



УКРАЇНА

(19) UA (11) 67542 (13) U
(51) МПК
B23B 51/10 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

ОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

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

1

2

(21) u201109467

(22) 28.07.2011

(24) 27.02.2012

(46) 27.02.2012, Бюл.№ 4, 2012 р.

(72) КРИВИЙ ПЕТРО ДМИТРОВИЧ, КРУПА ВОЛОДИМИР ВАСИЛЬОВИЧ, КУШПІЛЬ ВОЛОДИМИР СТЕПАНОВИЧ

(73) ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

(57) Багатолезовий різальний інструмент для протяжного розточування внутрішніх циліндричних поверхонь, що складається з корпусу, в якому виконані хвостовик з різьбовою частиною та робоча частина, різальних елементів, центрального у хвостовику отвору і каналів для підводу змащувально-охолоджуючої рідини в зону різання та напрямних елементів, який **відрізняється** тим, що в робочій частині корпусу виконані чотири попарно діаметрально протилежно розміщені, перший відносно до третього, а другий відносно до четвертого, однакові, паралельні до поздовжньої осі інструмента клиноподібні пази, причому 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 корпусу, а на других бокових поверхнях клиноподібних пазів, які розміщені під кутом ω відносно до відповідних перших плоских бокових поверхонь клиноподібних пазів, меншим від кута тертя, виконані рифлення, які нахилені під кутом η до поздовжньої осі інструмента, що визначається за формулою:

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

Δ - величина перезаточування різця в радіальному напрямку;

h_r - допустимий радіальний знос інструмента;

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

причому центральні кути між плоскими боковими 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, які закріплені в клиноподіб-

них пазах, виконані додаткові фаски шириною $f = 0,1 - 0,8 \text{ мм}$, і довжиною $m = 1,5 - 2 \text{ мм}$ під кутом

$\varphi_0 = 20 - 45^\circ$ до поздовжньої осі інструмента, причому допоміжні кути в плані різальних елементів, встановлених в другому і четвертому клиноподібних пазах, рівні $\varphi'_2 = \varphi'_4 = \varphi' = 5 - 10^\circ$, а допоміжні кути в плані різальних елементів, встановлених в першому і третьому клиноподібних пазах, визначаються за формулою:

$$\varphi'_1 = \varphi'_3 = \varphi'_5 = \arccctg \left(\frac{(\operatorname{ctg} \varphi_0 + \operatorname{ctg} \varphi') \cdot (\pi - \theta_{\min})}{\theta_{\min}} - \operatorname{ctg} \varphi_0 \right), \text{ де}$$

φ_0 - кут нахилу додаткової фаски до поздовжньої осі інструмента;

φ' - допоміжний кут в плані на різальних елементах;

θ_{\min} - центральний кут між плоскими поверхнями першого і другого та третього і четвертого клиноподібних пазів;

і в робочій частині корпусу додатково виконані чотири попарно діаметрально протилежно розміщені, однакові, паралельні до поздовжньої осі інструмента пази типу "ластівчиного хвоста", 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:

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

b - максимальна ширина паза типу "ластівчиного хвоста";

B - максимальна ширина клиноподібного паза;

$r_{\text{вн}}$ - радіус впадин паза,

а положення суміжного з ним паза визначається в площині, перпендикулярній до поздовжньої осі інструмента центральним кутом, що утворений його віссю і боковою плоскою поверхнею першого клиноподібного паза за формулою:

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

(19) UA (11) 67542 (13) U

b - максимальна ширина паза типу "ластівчиного хвоста";

$r_{\text{вп}}$ - радіус впадин паза,

і в ці пази встановлені пружні напрямні елементи, які зміщені в напрямку, протилежному подачі від-

повідно вершин різальних елементів, на певну величину, і на яких виконані забірні фаски для плавного їх входу в оброблений отвір.

