



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **121381** (13) **U**
(51) МПК (2017.01)
B24B 39/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

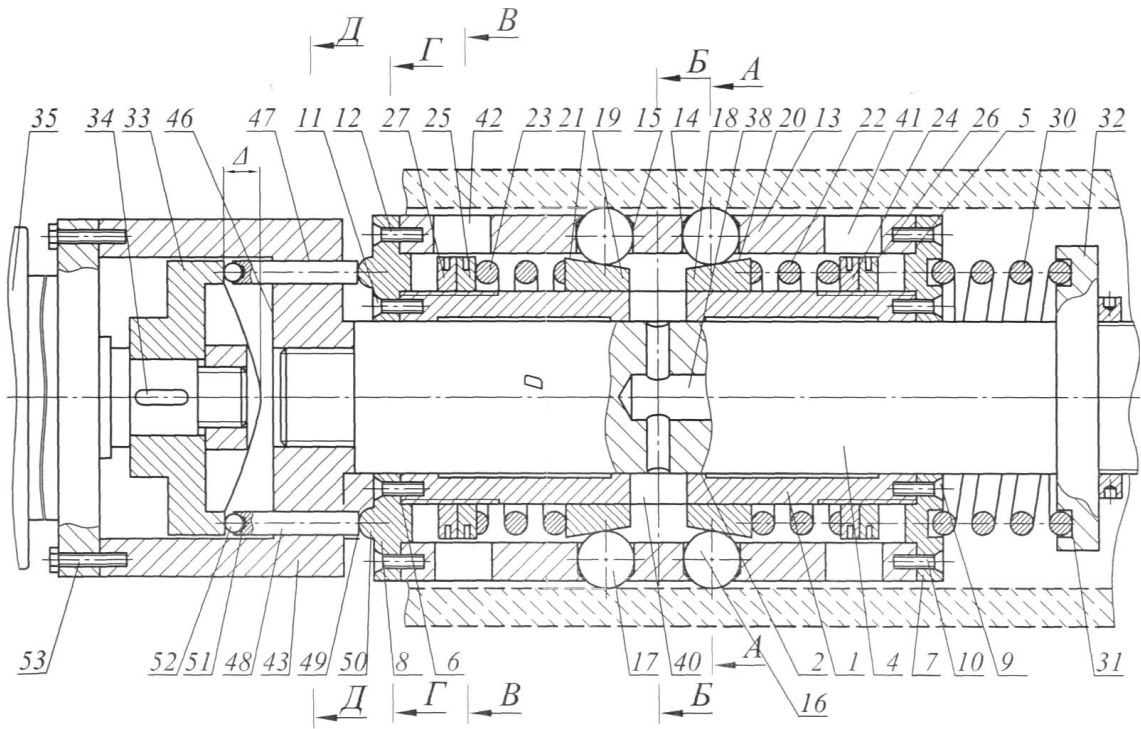
(21) Номер заявки: u 2017 02298	(72) Винахідник(и): Дзюра Володимир Олексійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 13.03.2017	(73) Власник(и): ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ, вул. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 11.12.2017	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 11.12.2017, Бюл.№ 23	

(54) ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ЧИСТОВОГО ФІНІШНОГО ОБРОБЛЕННЯ ВНУТРІШНІХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ ВІБРАЦІЙНИМ ОБКОЧУВАННЯМ

(57) Реферат:

Інструмент для чистового фінішного оброблення внутрішніх циліндричних поверхонь вібраційним обкочуванням, що складається з приводу, з'єданого з циліндричною оправкою, на яку встановлений корпус у вигляді пустотілого циліндра, а на зовнішній циліндричній поверхні корпуса своєю внутрішньою циліндричною поверхнею встановлене кільце з зовнішньою конічною поверхнею, із можливістю взаємодії із деформувальними елементами – кульками. Корпус своєю внутрішньою циліндричною поверхнею осерухомо за допомогою напрямних шпонок спряжений із зовнішньою поверхнею циліндричної оправки. На зовнішній циліндричній поверхні корпуса своєю внутрішньою циліндричною поверхнею встановлене додаткове кільце з зовнішньою конічною поверхнею і ці кільця підпружинені назустріч одне одному пружинами стиснення. Пружини з іншого боку своїми торцевими поверхнями обперті на регулювальні гайки, що зафіксовані контргайками. Сепаратор оснащений трьома додатковими отворами, які виконані рівномірно по колу на відстані L від отворів сепаратора. Додаткові отвори виконані навпроти конічної поверхні додаткового кільця, і в них вільно встановлені деформувальні елементи - додаткові кульки. Сепаратор з обох торців закритий правим і лівим фланцями з центральними циліндричними отворами, через які встановлена циліндрична оправка. Правий фланець своєю вільною поверхнею через встановлену на оправку пружину підпружинений у напрямі до торцевого кулачка, який з'єднаний з приводом обертового руху. Лівий фланець своїм торцем обпертий на торцевий кулачок, хід якого становить Δ , який рівний амплітуді коливачь регулярного мікрорельєфу. У оправці виконаний центральний глухий отвір діаметром D , який з'єднаний з трьома радіальними отворами однакового діаметра - d , які розміщені між кульками і додатковими кульками. Діаметр d менший від діаметра центрального глухого отвору D , а у стінці корпуса навпроти радіальних отворів виконані наскрізні циліндричні вікна діаметром D_1 , який більший діаметра радіальних отворів d . Для отримання частково-регулярного мікрорельєфу розраховують відстань L , в осьовому напрямку між центрами кульок і додаткових кульок та амплітуду повздовжніх коливачь інструмента при різних параметрах регулярних мікрорельєфів.

UA 121381 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до галузі машинобудування і може мати практичне використання на фінішних операціях при виготовленні і відновленні внутрішніх циліндричних поверхонь, наприклад, гільз двигунів внутрішнього згорання, гідроциліндрів автомобільних кранів, а також довгомірних циліндричних поверхонь.

5 Найбільш близьким аналогом до запропонованої корисної моделі є інструмент для чистового фінішного оброблення внутрішніх циліндричних поверхонь вібраційним обкочуванням, що складається з приводу з'єданого з циліндричною оправкою, на яку встановлений корпус у вигляді пустотілого циліндра, а на зовнішній циліндричній поверхні корпусу своєю внутрішньою циліндричною поверхнею встановлене кільце з зовнішньою
10 конічною поверхнею, із можливістю взаємодії із деформувальними елементами - кульками, які рівномірно розміщені по колу в перерізі, перпендикулярному повздовжній осі оправки в отворах сепаратора, які виконані навпроти конічної поверхні кільця [Браславский В.М. Технология обработки крупных деталей роликами. - М.: Машиностроение. 1975 с. 59, рис. 23 б.].

15 Недоліком найближчого аналога є затрудненість і неможливість використання його для формування регулярних мікрорельєфів у отворах невеликих діаметрів, у різних за фізико-механічними властивостями сплавах, необґрунтованість конструктивних параметрів, що ускладнює проектування і виготовлення відомого технічного рішення.

