



УКРАЇНА

(19) UA (11) 24631 (13) U  
(51) МПК (2006)  
B23B 35/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ОБРОБКИ ОТВОРІВ

1

2

(21) u200701319

(22) 08.02.2007

(24) 10.07.2007

(46) 10.07.2007, Бюл. № 10, 2007 р.

(72) Безуглий Леонід Іванович

(73) КІРОВОГРАДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) 1. Спосіб обробки радіальних отворів переважно в деталях типу дисків, кілець і втулок, встановлених в затискних пристроях, рівнорозташованих навколо осі ротора, силовою головкою, при якому подачу здійснюють шляхом радіального зближення в одній площині деталі і інструмента, а точність отворів забезпечують збігом осей інструмента і оброблюваного ним отвору, який відрізняється тим, що пристрої оснащують паралельними валу ротора шпинделями, змонтованими в роторі на підшипниках з можливістю обертання навколо центрів оброблюваних деталей, і розташовують на відстані від центра ротора, яку визначають за формулою

$$r_p = \frac{(r_d + \Delta + r_r) \sin \frac{\beta}{2}}{\sin(180^\circ - 1,5\beta) - \sin \frac{\beta}{2}},$$

центр обертання вала силової головки розміщують на відстані від центра ротора, яку визначають за формулою

$$A = r_p + r_d + \Delta + r_r,$$

де  $r_d$  - радіус поверхні деталі, на якій оброблюють отвори,

$\Delta$  - транспортний проміжок між цією поверхнею і торцем шпинделя головки при їх протистоянні на міжцентровій лінії ротора і головки,

$r_r$  - виліт шпинделя головки від центра її вала,

$\beta$  - кут повороту головки за час обробки отвору, який визначається за формулою

$$\beta = \frac{360^\circ}{Z_{\text{фікт}}},$$

де  $Z_{\text{фікт}}$  - фіктивна кількість інструментів головки, яку вибирають в залежності від потрібної продуктивності з наступного ряду чисел: 120, 72, 60, 40, 36, 24, 20, 12, які забезпечують майже всі можливі варіанти виконання способу, а вал ротора че-

рез прискорюючи зубчасту передачу з передаточним числом

$$i = \frac{90 - \frac{\beta}{2}}{\beta}$$

з'єднують з привідним валом, другий кінець якого з'єднують з кривошипом радіуса

$$r_k = A_1 \sin \frac{\beta}{2},$$

де  $A_1$  - відстань між центрами привідного вала і головки, який за допомогою шарнірно прикріпленого до нього повзуна з'єднують з кулісою, яку закріплюють на валу головки, паралельно осі її інструмента, який при налагодженні верстата, здійснюючого спосіб, закріплюють на відстані від торця шпинделя головки, яку визначають за формулою

$$l = \Delta + h,$$

де  $h$  - глибина (довжина) оброблюваного отвору, крім цього, вал головки через зубчасту передачу з передаточним числом -1 з'єднують з веденим вінцем блока-шестірні, встановленій в підшипниках на валу ротора, ведучий вінець якої зчеплюють з валами-шестернями, які через рухомо приєднані до них собачки і зчеплені з ними храповики закріплені на шпинделях ротора, передають їм узгоджений з головкою обертальний рух, потім, відповідним зчепленням зубчастих коліс кінематичних ланцюгів, шпиндель ротора, розташовують так, щоб кут між радіусом ротора, який проходить через центр деталі, яка вступає у взаємодію з націленим в нього інструментом, і його віссю дорівнював  $180^\circ - 1,5\beta$  і узгоджено обертають ротор і головку з технологічною швидкістю в протилежних напрямках, а шпиндель з деталлю узгоджено з головкою обертають в одному з нею напрямку, після обробки отвору поворотом ротора на кут  $2\beta$  і головки - на кут  $\beta$  і виводу інструмента з обробленого ним отвору шпиндель з обробленою деталлю фіксують за допомогою храповика і другої, рухомо приєднаної до ротора підпружиненої собачки, головку повертають у вихідне положення і одночасно за допомогою подільника цей шпиндель повертають відносно вала-шестірні на необхідний кут ділення

(13) U

(11) 24631

(19) UA

кола деталі, після чого подільник повертають у вихідне положення, а деталь знов фіксують.

