



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 89174

(13) C2

(51) МПК (2009)

B23B 29/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

## (54) РОЗТОЧУВАЛЬНА ГОЛОВКА

1

2

(21) а200605972

(22) 30.05.2006

(24) 11.01.2010

(46) 11.01.2010, Бюл.№ 1, 2010 р.

(72) БУЮКЛІ ІВАН МИХАЙЛОВИЧ, ЮРГАЧОВ ВА-  
ДИМ ДМИТРОВИЧ, ЛІНЧЕВСЬКИЙ ПАВЛО АДА-  
МОВИЧ, ОНИЩЕНКО СЕРГІЙ МИХАЙЛОВИЧ(73) БУЮКЛІ ІВАН МИХАЙЛОВИЧ, ЮРГАЧОВ ВА-  
ДИМ ДМИТРОВИЧ, ЛІНЧЕВСЬКИЙ ПАВЛО АДА-  
МОВИЧ, ОНИЩЕНКО СЕРГІЙ МИХАЙЛОВИЧ

(56) SU 776766, 07.11.1980

RU 92008042, А, 20.02.1995

RU 2196027, С2, 10.01.2003

US 3962937, 15.06.1976

(57) 1. Розточувальна головка, що включає корпус  
з напрямними елементами, в пазу якого рухомо в

поперечному напрямі встановлений розточуваль-  
ний блок з різальним елементом і протилежним  
напрямним елементом, яка відрізняється тим, що  
поперечні напрямні поверхні паза корпусу головки  
і блока виконані у вигляді циліндричних поверхонь,  
що сполучаються безпосередньо або через тіла  
кочення.

2. Розточувальна головка за п. 1, яка відрізняється  
тим, що в корпусі головки поперечні радіальні пази  
з розточувальними блоками виконані числом, бі-  
льшим одного і в кожному поперечному пазу вста-  
новлено два ідентичні діаметрально протилежно  
орієнтовані розточувальні блоки, а на кожному  
розточувальному блоці протилежно різальному  
елементу встановлений допоміжний різальний  
елемент.

Винахід стосується металообробки і може бу-  
ти використаний при розточуванні глибоких точних  
отворів великих діаметрів в деталях з матеріалів,  
що важко оброблюються.

Відомо, що при обробці глибоких отворів вико-  
ристовуються розточувальні головки, забезпечені  
опорними напрямними елементами і двохрізцевим  
плаваючим блоком (розгорткою).

Основними недоліками вказаних розточуваль-  
них головок є обмежена різальна здатність і низь-  
ка точність, обумовлені розмірним зносом і  
невизначеністю положення розточувального блока  
в радіальному напрямі.

Наприклад, якщо інтенсивність зносу  
різальних елементів буде неоднаковою, то блок  
під впливом більшої радіальної сили різання на  
різальному лезі, що інтенсивніше зношується, без-  
перервно зміщуватиметься вирівнюючи радіальні  
сили різання у бік різального леза, що менш  
інтенсивно зношується. При цьому діаметр розто-  
чуваного отвору буде більше, ніж відстань між  
вершинами різальних лез. Крім того, вершини  
різальних лез виявляться розташованими на  
різних діаметральних розмірах, тобто буде  
відсутній ефект розподілу подачі, що істотно  
погіршить шорсткість обробленої поверхні.

Іншим характерним недоліком вказаних розто-  
чувальних головок є невизначеність положення  
розточувального блока в процесі обробки щодо осі

розточуваного отвору. При обробці із змінними  
параметрами припуску, твердості, структури та ін.  
радіальні зусилля різання відповідно будуть також  
змінними і плаваючий розточувальний блок буде  
вимушений зміщуватися в радіальному напрямі  
синхронно з вказаною зміною радіальних зусиль  
різання. Це, відповідно, приведе до формування  
геометричних похибок у вигляді спотворення  
прямолінійності подовжньої осі, овальності, огра-  
новування і т.д.

Ці недоліки частково усунені в конструкції  
розточувальної головки, яка описана в авторсько-  
му свідоцтві СРСР № 776766, кл. В23В29/03 (Бюл.  
№ 41, 07.11.80) і є найближчою до тієї, що  
заявляється.

Відмітною ознакою цієї конструкції є те, що  
плаваючий розточувальний блок виконаний з од-  
ним різальним елементом, а замість другого  
різального елемента встановлений опорний на-  
прямний елемент.

