



УКРАЇНА

(19) UA (11) 28702 (13) A

(51) 6 B23P6/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ РЕМОНТУ ШЕСТЕРЕННИХ НАСОСІВ МЕТОДОМ ЗМЕНШЕНИХ РОЗМІРІВ

(21) 97084360

(22) 26.08.1997

(24) 16.10.2000

(33) UA

(46) 16.10.2000, Бюл. № 5, 2000 р.

(72) Кулешков Юрій Володимирович, Черновол Михайло Іванович, Магопєць Сергій Олександрович, Каменщиків Євген Вікторович

(73) КІРОВОГРАДСЬКИЙ ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКО-ГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

(57) Спосіб ремонту шестеренних насосів методом зменшених розмірів, приведенням посадок деталей, що спряжені до вихідних шляхом шліфування шестерен, розточуванням колодязів корпусу, розточуванням отворів під цапфи шестерен в підшипниках ексцентрично зі зміщенням шестерен і обробкою ділянок розділення робочих порожнин на стінках колодязів корпусу, який відрізняється тим, що обробляють тільки спрацьовану частину колодязів корпусу і обробка здійснюється інструментом радіусом рівним радіусу перешліфованих шестерен в напрямку максимального зносу корпусу насоса на глибину не меншу ніж h відносно максимально зношеної поверхні корпусу, яка дорівнює

$$h = R_{\text{шр}}(1 - \cos \alpha) - R_{\text{ши}} \times \left(1 - \cos \arcsin \frac{R_{\text{шр}} \sin \alpha}{R_{\text{ши}}} \right),$$

а зміщення шестерен здійснюють в тому ж напрямку на величину b , яка дорівнює

$$b = (\Delta R_{\text{шр}} + \Delta R_{\text{кmax}} + h - \Delta r_{\text{ц}}),$$

де

h - глибина врізання інструменту, радіус якого дорівнює $R_{\text{шр}}$ відносно максимально спрацьованої стінки корпусу, мм;

$R_{\text{шр}}$ - радіус вершин зубців шестерен, що перешліфовані під зменшений ремонтний розмір, мм;

$R_{\text{ши}}$ - радіус зношеної шестерні, що надійшла в ремонт, мм;

2α - центральний кут дуги охоплення корпусом вершин зубців шестерен - це мінімально необхідний кут охоплення, що забезпечує працездатність насоса і дорівнює $2\alpha = 2\pi/z$, радіан;

b - зміщення осі підшипників насоса в напрямку максимального зносу корпусу насоса щодо вихідного положення шестерен в новому насосі, мм;

$\Delta R_{\text{шр}}$ - припуск на механічну обробку (перешліфування) шестерен під зменшений ремонтний розмір, мм;

$\Delta R_{\text{кmax}}$ - максимальний знос колодязів корпусу насоса, мм;

$\Delta r_{\text{ц}}$ - змінення діаметру цапф шестерен порівняно з новими шестернями, мм;

z - кількість зубців шестерні.

Винахід відноситься до області ремонту машин, а саме до технології ремонту шестеренних насосів, і може бути використаний при централізованому ремонті шестеренних насосів на ремонтних підприємствах.

Існує спосіб ремонту шестеренних насосів методом зменшених розмірів шляхом перешліфування шестерень насоса, а саме вінця шестерень і цапф по зовнішньому діаметру під найближчий ремонтний розмір. При цьому відновлення посадок шестерень з деталями, що спряжені, здійснюють шляхом нарощування будь-яким відомим способом корпусу насоса до діаметру відновлених шестерень і виготовленням нових, ремонтного розміру втулок. Корпус може бути відновлений гільзуванням, полімерними композиціями на основі епоксидних смол, наплавленням алюмінієвими прутками,

відливанням корпусів ремонтного розміру, пластичним деформуванням та ін. способами [1].

До недоліків цього способу слід віднести зниження об'ємної подачі, внаслідок зменшення робочої камери насоса і високу трудомісткість відновлення корпусу, наприклад, пластичним деформуванням, що зводить нанівещ надзвичайно низьковитратну технологію відновлення шестерень перешліфовуванням їх під ремонтний розмір.

