



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **122089** (13) **C2**
(51) МПК

F16C 9/02 (2006.01)

F16C 3/06 (2006.01)

F16C 33/14 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

<p>(21) Номер заявки: а 2018 10204</p> <p>(22) Дата подання заявки: 12.10.2018</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 11.09.2020</p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: 10.06.2019, Бюл.№ 11</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.09.2020, Бюл.№ 17</p>	<p>(72) Винахідник(и): Марченко Андрій Петрович (UA), Кравченко Сергій Олександрович (UA), Пильов Володимир Олександрович (UA), Ткачук Микола Анатолійович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Кирпичова, 2, м. Харків-2, 61002 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 100292 C2, 10.12.2012 DE 102008000554 A1, 10.09.2009 JP 2006329252 A, 07.12.2006 WO 2018177919 A1, 04.10.2018 EP 3249247 A1, 29.11.2017 RU 2413100 C2, 27.02.2011</p>
--	---

(54) ПІДШИПНИКОВИЙ ВУЗОЛ

(57) Реферат:

Винахід належить до галузі машинобудування і стосується елементів і вузлів технічних виробів з підшипниками ковзання, зокрема підшипників колінчатих валів двигунів внутрішнього згорання. Підшипниковий вузол утворено шийкою вала, поверхня якої має кільцевий поясок зносостійкого покриття, яке виконане у вигляді дискретно розташованих на відстані одна від одної по колу і вздовж осі вала ділянок, та вкладишем багат шарової конструкції з основним робочим шаром і поверхневим шаром припрацювання, причому твердість основного робочого шару вкладиша є меншою за твердість дискретно розташованих ділянок кільцевого пояса та основного матеріалу поверхні шийки вала. Ширина кільцевого пояса поверхні шийки вала є не меншою за ширину вкладиша. При довільному положенні поверхні шийки вала відносно вкладиша кільцевий поясок контактує із вкладишем дискретно-континуально дискретно розташованими ділянками, максимальний розмір кожної дискретно розташованої ділянки кільцевого пояса в радіальному напрямі шийки вала перевищує товщину поверхнього шару припрацювання вкладиша, а твердість поверхнього шару припрацювання вкладиша перевищує твердість дискретно розташованих ділянок кільцевого пояса поверхні шийки вала. Винахід забезпечує підвищення ресурсу підшипникового вузла шляхом зменшення зношення вкладиша та підвищення стабільності масляного шару в підшипниковому вузлі, що уповільнює процес зношення поверхонь пари тертя.

