

УКРАЇНА

UKRAINE



ПАТЕНТ

НА ВИНАХІД

№ 93252

**СПОСІБ ЧИСТОВОЇ ТА ЗМЦНЮЮЧОЇ ОБРОБКИ  
ПОВЕРХОНЬ ТІЛ ОБЕРТАННЯ СКЛАДНОГО ПРОФІЛЮ І  
ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ**

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на винаходи  
25.01.2011.

Голова Державного департаменту  
інтелектуальної власності

М.В. Паладій



(19) UA

(51) МПК  
B24B 39/04 (2011.01)

(21) Номер заявки:	а 2008 15098	(72) Винахідники:	Бутаков Борис Іванович, UA, Шебанін В'ячеслав Сергійович, UA, Бутакова Галина Сергіївна, UA, Марченко Дмитро Дмитрович, UA
(22) Дата подання заявки:	29.12.2008	(73) Власник:	МИКОЛАЇВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул.Паризької комуни, 10, м.Миколаїв, 54010, UA
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	25.01.2011		
(41) Дата публікації відомостей про заявку та номер бюлетеня:	12.07.2010, Бюл.№ 13		
(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня:	25.01.2011, Бюл. № 2		

(54) Назва винаходу:

## СПОСІБ ЧИСТОВОЇ ТА ЗМІЦНЮЮЧОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ ТІЛ ОБЕРТАННЯ СКЛАДНОГО ПРОФІЛЮ І ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

(57) Формула винаходу:

1. Спосіб чистової та зміцнюючої обробки поверхонь тіл обертання складного профілю пластичним деформуванням клиновим роликом, що обертається навколо своєї осі у площині, перпендикулярній до неї, який відрізняється тим, що у кожній точці контакту клинового ролика з обкочуваною деталлю забезпечують постійність середнього кута  $\varphi$  втискування клинового ролика в оброблювану поверхню, де  $\varphi = (\varphi_a + \varphi_b)/2$ , де  $\varphi_a$  - кут втискування ролика у площині подачі,  $\varphi_b$  - кут втискування ролика у площині, перпендикулярній до площини подачі.

2. Пристрій для чистової та зміцнюючої обробки поверхонь тіл обертання складного профілю, що містить роликовий вузол, важільний силовий пружинний механізм притиску ролика до деталі, який відрізняється тим, що робоча поверхня клинового ролика виконана із змінною кривизною в його осьовому перерізі, а відрізки кіл профілю ролика з різною кривизною виконані у системі координат, пов'язаній з віссю симетрії профілю клинового ролика на його торці за математичними залежностями:

$$x_i = x_{i-1} + R_{i-1}(\cos \varphi_{i-2} - \cos \varphi_{i-1});$$

$$y_i = y_{i-1} + R_{i-1}(\sin \varphi_{i-2} - \sin \varphi_{i-1});$$

$$x_{o_i} = x_{o_{i-1}} - R_i \cos \varphi_{i-1};$$

$$y_{o_i} = y_{o_{i-1}} - R_i \sin \varphi_{i-1};$$

$$R_i = R_{i-1} - \sqrt{(x_i - x_{i-1})^2 + (y_i - y_{i-1})^2},$$

де  $x_i, y_i$  - координати точок сполучення відрізків кіл;  $x_{o_i}, y_{o_i}$  - координати центрів кривизни відрізків кіл;  $\varphi_i$  - кутове положення точки початку  $i$ -того відрізка кола радіусом  $R_i$ ;  $x_1=0$ ;  $R_0=0$ ;  $y_1=C$ ;  $y_0=0$ ;  $R_1=D$ .

(11) 93252

Пронумеровано, прошито металевими  
люверсами та скріплено печаткою  
3 арк.  
25.01.2011



Уповноважена особа

(підпис)



УКРАЇНА

(19) UA (11) 93252 (13) C2  
(51) МПК  
B24B 39/04 (2011.01)МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ЧИСТОВОЇ ТА ЗМІЦНЮЮЧОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ ТІЛ ОБЕРТАННЯ СКЛАДНОГО ПРОФІЛЮ І ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

1

2

(21) а200815098

(22) 29.12.2008

(24) 25.01.2011

(46) 25.01.2011, Бюл.№ 2, 2011 р.