Найбільш близьким за технічною суттєвістю до винаходу, що пропонується, є спосіб ремонту шестеренних насосів методом зменшених розмірів приведенням посадок деталей, що спряжені до вихідних шляхом шліфування шестерень (роторів) і розточуванням колодязів в корпусі (статорі) до виведення слідів спрацювання і розточуванням отворів під цапфи шестерень в підшипниках ексцентрично зі зміщенням шестерень в бік прийом-

ної порожнини насоса, а ділянки розділення робочих порожнин на стінках колодязів корпусу (статора) оброблюють врізанням зубців насоса в ці стінки під дією тиску робочої рідини [4].

Спосіб дозволяє реалізувати в повній мірі переваги способу ремонтних розмірів, оскільки і шестерні і корпус насоса ремонтують за одну операцію. До недоліків цього способу слід віднести те, що розточування колодязів корпусу насоса по всьому периметру зменшує переріз стінок, зокрема у зоні високого тиску, що призводить до зменшення міцності та жорсткості корпусу, а отже і підвищенні деформації корпусу при роботі. Іншим недоліком є те, що обробка ділянки розділу робочих порожнин на стінках колодязів корпусу здійснюється врізанням зубців шестерень насоса в ці стінки під дією тиску робочої рідини. Такий спосіб ускладнює забезпечення необхідної точності і шорсткості найбільш відповідальній частині стінок колодязів корпусу, що ущільнюють верхівки зубців шестерень, а це часто призводить до втрати працездатності насоса.

Задача, яку вирішує винахід, що пропонується, полягає в підвищенні якості ремонту шестеренних насосів методом зменшених розмірів за рахунок відмови від розточування корпусу насоса по всьому периметру і підвищення точності обробки частини стінок колодязів корпусу, що ущільнюють верхівки зубців насоса.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що в способі ремонту шестеренних насосів методом зменшених розмірів приведенням посадок деталей, що спряжені до вихідних шляхом шліфування шестерень, розточуванням колодязів корпусу, розточуванням отворів під цапфи шестерень в підшипниках ексцентрично зі зміщенням шестерень і обробкою ділянок розділення робочих порожнин на стінках колодязів корпусу, обробляють не весь периметр колодязів корпусу, а тільки спрацьовану його частину і обробка здійснюється інструментом радіусом рівним радіусу перешліфованих шестерень в напрямку максимального зносу корпусу насоса на глибину не меншу ніж h відносно максимально зношеної поверхні корпусу, яка дорівнює

$$h = R_{\text{шр}}(1 - \cos \alpha) - R_{\text{ши}} \times \left(1 - \cos \arcsin \frac{R_{\text{шр}} \sin \alpha}{R_{\text{ши}}} \right), \quad (1)$$

а зміщення шестерень здійснюють в тому ж напрямку на величину b , яка дорівнює

$$b = (\Delta R_{\text{шр}} + \Delta R_{\text{кmax}} + h - \Delta r_{\text{ц}}), \quad (2)$$

де

h - глибина врізання інструмента, радіус якого дорівнює $R_{\text{шр}}$ відносно максимально спрацьованої стінки корпусу, мм;

$R_{\text{шр}}$ - радіус вершин зубців шестерень, що перешліфовані під зменшений ремонтний розмір, мм;

$R_{\text{ши}}$ - радіус зношеної шестерні, що надійшла в ремонт, мм;

2α - центральний кут дуги охоплення корпусом вершин зубців шестерень - це мінімально необхідний кут охоплення, що забезпечує працездатність насоса і дорівнює $2\alpha = 2\pi/z$, радіан;

b - зміщення осі підшипників насоса в напрямку максимального зносу корпусу насоса відносно вихідного положення шестерень в новому насосі, мм;

$\Delta R_{\text{шр}}$ - припуск на механічну обробку (перешліфування) шестерень під зменшений ремонтний розмір, мм;

$\Delta R_{\text{кmax}}$ - максимальний знос колодязів корпусу насоса, мм;

$\Delta r_{\text{ц}}$ - змінення діаметру цапф шестерень порівняно з новими шестернями, мм;

z - кількість зубців шестерні.