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

Найближчим технічним рішенням до заявленого є багатолезовий різальний інструмент для протяжного розточування внутрішніх циліндричних поверхонь, який складається з корпусу, в якому виконані хвостовик з різьбовою частиною та робоча частина, твердосплавних різальних елементів, центрального у хвостовика отвору і каналів для підводу змащувально-охолоджуючої рідини (ЗОР) в зону різання та напрямних елементів [див. пат. РФ RU2388579, опубл. 10.05.2010, бюл. №13].

Недоліком даного інструмента є його низька стійкість і збільшення діаметральних розмірів, що можуть виходити за межі допуску оброблюваної деталі через те, що напрямні фаски на різальних елементах значно збільшують площу контакту різальної частини інструмента з оброблюваною поверхнею, підвищуючи при цьому температуру в зоні оброблення. Іншим недоліком є підвищене зношування напрямних внаслідок їх контактування з оброблюваною поверхнею.

В основу корисної моделі поставлена задача підвищити точність розмірів оброблюваних деталей, а також підвищити стійкість інструмента.

Поставлена задача вирішується шляхом виконання інструмента, що складається з корпусу, в якому виконані хвостовик з різьбовою частиною та робоча частина, різальних елементів, центрального у хвостовика отвору і каналів для підводу змащувально-охолоджуючої рідини (ЗОР) в зону різання та напрямних елементів, згідно з корисною моделлю, в робочій частині корпусу виконані чотири попарно діаметрально протилежно розміщені, перший відносно до третього, а другий відносно до четвертого, однакові, паралельні до поздовжньої осі інструмента клиноподібні пази, причому сліди перших бокових плоских поверхонь кожного клиноподібного паза в площині, перпендикулярній до поздовжньої осі інструмента, є нормаллю до кола, утвореного перерізом цієї ж площиною зовнішньої циліндричної поверхні робочої частини корпусу, а на других бокових поверхнях клиноподібних пазів, які розміщені під кутом ω відносно до відповідних перших плоских бокових поверхонь клиноподібних пазів, меншим від кута тертя, виконані рифлення, які нахилені під кутом η до поздовжньої осі інструмента, що визначається за формулою:

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

Δ - величина переточування різця в радіальному напрямку;

h_r - допустимий радіальний знос інструмента;

$a_{\text{мін}}$ - мінімальна величина переточування державки різця по передній поверхні,

причому центральні кути між плоскими боковими поверхнями першого і другого та третього і четвертого клиноподібних пазів однакові і рівні

$\theta_{\text{мін}} = 30 - 60^\circ$ та на головних різальних кромках різальних елементів, які закріплені в клиноподібних пазах, виконані додаткові фаски шириною $f = 0,1 - 0,8 \text{ мм}$ і довжиною $m = 1,5 - 2 \text{ мм}$ під кутом

$\varphi_0 = 20 - 45^\circ$ до поздовжньої осі інструмента, причому допоміжні кути в плані різальних елементів, встановлених в другому і четвертому клиноподібних пазах, рівні $\varphi_2 = \varphi_4 = \varphi' = 5 - 10^\circ$, а допоміжні кути в плані різальних елементів, встановлених в першому і третьому клиноподібних пазах, визначаються за формулою:

$$\varphi_1 = \varphi_3 = \varphi_k = \text{arcctg} \left(\frac{(\text{ctg}\varphi_0 + \text{ctg}\varphi') \cdot (\pi - \theta_{\text{мін}})}{\theta_{\text{мін}}} - \text{ctg}\varphi_0 \right),$$

де

φ_0 - кут нахилу додаткової фаски до поздовжньої осі інструмента;

φ' - допоміжний кут в плані на різальних елементах;

$\theta_{\text{мін}}$ - центральний кут між плоскими поверхнями першого і другого та третього і четвертого клиноподібних пазів,

і в робочій частині корпусу додатково виконані чотири попарно діаметрально протилежно розміщені, однакові, паралельні до поздовжньої осі інструмента пази типу "ластівчиного хвоста", 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:

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

b - максимальна ширина паза типу "ластівчиного хвоста";

B - максимальна ширина клиноподібного паза;

$r_{\text{вп}}$ - радіус впадин паза,

а положення суміжного з ним паза визначається в площині, перпендикулярній до поздовжньої осі інструмента центральним кутом, що утворений його віссю і боковою плоскою поверхнею першого клиноподібного паза за формулою:

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

b - максимальна ширина паза типу "ластівчинного хвоста";

$r_{\text{вн}}$ - радіус впадин паза,

і в ці пази встановлені пружні напрямні елементи, які зміщені в напрямку, протилежному подачі відносно вершин різальних елементів, на певну величину, і на яких виконані забірні фаски для плавного їх входу в оброблений отвір.

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 протяжного розточування внутрішніх циліндричних поверхонь складається з корпусу 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 різьба 12 та циліндрична поверхня 13 служать для співвісного з'єднання інструмента з оправкою (на фіг. 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 каналами 17, що подають ЗОР до кожного з різальних елементів 4, 5, 6, 7. В робочій частині 3 корпусу 1 виконані чотири однакові попарно діаметрально протилежно розміщені, перший 18 відносно до третього 19 і другий 20 відносно 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 нормаллями до кола 27, утвореного перерізом цієї ж площиною зовнішньої циліндричної поверхні 28 робочої частини корпусу. На других бокових поверхнях 29, 30, 31, 32 клиноподібних пазів 18, 19, 20, 21, які розміщені під кутом ω відносно до відповідних перших плоских бокових 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 η до поздовжньої осі 22 інструмента, що визначається за формулою:

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

Δ - величина переточування різця в радіальному напрямку;

h_r - допустимий радіальний знос інструмента;

θ_{\min} - мінімальна величина переточування державки різця по передній поверхні.

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 клиноподібні пази 18, 19, 20, 21 відповідно встановлені різальні елементи 4, 6, 5, 7, на головних різальних кромках 37, 38, 39, 40 яких виконані фаски 41, 42, 43, 44 довжиною $m = 1,5 - 2$ мм та шириною

$f = 0,1 - 0,8$ мм під кутом $\varphi_0 = 20 - 60^\circ$ до поздовжньої осі 22 інструмента. В другий 20 і четвертий 21 клиноподібні пази відповідно встановлені другий 5 і четвертий 7 різальні елементи з допоміжними кутами в плані $\varphi_2 = \varphi_4 = \varphi' = 5 - 10^\circ$, а в перший 18 і третій 19 клиноподібні пази встановлені відповідно перший 4 і третій 6 різальні елементи з корегованими допоміжними кутами в плані, які визначаються за формулою:

$$\varphi_1 = \varphi_3 = \varphi_K = \text{arcctg} \left(\frac{(\text{ctg} \varphi_0 + \text{ctg} \varphi') \cdot (\pi - \theta_{\min})}{\theta_{\min}} - \text{ctg} \varphi_0 \right),$$

де

φ_0 - кут нахилу додаткової фаски до поздовжньої осі інструмента;

φ' - допоміжний кут в плані на різальних елементах;

$r_{\text{вн}}$ - центральний кут між плоскими поверхнями першого і другого та третього і четвертого клиноподібних пазів.

В робочій частині 3 корпусу 1 виконані чотири попарно діаметрально протилежно розміщені однакові, паралельні до поздовжньої осі 22 інструмента, пази 45, 46, 47, 48 типу "ластівчинного хвоста". Положення одного з них, а також протилежного йому (відповідно першого і третього), визначено в площині, перпендикулярній до поздовжньої осі 22 інструмента (фіг. 2) центральними кутами, які утворені їх віссю 49 та боковими плоскими поверхнями 23 і 25 відповідно першого 18 та третього 20 пазів, значення яких визначається за формулою:

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

b - максимальна ширина паза типу "ластівчинного хвоста";

B - максимальна ширина клиноподібного паза;

$r_{\text{вн}}$ - радіус впадин пазів типу "ластівчинного хвоста".