(72) БУТАКОВ БОРИС ІВАНОВИЧ, ШЕБАНІН В'Я-  
ЧЕСЛАВ СЕРГІЙОВИЧ, БУТАКОВА ГАЛИНА СЕР-  
ГІВНА, МАРЧЕНКО ДМИТРО ДМИТРОВИЧ(73) МИКОЛАЇВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

(56) UA 77086 C2; 16.10.2006

SU 889404; 15.12.1981

SU 1759612 A1; 07.09.1992

SU 274617; 24.06.1970

SU 1696285 A1; 07.12.1991

US 2002/189312 A1; 19.12.2002

GB 1221094 A; 03.02.1971

WO 9006835 A1; 28.06.1990

(57) 1. Спосіб чистової та зміцнюючої обробки поверхонь тіл обертання складного профілю пластичним деформуванням клиновим роликом, що обертається навколо своєї осі у площині, перпендикулярній до неї, який відрізняється тим, що у кожній точці контакту клинового ролика з обкочуваною деталлю забезпечують постійність середнього кута  $\varphi$  втискування клинового ролика в оброблювану поверхню, де  $\varphi = (\varphi_a + \varphi_b)/2$ , де  $\varphi_a$  - кут втискування ролика у площині подачі,  $\varphi_b$  - кут втискування ролика у площині, перпендикулярній до площини подачі.

Винахід стосується механічної обробки металів, а саме чистової та зміцнюючої обкатки роликами деталей обертання складного профілю, наприклад, робочого профілю рівчача блоків для сталевих канатів, що складається з кругової западини та бічних конічних поверхонь.

Відомий спосіб обкатки роликами опуклоувігнутих поверхонь, наприклад, рівчачів канатних барабанів, при застосуванні якого пластичну деформацію як кільцевих, так і гвинтових опуклоувігнутих поверхонь кругового профілю проводять роликами, що приводяться в обертання у площині, паралельній осі обертання оброблюваної деталі

2. Пристрій для чистової та зміцнюючої обробки поверхонь тіл обертання складного профілю, що містить роликовий вузол, важільний силовий пружинний механізм притиску ролика до деталі, який відрізняється тим, що робоча поверхня клинового ролика виконана із змінною кривизною в його осьовому перерізі, а відрізки кіл профілю ролика з різною кривизною виконані у системі координат, пов'язаній з віссю симетрії профілю клинового ролика на його торці за математичними залежностями:

$$x_i = x_{i-1} + R_{i-1}(\cos \varphi_{i-2} - \cos \varphi_{i-1});$$

$$y_i = y_{i-1} + R_{i-1}(\sin \varphi_{i-2} - \sin \varphi_{i-1});$$

$$x_0 = x_{0-1} - R_0 \cos \varphi_{0-1};$$

$$y_0 = y_{0-1} - R_0 \sin \varphi_{0-1};$$

$$R_i = R_{i-1} - \sqrt{(x_i - x_{i-1})^2 + (y_i - y_{i-1})^2},$$

де  $x_i, y_i$  - координати точок сполучення відрізків кіл;  $x_0, y_0$  - координати центрів кривизни відрізків кіл;  $\varphi_i$  - кутове положення точки початку  $i$ -того відрізка кола радіусом  $R_i$ ;  $x_1=0$ ;  $R_0=0$ ;  $y_1=C$ ;  $y_0=0$ ;  $R_1=D$ .

3. Пристрій за п. 2, який відрізняється тим, що важільний силовий пружинний механізм з клиновим роликом встановлений у корпусі пристрою на опорах кочення.

[авторське свідоцтво СРСР № 206619, клас 18с, 7/04, 8.12.1967].

Відомий також спосіб чистової обробки деталей пластичним деформуванням за допомогою ролика, що обертається навколо своєї осі у площині, перпендикулярній до неї, з наданням останньому поздовжньої подачі, при цьому переміщення точки контакту ролика з деталлю у напрямку подачі здійснюють, поступово змінюючи положення осі ролика, так що відбувається обкатка профілю деталі роликом у площині його осьового перерізу [авторське свідоцтво СРСР № 218683, клас 67а, 10, 17.05.1968].

C2  
(13)93252  
(11)UA  
(19)

Для здійснення процесу обкатки за допомогою вказаного способу обгинання складного профілю, що складається з кругової западини та бічних конічних поверхонь, було б потрібно дуже складний деформуючий ролик і складний механізм для здійснення процесу.

Відомо пристрій для обкатки великої різі та черв'яків, за допомогою якого бічні стінки великої упорної, трапецеїдальної різі, архімедових та глобійдних черв'яків обкатують самоустановлювальними голчастими роликами [авторське свідоцтво СРСР № 204311, В21h, 20.10.1967].

Відомо також пристрій для зміцнюючої обкатки великомодульних черв'яків, згідно з яким бічну поверхню гвинтів та черв'яків обкатують пальцевим роликом або кількома роликами з опуклою твірною, а ролики підтискають до деталі за допомогою важільного силового пружинного механізму або за допомогою скрученої пружини [авторське свідоцтво СРСР № 274617, В24в 39/00, 24.06.1970], і пристрій для зміцнюючої-деформуючої обробки гвинтів великого кроку [авторське свідоцтво СРСР № 264180, В24в, В23g, 10.11.1970].

