

тання при досить широкому діапазоні маси завантаження та свідчить про працездатність запропонованих конструкцій.

1. Гаврильченко О.В., Ланець О.С. Передумови та принципи створення багатомасових вібраційних площадок з електромагнітним приводом для ущільнення бетону // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. Український міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НУ “Львівська політехніка”, 2002. – Вип. 38. 2. Бабаков И.М. Теория колебаний. – М.: Наука, 1968. 3. Бутенин Н.В., Лунц Я.Л., Меркин Д.Р. Курс теоретической механики. – М.: Наука, 1985.

УДК 621.81

А.В. Матвійчук, І.Б. Гевко

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя,  
кафедра технології машинобудування

## СИНТЕЗ РОЗТОЧУВАЛЬНИХ ГОЛОВОК ДЛЯ РОЗТОЧУВАННЯ КІЛЬЦЕВИХ КАНАВОК В ОТВОРАХ

© Матвійчук А.В., Гевко І.Б., 2003

**Наведено синтез конструктивних параметрів головок для розточування кільцевих канавок в отворах корпусних деталей. Виведені аналітичні залежності для визначення величини радіального зміщення різців від величини осьового переміщення. Дані практичні рекомендації щодо проектування розточувальних оправок.**

**The synthesis of constructive parameters of heads to bore out the ring grooves in conic details holes are presented. The analytical dependences to determine the value of radial replacements of cutters on the value of axial replacement are developed. The practical recommendations on designing the boring bars are give as well.**

Технологічні операції обробки отворів широко розповсюджені в машинобудуванні і за обсягом не поступаються процесам обробки зовнішніх поверхонь. Крім цього обробка точних отворів належить до числа найбільш трудомістих процесів і є складнішою, ніж обробка зовнішніх поверхонь, що зумовлено важкими умовами перебігу процесів розточування, меншою жорсткістю різальних інструментів тощо [1, 2, 3]. При обробці отворів необхідно забезпечити не тільки точність розмірів і форми, але й точність положення осі оброблюваного отвору відносно зовнішньої поверхні.

На основі аналізу останніх публікацій встановлено, що розточування кільцевих канавок під стопорні кільця, манжетні ущільнення, при їх виготовленні і відновленні, в корпусних деталях, машинах і механізмах належить до складних технологічних операцій.

Обробка є ще складнішою при виготовленні кільцевих канавок в отворах напіввідкритого і особливо закритого типів в умовах автотракторного виробництва, де проходить відновлення у виробничих майстернях з недостатнім парком металорізального обладнання.

Складність також полягає в забезпеченні високої точності та шорсткості оброблених поверхонь, продуктивності праці, особливо при виготовленні вище перерахованих поверхонь у деталях великих габаритів.

Загальною проблемою, при вирішенні поставленого завдання, є забезпечення правильного встановлення інструмента щодо деталі, досягнення рівномірного розподілу припусків, мінімальної деформації оброблюваних поверхонь, надійності і жорсткості кріплення, зручності вивірки розточувального пристрою.

Проблемне завдання підвищення точності, вібростійкості і продуктивності при виготовленні кільцевих канавок в отворах різальним кінцевим інструментом необхідно вирішувати шляхом управління переміщенням інструмента в площині, перпендикулярній до його осі за рахунок оптимізації конструктивних параметрів, орієнтації коливної системи і режимів різання. Останнє тісно пов'язане з розмірною стійкістю інструмента, точністю, собівартістю і продуктивністю обробки отворів [4, 5, 6].

У зв'язку з цим, одним із шляхів підвищення точності і якості кільцевих канавок в оброблюваних отворах є використання двох або більше розточувальних різців в розточувальних головках [7].

Метою роботи є розробка конструкцій високоточних і високопродуктивних багаторізцевих розточувальних головок з проведенням відповідного синтезу з їх проектування і використання.

Практичним завданням є ремонт та відновлення кільцевих поверхонь у майстернях, при одиничному та серійному виробництві, де в основному відсутні рекомендації з врахування конкретних умов роботи.