UA 122089 C2

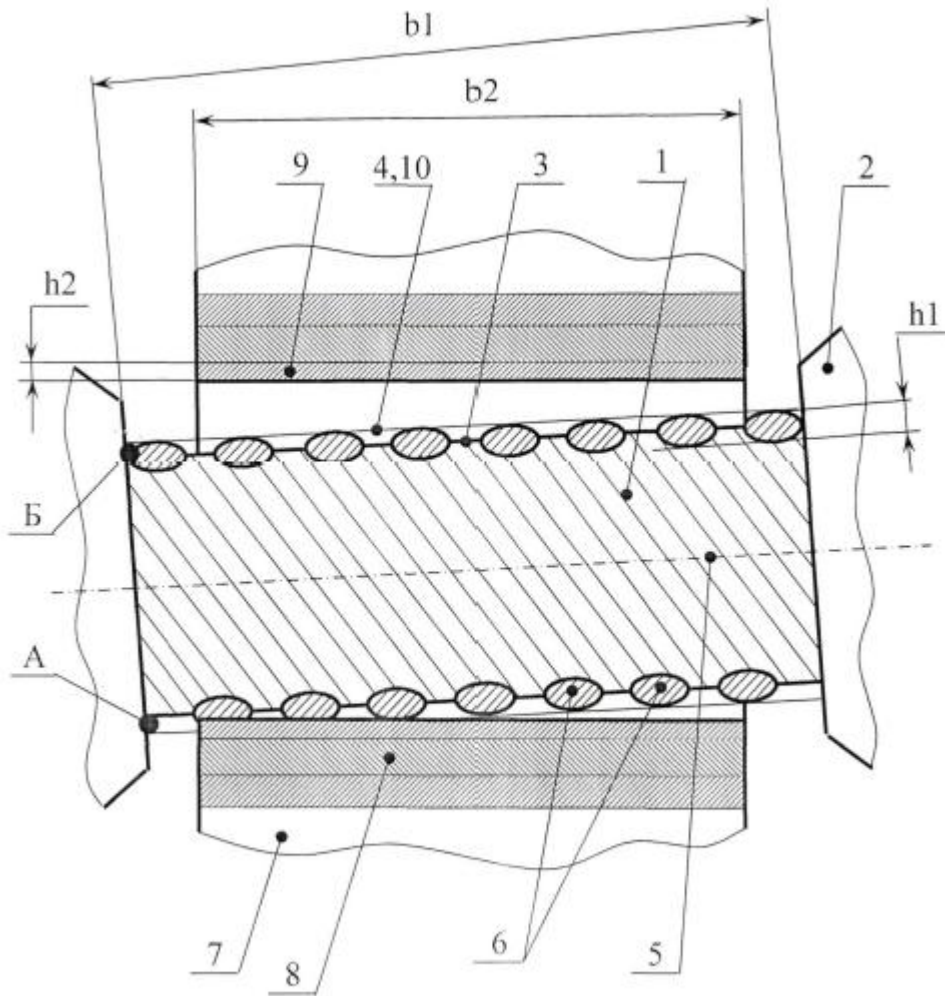


Fig. 1

Винахід належить до галузі машинобудування і стосується елементів і вузлів технічних виробів з підшипниками ковзання, зокрема підшипників колінчатих валів двигунів внутрішнього згоряння.

У відомих конструкціях двигунів внутрішнього згоряння та інших технічних виробів з підшипниками ковзання шийки вала виконуються більшої твердості, ніж поверхні контртіл - вкладишів підшипникових вузлів. При цьому пропонуються різноманітні конструктивні і технологічні заходи, які спрямовані на зменшення часу припрацювання шийок вала та вкладишів, підвищення ресурсу підшипникових вузлів та зменшення коефіцієнту тертя в парах тертя.

Однак внаслідок конструктивних особливостей двигунів внутрішнього згоряння та зміни навантаження на кожну шийку вала протягом кожного оберту вала вісь вкладиша в різні моменти часу на різний кут не співпадає з віссю шийки вала, яка деформується. Це означає, що в зоні найбільшого притискання вала до вкладиша, вкладиш матиме найбільше зношення. При цьому при повороті вала відносно вкладиша в означеній зоні зростатиме зазор між поверхнями вкладиша і вала. При цьому виникає нестабільність масляного шару в підшипниковому вузлі, що прискорює процес зношення поверхонь пари тертя та зменшує ресурс двигуна в цілому.

Відомими є багатошарові конструкції вкладишів, наприклад, застосування сталюї основи та робочих шарів зі сплавів на основі алюмінію, олова та інших компонентів поверхневого та внутрішніх шарів [1, С. 265-269]. Первинним функціональним призначенням таких вкладишів є припрацювання поверхонь пари тертя при переважному зношенні матеріалу вкладиша. До функціонального призначення вкладиша також відносять забезпечення малих коефіцієнтів тертя при високих антизадирних властивостях та потрібному рівні утомної міцності в умовах високих навантажень. Недоліком таких конструкцій є менша твердість поверхневого шару вкладиша по відношенню до шийки вала, що приводить до нерівномірного зношення вкладиша та нестабільності масляного шару в підшипниковому вузлі [1, С. 269, фіг. 8-54], що прискорює процес зношення поверхонь пари тертя та зменшує ресурс двигуна в цілому.

Відомими є шийки валів, що мають суцільне поверхнєве зміцнення методами загартування, азотування, tufftriding-процесу та інші [2, С. 253]. Функціональне призначення таких конструкцій - високі зносостійкість та втомна міцність при низькому коефіцієнту тертя в парі з контртілом. Недоліком таких конструкцій є більша твердість поверхневого шару шийки вала відносно поверхневого шару вкладиша, що приводить до нерівномірного зношення вкладиша та нестабільності масляного шару в підшипниковому вузлі, що прискорює процес зношення поверхонь пари тертя та зменшує ресурс двигуна в цілому.