Розглянуті пристрої дозволяють обкатувати тільки бічні поверхні складного профілю, а для обкатки кругової западини ривчака канатного блока буде потрібний додатковий пристрій, що ускладнить технологію чистової та зміцнюючої обкатки.

Найбільш близьким за технічною суттю до способу, що заявляється, є спосіб чистової та зміцнюючої обробки поверхонь тіл обертання складного профілю, наприклад, галтелей валів або кругових виточок на валах, обкаткою їх клиновим роликом, що обертається навколо своєї осі у площині, перпендикулярній до неї [Браславский В.М., Бутаков Б.И. Повышение эффективности обкатки роликами галтелей ступенчатых валов // Повышение прочности деталей машин поверхностным деформированием. - Материалы II научно-технической конференции. - Пермь, 1967. - С. 96-103; Браславский В.М., Топычканов В.В., Бутаков Б.И. Роликовый инструмент для обкатывания крупных валов // Станки и инструмент. - 1974. - №2. - С. 37-39; Бабей Ю.И., Бутаков Б.И., Сысоев В.Г. Поверхностное упрочнение металлов. - Киев: Наукова думка, - 1995. - С. 128-134].

Обкатку складних поверхонь (галтелей та виточок радіусів на валах) здійснюють клиновим роликом з биттям робочого профілю, що має постійну кривизну  $K_p = \frac{1}{r_p}$ ,  $r_p$  - профільний радіус торців

ролика.

Широка сторона клиновидного перерізу ролика дорівнює хорді, що стягує дугу обкатуваної галтелі, вузька - дещо перевищує подвоєний радіус профілю. Вісь обертання клинового ролика розташована ексцентрично відносно його зовнішнього діаметра. Робочі поверхні радіусів клинового ролика залишають на поверхні обкатуваної галтелі одночасно два синусоїдальні сліди, які у міру обертання вала та ролика поступово зміщуються у коловому напрямку, поки вся поверхня галтелі не виявиться деформованою.

При кривизні торців ролика  $K_p = \frac{1}{r_p} = \text{const}$  та

радіусі  $r_r$ , обкатуваної галтелі деталі приведена кривизна у точках контакту ролика з деталлю в осьовому перерізі ролика визначиться за співвідношенням:

$$K_{np} = \frac{1}{r_{np}} = \frac{1}{r_p} - \frac{1}{r_r} = \frac{r_r - r_p}{r_p \cdot r_r}$$

Причому  $K_{np}$  має постійне значення для всіх точок профілю галтелі обкатуваного вала.

При обкатуванні таким клиновим роликом деталі складного профілю, подібного до профілю ривчака канатного блока, що складається з кругової западини та бічних конічних поверхонь, оптимальний режим обкатування кругової западини буде не прийнятний для обкатки бічної конічної поверхні, де має місце підвищена кривизна  $K_{np}$  у контактні ролик з деталлю:

$$K_{np} = \frac{1}{r_p} - \frac{1}{\infty} = \frac{1}{r_p} \quad (2)$$

Це призведе до перенаклепу обкатуваної конічної поверхні, на якій виникне груба хвилястість між слідами проходів ролика, оскільки середній кут втискування

$\varphi = (\varphi_a + \varphi_b)/2$ , де  $\varphi_a$  - кут втискування ролика у площині подачі,  $\varphi_b$  - кут втискування у площині, перпендикулярній до площини подачі, матиме у цьому випадку підвищене значення,  $\varphi > 5^\circ$  [Бутаков Б.И. Совершенствование процесса чистового обкатывания деталей роликами // Вестник машиностроения. - 1984. - № 7. - С. 50-53; Б.И. Бутаков, М.Ю. Третьяк, Ю.Г. Овчинников и др. Повышение эффективности реновации металлических деталей путем совмещения чистового и упрочняющего обкатывания роликами // Вестник машиностроения. - 2004. - № 7. - С. 59-67].

Найбільш близьким за технічною суттю до пристрою, який заявляється, є пристрій для обкатки галтелей валів клиновим роликом з опуклою твірною робочого профілю, що містить роликівий вузол, важільний силовий пружинний механізм притиску ролика до деталі [Браславский В.М., Бутаков Б.И. Повышение эффективности обкатки роликами галтелей ступенчатых валов // Повышение прочности деталей машин поверхностным деформированием. - Материалы II научно-технической конференции - Пермь, 1967. - С. 96-103].

Важільний силовий пружинний механізм притиску ролика до деталі встановлений у корпусі пристрою на опорах ковзання. Корпус пристрою кріпиться у різцетримачі токарного верстата. Радіус кривизни робочої поверхні клинового ролика  $r_p$  має постійне значення, і тому приведена кривизна у контактні ролик з галтєлю, обчислена за формулою, також є постійною. При обкатці галтелі вала це не призводить до істотного відхилення значення зусилля обкатки від оптимального зусилля, обраного за номограмою залежно від діаметрів деталі та ролика і радіуса приведеної кривизни у площині подачі, -  $r_{np}$  [Бутаков Б.И. Усовершенствование процесса чистового обкатывания роликами // Вестник машиностроения. - 1984. - № 7. - С. 50-53].