Запропонованою корисною моделлю вирішується задача створення інструмента для формування регулярного мікрорельєфу віброобкочуванням на внутрішніх циліндричних
20 поверхнях з розширеним діапазоном їх діаметрів із забезпеченням регулювання зусиль віброобкочуванням для матеріалів з різними фізико-механічними властивостями шляхом виконання інструмента для чистового фінішного оброблення внутрішніх циліндричних поверхонь вібраційним обкочуванням, що складається з приводу з'єданого з циліндричною оправкою, на яку встановлений корпус у вигляді пустотілого циліндра, а на зовнішній
25 циліндричній поверхні корпусу своєю внутрішньою циліндричною поверхнею встановлене кільце з зовнішньою конічною поверхнею, із можливістю взаємодії із деформувальними елементами - кульками, які рівномірно розміщені по колу в перерізі, перпендикулярному повздовжній осі оправки в отворах сепаратора, які виконані навпроти конічної поверхні кільця, згідно з корисною моделлю, корпус своєю внутрішньою циліндричною поверхнею осерухомо за
30 допомогою напрямних шпонок спряжений із зовнішньою поверхнею циліндричної оправки, а на зовнішній циліндричній поверхні корпусу своєю внутрішньою циліндричною поверхнею встановлене додаткове кільце з зовнішньою конічною поверхнею і ці кільця підпружинені назустріч одне одному пружинами стиснення, а пружини з іншого боку своїми торцевими поверхнями обперті на регулювальні гайки, що зафіксовані контргайками, причому сепаратор
35 оснащений трьома додатковими отворами, які виконані рівномірно по колу на відстані L від отворів сепаратора, причому додаткові отвори виконані навпроти конічної поверхні додаткового кільця, і в них вільно встановлені деформувальні елементи - додаткові кульки, а сепаратор з обох торців закритий правим і лівим фланцями з центральними циліндричними отворами, через які встановлена циліндрична оправка, а правий фланець своєю вільною поверхнею через
40 встановлену на оправку пружину підпружинений у напрямі до торцевого кулачка, який з'єднаний з приводом обертового руху, а лівий фланець своїм торцем обпертий на торцевий кулачок, хід якого становить Δ , який рівний амплітуді коливань регулярного мікрорельєфу, а у оправці виконаний центральний глухий отвір діаметром D , який з'єднаний з трьома радіальними отворами однакового діаметра - d , які розміщені між кульками і додатковими кульками, причому
45 діаметр d менший від діаметра центрального глухого отвору D , а у стінці корпусу навпроти радіальних отворів виконані наскрізні циліндричні вікна діаметром D_1 , який більший діаметра радіальних отворів d , причому для отримання частково-регулярного мікрорельєфу з асинфазними синусоїдальними канавками, що дотикаються у вершинах, повинні виконуватись наступні умови:

50 - відстань в осьовому напрямку між центрами кульок і додаткових кульок повинна дорівнювати:

$$L = s/6, \text{ мм},$$

де s - подача інструменту, мм/об;

55 - кут зміщення кульок відносно додаткових кульок в напрямі, перпендикулярному осі інструмента, повинен дорівнювати:

$$\alpha = 0^\circ,$$

- амплітуда повздовжніх коливань інструмента повинна дорівнювати:

$$\Delta = \frac{s \cdot \cos \left[\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right]}{12} - b, \text{ мм},$$

де b - ширина відбитку кульки, мм;

D - діаметр оброблюваного отвору, мм.

- 5 Причому для отримання частково-регулярного мікрорельєфу з асинфазними синусоїдальними канавками, що дотикаються у вершинах, повинні виконуватись наступні умови:
 - відстань в осьовому напрямку між центрами кульок і додаткових кульок повинна дорівнювати:

$$L = s/12, \text{ мм},$$

де s - подача інструменту, мм/об;

- 10 - кут зміщення кульок відносно додаткових кульок в напрямі, перпендикулярному осі інструмента, повинен дорівнювати:

$$\alpha = 60 \cdot \sin^2 \left(\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right), \text{ град.},$$

- амплітуда повздовжніх коливань інструмента повинна дорівнювати:

$$\Delta = \frac{s \cdot \cos \left[\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right]}{12} - b, \text{ мм},$$

- 15 де b - ширина відбитку кульки, мм.

D - діаметр оброблюваного отвору, мм.

Причому для отримання частково-регулярного мікрорельєфу з асинфазними синусоїдальними канавками, що перетинаються у вершинах, повинні виконуватись наступні умови:

- 20 - відстань в осьовому напрямку між центрами кульок і додаткових кульок повинна дорівнювати:

$$L = s/6, \text{ мм},$$

де s - подача інструменту, мм/об;

- 25 - кут зміщення кульок відносно додаткових кульок в напрямі, перпендикулярному осі інструмента, повинен дорівнювати:

$$\alpha = 0^\circ,$$

- амплітуда повздовжніх коливань інструмента повинна дорівнювати:

$$\Delta > \frac{s \cdot \cos \left[\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right]}{12} - b, \text{ мм},$$

де b - ширина відбитку кульки, мм;

- 30 D - діаметр оброблюваного отвору, мм.

Причому для отримання частково-регулярного мікрорельєфу з асинфазними синусоїдальними канавками, що перетинаються у вершинах, повинні виконуватись наступні умови:

- 35 - відстань в осьовому напрямку між центрами кульок і додаткових кульок повинна дорівнювати:

$$L = s/12, \text{ мм},$$

де s - подача інструменту, мм/об;

- кут зміщення кульок відносно додаткових кульок в напрямі, перпендикулярному осі інструмента, повинен дорівнювати:

- 40 $\alpha = 60 \cdot \sin^2 \left(\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right), \text{ град.},$

- амплітуда повздовжніх коливань інструмента повинна дорівнювати:

$$\Delta > \frac{s \cdot \cos \left[\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right]}{12} - b, \text{ мм},$$

де b - ширина відбитку кульки, мм.

D - діаметр оброблюваного отвору, мм.

Причому для отримання частково-регулярного мікрорельєфу з асинфазними синусоїдальними канавками, що не дотикаються повинні виконуватись наступні умови:

- відстань в осьовому напрямку між центрами кульок і додаткових кульок повинна дорівнювати:

$$L = s/6, \text{ мм},$$

де s - подача інструменту, мм/об;

- кут зміщення кульок відносно додаткових кульок в напрямі, перпендикулярному осі інструмента, повинен дорівнювати:

$$\alpha = 0^\circ,$$

10 - амплітуда повздовжніх коливань інструмента повинна дорівнювати:

$$\Delta < \frac{s \cdot \cos \left[\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right]}{12} - b, \text{ мм},$$

де b - ширина відбитку кульок, мм;

D - діаметр оброблюваного отвору, мм.

Причому для отримання частково-регулярного мікрорельєфу з асинфазними синусоїдальними канавками, що не дотикаються повинні виконуватись наступні умови:

- відстань в осьовому напрямку між центрами кульок і додаткових кульок повинна дорівнювати:

$$L = s/12, \text{ мм},$$

де s - подача інструменту, мм/об;

20 - кут зміщення кульок відносно додаткових кульок в напрямі, перпендикулярному осі інструмента, повинен дорівнювати:

$$\alpha = 60 \cdot \sin^2 \left(\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right), \text{ град.},$$

- амплітуда повздовжніх коливань інструмента повинна дорівнювати:

$$\Delta < \frac{s \cdot \cos \left[\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right]}{12} - b, \text{ мм};$$

25 де b - ширина відбитку деформувального елемента, мм.

D - діаметр оброблюваного отвору, мм.

Причому для отримання частково-регулярного мікрорельєфу з паралельними трикутними канавками, які дотикаються повинні виконуватись наступні умови:

- відстань в осьовому напрямку між центрами кульок і додаткових кульок повинна дорівнювати:

$$L = \frac{\pi \cdot D \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta}{6}, \text{ мм},$$

30 - кут зміщення кульок відносно додаткових кульок в напрямі, перпендикулярному осі інструмента, повинен дорівнювати:

$$\alpha = 60 \cdot \sin^2 \left(\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right), \text{ град}$$

35 - амплітуда повздовжніх коливань інструмента повинна дорівнювати:

$$\Delta = \sqrt{\left(\frac{T \cdot \pi \cdot D \cdot \sin \left[\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right]}{24 \cdot b} \right)^2 - \frac{T^2}{16}}, \text{ мм},$$

де b - ширина відбитку кульок, мм;

D - діаметр оброблюваного отвору, мм;

T - коловий крок нерівностей, мм.