2. Спосіб за п.1, який **відрізняється** тим, що кутовий крок шпинделів ротора приймають рівним  $4\beta$ .

3. Спосіб за п.1, який **відрізняється** тим, що подільник виконують у вигляді прикріпленого до корпусу затискного пристрою підпружиненого відносно ротора важеля з роликом на кінці, взаємодіючого під час ділення з нерухомо встановленим за межами ротора регульованим кулачком.

Корисна модель стосується обробки металів різанням, а саме технології обробки радіальних отворів на циліндричних поверхнях різноманітних деталей типу дисків, кілець і втулок.

Відомий спосіб обробки неглибоких отворів, рівнорозташованих на зовнішній циліндричній поверхні деталі круглої форми [1] шляхом її кочення відносно інструментів, який відрізняється тим, що з метою підвищення продуктивності за рахунок багаторазового повторення циклів подачі і ділення відносно одного і того ж інструменту без переривання руху деталі, її котять всередині на прямого нерухомого кола, довжина якого не кратна довжині кола деталі, відносно встановлених по радіусам прямого кола інструментів, висунутих відносно площини кочення на глибину отворів.

Недоліком способу є невисока точність отворів.

Також відомий, прийнятий за найближчий аналог, спосіб обробки отворів [2], сутність якого полягає в тому, що з метою підвищення точності обробки за рахунок безперервного збігу осей інструмента і оброблюемого ним отвору, інструмент (або деталь) повертають в площині, яка проходить через осі інструмента і оброблюемого отвору навколо осі, яку розміщують на колі, відповідному траєкторії спільного руху інструмента і деталі. Причому, оброблюємі деталі встановлюють в затискних пристроях на планшайбі, з віссю  $O_1$  що обертається, забезпечуючи транспортний рух деталей. Одночасно обертається і друга планшайба з віссю  $O_2$ . Яка несе силові головки з важелями і приєднаними до них роликами, які (головки) під час обробки, повертають в площині обертання планшайб шляхом обкочування роликів по профілю нерухомого кулачка, який забезпечує збіг осей інструмента і отвору.

Недоліками способу-найближчого аналога по-перше є те, що при його здійсненні узгодження відносного руху головки з рухом деталі забезпечується не природно за допомогою руху самої деталі, а штучно, за допомогою, кінематично не зв'язаного з нею, кулачка. Така система є безрефлексною, так як кулачок має незмінний профіль і під час обробки не може реагувати на можливі коливання частоти обертання планшайб, що може привести до розбігу кутів повороту деталі при її переносному русі і головки, а відтак і до розбігу осей інструмента і оброблюемого ним отвору, а

по-друге - використання великої кількості силових головок.

Задачею даної корисної моделі є підвищення точності обробки отворів і зменшення кількості силових головок.

Ця задача вирішується завдяки тому, що:

1. пристрої з оброблюємими деталями оснащують, паралельними валу ротора, шпинделями, змонтованими в роторі на підшипниках з можливістю обертання навколо центрів оброблюємих деталей і розташовують на відстані від центра ротора, яку визначають по формулі:

$$r_p = \frac{(r_d + \Delta + r_r) \sin \frac{\beta}{2}}{\sin(180^\circ - 1,5\beta) - \sin \frac{\beta}{2}}$$

центр обертання вала силової головки розміщують на відстані від центра ротора, яку визначають по формулі

$$A = r_p + r_d + \Delta + r_r,$$

де  $r_d$  - радіус поверхні деталі, на якій оброблюють отвори,

$\Delta$  - транспортний проміжок між цією поверхнею і торцем шпинделя головки при їх протистоянні на міжцентровій лінії ротора і головки,