Положення другого 46 та четвертого 48 пазів визначаються в площині, перпендикулярній до поздовжньої осі 22 інструмента центральними кутами, що утворені їх віссю 50 і боковими плоскими поверхнями відповідно 23 і 25 першого та третього пазів, значення яких визначається за формулою:

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

b - максимальна ширина паза типу "ластівчинного хвоста";

$r_{\text{вн}}$ - радіус впадин пазів типу "ластівчинного хвоста".

В ці пази встановлюються пружні напрямні елементи 8, 9, 10 і 11, які зміщені в напрямку, протилежному подачі відносно вершин різальних елементів на певну величину і на яких виконані забірні фаски 51, 52, 53, 54 для плавного їх входу в оброблений отвір (фіг. 3, 4). На робочій частині 3 корпусу 1 паралельно до поздовжньої осі 22 перед кожним з різальних елементів 4, 5, 6, 7 відносно до напрямку обертання виконані стружкові канавки 55 (фіг. 1, 2) для направленоного відводу стружки з зони оброблення. В правій частині корпусу 1 виконані лиски 56 під ключ для закріплення та зняття інструмента з оправки (фіг. 10).

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 uOx . Вісь x направимо вправо - в напрямку, протилежному напрямку подачі, вісь u - вверх. Виберемо на осі x 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, Ox отримаємо положення головної різальної кромки (ГРК) ПРЕ в момент початку здійснення оберту. Другий різальний елемент (ДРЕ) зміщаємо відносно першого на кут $\theta_{12} = \theta_{\min}$, де $\theta_{\min} = 30 - 60^\circ$. Тоді, вважаючи, що головний кут в плані φ_0 на всіх різцях однаковий, а також задавшись величиною шорсткості обробленої поверхні $H \approx Rz = \text{const}$ та прийнявши значення допоміжного кута в плані на другому різальному елементі (ДРЕ) $\varphi_2' = 5 \dots 10^\circ$, отримаємо значення подачі з $\Delta N_2 N_1' B_1$: $s_2 = H \cdot (\text{ctg} \varphi_0 + \text{ctg} \varphi_2')$. 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:

$$s_3 = \frac{s_2 \cdot (\pi - \theta_{\min})}{\theta_{\min}} = \frac{H \cdot (\text{ctg} \varphi_0 + \text{ctg} \varphi_2') \cdot (\pi - \theta_{\min})}{\theta_{\min}},$$

яка на фіг. 11 зобразиться відрізком $N_2 N_3$.

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

$$s = \frac{s_2 \cdot 2\pi}{\theta_{\min}} = \frac{H \cdot (\text{ctg} \varphi_0 + \text{ctg} \varphi_2') \cdot 2\pi}{\theta_{\min}}.$$

Для забезпечення умови $H \approx Rz = \text{const}$ приймаємо значення допоміжного кута в плані на четвертому і другому різальних елементах $\varphi_4' = \varphi_2' = \varphi' = 5 \dots 10^\circ$, а величини допоміжних кутів в плані на першому та третьому різальних елементах визначаються з $\Delta N_3 N_2 B_2$ (фіг. 11) за формулою: $\varphi_3' = \varphi_1' = \text{arcctg}(s_3/H - \text{ctg} \varphi_0)$. Підставивши замість s_3 його отримане значення та спростивши, будемо мати:

$$\varphi_{3K}' = \varphi_{1K}' = \varphi_K' = \text{arcctg} \left(\frac{(\text{ctg} \varphi_0 + \text{ctg} \varphi_2') \cdot (\pi - \theta_{\min})}{\theta_{\min}} - \text{ctg} \varphi_0 \right)$$

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 $\alpha_{\min} = 0,1 \dots 0,2$ мм. Таким чином, при повторному встановленні різальних елементів 4 в пази 13 вони перемістяться в осьовому напрямку на величину l , яку визначимо, розглянувши ΔABC , $l = \alpha_{\min} \cdot \text{tg} \omega$. При цьому необхідно, щоб при переміщенні в осьовому напрямку на цю величину радіальне переміщення компенсувало величини зношування та перезаточування. Врахувавши вищевикладене і розглянувши ΔABC отримаємо: $\eta = \text{arcctg}((\Delta + h_r)/\alpha_{\min} \cdot \text{tg} \omega)$.