При такому виконанні істотно зменшується  
шорсткість обробленої поверхні унаслідок  
згладжуючої дії опорного елемента. Положення  
розточувального блока практично не залежить від  
коливання радіальної складової зусилля різання,  
що істотно зменшує формування геометричних  
похибок у вигляді спотворення прямолінійності  
подовжньої осі, овальності, ограновування і т.д.

(13) C2

(11) 89174

(19) UA

Помітимо, що при традиційному однорізцевому розточуванні величина зміни радіального розміру розточуваного отвору дорівнює сумарній зміні величин розмірного (радіального) зносу різального леза і пружних деформацій розточувального інструмента від початку до кінця обробки.

Виконання плаваючого розточувального блока з протилежним різальному лезу опорним елементом істотно зменшує формування геометричної похибки оброблюваного отвору у вигляді конуса. Чисельно радіальна зміна розміру розточуваного отвору дорівнює половині величини розмірного (радіального) зносу різального леза і не залежить від пружних деформацій інструмента.

Задача винаходу – зменшення впливу розмірного зносу різального леза на формування геометричної похибки оброблюваного отвору у вигляді конуса, а також підвищення якості обробки і технологічних можливостей розточувальної головки.

Досягається задача тим, що, на відміну від відомої конструкції, поперечні напрямні поверхні паза корпусу головки і блока виконані у вигляді циліндричних поверхонь, що сполучаються, без посередньо, або через тіла кочення; у корпусі головки число поперечних радіальних пазів з розточувальними блоками складає один і більше одного, і в кожному поперечному пазу встановлено два ідентичні діаметрально протилежно орієнтовані розточувальні блоки, а на кожному розточувальному блоці навпроти різального елемента встановлений допоміжний різальний елемент.

При такому виконанні радіальна зміна розміру розточуваного отвору істотно менше за половину величини розмірного (радіального) зносу різального леза.

На Фіг.1 зображений загальний вигляд пропонованої конструкції розточувальної головки; на Фіг.2÷7 – розрізи А-А Фіг.1 відповідно для випадків виконання конструкції розточувального блока:

- з вісьма різальними елементами (чотирма чистовими і чотирма чорновими) і чотирма протилежними чистовим різальним елементам опорними напрямними елементами (Фіг.2),
- з чотирма чистовими різальними елементами і чотирма опорними напрямними елементами (Фіг.3),
- з чотирма різальними елементами (двома чистовими і двома чорновими) і двома протилежними чистовим різальним елементам опорними напрямними елементами (Фіг.4),
- з двома чистовими різальними елементами і двома опорними напрямними елементами (Фіг.5),
- з двома різальними елементами (одним чистовим і одним чорновим) і двома опорними напрямними елементами (Фіг.6),
- з одним різальним елементом і одним опорним напрямним елементом (Фіг.7).

На Фіг.8 представлена розрахункова схема для встановлення залежності між величиною розмірного зносу різального леза і величиною радіальної зміни розміру розточуваного отвору

унаслідок вказаного зносу стосовно пропонованої конструкції розточувальної головки.

Позначення на Фіг.1÷8:

$D_3$  - діаметр початкового (необробленого) отвору;

$D_{\text{чорн.}}$  - діаметр отвору, формований чорновими різальними елементами;

$D_{\text{чист.}}$  - діаметр отвору, формований первісно незношеними чистовими різальними елементами;

$D_{\text{зн.}}$  - діаметр отвору, формований чистовими частково зношеними різальними елементами;

$R$  - розрахунковий радіус;

$R_k$  - радіус поперечних циліндричних напрямних поверхонь корпусу розточувальної головки і розточувального блока, що сполучаються;

$\varphi$  - кут, рівний куту тертя.