40 Суть корисної моделі пояснюється графічними матеріалами, виконаними на Фіг. 1 поданий загальний вигляд інструмента; на Фіг. 2 - розріз А-А на Фіг. 1; на Фіг. 3 - розріз Б-Б на Фіг. 1; на Фіг. 4 - розріз В-В на Фіг. 1; на Фіг. 5 розріз Г-Г на Фіг. 1; на Фіг. 6 - розріз Д-Д на Фіг. 1; на Фіг. 7 -

розріз Е-Е на Фіг. 3; на Фіг. 8 - Ж-Ж на Фіг. 2; на Фіг. 9 розріз Є-Є на Фіг. 3 за п. 2, п. 4, п. 6, п. 7.; на Фіг. 10 схема розміщення кульок і додаткових кульок.

Інструмент для чистового фінішного оброблення внутрішніх циліндричних поверхонь вібраційним обкочуванням, що складається з корпусу 1 (Фіг. 1), виконаного у вигляді пустотілого циліндра, який своєю внутрішньою циліндричною поверхнею 2 осерухомо спряжений за допомогою напрямних шпонок 3 (Фіг. 2, Фіг. 3, Фіг. 8) із циліндричною оправкою 4. Корпус 1 по правому і лівому торцях 5 і 6 за допомогою правого і лівого фланців 7 і 8 та гвинтів 9, 10 і 11 і 12 жорстко з'єднані із сепаратором 13, виконаним у вигляді пустотілого циліндра. У стінці сепаратора 13 виконано три рівномірно розміщених по колу циліндричних отвори 14, у які вільно встановлені деформувальні елементи - кульки 16, а на певній відстані від них виконано додаткові три рівномірно розміщених по колу циліндричних отвори 15 (Фіг. 1, Фіг. 2, Фіг. 7), у які вільно встановлені додаткові кульки 17. На зовнішній циліндричній поверхні корпусу 1, навпроти отворів 14 і 15 сепаратора, своєю внутрішньою циліндричною поверхнею встановлені кільця 18 і 19 з зовнішніми конічними поверхнями 20 і 21. Ці кільця підпружинені назустріч одне одному пружинами стиснення 22 і 23, а пружини з іншого боку своїми торцевими поверхнями обперті на регульовальні гайки 24 і 25, що зафіксовані контргайками 26 і 27 (Фіг. 1, Фіг. 7).

Навпроти отворів 14 і додаткових отворів 15 у стінці сепаратора 13 виконані наскрізні технологічні отвори 28 і 29 (Фіг. 2, Фіг. 7). Корпус 1 разом із сепаратором 13, кульками 16 і додатковими кульками 17 через вільну поверхню правого фланця підпружинений пружиною стиснення 30, обпертою на торець 31 фланця 32 оправки 4, в напрямі до торцевого кулачка 33, який жорстко з'єднаний з вихідним валом 34 привода обертового руху 35 (Фіг. 1).

На зовнішній циліндричній поверхні оправки 4, вздовж повздовжньої осі сепаратора рівномірно по колу розміщені три повздовжні пази 36, у яких встановлені, напрямні 37 (Фіг. 2, Фіг. 3, Фіг. 5, Фіг. 8), наприклад із поліуретану.

В оправці 4 співвісно з віссю оправки виконаний центральний канал 38 діаметром D , для подачі змащувально-охолоджувальної рідини, який з'єднаний із трьома радіальними каналами 39, кожен діаметром d , які розміщені посередині міжцентрової віддалі між кульками 16 і 17 (Фіг. 3, Фіг. 7, Фіг. 8).

Співвідношення діаметрів D і d визначається з умови недопущення явища дроселювання, тобто $S_{ц.к.} = \pi D^2/4 > 3S_{р.п.} = 3\pi d^2/4$, звідки $D > d\sqrt{3}$.

В стінці корпусу 1 на рівці осей радіальних каналів 39 виконані наскрізні вікна 40 (Фіг. 1, Фіг. 3, Фіг. 7) діаметром більшим діаметра радіальних каналів 39. Для регулювання положення регульовальних 24 і 25 та фіксуючих гайок 26, 27 в стінці сепаратора 13 навпроти цих гайок викопані симетрично розміщені по колу наскрізні вікна 41 і 42 (Фіг. 1, Фіг. 4).

На нижньому лівому кінці оправки 4 загвинчений стакан 43 (Фіг. 1) і зафіксований гвинтами 44 і контргайками 45 (Фіг. 6). У днищі 46 стакану 43 паралельно осі оправки 4 виконані два діаметрально-протилежно розміщені отвори 47, через які пропущені циліндричні штовхані 48, які своїми правими торцями 49 обперті на сферичний виступ 50 лівого фланця 8, а лівими торцями 51 через кульки 52 спряжені із профілем торцевого кулачка 33. Привід обертового руху 35 з фланцевим з'єднанням закріплений за допомогою болтів 53 до стакану 43.

Причому для отримання частково-регулярного мікрорельєфу з асинфазними синусоїдальними канавками, що дотикаються у вершинах, повинні виконуватись наступні умови:

- відстань в осьовому напрямку між центрами кульок і додаткових кульок повинна дорівнювати:

$$L = s/6, \text{ мм,}$$

де s - подача інструменту, мм/об;

- кут зміщення кульок відносно додаткових кульок в напрямі, перпендикулярному осі інструмента, повинен дорівнювати:

$$\alpha = 0^\circ,$$

- амплітуда повздовжніх коливань інструмента повинна дорівнювати:

$$\Delta = \frac{s \cdot \cos \left[\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right]}{12} - b, \text{ мм,}$$

де b - ширина відбитку кульки, мм;

D - діаметр оброблюваного отвору, мм.

Для отримання частково-регулярного мікрорельєфу з асинфазними синусоїдальними канавками, що дотикаються у вершинах, повинні виконуватись наступні умови:

- відстань в осьовому напрямку між центрами кульок і додаткових кульок повинна дорівнювати:

$$L = s/12, \text{ мм},$$

де s - подача інструменту, мм/об;

5 - кут зміщення кульок відносно додаткових кульок в напрямі, перпендикулярному осі інструмента, повинен дорівнювати:

$$\alpha = 60 \cdot \sin^2 \left(\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right), \text{ град.},$$

- амплітуда повздовжніх коливань інструмента повинна дорівнювати:

$$\Delta = \frac{s \cdot \cos \left[\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right]}{12} - b, \text{ мм},$$

10 де b - ширина відбитку кульки, мм.

D - діаметр оброблюваного отвору, мм.

Для отримання частково-регулярного мікрорельєфу з асинфазними синусоїдальними канавками, що перетинаються у вершинах, повинні виконуватись наступні умови:

15 - відстань в осьовому напрямку між центрами кульок і додаткових кульок повинна дорівнювати:

$$L = s/6, \text{ мм},$$

де s - подача інструменту, мм/об;

20 - кут зміщення кульок відносно додаткових кульок в напрямі, перпендикулярному осі інструмента, повинен дорівнювати:

$$\alpha = 0^\circ,$$

- амплітуда повздовжніх коливань інструмента повинна дорівнювати:

$$\Delta > \frac{s \cdot \cos \left[\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right]}{12} - b, \text{ мм},$$

де b - ширина відбитку кульки, мм;

D - діаметр оброблюваного отвору, мм.

25 Для отримання частково-регулярного мікрорельєфу з асинфазними синусоїдальними канавками, що перетинаються у вершинах, повинні виконуватись наступні умови:

- відстань в осьовому напрямку між центрами кульок і додаткових кульок повинна дорівнювати:

$$L = s/12, \text{ мм},$$

30 де s - подача інструменту, мм/об;

- кут зміщення кульок відносно додаткових кульок в напрямі, перпендикулярному осі інструмента, повинен дорівнювати:

$$\alpha = 60 \cdot \sin^2 \left(\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right), \text{ град.},$$

- амплітуда повздовжніх коливань інструмента повинна дорівнювати:

$$35 \quad \Delta > \frac{s \cdot \cos \left[\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right]}{12} - b, \text{ мм},$$

де b - ширина відбитку кульки, мм,

D - діаметр оброблюваного отвору, мм.