Таким чином, запропонована конструкція різального інструмента дозволить зменшити його нагрів в процесі роботи за рахунок зменшення площі контакту різальних елементів з заготовкою, що, в свою чергу, підвищить точність обробленої деталі і підвищить його стійкість, а також забезпечить нижчу шорсткість обробленої поверхні в порівнянні з аналогічним інструментом з рівномірно розміщеними по колу різальними елементами.

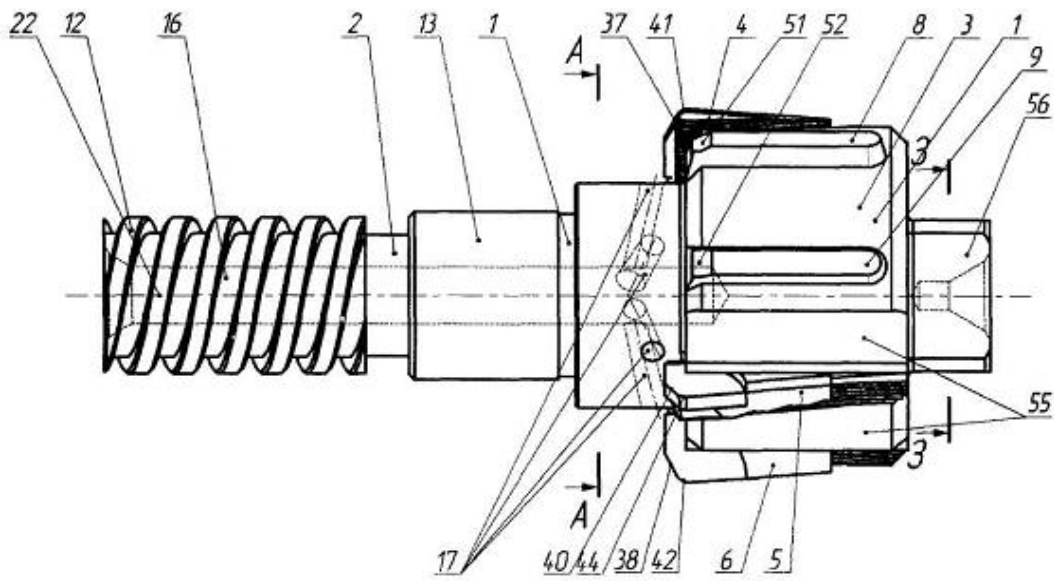


Fig. 1

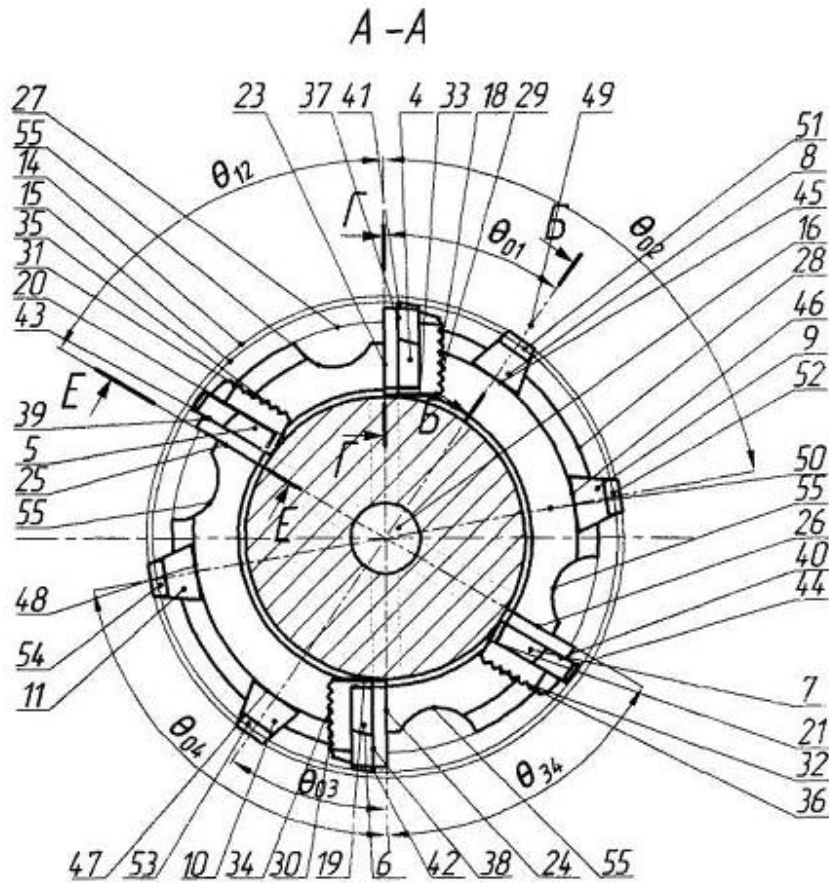
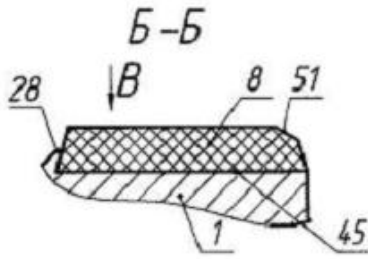
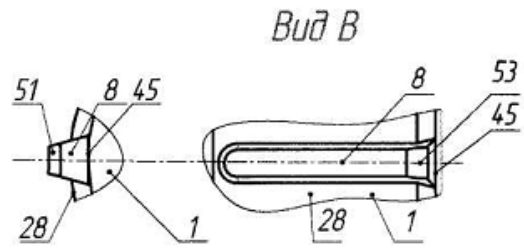