вання деталей роликми // Вестник машиностроения - 1984. - № 7. - С. 50-53].

Недоліки вказаного пристрою наступні.

Постійний радіус кривизни робочої поверхні клинового ролика не дозволяє забезпечити оптимальне зусилля обкатки при обробці конічної поверхні ривчака канатного блока, де приведена кривизна контакту ролика з деталлю у площині подачі, обчислена за формулою, має значно більшу величину, ніж при обкатці кругової западини. На конічній поверхні середній кут  $\varphi$  втискування ролика значно перевищить  $5^\circ$ . Матиме місце перенаклеп поверхні, з'явиться неприпустима хвилястість на обробленій поверхні.

Встановлення важільного силового пружинного механізму з клиновим роликом у корпусі пристрою на опорах ковзання приводить до нерівномірної деформації конічної поверхні ривчака канатного блока, оскільки значні сили тертя ковзання, що виникають на поверхнях осі та бічних стінок важеля під час повертання останнього навколо своєї осі через биття профілю клинового ролика, то відніматимуться від сили пружини, то складатимуться з нею, залежно від напрямку переміщення осі ролика. Як показали дослідження, коливання зусилля обкатки складають у цьому випадку до 45 % [Бутаков Б.И. Усовершенствование процесса чистового обкатывания деталей роликами // Вестник машиностроения. - 1984. - № 7. - С. 50-53], що й призведе до появи хвилястості на бічних конічних поверхнях ривчака канатного блока.

В основу винаходу поставлена задача створити спосіб чистової та зміцнюючої обробки поверхонь тіл обертання складного профілю, який дозволив би обкатувати клиновим роликом всю робочу поверхню тіла обертання складного профілю за один перехід з одержанням при цьому зміцнення поверхневого шару на значну глибину за відсутності хвилястості поверхні на всьому складному профілі деталі.

Друга задача, поставлена в основу винаходу, - створення пристрою для чистової та зміцнюючої обробки поверхонь тіл обертання складного профілю, яке забезпечило б одержання високого ступеня зміцнення поверхневого шару деталі з складним профілем за один перехід за відсутності на обробленій поверхні хвилястості та перенаклепу.

Поставлена задача досягається тим, що у способі чистової та зміцнюючої обробки поверхонь тіл обертання складного профілю пластичним деформуванням клиновим роликом, що обертається навколо своєї осі у площині, перпендикулярній до неї, згідно з винаходом, у кожній точці контакту клинового ролика з обкатуваною деталлю забезпечують постійність середнього кута  $\varphi$  втискування клинового ролика в оброблювану поверхню, де  $\varphi = (\varphi_a + \varphi_b) / 2$ ,  $\varphi_a$  - кут втискування клинового ролика у площині подачі,  $\varphi_b$  - кут втискування у площині, перпендикулярній до площини подачі.

Друга поставлена задача вирішується тим, що у пристрої для чистової та зміцнюючої обробки поверхонь тіл обертання складного профілю, який містить роликівий вузол, важільний силовий пружинний механізм притиску ролика до деталі, згідно

з винаходом, робоча поверхня клинового ролика виконана із змінною кривизною в його осьовому перерізі, а відрізки кіл профілю клинового ролика з різною кривизною виконані у системі координат, пов'язаній з віссю симетрії профілю клинового ролика на його торці за математичними залежностями:

$$x_i = x_{i-1} + R_{i-1}(\cos \varphi_{1-2} - \cos \varphi_{i-1});$$

$$y_i = y_{i-1} + R_{i-1}(\sin \varphi_{1-2} - \sin \varphi_{i-1});$$

$$x_o = x_{o,i} - R_i \cos \varphi_{i-1};$$

$$y_o = y_{o,i} - R_i \sin \varphi_{i-1};$$

$$R_i = R_{i-1} - \sqrt{(x_i - x_{i-1})^2 + (y_i - y_{i-1})^2},$$

де  $x_i, y_i$  - координати точок сполучення відрізків кіл;  $x_o, y_o$  - координати центрів кривизни відрізків кіл;  $\varphi_i$  - кутове положення точки початку  $i$ -того відрізка кола радіусом  $R_i$ ;  $x_1=0$ ;  $R_0=0$ ;  $y_1=C$ ;  $y_0=0$ ;  $R_1=D$ .

Важільний силовий пружинний механізм з клиновим роликом встановлений у корпусі пристрою на опорах кочення.