Для отримання частково-регулярного мікрорельєфу з асинфазними синусоїдальними канавками, що не дотикаються повинні виконуватись наступні умови:

40 - відстань в осьовому напрямку між центрами кульок і додаткових кульок повинна дорівнювати:

$$L = s/6, \text{ мм},$$

де s - подача інструменту, мм/об;

45 - кут зміщення кульок відносно додаткових кульок в напрямі, перпендикулярному осі інструмента, повинен дорівнювати:

$$\alpha = 0^\circ,$$

- амплітуда повздовжніх коливань інструмента повинна дорівнювати:

$$\Delta < \frac{s \cdot \cos \left[\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right]}{12} - b, \text{ мм},$$

де b - ширина відбитку кульок, мм;

D - діаметр оброблюваного отвору, мм.

5 Для отримання частково-регулярного мікрорельєфу з асинфазними синусоїдальними канавками, що не дотикаються повинні виконуватись наступні умови:

- відстань в осьовому напрямку між центрами кульок і додаткових кульок повинна дорівнювати:

$$L = s/12, \text{ мм},$$

10 де s - подача інструменту, мм/об;

- кут зміщення кульок відносно додаткових кульок в напрямі, перпендикулярному осі інструмента, повинен дорівнювати:

$$\alpha = 60 \cdot \sin^2 \left(\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right), \text{ град.},$$

- амплітуда повздовжніх коливань інструмента повинна дорівнювати:

$$15 \quad \Delta < \frac{s \cdot \cos \left[\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right]}{12} - b, \text{ мм},$$

де b - ширина відбитку деформувального елемента, мм.

D - діаметр оброблюваного отвору, мм.

Для отримання частково-регулярного мікрорельєфу з паралельними трикутними канавками, які дотикаються повинні виконуватись наступні умови:

20 - відстань в осьовому напрямку між центрами кульок і додаткових кульок повинна дорівнювати:

$$L = \frac{\pi \cdot D \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta}{6}, \text{ мм},$$

- кут зміщення кульок відносно додаткових кульок в напрямі, перпендикулярному осі інструмента, повинен дорівнювати:

$$25 \quad \alpha = 60 \cdot \sin^2 \left(\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right), \text{ град.},$$

- амплітуда повздовжніх коливань інструмента повинна дорівнювати:

$$\Delta = \sqrt{\left(\frac{T \cdot \pi \cdot D \cdot \sin \left[\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right]}{24 \cdot b} \right)^2 - \frac{T^2}{16}},$$

де b - ширина відбитку кульок, мм;

D - діаметр оброблюваного отвору, мм;

30 T - коловий крок нерівностей, мм.

Інструмент для чистового фінішного оброблення внутрішніх циліндричних поверхонь вібраційним обкочуванням працює наступним чином.

Спочатку здійснюють налаштування інструмента. Методика налаштування наступна. Використовуючи кільцевий спеціальний тензометричний динамометр з тарувальним графіком функції навантаження від переміщення. Інструмент встановлюють в цей динамометр, внутрішній діаметр кільця якого дорівнює діаметру оброблюваної поверхні. Загвинчуванням регульовальних гайок 24 і 25 (Фіг. 1) стискають відповідно пружини 22 і 23, примушуючи переміщатись назустріч один одному кільця 18 і 19 і відцентрово у радіальних напрямках деформувальні елементи - кульки 16 і додаткові кульки 17, які розташовані на відстані L одні від одних та повернуті на кут α , в залежності від параметрів регулярного мікрорельєфу, який будуть формувати. При досягненні заданого зусилля вібраційного обкочування, з яким кулька діє на контактуючу з нею циліндричну оболонку положення регульовальних гайок 24 і 25, фіксується контргайками 26 і 27.

Таким чином інструмент налаштований на задане зусилля вібраційного обкочування. Заготовку - циліндр, наприклад гільзу блока циліндрів двигуна внутрішнього згорання, встановлюють у спеціальний пристрій металорізального верстата і надають їй обертового руху - кругової подачі.

5 Оправку 4 закріплюють у штанзі, яка закріплена на супорті з можливістю надання їй поступального руху повздовжньої подачі. Встановлюють інструмент у внутрішню циліндричну поверхню заготовки циліндра за допомогою трьох напрямних 37. В залежності від відстані L в осьовому напрямку між центрами кульок 16 і додаткових кульок 17, кута α зміщення кульок 16 відносно додаткових кульок 17 в напрямі, перпендикулярному осі інструмента, можна отримати різні види регулярних мікрорельєфів: з паралельними канавками; із асинфазними канавками; з канавками, що перетинають, та інші.

10 Для забезпечення необхідної амплітуди регулярних мікрорельєфів хід Δ торцевого кулачка вибирається рівним амплітуді коливань регулярного мікрорельєфу.

15 Після підготовчих операцій вмикають привід обертового руху 35 кулачка 33, який забезпечує осциляційний рух кульок 16 і 17, повздовжню подачу, яка забезпечує повздовжній рух інструмента і обертовий рух заготовки.

20 Таким чином, використання запропонованого інструменту забезпечить формування регулярних мікрорельєфів на внутрішніх циліндричних поверхнях, в тому числі довгомірних, що підвищить їх якісні показники і експлуатаційні властивості.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

25 1. Інструмент для чистового фінішного оброблення внутрішніх циліндричних поверхонь вібраційним обкочуванням, що складається з приводу, з'єднаного з циліндричною оправкою, на яку встановлений корпус у вигляді пустотілого циліндра, а на зовнішній циліндричній поверхні корпусу своєю внутрішньою циліндричною поверхнею встановлене кільце з зовнішньою конічною поверхнею, із можливістю взаємодії із деформувальними елементами - кульками, які рівномірно розміщені по колу в перерізі, перпендикулярному повздовжній осі оправки в отворах сепаратора, які виконані навпроти конічної поверхні кільця, який **відрізняється** тим, що корпус своєю внутрішньою циліндричною поверхнею осерухомо за допомогою напрямних шпонок спряжений із зовнішньою поверхнею циліндричної оправки, а на зовнішній циліндричній поверхні корпусу своєю внутрішньою циліндричною поверхнею встановлене додаткове кільце з зовнішньою конічною поверхнею і ці кільця підпружинені назустріч одне одному пружинами стиснення, а пружини з іншого боку своїми торцевими поверхнями обперті на регулювальні гайки, що зафіксовані контргайками, причому сепаратор оснащений трьома додатковими отворами, які виконані рівномірно по колу на відстані L від отворів сепаратора, причому додаткові отвори виконані навпроти конічної поверхні додаткового кільця, і в них вільно встановлені деформувальні елементи - додаткові кульки, а сепаратор з обох торців закритий правим і лівим фланцями з центральними циліндричними отворами, через які встановлена циліндрична оправка, а правий фланець своєю вільною поверхнею через встановлену на оправку пружину підпружинений у напрямі до торцевого кулачка, який з'єднаний з приводом обертового руху, а лівий фланець своїм торцем обпертий на торцевий кулачок, хід якого становить Δ , який рівний амплітуді коливань регулярного мікрорельєфу, а у оправці виконаний центральний глухий отвір діаметром D , який з'єднаний з трьома радіальними отворами

45 однакового діаметра - d , які розміщені між кульками і додатковими кульками, причому діаметр d менший від діаметра центрального глухого отвору D , а у стінці корпусу навпроти радіальних отворів виконані наскрізні циліндричні вікна діаметром D_1 , який більший діаметра радіальних отворів d , причому для отримання частково-регулярного мікрорельєфу з асинфазними синусоїдальними канавками, що дотикаються у вершинах, повинні виконуватись наступні умови:
50 - відстань в осьовому напрямку між центрами кульок і додаткових кульок повинна дорівнювати:
 $L = s/6$, мм,

де s - подача інструмента, мм/об.,

кут зміщення кульок відносно додаткових кульок в напрямі, перпендикулярному осі інструмента, повинен дорівнювати:

55 $\alpha = 0^\circ$,

- амплітуда повздовжніх коливань інструмента повинна дорівнювати:

$$\Delta = \frac{s \cdot \cos \left[\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right]}{12} - b, \text{ мм,}$$

де b - ширина відбитку кульки, мм,

D - діаметр оброблюваного отвору, мм.