$r_r$  - виліт шпинделя головки від центра її вала,

$\beta$  - кут повороту головки за час обробки отвору, визначаємий, по формулі

$$\beta = \frac{360^\circ}{Z_{\text{фікт}}},$$

де  $Z_{\text{фікт}}$  - фіктивна кількість інструментів головки, яку вибирають в залежності від потрібної продуктивності з наступного ряду чисел: 120, 72, 60, 40, 36, 24, 20, 12, які забезпечують майже всі можливі варіанти виконання способу, а вал ротора через прискорюючу зубчасту передачу з передаточним числом

$$i = \frac{90 - \frac{\beta}{2}}{\beta},$$

з'єднують з приводним валом, другий кінець якого з'єднують з кривошипом радіуса

$$r_k = A_1 \sin \frac{\beta}{2}$$

де  $A_1$  - відстань між центрами приводного вала і головки, який за допомогою, шарнірно при-

кріпленого до нього повзуна, з'єднують з кулісою, яку закріплюють на валу головки, паралельно осі її інструмента, який при налагодженні верстата, здійснюючого спосіб, закріплюють на відстані від торця шпинделя головки, яку визначають по формулі

$$l = \Delta + h,$$

де  $h$  - глибина (довжина) оброблююмого отвору.

Окрім цього, вал головки через зубчасту передачу з передаточним числом +1 з'єднують з ведомим вінцем блок-шестерні, встановленої в підшипниках на валу ротора, ведучий вінець якої зчеплюють з вал-шестернями, які через, рухливо приєднані до них, собачки і зчеплені з ними храповики, закріплені на шпинделях ротора передає їм узгоджений з головкою обертальний рух, потім, відповідним зчепленням зубчастих коліс кінематичних ланцюгів, шпиндель ротора, який вступає у взаємодію з інструментом головки розташовують так, щоб кут між радіусом ротора, який проходить через центр деталі, яка вступає у взаємодію з націленим в нього інструментом і його віссю дорівнював  $180^\circ - 1,5\beta$  і узгоджено обертають ротор і головку з технологічною швидкістю в протилежних напрямках, а шпиндель з деталлю узгоджено з головкою обертають в одному з нею напрямку. Після обробки отвору поворотом ротора на кут  $2\beta$  і головки - на кут  $\beta$  і виводу інструмента з обробленого ним отвору, шпиндель з обробленою деталлю фіксують за допомогою храповика і другої, рухливо приєднаної до ротора підпружиненої собачки, головку повертають у вихідне положення і одночасно, за допомогою ділителя, цей шпиндель повертають відносно вал-шестерні на необхідний кут ділення кола деталі, після чого ділитель повертають у вихідне положення, а деталь знов фіксують;

2. кутовий крок шпинделів ротора приймають рівним  $4\beta$ ;

3. ділитель виконують у вигляді прикріпленого до корпусу затискного пристрою, підпружиненого відносно ротора, важеля з роликом на кінці, взаємодіючого під час ділення, з нерухомо встановленим за межами ротора, регулюємим кулачком.

На Фіг.1, 2, 3 представлені схеми, які ілюструють послідовність обробки отворів запропонованим способом;

на Фіг.4 - кінематична схема верстата для здійснення способу;

на Фіг.5 - вид на схему по стрілці В на Фіг.4;

на Фіг.6 - вид на схему по стрілці С на Фіг.4;

на Фіг.7 - розріз Д-Д на Фіг.4;

на Фіг.8 - кріплення кінців пружини 29.

Спосіб обробки здійснюють слідуючим чином:

Оброблюємі деталі 1 завантажують в затискний пристрій 2, оснащений шпинделями 3, паралельними валу 4 ротора 5 і змонтованими в ньому на підшипниках з можливістю обертання навколо центрів деталей, які розташовують на відстані від центра ротора

$$r_p = \frac{(r_d + \Delta + r_r) \sin \frac{\beta}{2}}{\sin(180^\circ - 1,5\beta) - \sin \frac{\beta}{2}},$$

а центр обертання вала 6 силової головки 7 розташовують на відстані від центра ротора

$$A = r_p + r_d + \Delta + r_r,$$

де  $r_d$  - радіус поверхні деталі, на якій оброблюють отвори,

$\Delta$  - транспортний проміжок між цією поверхнею і торцем шпинделя головки при їх протистоянні на лінії, з'єднуючій центри ротора і головки,