Забезпечення постійності середнього кута  $\varphi$  втискування клинового ролика в оброблювану поверхню, де  $\varphi = (\varphi_a + \varphi_b) / 2$ ,  $\varphi_a$  - кут втискування ролика у площині подачі,  $\varphi_b$  - кут втискування у площині, перпендикулярній до площини подачі, дозволяє рівномірно та ефективно продеформувати всю робочу поверхню деталі обертання складного профілю, що приводить до зміцнення поверхневого шару профілю і підвищує довговічність деталі при роботі її на змінання та знос.

Виконання робочої поверхні клинового ролика із змінною кривизною в його осьовому перерізі, виконання відрізків кіл профілю ролика з різною кривизною у системі координат XOY, пов'язаній з віссю симетрії профілю ролика на його торці за вищезгаданими математичними залежностями, а також встановлення важільного силового механізму з клиновим роликом у корпусі пристрою на опорах кочення дозволяють забезпечити при обкатці тіла обертання по всьому робочому профілю створення на поверхні контакту ролика з деталлю постійності середнього кута  $\varphi$  втискування. Це сприяє рівномірній деформації поверхневого шару за відсутності хвилястості і приводить до підвищення довговічності оброблюваної деталі.

Винахід пояснюється кресленнями, де на

Фіг. 1 зображений пристрій для чистової і зміцнюючої обробки поверхонь тіл обертання складного профілю;

на Фіг. 2 - перетин по осі 3 обертання клинового ролика 1;

на Фіг. 3 - перетин по осі 7 повороту важеля 5;

на Фіг. 4 - схема розрахунку параметрів процесу обкатування робочої поверхні канатного блоку клиновим роликом;

на Фіг. 5 - схема розрахунку змінного радіусу кривизни клинового ролика в його осьовому перетині.

Пристрій містить клиновий ролик 1, що знаходиться у контакті з обкатуваною деталлю 2 і вста-

новлений на осі 3 за допомогою голчастого підшипника 4.

Вісь 3 встановлена у розточку важеля 5. Важіль 5 змонтований на кронштейні 6 з можливістю повертання навколо осі 7 на голчастих підшипниках 8 та упорних підшипниках 9, 10. Вісь 3 прикріплена до важеля 5 планками 11 і 12. У розточці важеля 5 встановлена сферична шайба 13 і втулка 14, на яку надіта пружина 15. З верхнього торця пружини 15 вставлена втулка 16. У кронштейні 6 вкручена тяга 17 і зафіксована штифтом 18. На верхній кінець тяги 17 нагвинчена гайка 19 з рукояткою 20. У тілі кронштейна 6 виконано розточку з різьом, в яку вкручений гвинт 21 з контргайкою 22. У різьбові розточки важеля 5 вкручені рим-болти 23 і 24.

Пристрій працює наступним чином.

Канатний блок встановлюють розточеним отвором на оправку, вставлену у центральний отвір планшайби карусельного верстата, закріплюють до планшайби по торцю маточини фіксуючою гайкою та планками з гвинтами.

Пристрій квадратним кінцем кронштейна 6 закріплюють у різьотримачі бічного супорта верстата. Переміщенням супорта верстата клиновий ролик 1 вводять у рівчак канатного блока таким чином, щоб клиновий ролик 1 знаходився посередині осі 3, а своєю вузькою частиною робочого профілю торкнувся западини профілю обкатуваної деталі 2. Після цього бічний супорт верстата закріплюють на напрямних. Обертанням гайки 19 за допомогою рукоятки 20 стискають пружину 15 на необхідну величину.

Для передачі зусилля з клинового ролика 1 на обкатувану деталь 2 обертанням гвинта 21 встановлюють зазор між його торцем і поверхнею важеля 5 величиною  $\approx 2$ -3мм. Поверхню обкатуваної деталі 2 змащують машинним мастилом і вмикають її обертання зі швидкістю 40-50 м/хв.

При обертанні обкатуваної деталі 2 та клинового ролика 1 робочі поверхні клинового ролика 1 залишають на обкатуваній поверхні деталі 2 два синусоїдальні сліди, які у міру обертання обкатуваної деталі 2 та клинового ролика 1 поступово зміщуються у коловому напрямку, поки вся поверхня рівчака не виявиться деформованою. При цьому наявність ексцентриситету (е) на клиновому ролику 1 дозволяє звести до мінімуму ( $\leq 2$  мм) переміщення осі клинового ролика 1 разом з важелем 5 відносно кронштейна 6.

Зусилля на клиновому ролику 1 коливається в межах  $\pm 5\%$ , оскільки важіль 5 легко повертається навколо осі 7, при цьому сили тертя у підшипниках кочення 8, 9, 10 є невеличкими. Цим забезпечується рівномірна деформація поверхневого шару рівчака блока і усувається хвилястість на обкатаній поверхні. Після цього обертанням гвинта 21 повертають важіль 5, щоб виключити контакт клинового ролика 1 з обкатуваною деталлю 2, а потім вмикають обертання обкатуваної деталі 2 і переміщенням бічного супорта виводять обкатуваний ролик 1 із рівчака.