2. Інструмент за п. 1, який **відрізняється** тим, що для отримання частково-регулярного мікрорельєфу з асинфазними синусоїдальними канавками, що дотикаються у вершинах, повинні виконуватись наступні умови:

- відстань в осьовому напрямку між центрами кульок і додаткових кульок повинна дорівнювати:

$$L = s/12, \text{ мм,}$$

де s - подача інструмента, мм/об.,

- 10 - кут зміщення кульок відносно додаткових кульок в напрямі, перпендикулярному осі інструмента, повинен дорівнювати:

$$\alpha = 60 \cdot \sin^2 \left(\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right), \text{ град.,}$$

- амплітуда повздовжніх коливань інструмента повинна дорівнювати:

$$\Delta = \frac{s \cdot \cos \left[\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right]}{12} - b, \text{ мм,}$$

- 15 де b - ширина відбитку кульки, мм,

D - діаметр оброблюваного отвору, мм.

3. Інструмент за п. 1, який **відрізняється** тим, що для отримання частково-регулярного мікрорельєфу з асинфазними синусоїдальними канавками, що перетинаються у вершинах, повинні виконуватись наступні умови:

- 20 - відстань в осьовому напрямку між центрами кульок і додаткових кульок повинна дорівнювати:

$$L = s/6, \text{ мм,}$$

де s - подача інструмента, мм/об.,

- кут зміщення кульок відносно додаткових кульок в напрямі перпендикулярному осі інструмента повинен дорівнювати:

- 25 $\alpha = 0^\circ$,

- амплітуда повздовжніх коливань інструмента повинна дорівнювати:

$$\Delta > \frac{s \cdot \cos \left[\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right]}{12} - b, \text{ мм,}$$

де b - ширина відбитку кульки, мм,

D - діаметр оброблюваного отвору, мм.

- 30 4. Інструмент за п. 1, який **відрізняється** тим, що для отримання частково-регулярного мікрорельєфу з асинфазними синусоїдальними канавками, що перетинаються у вершинах, повинні виконуватись наступні умови:

- відстань в осьовому напрямку між центрами кульок і додаткових кульок повинна дорівнювати:

$$L = s/12, \text{ мм,}$$

- 35 де s - подача інструмента, мм/об.,

- кут зміщення кульок відносно додаткових кульок в напрямі, перпендикулярному осі інструмента, повинен дорівнювати:

$$\alpha = 60 \cdot \sin^2 \left(\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right), \text{ град.,}$$

- амплітуда повздовжніх коливань інструмента повинна дорівнювати:

- 40 $\Delta > \frac{s \cdot \cos \left[\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right]}{12} - b, \text{ мм,}$

де b - ширина відбитку кульки, мм,

D - діаметр оброблюваного отвору, мм.

5. Інструмент за п. 1, який **відрізняється** тим, що для отримання частково-регулярного мікрорельєфу з асинфазними синусоїдальними канавками, що не дотикаються, повинні виконуватись наступні умови:

- відстань в осьовому напрямку між центрами кульок і додаткових кульок повинна дорівнювати:

$$5 \quad L = s/6, \text{ мм,}$$

де s - подача інструмента, мм/об.,

- кут зміщення кульок відносно додаткових кульок в напрямі, перпендикулярному осі інструмента, повинен дорівнювати:

$$\alpha = 0^\circ,$$

10 - амплітуда повздовжніх коливань інструмента повинна дорівнювати:

$$\Delta < \frac{s \cdot \cos \left[\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right]}{12} - b, \text{ мм,}$$

де b - ширина відбитку кульок, мм,

D - діаметр оброблюваного отвору, мм.

15 6. Інструмент за п. 1, який **відрізняється** тим, що для отримання частково-регулярного мікрорельєфу з асинфазними синусоїдальними канавками, що не дотикаються, повинні виконуватись наступні умови:

- відстань в осьовому напрямку між центрами кульок і додаткових кульок повинна дорівнювати:

$$L = s/12, \text{ мм,}$$

де s - подача інструмента, мм/об.,

20 - кут зміщення кульок відносно додаткових кульок в напрямі, перпендикулярному осі інструмента, повинен дорівнювати:

$$\alpha = 60 \cdot \sin^2 \left(\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right), \text{ град.,}$$

- амплітуда повздовжніх коливань інструмента повинна дорівнювати:

$$\Delta < \frac{s \cdot \cos \left[\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right]}{12} - b, \text{ мм,}$$

25 де b - ширина відбитку деформувального елемента, мм,

D - діаметр оброблюваного отвору, мм.

7. Інструмент за п. 1, який **відрізняється** тим, що для отримання частково-регулярного мікрорельєфу з паралельними трикутними канавками, які дотикаються, повинні виконуватись наступні умови:

30 - відстань в осьовому напрямку між центрами кульок і додаткових кульок повинна дорівнювати:

$$L = \frac{\pi \cdot D \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta}{6}, \text{ мм,}$$

- кут зміщення кульок відносно додаткових кульок в напрямі, перпендикулярному осі інструмента, повинен дорівнювати:

$$\alpha = 60 \cdot \sin^2 \left(\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right), \text{ град.,}$$