Для забезпечення координації, досягнення співвісності шпинделя верстата з віссю розточувальної головки і виготовлювання кільцевої канавки в отворі, використовують розтискну розточувальну головку, яка показана в зібраному та розібраному виглядах на рис. 1.



*Рис. 1. Розточувальна головка для розточування кільцевих канавок*

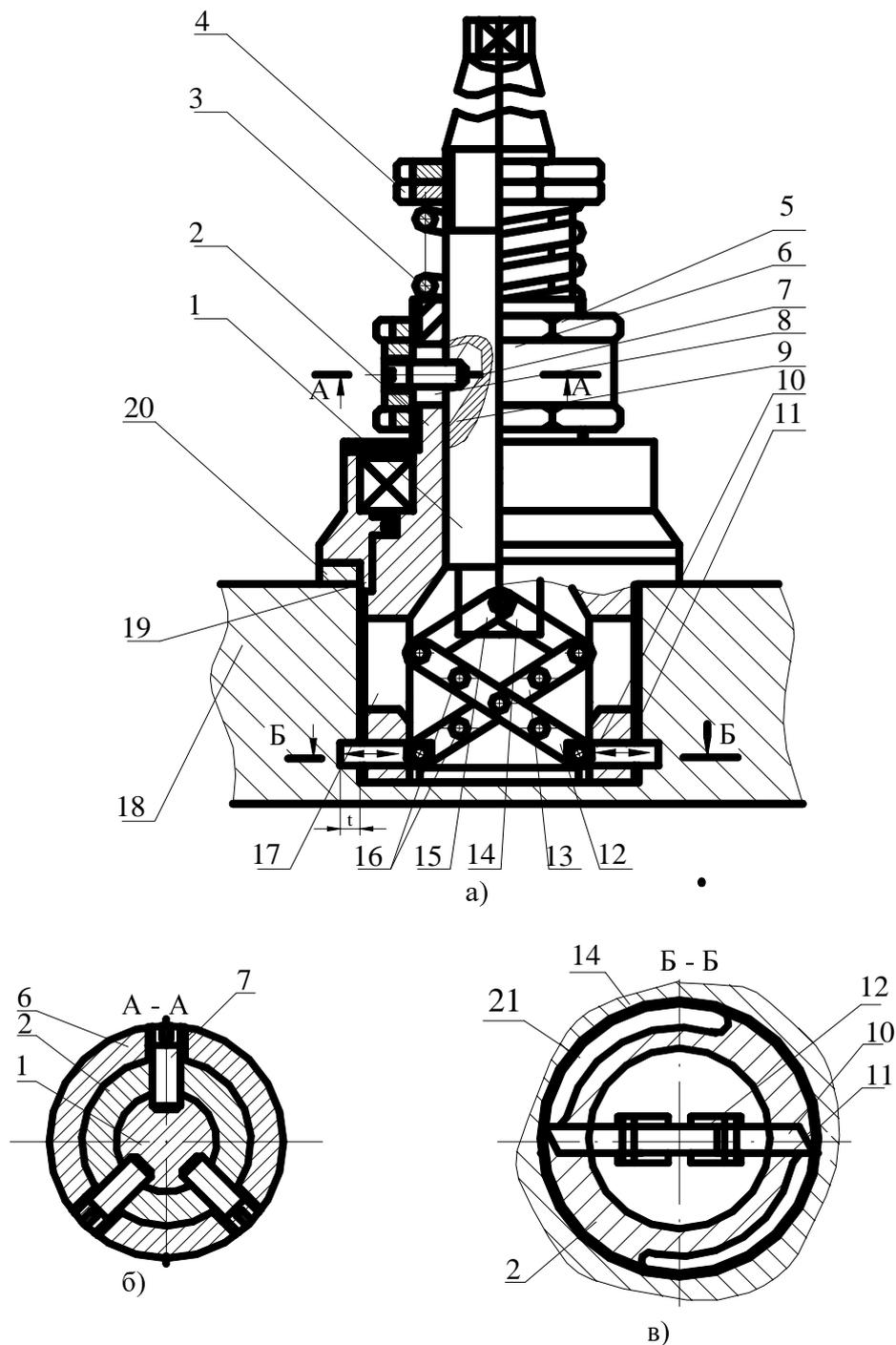


Рис. 2. Пристрій з шарнірним механізмом розтиску:  
 а – загальний вигляд; б – регулюючі пальці; в – схема розміщення різців