$\beta$  - кут повороту головки за час обробки отвору, який визначається, по формулі

$$\beta = \frac{360^\circ}{Z_{\text{фікт}}},$$

де  $Z_{\text{фікт}}$  - фіктивна кількість інструментів головки, яку в залежності від потрібної продуктивності вибирають з наступного ряду чисел: 120, 72, 60, 40, 36, 24, 20, 12, потім вал ротора через прискорюючу зубчасту передачу 8, 9, 10 з передаточним числом

$$i = \frac{90 - \frac{\beta}{2}}{\beta},$$

з'єднують з приводним (додатковим) валом 11, кінець якого з'єднують з кривошипом 12, який за допомогою, шарнірно приєднаного, до нього повзуна 13 з'єднують з кулісою 14, яку закріплюють на валу головки, паралельно осі її інструмента 15, закріпленого на відстані від торця її шпинделя, яку визначають по формулі

$$l = \Delta + h,$$

де  $h$  - глибина (довжина) оброблююмого отвору.

Радіус кривошипа визначають по формулі

$$r_k = A_1 \sin \frac{\beta}{2},$$

а вал головки через зубчасту передачу 16, 17, 18 з передаточним числом +1 з'єднують з ведомим вінцем встановленої в підшипниках на валу ротора блок-шестерні 19, ведучий вінець якої зчеплюють з вал-шестернею 20 (їх загальна кількість дорівнює кількості шпинделів ротора), яка за допомогою рухливо приєднаної до неї собачки 21, зчепленої з храповиком 22, закріпленим на шпинделі ротора, передає шпинделю, узгоджений з головкою обертальний рух, потім поворотом ротора в одному, а головки - в протилежному напрямку, інструмент націлюють в центр деталі, витримуючи кут ( $\rho$  між віссю інструмента і радіусом ротора, який проходить через центр подавляемої на інструмент деталі, рівний

$$180^\circ - 1,5\beta,$$

після чого, електродвигуном 23 через черв'ячну передачу 24, 25 ротор і головку узгоджено обертають з технологічною швидкістю в протилежних напрямках, а шпиндель з оброблюємою деталлю узгоджено обертають з головкою в одному напрямку.

Після обробки отвору поворотом ротора на кут  $2\beta$  і головки - на кут  $\beta$  і виводу інструмента з обробленого ним отвору, шпindel з обробленою деталлю за допомогою храповика і другої, рухливо приєднаної до ротора собачки 26, фіксують, головку повертають у вихідне положення, і одночасно за допомогою ділителя шпindel з обробленою деталлю повертають відносно валшестерні на необхідний кут ділення, після чого ділитель повертають у вихідне положення, а деталь знов фіксують.

Ділитель виконують у вигляді важеля 27 з роликом 28 на кінці, з'єднаного з корпусом затискного пристрою і підпружиненого відносно ротора, заневоленою, охоплюючою корпус пристрою, пружиною кручення 29, один кінець якої за допомогою спецболта 30 кріпиться до корпусу пристрою, а другий за допомогою спецболта 31 - до ротора. Ділення відбувається при взаємодії ролика з, нерухомо встановленим за межами ротора, регулюємим кулачком 32.

Для того, щоб після обробки отвору головка встигла повернутися у вихідне положення для зустрічі з черговою, транспортуємою ротором деталлю, кутовий крок шпинделів ротора приймають рівним  $4\beta$ , а прискорююча передача 8, 9, 10 між валом ротора і приводним валом призначена для узгодження кутів повороту ротора і головки. Таким чином, обробка отворів в декількох, встановлених на роторі деталях з одночасним діленням їх кіл на необхідну кількість частин забезпечується одношпиндельною силовою головкою, яка здійснює обертально-зворотні рухи, передає оброблюємих деталям у відношенні 1:1 при безперервному обертанні ротора.