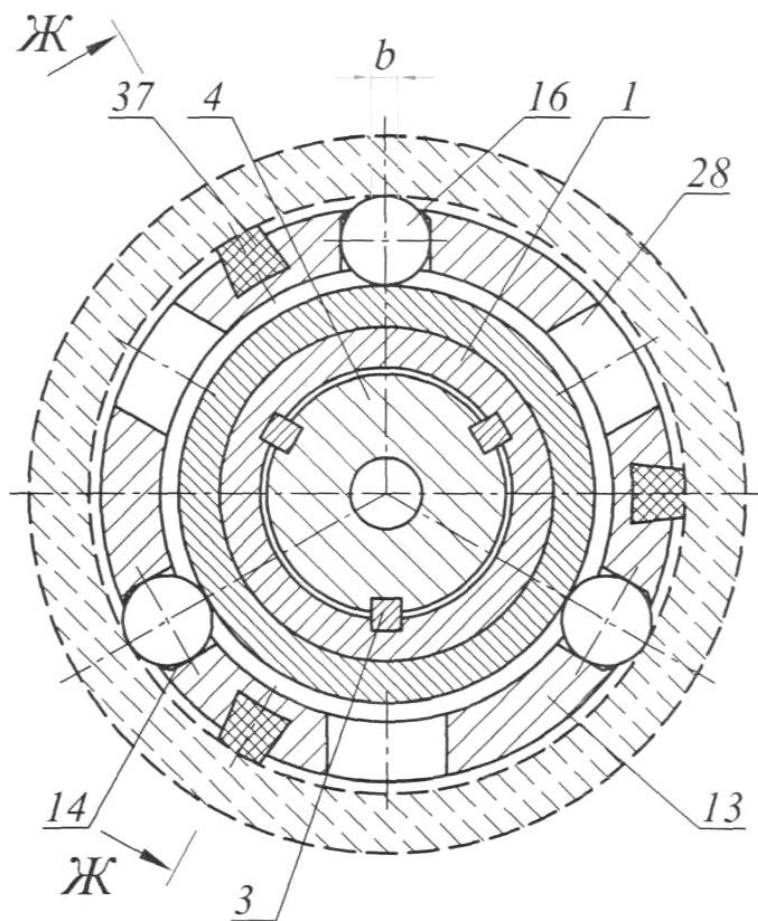
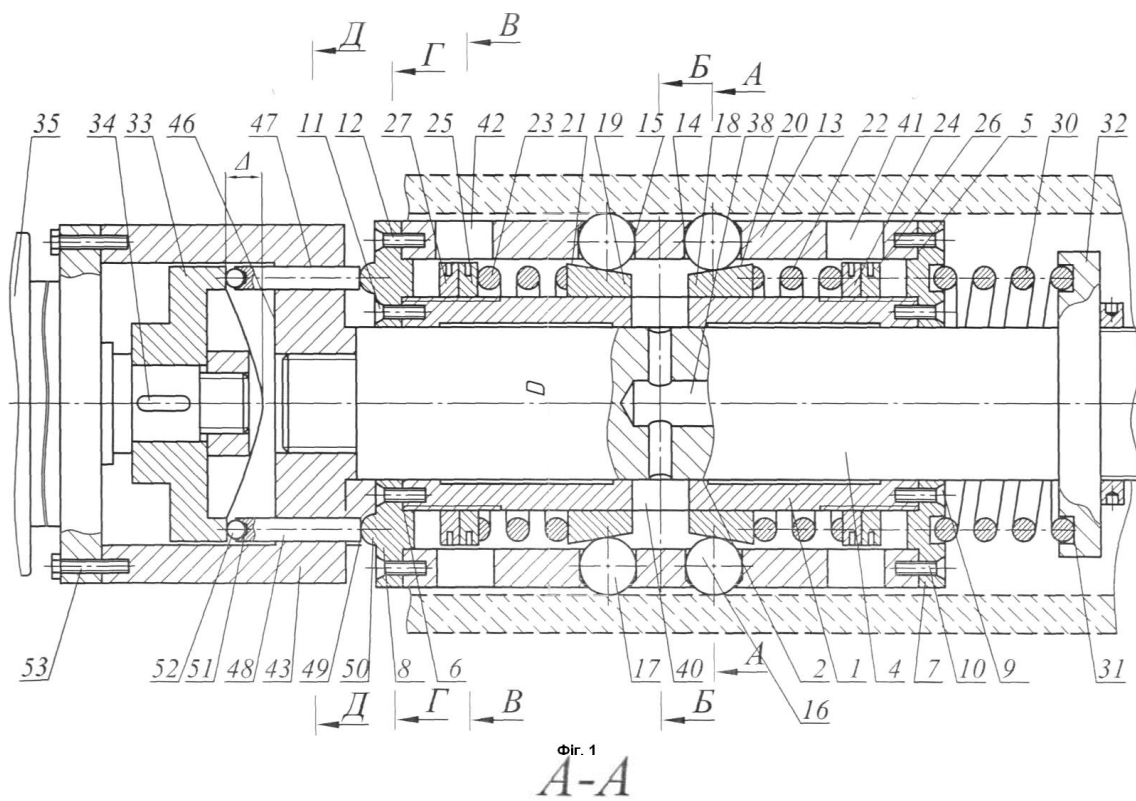
35 - амплітуда повздовжніх коливань інструмента повинна дорівнювати:

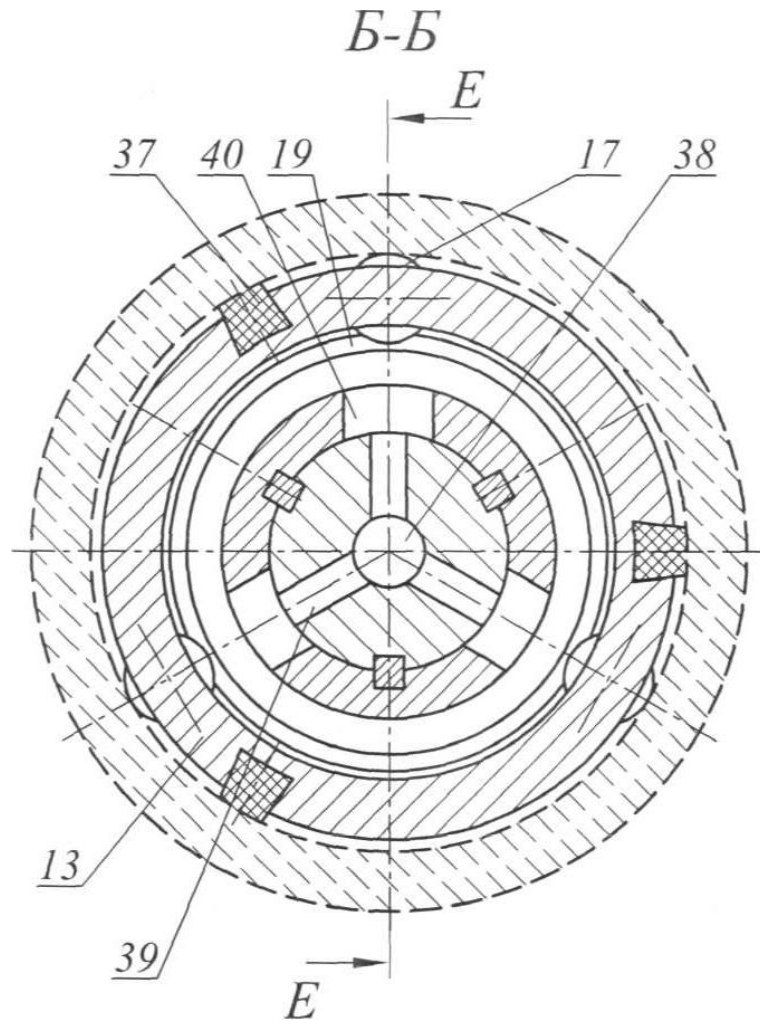
$$\Delta = \sqrt{\left(\frac{T \cdot \pi \cdot D \cdot \sin \left[\arctg \left(\frac{s}{\pi D} \right) \right]}{24 \cdot b} \right)^2 - \frac{T^2}{16}},$$

де b - ширина відбитку кульок, мм,

D - діаметр оброблюваного отвору, мм,

T - коловий крок нерівностей, мм.