На базі цього пристрою створено низку прогресивних технологічних конструкцій для відновлення та виготовлення кільцевих канавок, одна з яких показана на рис. 2.

Пристрій складається з оправки 1, з верхньою конусною частиною, яким він кріпиться до шпинделя верстата. На нижній частині оправки, з можливістю осевого переміщення, встановлена втулка 2, яка верхнім кінцем контактує з пружиною стискування 3. Остання зверху підтискається гайкою і контргайкою 4, які нагвинчені на верхній кінець цилінд-

ричної частини хвостовика. На різеву частину втулки нагвинчені дві гайки 5, між якими розміщена втулка 6. В останню, рівномірно по колу, вкручено три регулюючі пальці 7 (рис. 2, а), положення яких в осьових пазах 8, 9 втулки 2 і оправки визначає величину переміщення розточувальних різців 10, що розміщені в радіальних пазах 11 нижньої частини втулки 2 (рис. 2, в). До неробочих кінців радіально розміщених різців шарнірно прикріплені видовжені важелі 12 і 13 ромбічно-шарнірного механізму. Верхні важелі 14 і 15 шарнірно з'єднані верхніми сторонами між собою і з нижньою торцевою частиною оправки. Протилежними сторонами вони відповідно з'єднані з видовженими важелями 12 і 13, таким чином утворюючи ромбічно-шарнірний механізм для забезпечення радіального переміщення розточувальних різців при зміщенні оправки разом з механізмом вниз, змінюючи його форму. Додаткове регулювання величини і форми механізму забезпечується виконанням додаткових отворів 16 на видовжених важелях, наприклад, в кількості двох на кожному із них, як зображено на рис. 2а, або з іншою кількістю. Для забезпечення збільшення величини ходу розточувальних різців в нижній частині втулки 2, в площині ромбічно-шарнірного механізму, виконані вікна 17 прямокутної форми з шириною, більшою від суми товщин видовжених важелів і висотою, більшою від половини ходу оправки.

Точне центрування розточувальної головки відносно отвору корпусу 18 здійснюється центрувальним виступом 19, а місце її розміщення в корпусі визначається регулювальною шайбою 20. Для виходу стружки із зони різання виконано канавки 21.

При розточуванні розточувальну головку встановлюють в шпindelь вертикально-свердлильного, вертикально- або горизонтально-фрезерного верстата. Центрування його в отворі здійснюється за допомогою центрувального виступу, а розміщення кільцевої канавки від торця корпусу регулюється шайбою 20, причому оправка відносно втулки 2 знаходиться у верхньому крайньому положенні. Після цих підготовчих робіт включають верстат і опускають розточувальну головку вниз, стискаючи пружину 3, при цьому оправка діє на верхні і видовжені важелі ромбічно-шарнірного механізму, що розходяться і розтискують розточувальні різці в радіальному напрямку, які в свою чергу розточують кільцеву канавку в корпусі глибиною  $t$ . Глибина розточування залежить від величини переміщення оправки, хід якої регулюється вкрученими пальцями 7 за допомогою гайок 5 і пазів 8, 9.

Після закінчення розточування кільцевої канавки оправка під дією пружини повертається в початкове положення, взаємодіючи з верхніми і видовженими важелями ромбічно-шарнірного механізму, які відводять різці у вихідне положення. Закінчивши технологічний процес розточування, головку переставляють в другий отвір оброблюваної деталі.