Зазначений позитивний ефект при рішенні поставленої задачі досягається завдяки наступному.

Підвищення міцності і жорсткості корпусу порівняно з прототипом досягається завдяки тому, що у винаході, який пропонується, відмовляються від операції розточування колодязів корпусу по всьому периметру, розточуючи їх лише в напрямі максимального зносу корпусу, зберігаючи тим самим переріз стінок корпусу відповідно до нового насоса. Треба визначити, що розточування корпусу в напрямі його максимального зносу обрано не даремно. Відомо, що максимальний знос знаходиться в області низького тиску насоса і тому те незначне зменшення перерізу стінок корпусу практично не відбивається на його жорсткості і міцності, а отже і на працездатності насоса.

Обробка стінок колодязів корпусу при ремонті інструментом, а не зубцями шестерень в процесі припрацювання, також сприяє підвищенню якості ремонту, забезпечує необхідну точність і шорсткість стінок колодязів корпусу, що не може бути досягнуто при обробці їх зубцями шестерень в процесі припрацювання, що пропонується в прототипі.

Обробка корпусу радіусом, рівним перешліфованим під ремонтний розмір шестерень, на глибину h (її визначають за формулою (1)) відносно максимально зношеної стінки корпусу забезпечує мінімально необхідний кут охоплення зубців шестерень, що є необхідною умовою, а мінімальний зазор в цьому спряженні є достатньою умовою необхідного ущільнення верхівок зубців шестерень, отже і працездатності насоса в цілому (див. фіг. 2 та 3).

Зміщення шестерень в напрямку обробки корпусу при ремонті на величину b , (див. формулу (2)), власне, визначає таке їх положення в насосі при збиранні, яке і забезпечує необхідне ущільнення верхівок зубців шестерень обробленими стінками корпусу насоса (див. фіг. 3).

Окрім цього, зміщення шестерень в напрямку максимального зносу, сприяє розповсюдженню зони високого тиску за горизонтальну вісь симетрії насоса. Це явище є позитивним для насосів типу НШ-У, оскільки знижує жорсткість роботи насоса, шум і, головне, дещо розвантажує підшипники ковзання, які є найбільш слабким місцем насосів цього типу.

Порівняння технічного рішення, що пропонується з іншими, які мають місце у цій області, (найбільш істотні із яких описані в джерелах [1, 2, 3, 4, 5, 6]), а також встановлений логічний взаємозв'язок між відмінними ознаками винаходу і позитивним ефектом, що досягається при рішенні зазначеної задачі, свідчить про їх істотність. Крім то-

го сукупність наведених відмінних ознак, за нашими даними, на дату подачі заявки не відома, що свідчить про новину способу.

На фіг. 1 наведена схема зносів колодязів корпусу насоса, напрямком максимального зносу та положення стінок колодязів корпусу в новому, зношеному та розточеному корпусі.

На фіг. 2 наведена розрахункова схема обробки колодязів корпусу в напрямку максимального зносу.

На фіг. 3 наведена схема зміщення шестерень в напрямку максимального зносу колодязів корпусу при збиранні насоса.

На фіг. 1 показано:

- переріз корпусу насоса 1 площиною в зоні роботи шестерень насоса;
- напрямком максимального зносу корпусу - $R_{\text{кmax}}$, що розташований під кутом β відносно горизонтальної осі симетрії;
- положення стінок колодязів в новому 2, зношеному 3 і розточеному 4 корпусі насоса;
- радіус розточення корпусу, який дорівнює радіусу перешліфованої шестерні $R_{\text{шр}}$;
- зміщення стінки корпусу після розточення в положення 4, яке відстоїть від зношеної стінки 3 на відстань h .

Із фіг. 1 бачимо, що тиск, який розвиває насос, відтискує шестерні насоса в бік камери всмоктування, тобто в зону низького тиску ЗНТ і обробка корпусу в цьому місці незначно впливає на жорсткість і міцність корпусу. Переріз стінок корпусу в зоні високого тиску ЗВТ відповідає новому насосу, що дозволяє зберегти жорсткість і міцність корпусу.

На фіг. 2 показана розрахункова схема обробки одного із колодязів корпусу насоса в напрямі максимального зносу.