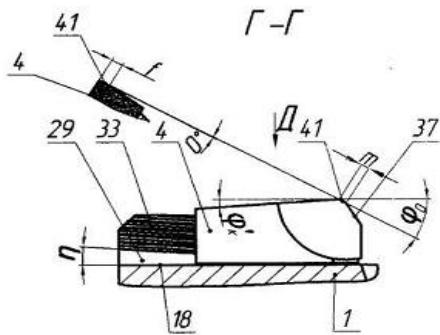
Fig. 2



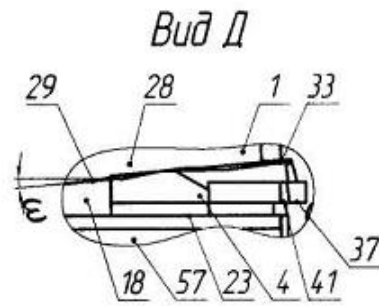
Фиг. 3



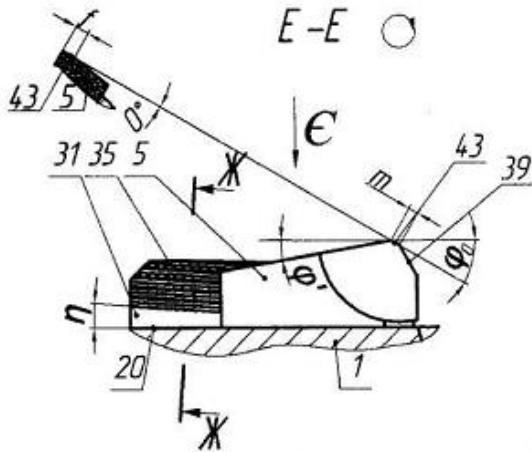
Фиг. 4



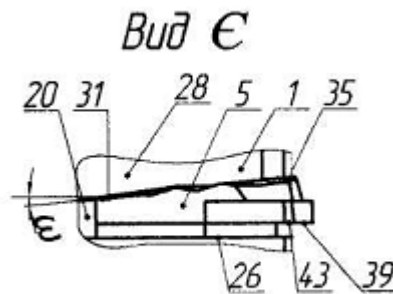
Фиг. 5



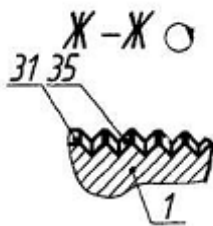
Фиг. 6



Фиг. 7

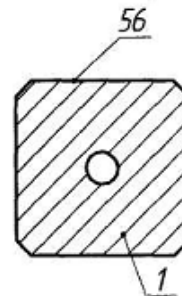


Фиг. 8

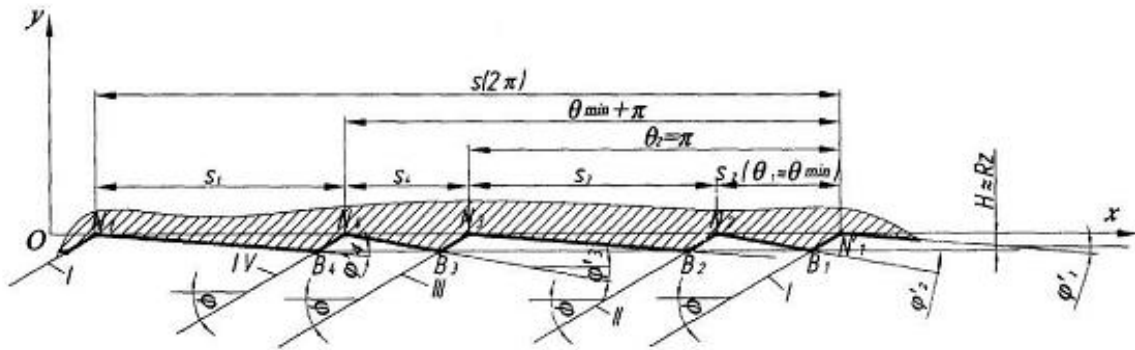


Фиг. 9

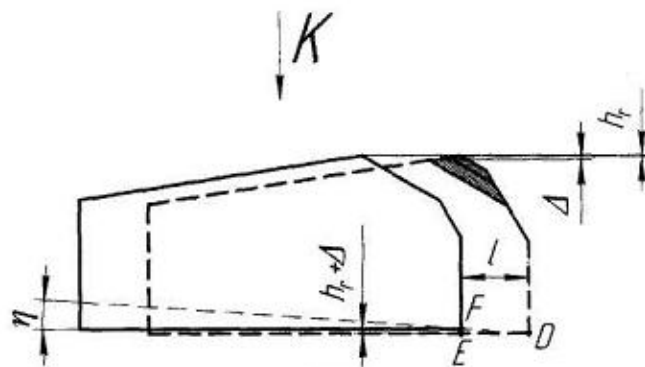
З-З



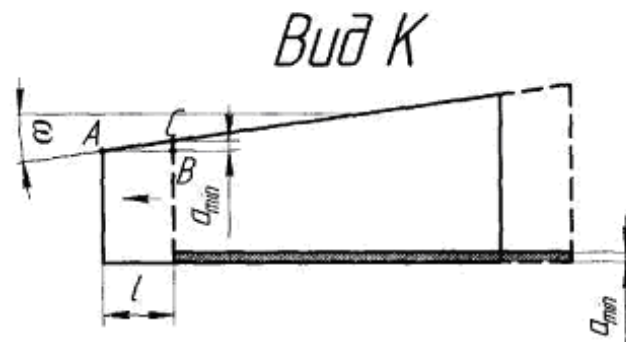
Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13