Для забезпечення постійності кута  $\varphi=5^\circ$  втискування клинового ролика 1 в обкатувану деталь 2 робоча поверхня клинового ролика 1 виконана із

змінною кривизною в його осьовому перерізі, а відрізки кіл профілю клинового ролика 1 з різною кривизною виконані у системі координат ХОУ, пов'язаній з віссю симетрії профілю клинового ролика 1 на його торці за вищезгаданими математичними залежностями (фіг. 5). Цим рішенням вдається уникнути перенаклепу поверхневого шару на конічній поверхні рівчака канатного блока.

Спосіб здійснюють наступним чином.

Клиновий ролик 1 заводять у западину рівчака канатного блока вузькою частиною і притискують до обкатуваної деталі 2 за допомогою силового пружинного механізму. При обертанні обкатуваної деталі 2 навантажений клиновий ролик 1, повертаючись навколо своєї осі 3, залишає на поверхні рівчака два синусоїдальні сліди.

Биття профілю клинового ролика 1 (фіг. 4) можна розрахувати за формулою:

$$v=2[(h-r_6)\text{tg}\alpha_6+r_6/\cos\alpha_6-r_p\cos\alpha_6] \quad (3),$$

де  $h$ ,  $r_6$ ,  $\alpha_6$  - відповідно глибина, радіус та кут профілю деталі;  $r_p$  - радіус профілю ролика.

Ексцентриситет (відстань між осями обертання та профілю ролика) розрахований за залежністю:

$$e=(h-r_p+r_p\sin\alpha_6)/2 \quad (4).$$

Половина кута биття профілю клинового ролика

$$\gamma = \arctg \left[ \frac{(h-r_6)\text{tg}\alpha_6+r_6/\cos\alpha_6-r_p\cos\alpha_6}{D_p'-2r_p} \right] \quad (5),$$

де  $D_p'$  - діаметр ролика.

Умовний діаметр клинового ролика при обкатуванні тороїдальної поверхні канатного блока при поточному значенні кута  $\varphi$ :

$$D_{p_u} = \frac{D_p'-2r_p(1-\cos\varphi_p)}{\cos\varphi_p} \quad (6).$$

У точці  $M_1$  сполучення тороїдальної та конічної поверхонь профілю блока  $\varphi=90^\circ-\alpha_6$ .

Звідси:

$$D_{p_u} = \frac{D_p'-2r_p(1-\sin\alpha_6)}{\sin\alpha_6} \quad (7)$$

Умовний діаметр обкатуваної деталі у точці контакту її з роликом на тороїдальній поверхні:

$$D_{d_u} = \frac{D_{B_6}-2r_6(1-\cos\varphi_p)}{\cos\varphi_p} \quad (8)$$

і на зовнішньому діаметрі блока:

$$D_{d_{u_2}} = D_{H_6} / \sin\alpha_6 \quad (9).$$

Зусилля у точці контакту з тороїдальною поверхнею блока:

$$P_M=P/2\cos\varphi_p \quad (10),$$

де  $P$  - зусилля пружини.

На конічній поверхні профілю

$$P_{M_1} = P_{M_2} = P/2\sin\alpha_6 \quad (11).$$

Оптимальне зусилля  $P_T$  обкатування, що забезпечує середній кут  $\varphi=5^\circ$  втискування клинового ролика в оброблювану поверхню, при обкатуванні тороїдальної поверхні рівчака обирається за номограмою залежно від умовного діаметра  $D_{p_u}$  ролика для тороїдальної поверхні рівчака канатного

блока, розрахованого за формулою (7), приведенного радіуса  $r_{пр}$  кривизни ролика, розрахованого за формулою (1), і діаметра  $D_{дм}$  деталі, розрахованого за формулою (8).

Значення умовного діаметра  $D_{рм}$ , приведенного радіуса  $r_{пр}$  кривизни ролика і діаметра  $D_{дм}$  деталі для випадку обкатування конічної поверхні профілю рівчака розраховуються відповідно за формулами (7), (2) і (9).

За розрахованими значеннями геометричних параметрів клинового ролика і обкатуваної деталі обирається оптимальне зусилля  $P_k$  обкатування конічної поверхні рівчака.