Розточувальна головка містить циліндричний корпус 1, в радіальних пазах якого рухомо встановлені один або декілька розточувальних блоків 2 з чистовими 3 і чорновими 4 різальними елементами і опорними напрямними елементами 5. Кожен розточувальний блок встановлений з можливістю взаємодії з корпусом розточувальної головки по двох площинах в подовжньому напрямі і одній або двох (Т-подібний паз) циліндричних поверхнях в поперечному напрямі (на Фіг.1 зображений варіант з контактом по одній циліндричній поверхні радіусу  $R_k$ ). Радіальні пази (з міркувань технологічності) виконані відкритими з боку торця корпусу розточувальної головки і геометрично замикаються кришкою 6, яка кріпиться до торця головки гвинтами 11. Автономні клинові елементи 10 встановлені в кришці 6 з можливістю осового переміщення за допомогою гвинтів 9 і взаємодії по клинових поверхнях з розточувальним блоком 2 і одночасно через прокладку 8 з пружиною 7, яка другим торцем взаємодіє з розточувальним блоком 2.

Розточувальна головка працює таким чином.

У початковому стані чистовий і чорновий різальні елементи розточувального блока настроюються відповідно на розміри  $D_{\text{чист.}}$  і  $D_{\text{чорн.}}$  за рахунок відповідного заточування, або за рахунок радіального переміщення відомими регулюючими пристроями (на Фіг. 1 не зображені). Далі розточувальний блок встановлюється спільно з пружиною 7 і прокладкою 8 в паз розточувальної головки, який з боку торця закривається кришкою 6 за допомогою гвинтів 11. У радіальному напрямі положення розточувального блока настраюється за допомогою клинового елемента 10 і гвинта 9 так, щоб середня точка спочатку налагоджених розмірів  $D_{\text{чист.}}$  і  $D_{\text{чорн.}}$  співпала з віссю розточувальної головки (віссю розточуваного отвору). Контроль розмірів настройки здійснюється відомими способами, наприклад, за допомогою "наїзників" з мікронними індикаторами, або іншими вимірювальними пристосуваннями і приладами.

Налагоджену на розміри обробки розточувальну головку вводять в оброблюваний отвір і здійснюють знімання припуску з розподілом його по глибині між чорновими і чистовими різальними лезами (або без розподілу припуску по глибині при обробці тільки чистовими різальними лезами) і розподілом припуску по подачі між чистовими різальними лезами. При цьому відбувається

розмірний знос різальних лез і, відповідно, зменшується діаметр розточуваного отвору деталі. Це приводить до збільшення тиску обробленої поверхні на напрямні елементи 5. Коли радіальне зусилля від тиску обробленої поверхні на напрямні елементи перевищить "порогове" значення (визначається силами тертя спокою рухомо контактуючих поверхонь розточувального блока (ів), блоків між собою, і пазів розточувальної головки, а також жорсткістю пружини 7), розточувальний блок стрибкоподібно переміститься уздовж кругових напрямних і сам встановиться таким чином, що середня точка розміру  $D_{\text{зн.}}$  (Фіг.8) співпадає з віссю розточуваного отвору. Крім того, зміниться співвідношення між величинами чорнового і чистового припуску. Ця зміна порівняно мала і істотно менша за величину розмірного зносу і її на практиці можна не враховувати. Жорсткість (зусилля дії) пружини 7 розраховується так, щоб виключити мимовільне переміщення розточувального блока в результаті дії сил різання на чорновому різальному лезі.

Таким чином, переміщення розточувального блока уздовж кругових напрямних частково компенсує зміну діаметрального розміру оброблюваного отвору, обумовлене розмірним зносом чистового різального елемента. Далі процес обробки продовжується, а самостійне установлення розточувального блока і компенсація розмірного зносу відбуватимуться аналогічним чином.

У запропонованій конструкції напрямні елементи виконують подвійну функцію: функцію орієнтації головки в оброблюваному отворі і функцію стеження за діаметральним розміром обробки і коректування останнього. При необхідності конструктивно, з метою підвищення надійності орієнтування розточувальної головки в оброблюваному отворі, можуть бути передбачені традиційні додаткові напрямні елементи.

Позначимо через  $\Delta$  розмірний знос чистового різального леза і встановимо залежність між цією величиною і величиною радіальної зміни розміру

$\Delta_{\text{зн.}}$  (Фіг.5) розточуваного отвору унаслідок вказаного зносу при обробці запропонованою розточувальною головкою.

На Фіг.1 і 8 через В і Е позначені точки дотику відповідно напрямного елемента і вершини різального леза на початку обробки (розмір обробки -  $D_{\text{чист.}}$ ), а через С і D – те ж по мірі розмірного зносу чистового різця (розмір обробки -  $D_{\text{зн.}}$ ).