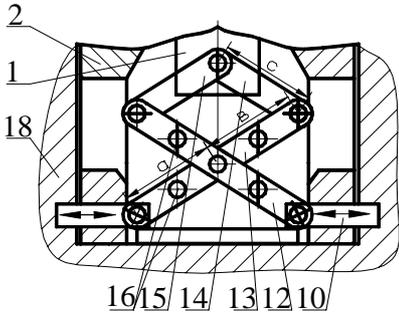
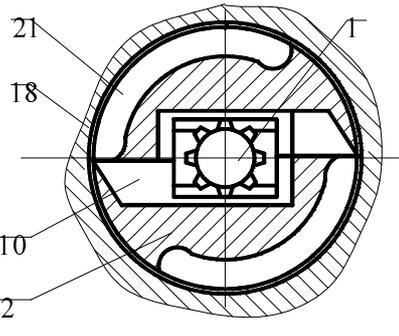
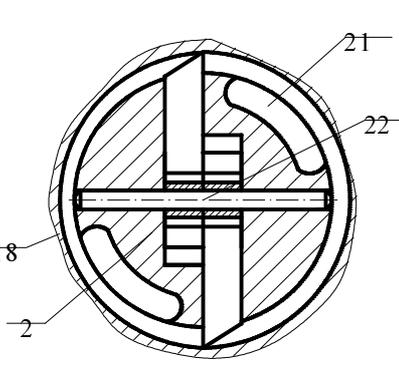
За необхідності збільшення або зменшення глибини кільцевої канавки отворами 16 проводиться додаткове регулювання та переустановлення видовжених важелів, що призводить до зміни форми ромбічно-шарнірного механізму.

Вибір напрямків створення конструктивно-технологічних схем на першому етапі необхідно здійснювати за допомогою різних підходів до аналізу існуючих конструктивних і технологічних рішень, особливу увагу приділити конструктивному виконанню розточувальних головок та особливостей різального інструмента, який використовується при розточуванні поверхонь. На другому етапі є детальне синтезування розточувальних головок та їх елементів і вибір оптимальних конструкцій відповідно до сформульованих основних вимог.

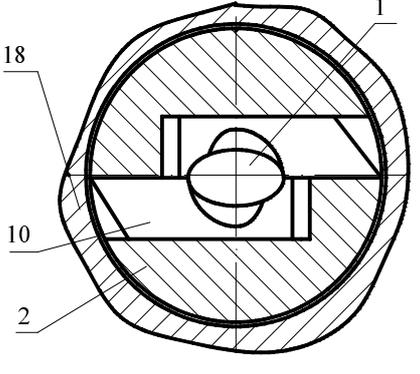
Метою системного дослідження є об'єктивна оцінка можливих варіантів, виявлення закономірностей побудови удосконалюваних розточувальних головок.

На основі запропонованої методики здійснено синтез схем механізмів розтиску різців в розточувальних головках. Приклади одержання технологічних рішень наведені в таблиці.

