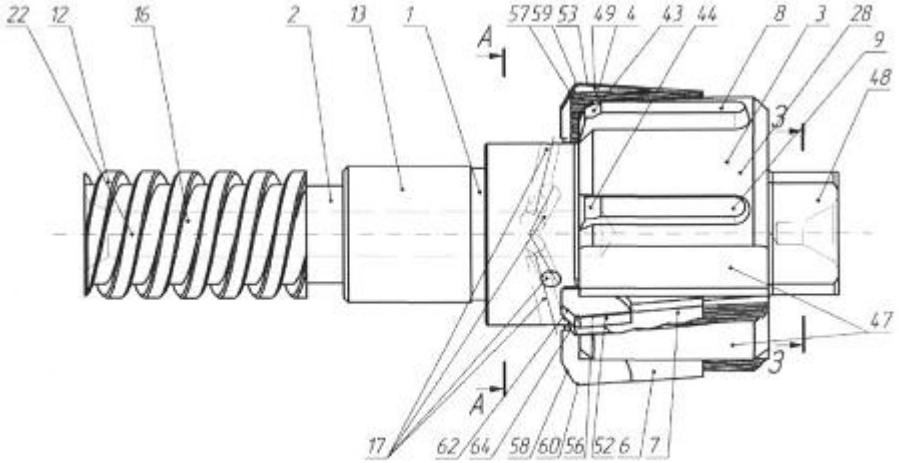
і в ці пази встановлені пружні напрямні елементи, які зміщені в напрямку, протилежному подачі відносно вершин різальних елементів, на певну величину, та на яких виконані забірні фаски для плавного їх входу в оброблений отвір, який **відрізняється** тим, що на різальних елементах, встановлених у другому та четвертому клиноподібних пазах, допоміжні кути в плані однакові, та, як і на різальних елементах, встановлених у першому та третьому клиноподібних пазах, становлять $\varphi' = 5 - 10°$, та на допоміжних різальних кромках різальних елементів виконані фаски шириною $f = 0{,}1 - 0{,}8$мм, а на головних різальних кромках різальних елементів, встановлених в другому та четвертому клиноподібних пазах, виконані фаски під кутом до поздовжньої осі інструмента, який визначаються за формулою:

$$\varphi_{02K} = \varphi_{04K} = \varphi_{0K} = \operatorname{arcctg}\left(\frac{(\operatorname{ctg}\varphi_0 + \operatorname{ctg}\varphi')\cdot(\pi - \theta_{min})}{\theta_{min}} - \operatorname{ctg}\varphi'\right)$$, де

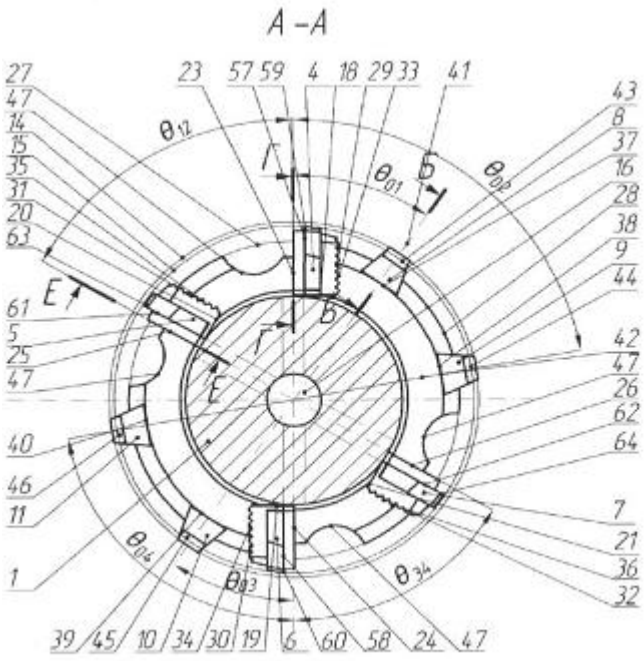
φ_0 - кут нахилу додаткової фаски до поздовжньої осі інструмента на першому та третьому різальних елементах, град.;

φ' - допоміжний кут в плані на різальних елементах, град.;

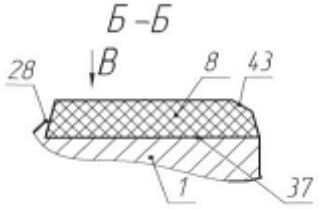
θ_{min} - центральний кут між плоскими поверхнями першого і другого та третього і четвертого клиноподібних пазів, град.