На схемі:

- точка O - положення осі шестерні в новому насосі;
- точка O_1 - положення осі шестерні в кінці експлуатації насоса перед ремонтом;
- точка O_2 - положення осі інструмента під кінець обробки корпусу насоса, при якому кут охоплення шестерень 2α забезпечує ущільнення не менше одного зуба шестерні при будь-якому куті її повороту;
- NE - шукана величина врізання інструмента в корпус насоса, при якій забезпечується необхідне ущільнення зубців шестерень;
- $O_2B=R_{\text{шр}}$ - радіус перешліфованої під ремонтний розмір шестерні насоса;
- $O_1A=R_{\text{ши}}$ - радіус зношеної шестерні насоса;
- $MN=\Delta R_{\text{кmax}}$ - максимальний знос корпусу насоса.

Із наведеної схеми знаходимо, що шукана величина $NE=h$ і дорівнює

$$h = R_{\text{шр}}(1 - \cos \alpha) - R_{\text{ши}} \times \left(1 - \cos \arcsin \frac{R_{\text{шр}} \sin \alpha}{R_{\text{ши}}} \right)$$

На фіг. 3 наведена схема реалізації задуманого на стадії збирання насоса шляхом зміщення шестерень в напрямку максимального зносу на величину,

$$b = (\Delta R_{\text{шр}} + \Delta R_{\text{кmax}} + h - \Delta r_{\text{ц}}).$$

На фіг. 3 показано три положення стінок корпусу 1, які відповідають новому 2, зношеному 3 та розточеному 4 корпусу насоса. При збиранні насоса в корпус 1 встановлюють нижні втулки (на фіг. 3 не показані) в їх отвори своїми цапфами встановлюють шестерні, а далі верхні втулки 5. Отвори втулок під цапфи шестерень 6 розточують ексцентрично зі зміщенням центру на відстань b в напрямку максимального зносу корпусу вздовж прямої, яка розташована під кутом β відносно горизонтальної осі симетрії насоса. Вищезазначені отвори уявляють з себе конструктивні бази, які орієнтують вінець шестерень 7 за допомогою цапф 6 відносно корпусу 1 таким чином, що зубці шестерень 7 ущільнюються заздалегідь обробленою частиною корпусу 4 на центральному куті 2α , що і забезпечує працездатність насоса.

Суттєвість способу ремонту шестеренних насосів методом зменшених розмірів полягає в наступному. Після миття, дефектування і заповнення дефектовочних відомостей шестерні, радіус яких $R_{\text{ши}}$, направляють на шліфування, де і шліфують під найближчий ремонтний розмір до виведення слідів зносу до радіусу $R_{\text{шр}}$, вилучаючи при цьому припуск $\Delta R_{\text{шр}}$.

Після цього корпус 1 (див. фіг. 1 і 3) розточують на розточувальному верстаті інструментом, радіус якого рівен $R_{\text{шр}}$ в напрямку максимального зносу, (вздовж прямої під кутом $\beta=70^\circ \dots 75^\circ$ відносно горизонтальної осі симетрії насоса), на глибину не менше h відносно максимально зношеної поверхні корпусу. Глибина розточування h визначається за формулою (1). Стінка корпусу займає при цьому положення 4. Це забезпечує ущільнення верхівок зубців 7 перешліфованих шестерень стінками корпусу 4 не менше одного зуба при будь-якому куті повороту шестерень.

Оскільки радіус інструмента явно менше радіуса колодязів, навіть нового корпусу, і розточування ведеться в напрямку максимального зносу, то в зоні низького тиску - ЗНТ (див. фіг. 1), то в способі, що пропонується, забезпечується розточування корпусу насоса тільки із зношеної сторони, залишаючи стінки колодязів в зоні високого тиску - ЗВТ недоторканими (див. фіг. 1 і 2). Це забезпечує збереження міцності і жорсткості корпусу, передусім, в зоні високого тиску - ЗВТ насоса. Розточування корпусу на розточному верстаті забезпечує необхідну точність і шорсткість, чого неможливо досягти при обробці стінок колодязів зубцями шестерень.