### Конструктивні схеми виконання розточувальних головок

| № з/п   | Схеми механізмів розтиску розточувальних різців                                     | Назва механізму    | Довжина ходу різців   |
|---|---|--------------------|---|
| 1   | 2   | 3                  | 4   |
| 1   |    | Ромбічно-шарнірний | $h = \sqrt{c^2 - \left(\frac{r \cdot b}{a}\right)^2} - \sqrt{c^2 - (r+l)^2 \cdot \left(\frac{b}{a}\right)^2} + \left(1 + \frac{b}{a}\right) \cdot \left(\sqrt{a^2 - r^2} - \sqrt{a^2 - (r+l)^2}\right)$ |
| <p><math>h</math> – величина осевого переміщення оправки; <math>c</math> – довжина верхнього важеля; <math>a, b</math> – відповідно довжина видовженого важеля до і після шарнірного з'єднання зі сторони розточувального різця; <math>r</math> – величина радіуса отвору; <math>l</math> – радіальне переміщення різців на глибину різання <math>t</math>.</p> |   |                    |   |
| 2   |   | Рейковий           | $l = d \cdot \sin\left(\frac{\beta}{2}\right)$ $\beta = \frac{114,599 \cdot h \cdot \cos^2 \alpha}{D \cdot \sin \alpha}$  |
| <p><math>\beta</math> – кут повороту оправки відносно втулки; <math>\alpha</math> – кут підйому спіралі нахиленого пазу, який виконано на оправці; <math>D</math> – діаметр оправки, на якому виконано спіральний нахилений паз; <math>d</math> – середній діаметр зубчатого колеса; <math>l</math> – радіальний вихід інструмента на глибину різання.</p>      |   |                    |   |
| 3   |  | Нахиленими пазами  | $h = l \cdot ctq\gamma$   |
| <p><math>\gamma</math> – кут підйому поверхні нахилених пазів, виконаних в державках різців, по якій переміщається штифт 22, встановлений в оправці 2, форма якого в зоні контакту з пазами відповідає їх профілю.</p>  |   |                    |   |

Продовження таблиці

| 1  | 2   | 3              | 4  |
|--|---|----------------|--|
| 4  |  | Еліпсоподібний | $l = ab \sqrt{\frac{1}{b^2 + (a \cdot \operatorname{tg} \beta)^2}};$ $\beta = \frac{114,599 \cdot A \cdot \cos \alpha}{D}$ |
| <p>a, b – відповідно велика і мала півосі еліпсної оправки; <math>\alpha</math> – кут підйому спіралі нахиленого паза, який виконано на оправці; A – величина розгортки нахиленого паза при його провороті на кут підйому.</p> |   |                |  |

Внаслідок проведеного синтезного аналізу конструкцій розточувальних головок та їх елементів можна зробити такі висновки:

а) подані елементи конструкцій забезпечують виконання технологічного процесу при різних діаметрах оброблюваних кільцевих канавок та отворів з мінімальними матеріальними і енергетичними витратами;

б) запропоновані конструкції забезпечують хороше базування пристроїв в отворах, що відповідно створює рівномірний розподіл припуску при обробці;

в) конструктивне виконання розточувальних головок дозволяє обробку кільцевих канавок відкритого і напіввідкритого типу в глухих отворах різних корпусних деталей, при зміщенні їх на різну віддалі введенням додаткових розрахованих елементів;

г) проведений синтез елементів розточувальних головок, встановлені конструктивні і технологічні параметри та режими різання дозволяють дати практичні рекомендації щодо проектування розточувальних головок, розширити дослідницькі можливості проєктантів, скоротити терміни проєктування і підвищити якість синтезованих технічних рішень.

1. Остафьев В.А., Пономаренко А.И. *Обработка точных отверстий в приборостроении*. – К.: Техника, 1972. – 137 с. 2. Еремов Н.М. *Обработка отверстий в деталях из серого чугуна*. – М.: Изд. Машиностроительной научно-технической литературы, 1961. – 126 с. 3. Троицкий Н.Д. *Глубокое сверление*. – Л.: Машиностроение, 1971. – 176 с. 4. Матвійчук А.В., Гевко І.Б. *Технологія відновлення і розточування кільцевих канавок в корпусних деталях // Вісник Харківськ. держ. техн. ун-ту сільськ. госп.* – Харків, 2003. – Вип. 17. – С. 58 – 61. 5. Холмогорцев Ю.П. *Оптимизация процессов обработки отверстий*. – М.: Машиностроение, 1984. – 184 с. 6. Макаров А.Д. *Оптимизация процессов резания*. – М.: Машиностроение, 1976. – 278 с. 7. Пат. №49289А. *Пристрій для розточування кільцевих канавок в отворах корпусних деталей*. А.В. Матвійчук, І.Б. Гевко. МПК<sup>7</sup> В23В35/00, 41/00.- Чинний від 16.12.2002р. Бюл. №12.