Найбільш близьким аналогом до конструкції, що пропонується, є вал [3], що містить декілька кільцевих поясків зі зносостійким покриттям із заданими триботехнічними властивостями, що розташовані роздільно між собою в поздовжньому напрямку на його циліндричній поверхні, причому зносостійке покриття кожного пояска виконане у вигляді дискретно розташованих на відстані одна від одної по колу і вздовж осі вала ділянок, впроваджених в матрицю поясків таким чином, що зовнішня поверхня зазначених ділянок виконана на рівні із зовнішньою поверхнею матриць поясків, а загальна площа ділянок покриття складає у межах 0,4-0,9 від площини матриць. Функціональне призначення такої конструкції полягає у зменшенні загальної площини контакту зносостійкого покриття з контртілом, що забезпечує одночасно високу втомну міцність з підвищенням зносостійкості вала.

Недоліком такої конструкції є більша твердість поверхневого шару кільцевого пояска шийки вала відносно поверхневого шару вкладиша та наявність декількох поясків, що приводить до нерівномірного зношення вкладиша та нестабільності масляного шару в підшипниковому вузлі, що прискорює процес зношення поверхонь пари тертя та зменшує ресурс двигуна в цілому.

В основу винаходу поставлена задача підвищення ресурсу підшипникового вузла шляхом зменшення зношення вкладиша та підвищення стабільності масляного шару в підшипниковому вузлі, що уповільнює процес зношення поверхонь пари тертя.

Поставлена задача вирішується тим, що підшипниковий вузол, пара тертя якого утворена шийкою вала, яка виготовлена зі сталі або високоміцного чавуна та поверхня якої має кільцевий поясок зносостійкого покриття, яке виконане у вигляді дискретно розташованих на відстані одна від одної по колу і вздовж осі вала ділянок, та вкладишем багатошарової конструкції з основним робочим шаром на основі алюмінію, олова та інших компонентів, з поверхневим шаром припрацювання, причому твердість основного робочого шару вкладиша є меншою за твердість дискретно розташованих ділянок кільцевого пояска та основного матеріалу поверхні шийки вала. Ширина кільцевого пояска поверхні шийки вала є не меншою за ширину вкладиша. При довільному положенні поверхні шийки вала відносно вкладиша кільцевий поясок контактує із вкладишем дискретно-континуально дискретно розташованими ділянками, максимальний

розмір кожної дискретно розташованої ділянки кільцевого пояска в радіальному напрямі шийки вала перевищує товщину поверхневого шару припрацювання вкладиша, а твердість поверхневого шару припрацювання вкладиша перевищує твердість дискретно розташованих ділянок кільцевого пояска поверхні шийки вала.

5 Функціональне призначення сукупності заявлених ознак полягає в тому, що:
 ширина кільцевого пояска робочої шийки вала є не меншою за ширину вкладиша;
 при довільному положенні поверхні шийки вала відносно вкладиша кільцевий поясок контактує із вкладишем дискретно-континуально дискретно розташованими ділянками;
 10 максимальний розмір кожної дискретно розташованої ділянки кільцевого пояска в радіальному напрямі шийки вала перевищує товщину поверхневого шару припрацювання вкладиша;

твердість поверхневого шару припрацювання вкладиша перевищує твердість дискретно розташованих ділянок кільцевого пояска поверхні шийки вала.

15 Наведені вище ознаки дозволяють зменшити нерівномірне зношення вкладиша та збільшити зношення шийки вала так, що припрацювання поверхонь пари тертя здійснюється при переважному зношенні матеріалу зносостійкого покриття шийки вала. При повороті шийки вала відносно вкладиша це підвищує стабільність зазору між поверхнями шийки вала і вкладиша, а у підсумку підвищує стабільність масляного шару в підшипниковому вузлі, що уповільнює процес зношення поверхонь пари тертя та підвищує ресурс підшипникового вузла та двигуна в цілому.

20 дискретно розташовані ділянки кільцевого пояска так розміщені по поверхні шийки вала, що при обертанні шийки вала навколо своєї осі дискретно розташовані ділянки утворюють континуальну поверхню контакту з поверхневим шаром припрацювання вкладиша.