Як відомо на цей час не існує досить ефективної технології відновлення втулок насоса 5 (див. фіг. 3), а тому їх виготовляють відливанням з наступною механічною обробкою. При цьому отвори під цапфи 6 шестерень зміщують відносно їх геометричного центру вбік максимального зносу корпусу 1 на величину b , що визначається за формулою (2) (див. фіг. 3). В цьому випадку при збиранні насоса зубці шестерень 7 зміщуються вбік на величину h відносно максимально зношеної стінки корпусу насоса 3 і ущільнюються спеціально заздалегідь обробленими стінками колодязів корпусу 4 на дузі з центральним кутом - 2α , що і забезпечує працездатність насоса.

Крім того слід зауважити, що здійснення цього способу можливо при організації незнеособленого

ремонту насосів, а це значно прискорює припрацювання цементованих евольвентних профілів зубців шестерень.

Із вищевикладеного слідує, що поставлена задача підвищення якості ремонту шестеренних насосів методом зменшених розмірів безумовно досягається за рахунок відмови від розточування корпусу насоса по всьому периметру, а розточування лише зношеної його частини, інструментом, радіус якого дорівнює радіусу перешліфованих під ремонтний розмір шестерень - $R_{шр}$, в напрямку максимального зносу корпусу насоса на глибину не меншу h , яка визначається за формулою (1). Це підвищує точність обробки ущільнюючої частини стінки корпусу насоса. На стадії збирання насоса для забезпечення його працездатності шестерні зміщують в напрямку максимального зносу на величину b , (див. формулу (2)), що досягають спеціальним ексцентричним розточуванням втулок насоса.

Істотні відміни способу ремонту шестеренних насосів методом зменшених розмірів полягають в тому, що кожна із відмінних ознак винаходу зокрема є необхідною і в своїй сукупності достатніми умовами для здобутку рішення поставленої задачі.

Приклад

Ремонтували насос НШ-46У, що надійшов до Кіровоградського РМЗ. Після миття і розбирання зношені деталі насоса надходять на дефектацію, де визначають такі параметри, як максимальний знос корпусу $\Delta R_{к\max}=0,25$ мм, розміри зношеної шестерні $R_{ши}=27,45$ мм та її цапф $r_c=12,95$ мм. Після цього шестерні ремонтують методом зменшених розмірів шліфуванням під найближчий ремонтний розмір, а саме до розмірів: і $r_{цр}=12,7$ мм.

Після визначення ремонтних розмірів шестерень розпочинають ремонт корпусу насоса, який провадять теж за одну операцію розточування його зношених колодязів на вертикально-розточувальному верстаті. При цьому розточування ведуть радіусом $R_{шр}=27,3$ мм в напрямку максимального зносу корпусу на глибину h , яка дорівнює:

$$h = 27,3(1 - \cos 22,5^\circ) - 27,45 \times \left(1 - \cos \arcsin \frac{27,3 \sin 22,5^\circ}{27,45} \right) = 0,0123 \text{ мм.}$$

Виготовлення втулок полягає в відливанні заготовки з подальшою її механічною обробкою. При цьому розточування отворів під цапфи виконують ексцентрично зі зміщенням осі на відстань b в напрямі прямої, яка розташована під кутом $\beta=70^\circ$ відносно горизонтальної осі симетрії i , яка дорівнює:

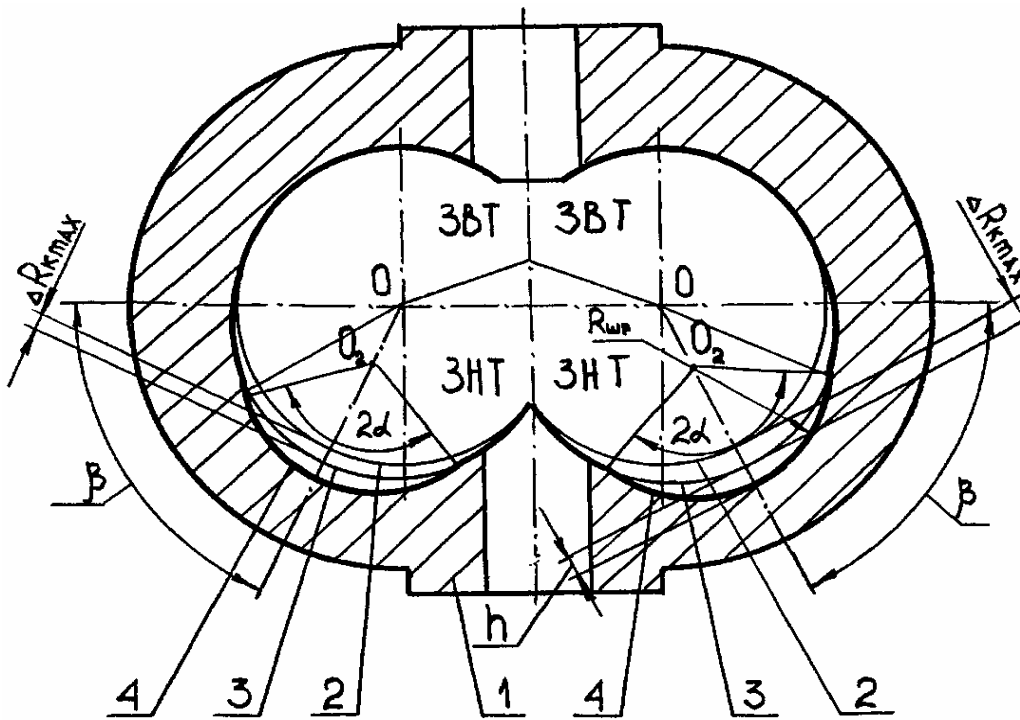
$$b=(0,15+0,25+0,0123-0,15)=0,262 \text{ мм}$$

Збирання насоса призводять в звичайній послідовності: встановлюють нижні втулки, далі шестерні і верхні втулки. Ексцентрично розточені отвори втулок зміщують цапфи шестерень, а разом з ними і шестерні в сторону максимального зносу корпусу, що дає змогу ущільнити верхівки зубців шестерень спеціально заздалегідь обробленою частиною корпусу. При цьому центральний кут дуги, що охоплює верхівки зубців становить 45° , що дозволяє надійно забезпечити працездатність насоса, оскільки в зоні ущільнення постійно знаходиться не менше одного зубця шестерні при будь-якому куті повороту шестерень.

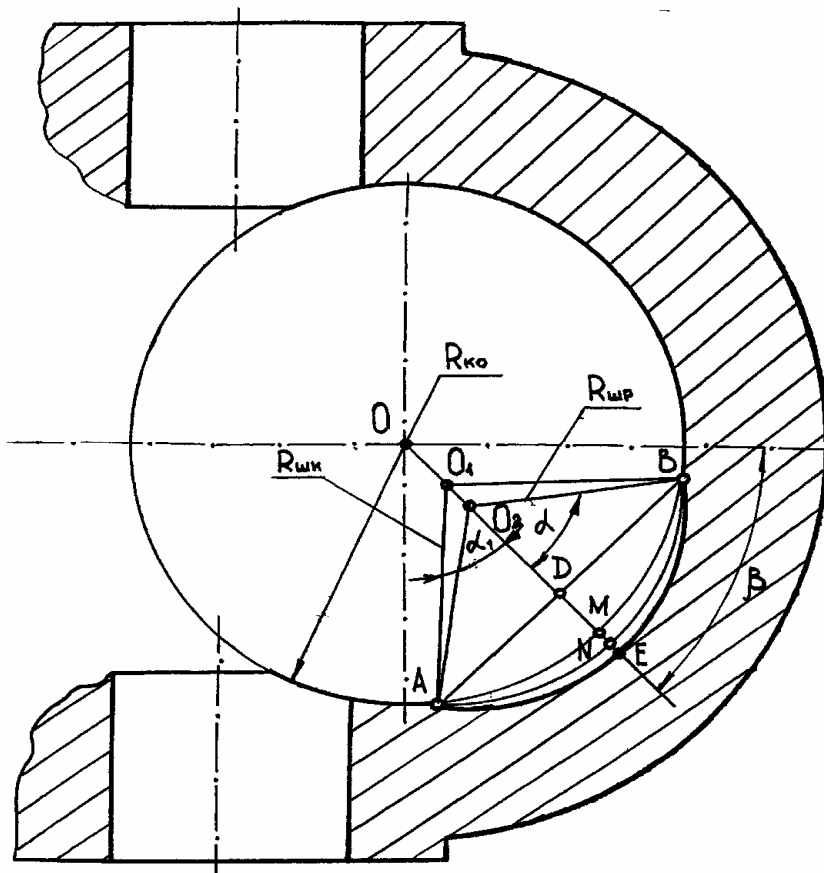
Спосіб ремонту шестеренних насосів методом зменшених розмірів може бути успішно застосований на ремонтних підприємствах, що займаються централізованим ремонтом насосів. Спосіб відрізняється дуже малими витратами при відновленні шестерень, корпусу і насоса в цілому.