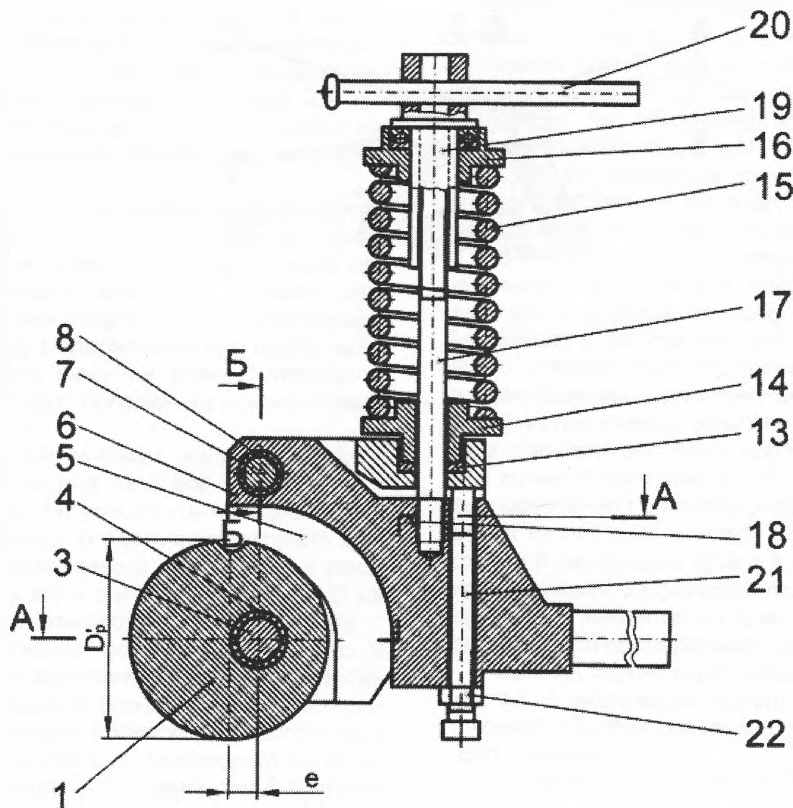
Розрахунки показують, що  $P_k \ll P_T$ , і незважаючи на те, що при постійному зусиллі пружини  $P$  прикладене зусилля  $P_m$  у точці контакту з тороїдальною поверхнею рівчака, розраховане за формулою (10), дещо менше зусилля  $P_{M_1} = P_{M_2}$ , розрахованого за формулою (11) для конічної поверхні рівчака, на ній у процесі обкатування утворюється

хвилястість через збільшений кут  $\varphi$  втискування ролика.

Цей недолік усувається, згідно з винаходом, що заявляється, виконанням профільного радіуса  $r_p$  змінної величини, що забезпечує постійність кута  $\varphi = 5^\circ$  втискування ролика на всіх ділянках профілю деталі. Цим забезпечується висока якість обробки всіх ділянок профілю рівчака.

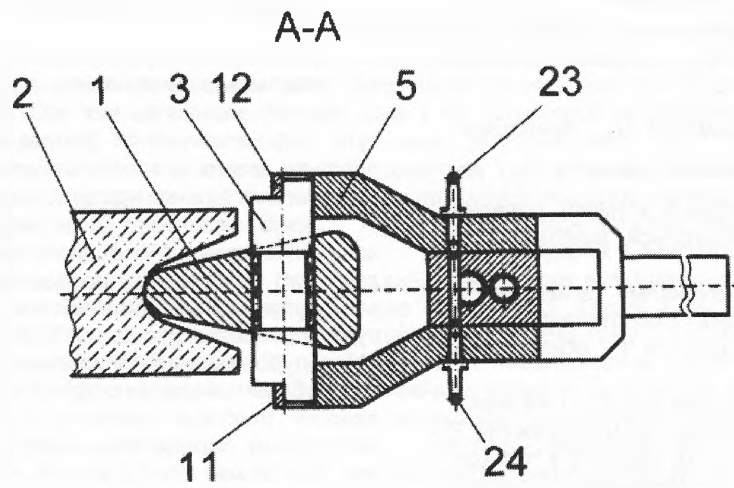
Спосіб чистої та зміцнюючої обробки поверхонь тіл обертання складного профілю і пристрій для його здійснення, що заявляються, знайшли застосування при виготовленні канатних блоків судноперевантажувачів на ТОВ "Сервісний центр «Металург» компанії «Російський алюміній»".

Робоча поверхня профілю клинового ролика із змінним радіусом кривизни була виготовлена з наступними параметрами (див. фіг. 5):  $R_1 = D = 40$  мм;  $R_2 = 19$  мм;  $R_3 = 17$  мм;  $R_4 = 15$  мм;  $C = 53$  мм;  $\varphi_1 = 15^\circ$ ;  $\varphi_2 = 37^\circ$ ;  $\varphi_3 = 59^\circ$ ;  $\varphi_4 = 81^\circ$ ;  $\gamma = 9^\circ$ ;  $r_6 = 22$  мм;  $\alpha_6 = 22,5^\circ$ ;  $D_6 = 800$  мм;  $h = 55$  мм.