З геометричних побудов Фіг.8 витікає, що:

$$\Delta = ED + CB = R \cdot \alpha + R \cdot \beta = R (\alpha + \beta);$$

$$ED \approx \Delta_{\text{зн.}}; R = D_{\text{чист.}} / \cos \varphi; \varphi = \arctg f_{\text{тр.}}, \text{ де}$$

$f_{\text{тр.}}$  - коефіцієнт тертя ( $f_{\text{тр.}} \approx 0,01 \div 0,1$  - залежно від умов тертя: матеріалу пар, що труться, наявності мастила та ін. і умов сполучення циліндричних напрямних: при контакті через тіла кочення - тертя кочення, або безпосередньо - тертя ковзання);

$$\alpha = ED/R = \Delta_{\text{зн.}} \cdot \cos \varphi / D_{\text{чист.}} = \Delta_{\text{зн.}} \cdot \cos (\arctg f_{\text{тр.}}) / D_{\text{чист.}}$$

$$\text{З } \triangle OMC \text{ слідує: } \cos (\beta + \varphi) = (D_{\text{чист.}} - \Delta_{\text{зн.}}) / R \rightarrow \beta = \arccos[(D_{\text{чист.}} - \Delta_{\text{зн.}}) / R] - \varphi = \arccos[(D_{\text{чист.}} - \Delta_{\text{зн.}}) \cdot \cos (\arctg f_{\text{тр.}}) / D_{\text{чист.}}] - \arctg f_{\text{тр.}}$$

Після підстановок і перетворень, остаточно одержимо:

$$\Delta = (D_{\text{чист.}} / \cos (\arctg f_{\text{тр.}})) \cdot ((\Delta_{\text{зн.}} \cdot \cos (\arctg f_{\text{тр.}}) / D_{\text{чист.}}) + \arccos[(D_{\text{чист.}} - \Delta_{\text{зн.}}) \cdot \cos (\arctg f_{\text{тр.}}) / D_{\text{чист.}}] - \arctg f_{\text{тр.}}) = \Delta_{\text{зн.}} + (D_{\text{чист.}} / \cos (\arctg f_{\text{тр.}})) \cdot \{\arccos[(D_{\text{чист.}} - \Delta_{\text{зн.}}) \cdot \cos (\arctg f_{\text{тр.}}) / D_{\text{чист.}}] - \arctg f_{\text{тр.}}\}.$$

Використовуючи одержану залежність, встановимо чисельні значення зміни радіального розміру отвору залежно від величини розмірного зносу різального леза при значеннях діаметра розточування  $D_{\text{чист.}} = 100 \text{ мм}$  і коефіцієнта тертя  $f_{\text{тр.}} = 0,1$  і  $f_{\text{тр.}} = 0,01$ , а результати представимо в табличному вигляді і для порівняння приведемо аналогічні значення при обробці відомою конструкцією розточувальної головки, для якої  $\Delta = 2 \Delta_{\text{зн.}}$ .

Таблиця

№ з.п.	$\Delta_{\text{зн.}}$ , мкм	Розмірний знос різального леза $\Delta$ , мкм		
		При обробці відомою конструкцією розточувальної головки	При обробці запропонованою конструкцією розточувальної головки	
			$f_{\text{тр.}} = 0,1$	$f_{\text{тр.}} = 0,01$
1	1	2	11,045	96,45
2	2	4	22,080	182,225
3	3	6	33,105	267,925
4	4	8	44,119	345,658
5	5	10	55,124	419,235
6	6	12	66,119	489,265
7	7	14	77,105	556,223
8	8	16	88,080	620,485
9	9	18	99,045	682,357
10	10	20	110,001	742,092
11	11	22	120,947	799,899
12	12	24	131,883	855,958
13	13	26	142,810	910,419
14	14	28	153,727	963,415
15	15	30	164,634	1015,060

16	16	32	175,532	1065,454
17	17	34	186,420	1114,686

Продовження таблиці

№ з.п.	$\Delta_{\text{зн.}}, \text{мкм}$	Розмірний знос різального леза $\Delta$ , мкм		
		При обробці відомою конструкцією розточувальної головки	При обробці пропонованою конструкцією розточувальної головки	
			$f_{\text{тр.}} = 0,1$	$f_{\text{тр.}} = 0,01$
18	18	36	197,298	1162833
19	19	38	208,167	1209,966
20	20	40	219,027	1256,148