Джерела інформації

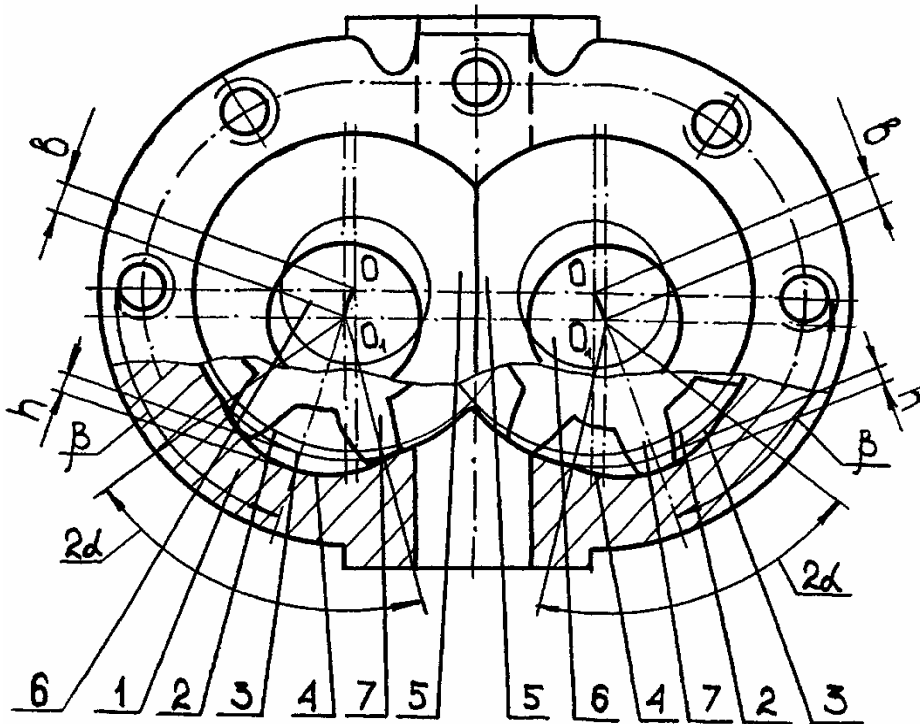
1. Технологія ремонту машин и оборудовання, под ред., И.С. Левитского, изд., 2-е перераб. и доп., М.: Колос, 1975 (с. 396...402).
2. А.с. 530110 М.Кл.2 F04C1/04 Кудрявцев П.Р. ГОСНИТИ Способ восстановления работоспособности шестеренного насоса.
3. Кудрявцев П.Р. Повышение ресурса шестеренчатых насосов. Техника в сельском хозяйстве 1970, № 3 с. 67...72.
4. А.с. 344160 М.Кл.2 F04C1/04 Кудрявцев П.Р. и др. ГОСНИТИ Способ ремонта шестеренных насосов.
5. Ачкасов К.А. Прогрессивные способы ремонта с.-х. техники, 2-е изд., перераб. и доп., М.: Колос, 1984 – 271 с. (с. 243...244).
6. Справочная книга по технологии ремонта машин в сельском хозяйстве, под ред. А.И. Селиванова, М.: Колос, 1975 - 600 с. (с. 354...360).



Фиг. 1



Фиг. 2



Фіг. 3

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
 (044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2002 р. Формат 60x84 1/8.
 Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 34 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
 (044) 268-25-22