Фиг. 3

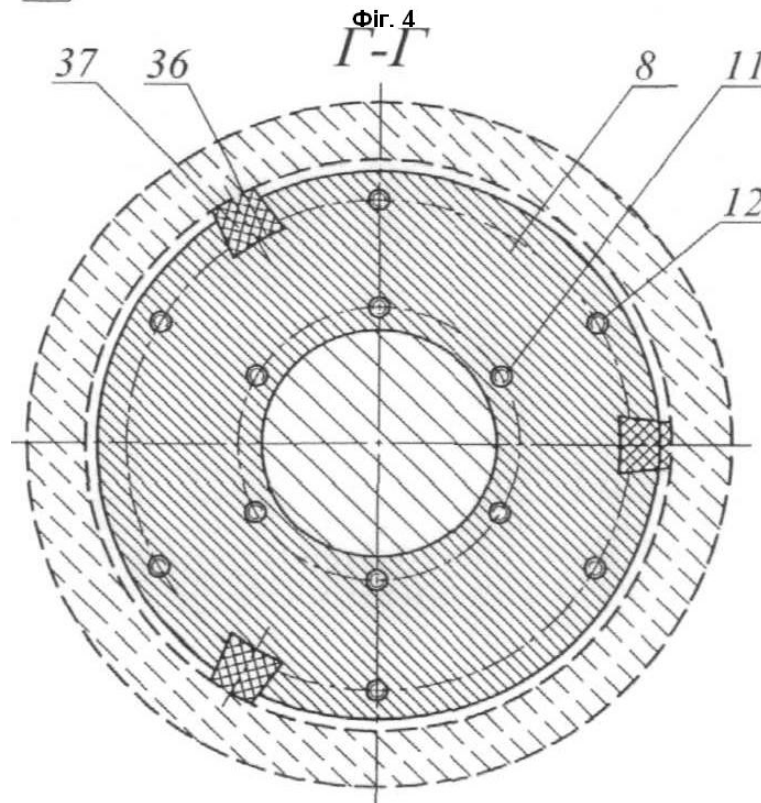
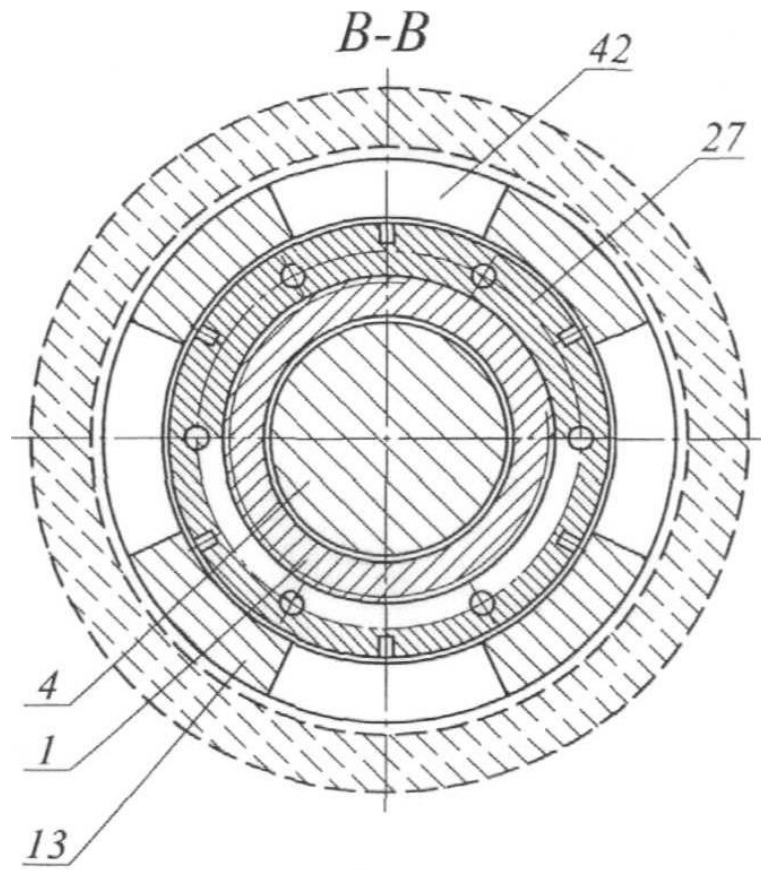
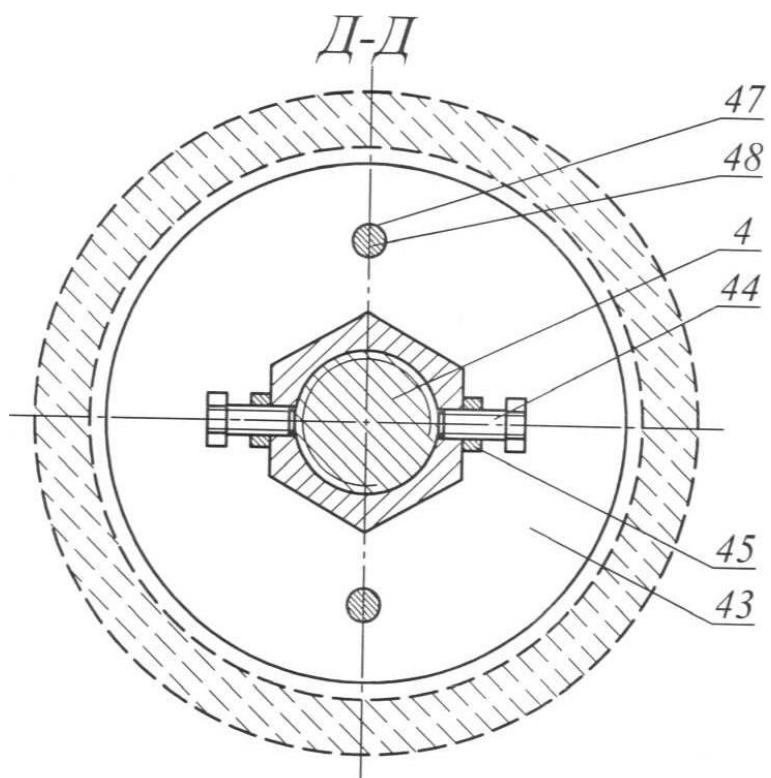
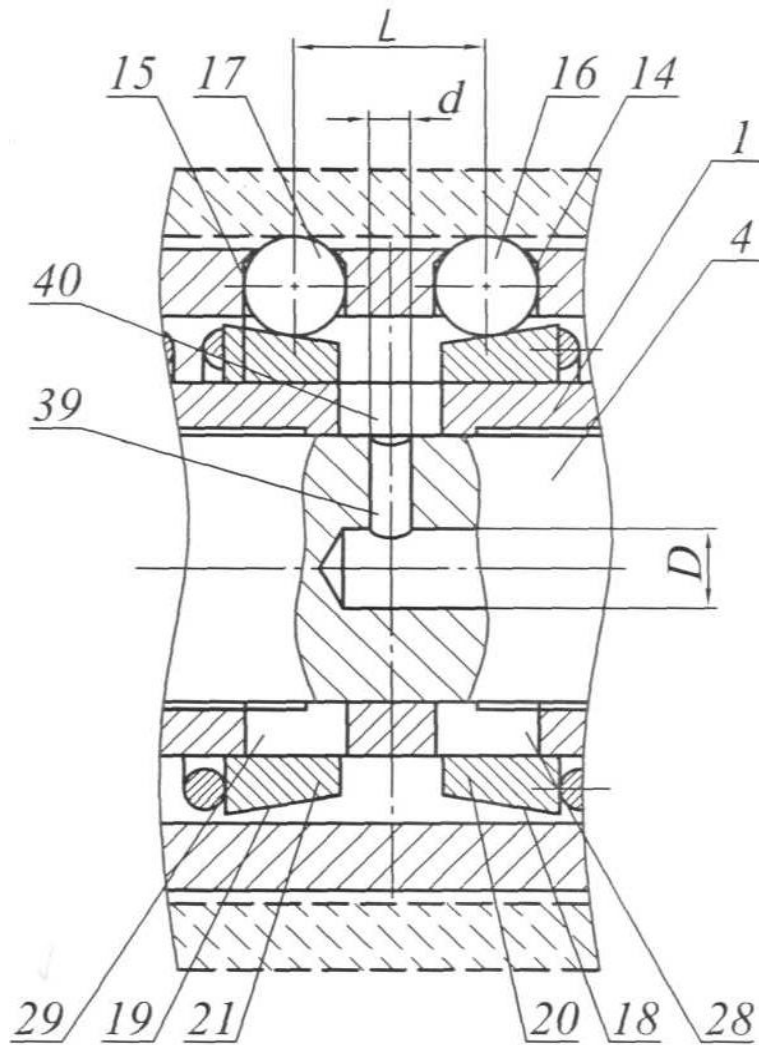