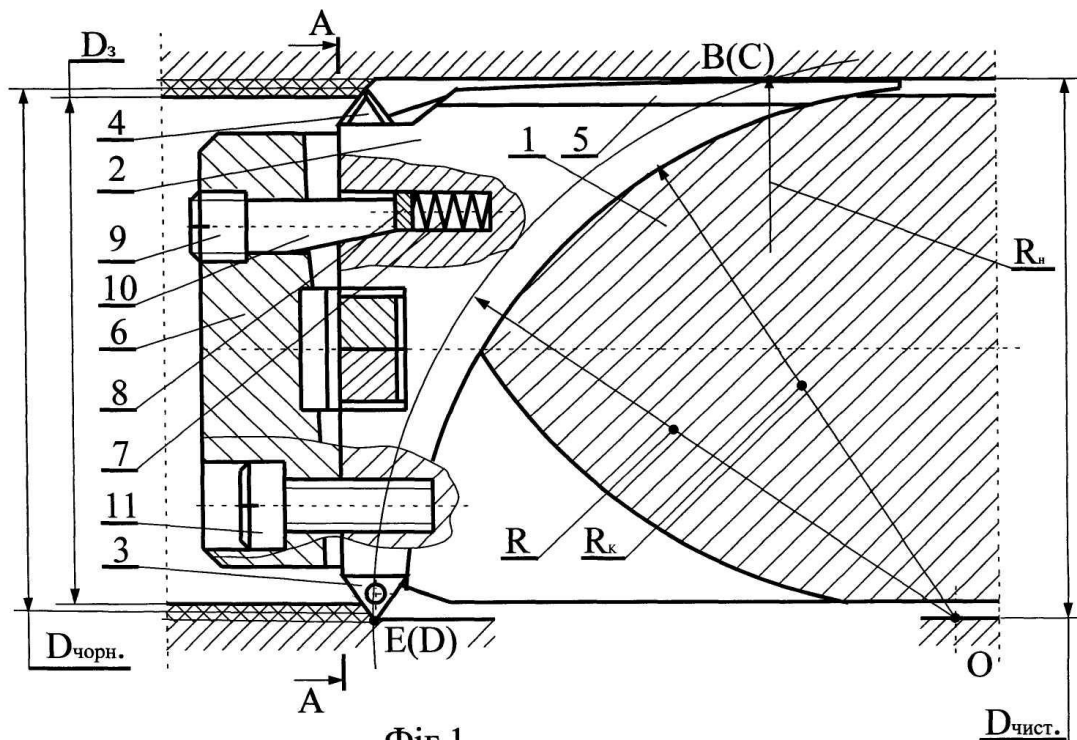
Табличні дані свідчать, що виконання плаваючого розточувального блока на відміну від відомої конструкції, з поперечними напрямними поверхнями паза (ів) корпусу головки і блока (ів) у вигляді циліндричних поверхонь, що сполучаються, істотно (5÷50 разів) зменшує вплив розмірного зносу різального леза на формування геометричної похибки оброблюваного отвору у вигляді конуса.

Введення чорнових, протилежних чистовим, різальних лез дозволяє перерозподілити сумарну роботу по зніманню припуску у напрямі мінімізації

роботи, виконуваної чистовими різальними лезами і частково врівноважити сили різання.

Розміщення в пазах корпусу замість одного двох однакових "дзеркально" орієнтованих розточувальних блоків обумовлює динамічну збалансованість розточувальної головки.

Перераховані особливості та перехід від однорізцевої до багаторізцевої схеми обробки, істотно, в декілька десятків разів, дозволяють підвищити одночасно геометричну точність, якість обробки і технологічні можливості розточувальної головки.