25 Наведена ознака забезпечує повне зношення поверхневого шару припрацювання вкладиша та подальшу роботу пари тертя при більшій твердості вала відносно робочого шару вкладиша при підвищеній стабільності зазору між поверхнями шийки вала і вкладиша. Це підвищує стабільність масляного шару в підшипниковому вузлі, що уповільнює процес зношення поверхонь пари тертя та підвищує ресурс підшипникового вузла та двигуна в цілому.

30 Поверхневий шар припрацювання вкладиша є оксидом матеріалу основного робочого шару вкладиша.

Наведена ознака забезпечує надійне зчеплення поверхневого шару припрацювання з матеріалом основного робочого шару вкладиша. Це унеможливорює задири пари тертя та підвищує стабільність масляного шару в підшипниковому вузлі в процесі припрацювання, що підвищує ресурс підшипникового вузла та двигуна в цілому.

35 Суть винаходу пояснюють креслення.

На фіг. 1 зображений загальний вигляд підшипникового вузла до припрацювання в зоні найбільшого притискання шийки вала до вкладиша.

На фіг. 2 зображений загальний вигляд підшипникового вузла до припрацювання при повороті шийки вала відносно вкладиша.

40 Підшипниковий вузол містить пару тертя, що утворена шийкою 1 вала 2, яка виготовлена зі сталі або високоміцного чавуна та поверхня 3 якої має кільцевий поясок 4 зносостійкого покриття, яке виконане у вигляді дискретно розташованих на відстані одна від одної по колу і вздовж осі 5 вала 2 ділянок 6, та вкладишем 7 багат шарової конструкції з основним робочим шаром 8 на основі алюмінію, олова та інших компонентів, з поверхневим шаром припрацювання 9, причому твердість основного робочого шару 8 вкладиша 7 є меншою за твердість дискретно розташованих ділянок 6 кільцевого пояска 4 та основного матеріалу поверхні 3 шийки 1 вала 2, причому ширина b_1 кільцевого пояска 4 є не меншою за ширину b_2 вкладиша 7, при цьому при довільному положенні поверхні 3 шийки 1 вала 2 відносно вкладиша 7 кільцевий поясок 4 контактує із вкладишем 7 дискретно-континуально дискретно розташованими ділянками 6, 45
 50 максимальний розмір h_1 кожної дискретно розташованої ділянки 6 кільцевого пояска 4 в радіальному напрямі шийки 1 вала 2 перевищує товщину h_2 поверхневого шару припрацювання 9 вкладиша 7, а твердість поверхневого шару припрацювання 9 вкладиша 7 перевищує твердість дискретно розташованих ділянок 6 кільцевого пояска 4. Дискретно розташовані ділянки 6 кільцевого пояска 4 так розміщені по поверхні 3 шийки 1 вала 2, що при обертанні шийки 1 вала 2 навколо своєї осі 5 та при зміні зон А і Б шийки 1 вала 2 свого положення відносно вкладиша 7, дискретно розташовані ділянки 6 утворюють континуальну поверхню 10 контакту з поверхневим шаром припрацювання 9 вкладиша 7. Поверхневий шар припрацювання 9 вкладиша 7 є оксидом матеріалу основного робочого шару 8 вкладиша 7.

60 Заявлений підшипниковий вузол працює в такий спосіб. При роботі двигуна внутрішнього згорання шийка 1 вала 2 обертається навколо своєї осі 5 та термічно розширюється і

переміщується вздовж осі 10. В умовах наявності мастила (на фіг. не показано) шийка 1 здійснює ковзання відносно поверхневого шару припрацювання 9 вкладиша 7. При цьому, наприклад, зони А і Б шийки 1 поперемінно змінюють своє положення відносно вкладиша 7.

Внаслідок конструктивних особливостей двигунів внутрішнього згорання та зміни навантаження на шийку 1 вала 2 протягом кожного оберту вала 2 вісь 5 шийки 1 в різні моменти часу знаходиться під різним кутом відносно поверхневого шару припрацювання 9 вкладиша 7. При цьому відбувається різна інтенсивність припрацювання окремих ділянок 6 зносостійкого покриття шийки 2 вала 1 та поверхневого шару припрацювання 9 вкладиша 7.