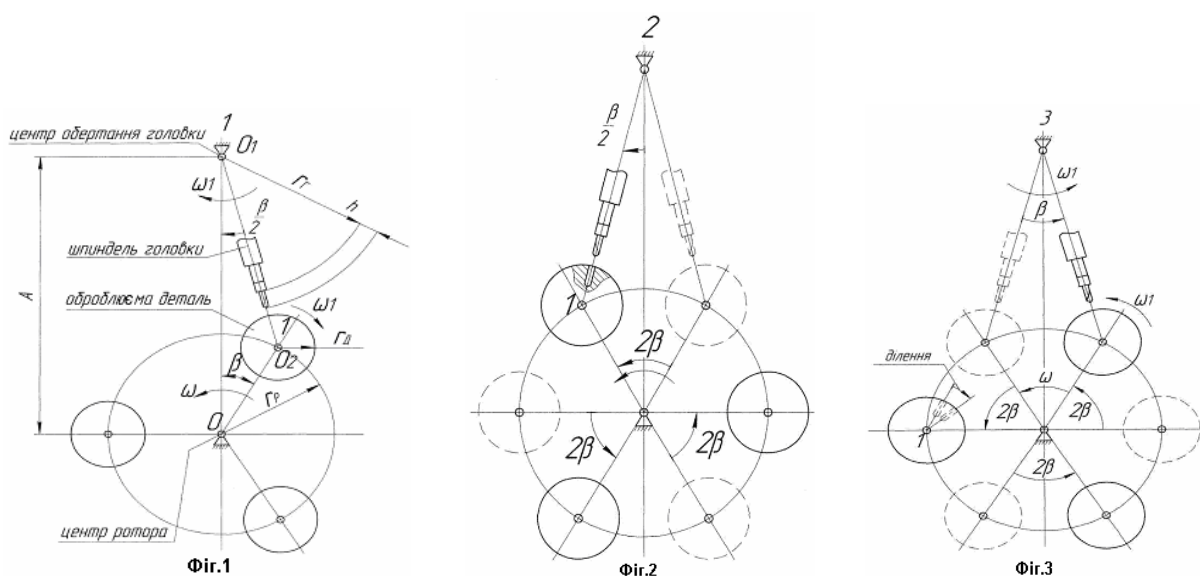
Завдяки тому, що необхідні для обробки отворів рухи силової головки і деталі в її переносному і відносному русі здійснюються одним при-

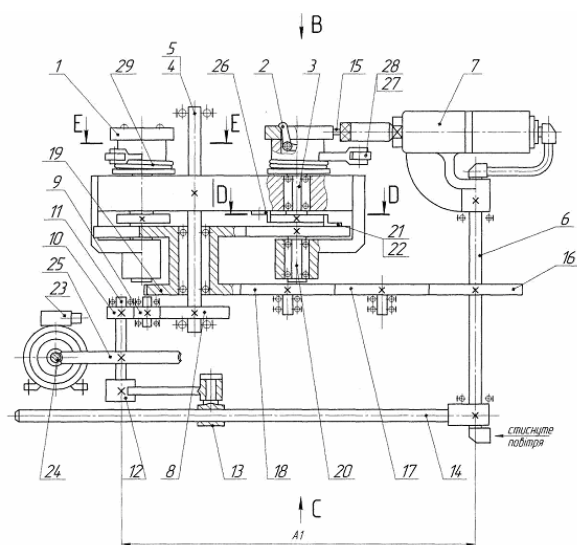
водом, а також завдяки тому, що передаточне число кінематичного ланцюга, зв'язуючого вал головки з транспортуючими, оброблюємих деталі шпинделями ротора, дорівнює одиниці, повністю виключається ймовірність розбіжності осей інструмента і оброблюємого ним отвору, що забезпечуватиме більш високу точність отворів ніж спосіб-найближчий аналог. Особливістю запропонованого способу обробки отворів є те, що кут  $\rho$  може бути лише цілим парним числом, на яке  $360^\circ$  ділилося би без залишку, а так як кутовий крок  $\alpha$  шпинделів ротора дорівнює  $4\beta$ , то і він повинен бути цілим парним числом. Дані, одержані розрахунками, за цих умов, величин  $Z_{\text{фiкт}}$ ,  $\beta$ ,  $\alpha$  і кількості одночасно оброблюємих деталей -  $Z_d$  наведені в таблиці.