Фіг.1

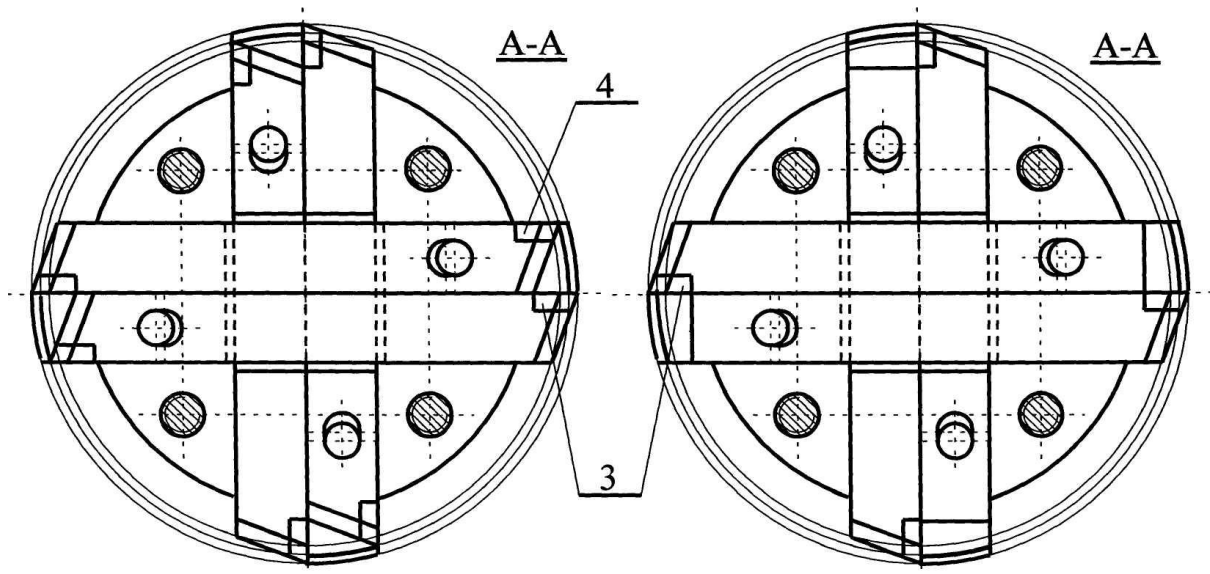


Fig. 3

Fig. 2

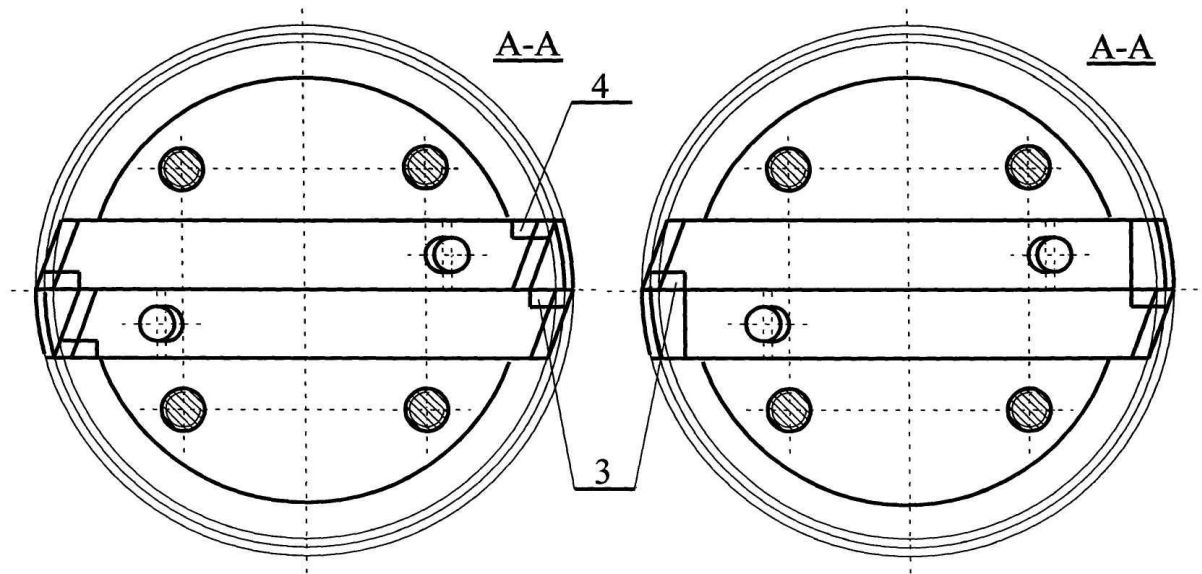


Fig. 4