Внаслідок того, що ширина b_1 кільцевого пояса 4 поверхні 3 шийки 1 вала 2 є не меншою за ширину b_2 вкладиша 7, здійснюється припрацювання пари тертя в умовах осьового термічного розширення та осьового переміщення шийки 1 вала 2 так, що зменшується нерівномірність зношення шийки 1 та поверхневого шару припрацювання 9 вкладиша 7 в осьовому напрямі шийки 1 вала 2.

При обертанні вала 2 в певний момент шийка 1 притискається зоною А до поверхневого шару припрацювання 9 вкладиша 7 (див. фіг. 1) з найбільшим зусиллям. У зв'язку з тим, що твердість поверхневого шару припрацювання 9 вкладиша 7 перевищує твердість дискретно розташованих ділянок 6, відповідні ділянки 6 мають максимальне зношення, що перевищує зношення поверхневого шару припрацювання 9 вкладиша 7. При обертанні вала 2 в певний момент шийка 1 притискається зоною Б до поверхневого шару припрацювання 9 вкладиша 7 (див. фіг. 2) з найменшим зусиллям. У зв'язку з тим, що твердість поверхневого шару припрацювання 9 вкладиша 7 перевищує твердість дискретно розташованих ділянок 6, відповідні ділянки 6 також мають зношення, яке є мінімальним, але перевищує зношення поверхневого шару припрацювання 9 вкладиша 7. При довільному положенні поверхні 3 шийки 1 вала 2 відносно вкладиша 7 кільцевий пояс 4 контактує із вкладишем 7 дискретно-континуально по дискретно розташованих ділянках 6. При цьому здійснюється припрацювання пари тертя в умовах обертання шийки 1 вала 2 так, що зменшується нерівномірність зношення шийки 1 та поверхневого шару припрацювання 9 вкладиша 7 в окружному напрямі шийки 1 вала 2.

Зменшення нерівномірності зношення шийки 1 та поверхневого шару припрацювання 9 вкладиша 7 підвищує стабільність зазору, що утворюється між поверхнями тертя шийки 1 і вкладиша 7 (на фіг. не показано). Це підвищує стабільність масляного шару в підшипниковому вузлі, що уповільнює процес зношення поверхонь пари тертя та підвищує ресурс підшипникового вузла та двигуна в цілому.

У зв'язку з тим, що максимальний розмір h_1 кожної дискретно розташованої ділянки 6 в радіальному напрямі шийки 1 вала 2 перевищує товщину h_2 поверхневого шару припрацювання 9 вкладиша 7, а твердість поверхневого шару припрацювання 9 вкладиша 7 перевищує твердість дискретно розташованих ділянок 6, поверхневий шар припрацювання 9 зношується раніше від дискретно розташованих ділянок 6, що пройшли припрацювання. Надалі ковзання дискретно розташованих ділянок 6 вздовж основного робочого шару 8 вкладиша 7 уповільнює процес зношення поверхонь пари тертя та підвищує ресурс підшипникового вузла та двигуна в цілому.

У зв'язку з тим, що дискретно розташовані ділянки 6 кільцевого пояса 4 так розміщені по поверхні 3 шийки 1 вала 2, що при обертанні шийки 1 навколо своєї осі 5 дискретно розташовані ділянки 6 утворюють континуальну поверхню 10 контакту з поверхневим шаром припрацювання 9 вкладиша 7, припрацювання дискретно розташованих ділянок 6 забезпечує плавність переходу від зони А максимального зношення ділянок 6 до зони Б їх мінімального зношення, як в радіальному, так і в осьовому напрямі шийки 1. При цьому виникає повне зношення поверхневого шару припрацювання 9 вкладиша 7. Подальша робота пари тертя здійснюється при більшій твердості шийки 1 вала 2 відносно основного робочого шару 8 вкладиша 7 при підвищеній стабільності зазору в парі тертя. Це уповільнює подальший процес зношення поверхонь пари тертя та підвищує ресурс підшипникового вузла та двигуна в цілому.