$Z_{\text{фiкт}}$ , шт.	$\beta^\circ$	$\alpha^\circ$	$Z_d$ , шт.
120	3	12	30
72	5	20	18
60	6	24	15
40	9	36	10
36	10	40	9
24	15	60	6
20	18	72	5
12	20	120	3

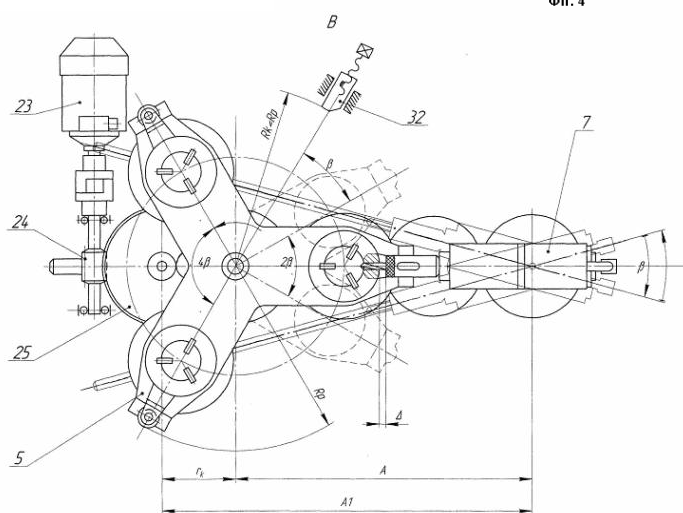
#### Джерела інформації

1. Авторское свидетельство СССР 464395 М.Кл. В 23 в 35/00 Бюл. №11 от 25.03.75 на „Способ обработки неглубоких впадин или отверстий” авт. Безуглий Л.И.
2. Авторское свидетельство СССР SU 1154060А В 23 в 35/00 Бюл. №17 от 07.05.85 на „Способ обработки отверстий” авт. Пестунов В.М.

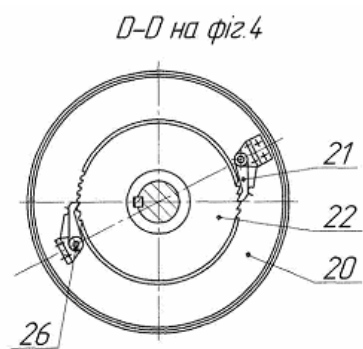




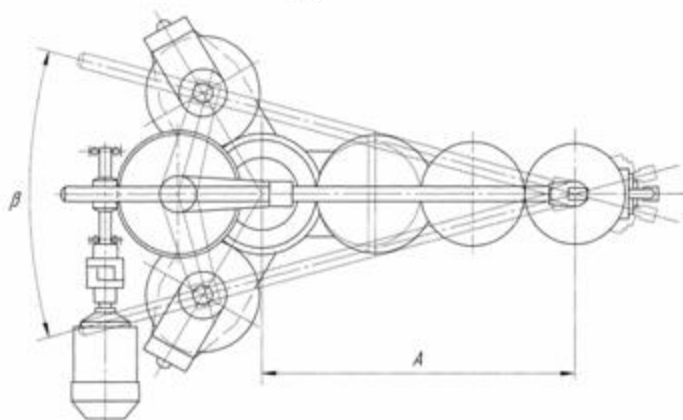
Фіг. 4



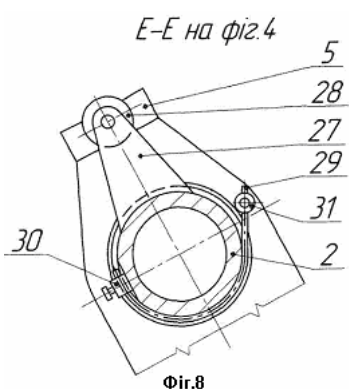
Фіг. 5



Фіг. 7



Фіг. 6



Фіг. 8