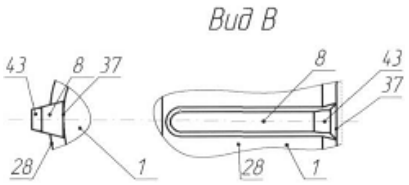
Фіг. 1



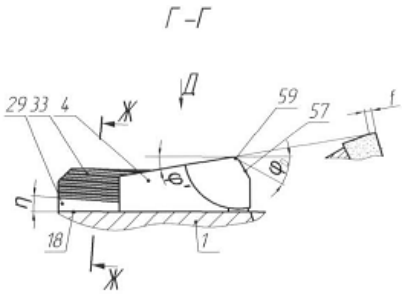
Фіг. 2



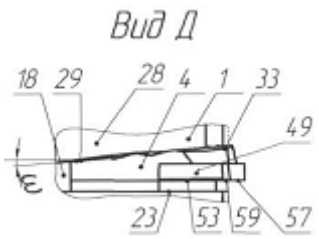
Фіг. 3



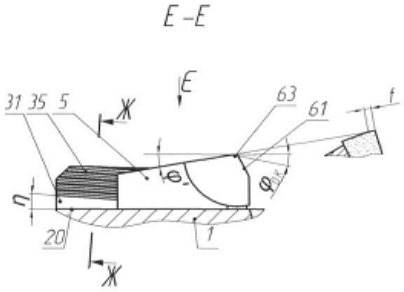
Фіг. 4



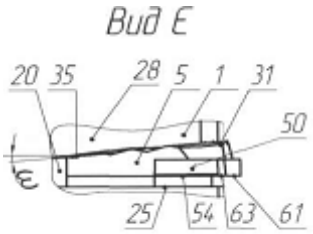
Фіг. 5



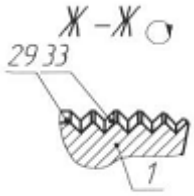
Фіг. 6



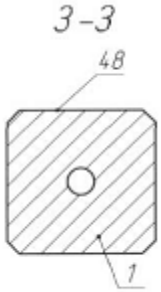
Фіг. 7



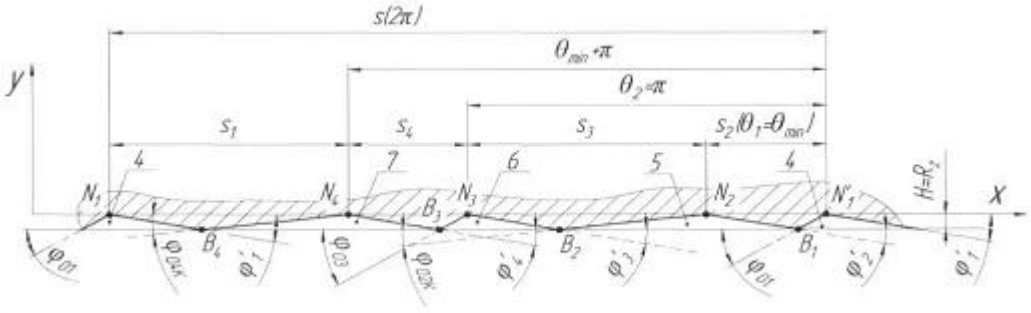
Фіг. 8



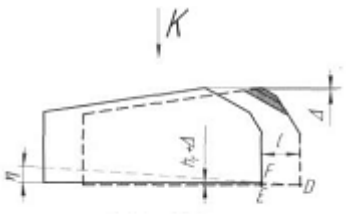
Фіг. 9



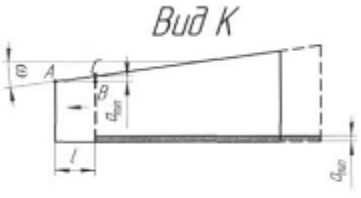
Фіг. 10



Фіг. 11



Фіг. 12



Фіг. 13

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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