Поверхневий шар припрацювання 9 вкладиша 7 є оксидом матеріалу основного робочого шару 8 вкладиша 7, що забезпечує надійне зчеплення поверхневого шару припрацювання 9 з матеріалом основного робочого шару 8 вкладиша 7. Це унеможливує задири в парі тертя та підвищує стабільність масляного шару в підшипниковому вузлі в процесі припрацювання, що підвищує ресурс підшипникового вузла та двигуна в цілому.

Таким чином, використання заявленого підшипникового вузла ковзання дозволяє зменшити зношення вкладиша та збільшити зношення шийки вала так, що припрацювання поверхонь пари тертя здійснюється при переважному зношенні матеріалу зносостійкого покриття шийки

вала. Це підвищує стабільність масляного шару в підшипниковому вузлі, що уповільнює процес зношення поверхонь пари тертя та підвищує ресурс підшипникового вузла та двигуна в цілому.

Джерела інформації:

1. Handbook of diesel engines /K. Mollenhauer, H. Tschoeke. - Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010. - 636 p.
2. Diesel engine reference book. Second Edition /Edited by B. Challen, R. Baranescu. Butterworth-Heinemann. - 1999. - 714 p.
3. Патент на винахід Україна, № 100292 МПК F16C 3/00. Вал. /В.Г. Гончаров; заявлено 04.03.2011, опубл. 10.12.2012, Бюл. 23.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Підшипниковий вузол, пара тертя якого утворена шийкою вала, яка виготовлена зі сталі або високоміцного чавуну та поверхня якої має кільцевий поясок зносостійкого покриття, яке виконане у вигляді дискретно розташованих на відстані одна від одної по колу і вздовж осі вала ділянок, та вкладишем багатшарової конструкції з основним робочим шаром на основі алюмінію, олова та інших компонентів, та з поверхневим шаром припрацювання, причому твердість основного робочого шару вкладиша є меншою за твердість дискретно розташованих ділянок кільцевого пояска та основного матеріалу поверхні шийки вала, який **відрізняється** тим, що ширина кільцевого пояска поверхні шийки вала є не меншою за ширину вкладиша, при цьому при довільному положенні поверхні шийки вала відносно вкладиша кільцевий поясок контактує із вкладишем дискретно-континуально дискретно розташованими ділянками, максимальний розмір кожної дискретно розташованої ділянки кільцевого пояска в радіальному напрямі шийки вала перевищує товщину поверхневого шару припрацювання вкладиша, а твердість поверхневого шару припрацювання вкладиша перевищує твердість дискретно розташованих ділянок кільцевого пояска поверхні шийки вала.
2. Підшипниковий вузол за п. 1, який **відрізняється** тим, що дискретно розташовані ділянки кільцевого пояска так розміщені по поверхні шийки вала, що при обертанні шийки вала навколо своєї осі дискретно розташовані ділянки утворюють континуальну поверхню контакту з поверхневим шаром припрацювання вкладиша.
3. Підшипниковий вузол за п. 1 або п. 2, який **відрізняється** тим, що поверхневий шар припрацювання вкладиша є оксидом матеріалу основного робочого шару вкладиша.