Fig. 5

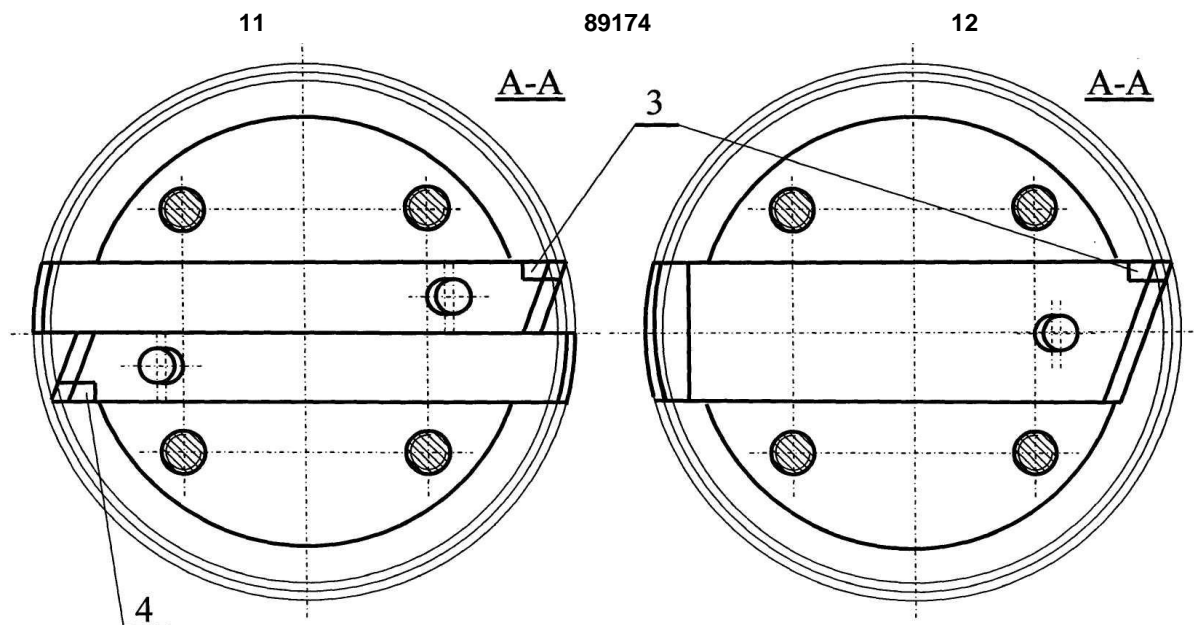


Fig. 6

Fig. 7

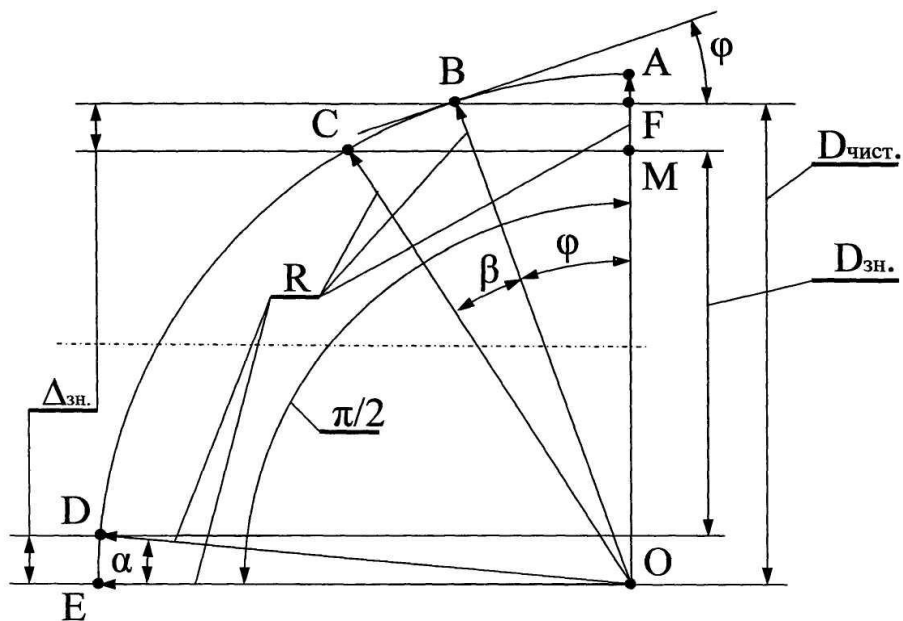


Fig. 8