Fig. 5



Фиг. 6

E-E



Фиг. 7

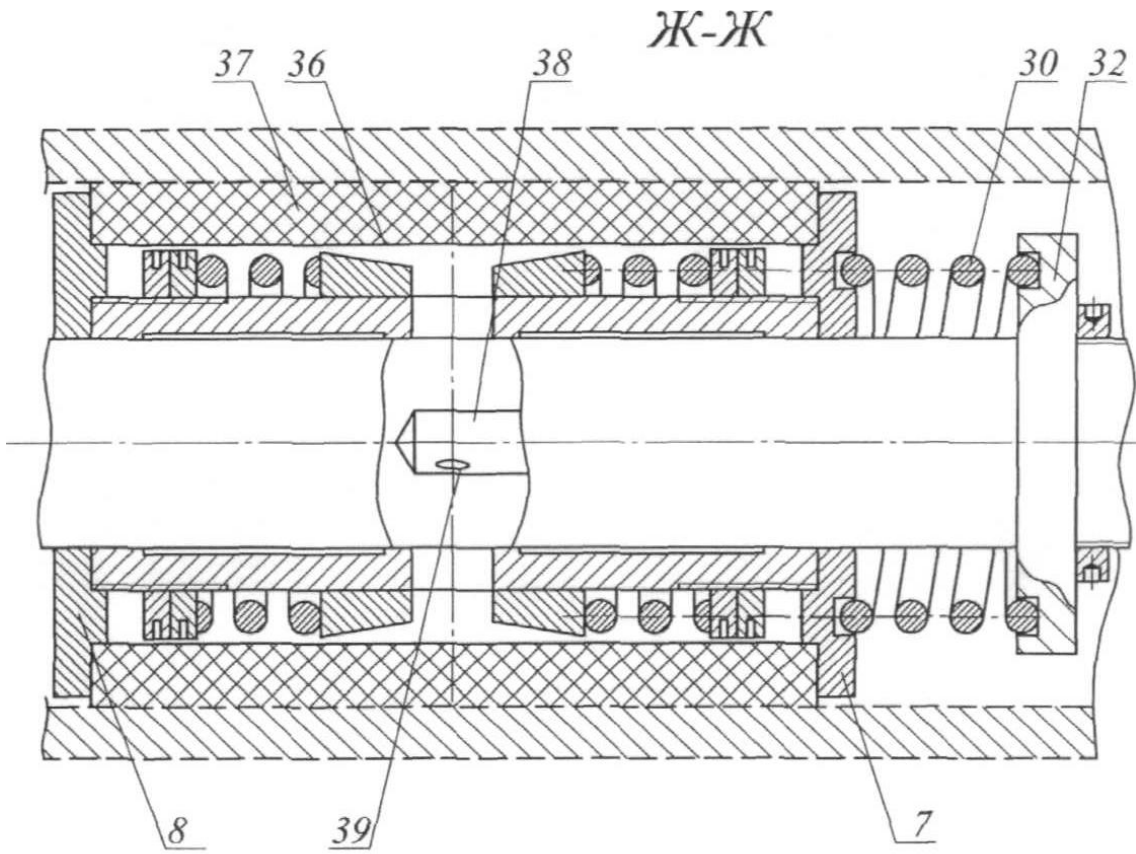


Fig. 8

Ε-Ε

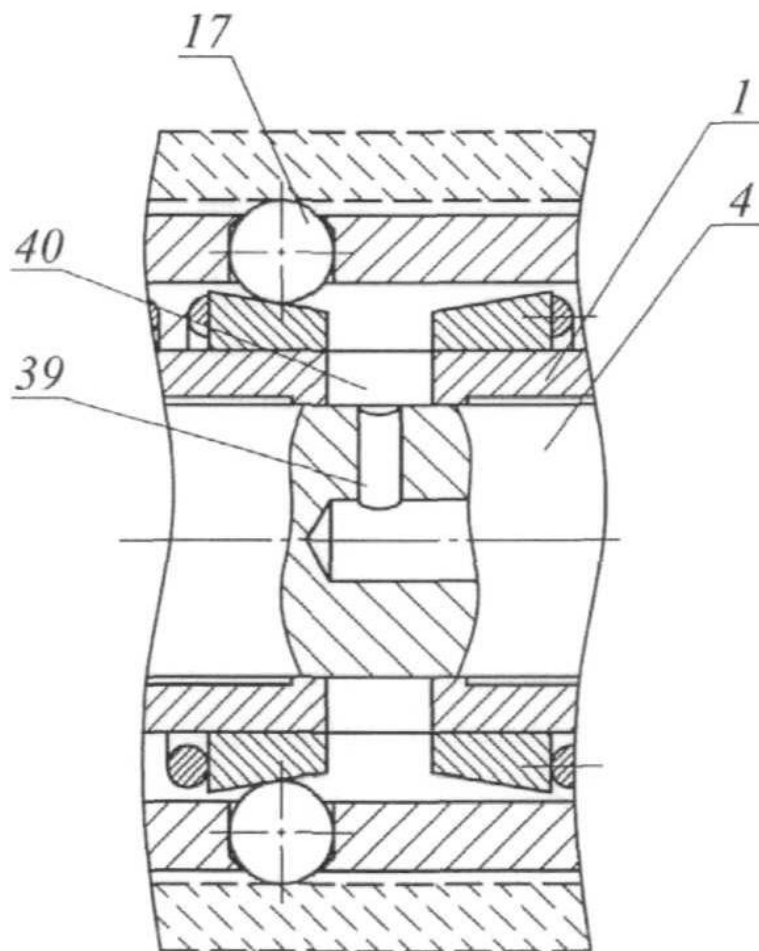
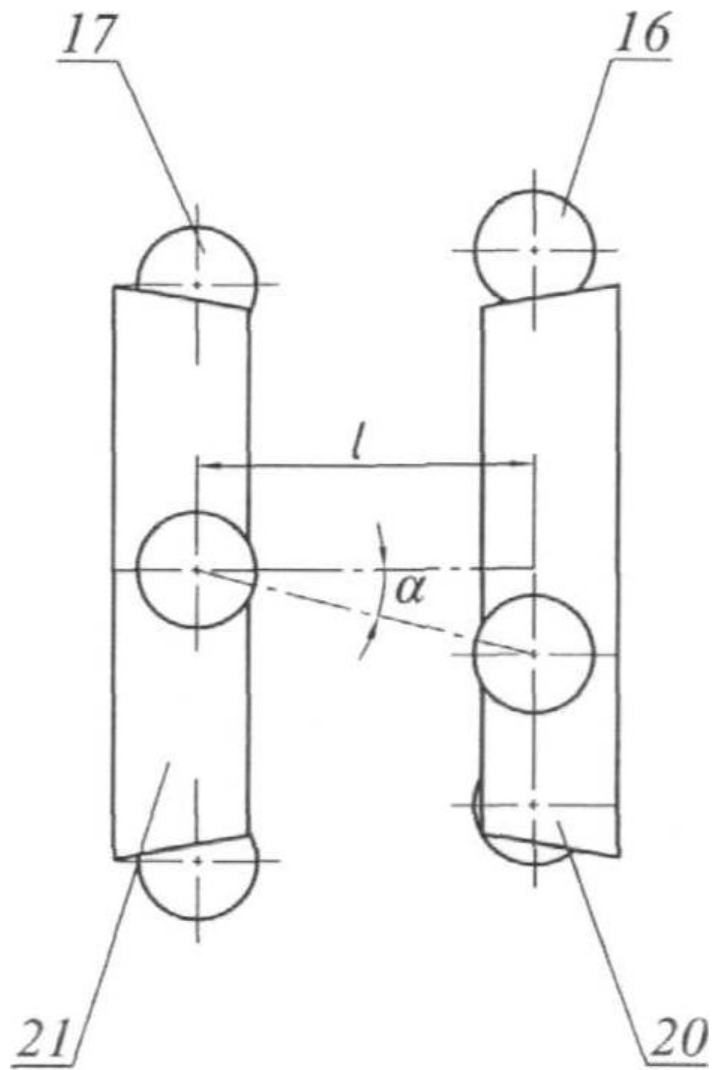


Fig. 9



Фіг. 10

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

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

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