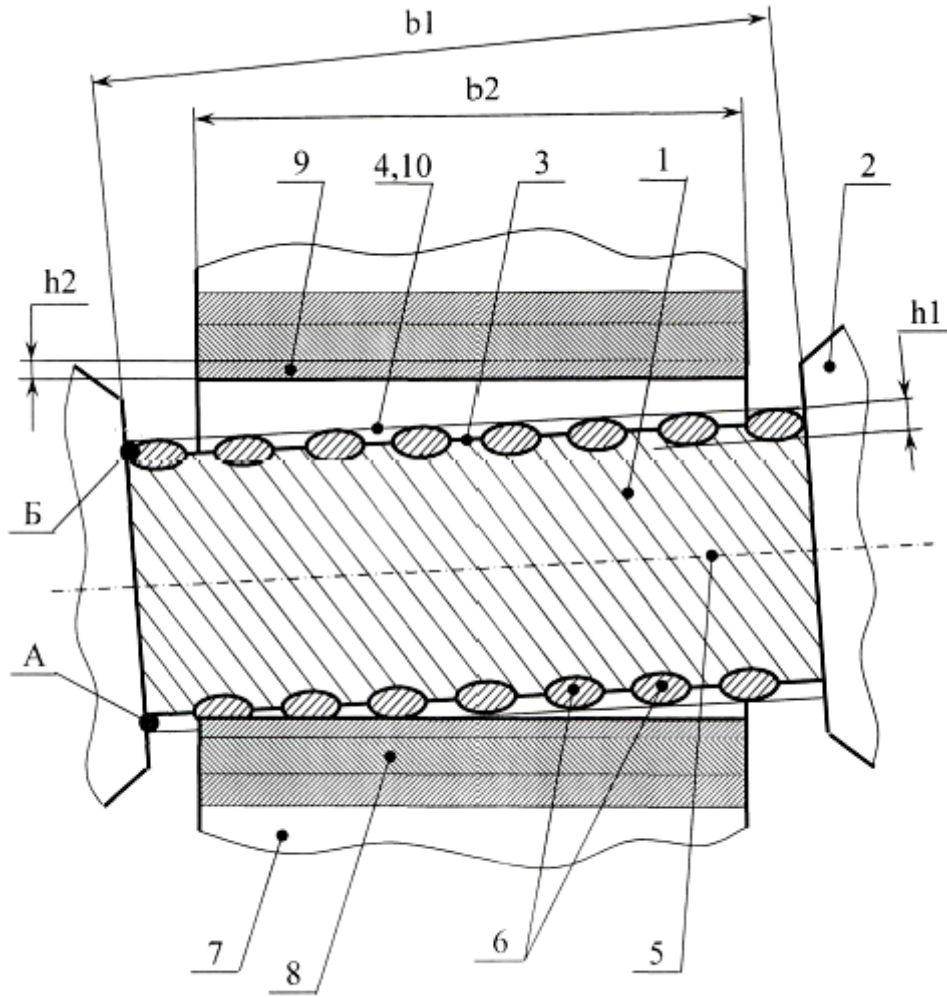
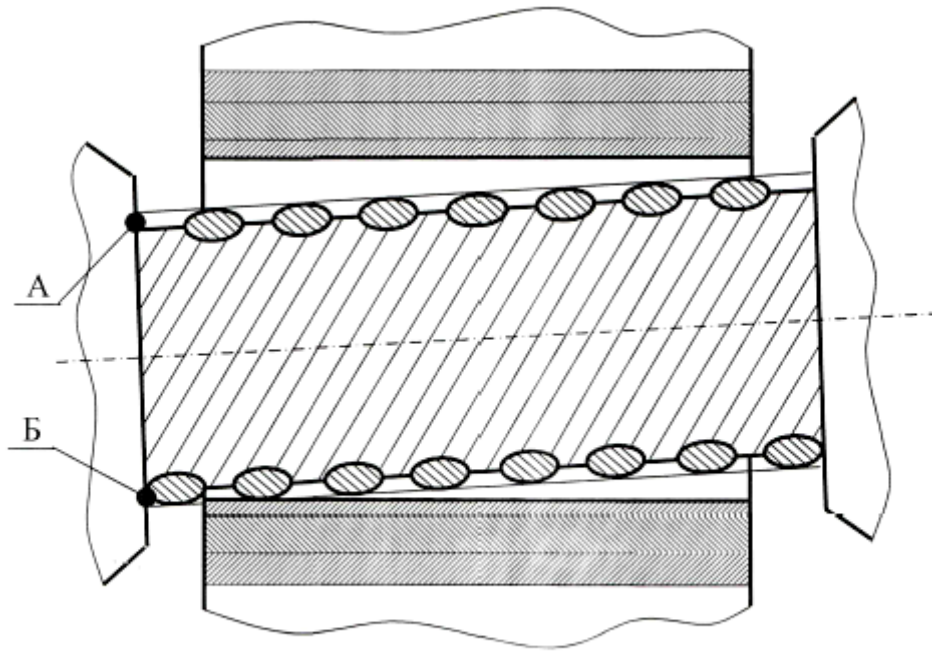


Fig. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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