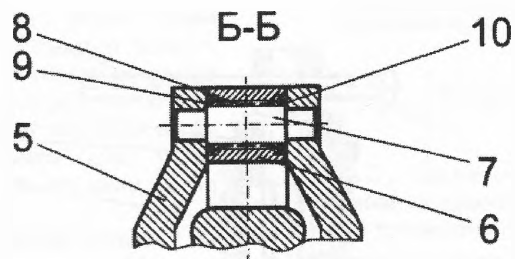


Фиг. 1

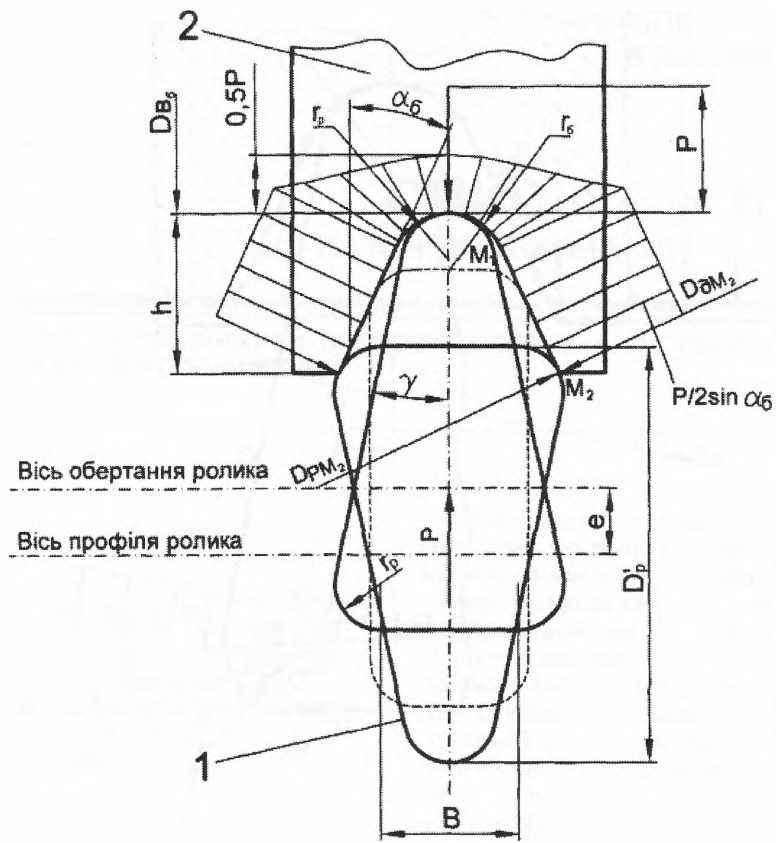




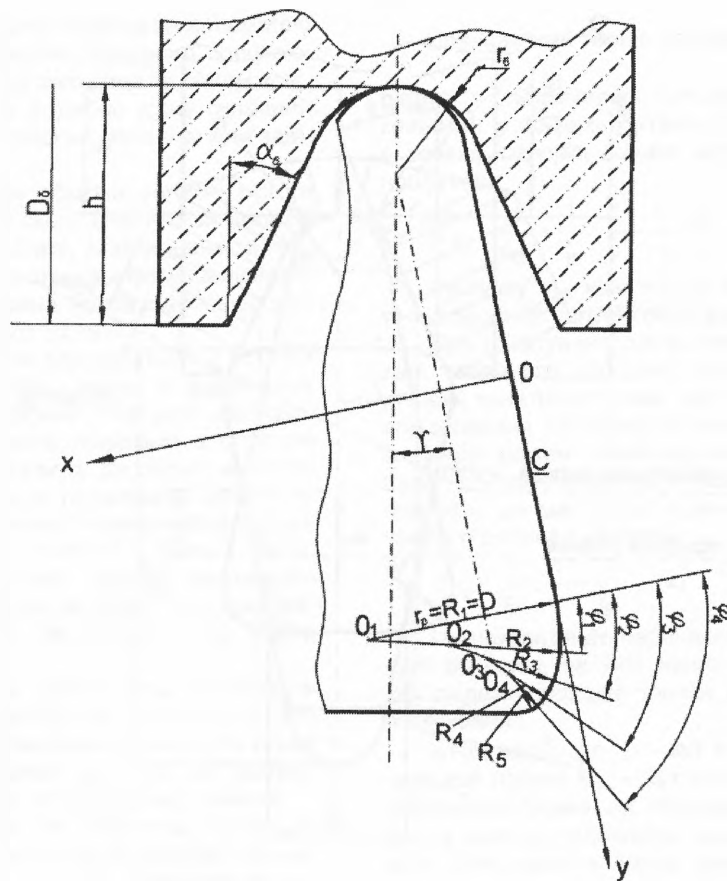
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фіг. 5