



УКРАЇНА

(19) UA (11) 55704 (13) A

(51) 7 F16C3/14

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) КОЛІНЧАТИЙ ВАЛ (ВАРІАНТИ)

1

2

(21) 2002053752

(22) 07 05 2002

(24) 15 04 2003

(46) 15 04 2003, Бюл. № 4, 2003 р.

(72) Мешков Владислав Вадимович, Григор'ян Гурген Григорович

(73) Мешков Владислав Вадимович, Григор'ян Гурген Григорович

(57) 1 Колінчатий вал, що містить корінні, опорні шийки і шатунну шийку, котра забезпечена опорно-підпрними підшипниками, в зовнішніх обоймах котрих розташовані підшипники опорних шийок, який відрізняється тим, що він забезпечений другою шатунною шийкою і підшипниками шатунних шийок, що розташовані в сергах, при цьому шатунні шийки, установлені взаємно співвісно, нерухомо сполучені з центральною кріпильною шийкою, яка жорстко і нерухомо сполучена з шатуном, опорні шийки виконані суцільними з шатунними шийками і розміщені аксіально з ексцентриситетом до шатунних шийок, а зовнішні обойми опорно-підпрних підшипників установлені на шийках вала опорно-упорних підшипників, співвісних з корінними шийками, крім того серги за допомогою підшипників установлені на шийках вала, котрі мають ексцентриситет по відношенню до осі корінних шийок, а ексцентриситети шийок вала серег і опорних шийок мають різні величини і розташовані під кутом один до одного.

2 Колінчатий вал, що містить корінні, опорні шийки і шатунну шийку, котра забезпечена опорно-підпрними підшипниками, в зовнішніх обоймах котрих розташовані підшипники опорних шийок, який відрізняється тим, що він забезпечений другою шатунною шийкою і підшипниками шатунних шийок, що розташовані в сергах, при цьому шатунні шийки установлені взаємно співвісно, нерухомо сполучені з центральною кріпильною шийкою, яка жорстко і нерухомо сполучена з шатуном, опорні шийки виконані суцільними з шатунними шийками і розміщені аксіально з ексцентриситетом до шатунних шийок, а зовнішні обойми опорно-підпрних підшипників установлені на шийках вала опорно-упорних підшипників, котрі установлені з ексцентриситетом по відношенню до корінних шийок, крім того серги за допомогою підшипників установлені на шийках вала, котрі мають ексцентриситет по відношенню до осі корінних шийок, а

ексцентриситети шийок вала серег і опорних шийок мають різні величини і розташовані під кутом один до одного.

3 Колінчатий вал, що містить корінні, опорні шийки і шатунну шийку, котра забезпечена опорно-підпрними підшипниками, в зовнішніх обоймах котрих розташовані підшипники опорних шийок, який відрізняється тим, що він забезпечений другою шатунною шийкою і підшипниками шатунних шийок, що розташовані в сергах, при цьому шатунні шийки установлені взаємно співвісно, нерухомо сполучені з центральною кріпильною шийкою, яка жорстко і нерухомо сполучена з шатуном, опорні шийки виконані суцільними з шатунними шийками і розміщені аксіально з ексцентриситетом до шатунних шийок, а зовнішні обойми опорно-підпрних підшипників установлені на шийках вала опорно-упорних підшипників, причому шийки вала опорно-підпрних підшипників виконані суцільно і нерухомо з зовнішніми обоймами опорно-підпрних підшипників і рухомо установлені на підшипниках в тілі корінних шийок і шийок серег, крім того серги за допомогою підшипників установлені на шийках вала, котрі мають ексцентриситет по відношенню до осі корінних шийок, а ексцентриситети шийок вала серег і опорних шийок мають різні величини і розташовані під кутом один до одного.

4 Колінчатий вал, що містить корінні, опорні шийки і шатунну шийку, котра забезпечена опорно-підпрними підшипниками, в зовнішніх обоймах котрих розташовані підшипники опорних шийок, який відрізняється тим, що він забезпечений другою шатунною шийкою і підшипниками шатунних шийок, що розташовані в сергах, при цьому шатунні шийки виконані суцільно і нерухомо із сергами і рухомо установлені на підшипниках в тілі опорних шийок і центральної кріпильної шийки шатуна, при цьому опорні шийки розміщені аксіально з ексцентриситетом до шатунних шийок, а зовнішні обойми опорно-підпрних підшипників установлені на шийках вала опорно-упорних підшипників, співвісних з корінними шийками, крім того серги за допомогою підшипників установлені на шийках вала, котрі мають ексцентриситет по відношенню до осі корінних шийок, а ексцентриситети шийок вала серег і опорних шийок мають різні величини і розташовані під кутом один до одного.

(13) A
(11) 55704
(19) UA

Винахід відноситься до кривошипношатунних механізмів, зокрема до поршневих двигунів внутрішнього згорання, конкретно - до колінчатого вала, який використовується в різних поршневих машинах - двигунах внутрішнього згорання, компресорах, насосах, тощо

Відомо колінчатий вал, що містить щоки, корінні і шатунні шийки, які віддалені друг від друга на радіус кривошипа (див. авторське свідоцтво СРСР №1751487, МПК 5 F16C3/14)

Винахід збігається з відомим колінчатим валом у тому, що містить спільні ознаки

корінні шийки,
шатунна шийка,
щоки

Але відомий колінчатий вал є деталь суцільно кована і має визначені розміри, що визначає основні параметри механізму. Внаслідок цього коефіцієнт питомої ваги невеликий. Відомий також колінчатий вал, що містить шатунну та корінні шийки, а також щоки (див. Е. Н. Сапожников, Двигатели внутреннего сгорания, Киев, Изд-во "Техника", 1979г, с 67 - 73, рис 55). Ця конструкція має також спільні ознаки із заявлюваним колінчатим валом

шатунна шийка,
корінні шийки,
щоки

Але цей колінчатий вал має недостатньо велику величину крутильного моменту і, як наслідок, невеликий коефіцієнт питомої ваги. Величина крутильного моменту у прототипу залежить від радіуса колінчатого вала, ця величина незмінна по відношенню до цього параметра. Це можна пояснити наступними причинами

У зв'язку з тим, що колінчатий вал за прототипом є деталь суцільна (суцільнокована), його діаметр (поперечник), який є величиною постійною за одне обертання механізму визначає хід поршня і оборот механізму

Це приводить до таких негативних наслідків

1 При передачі енергії від поршня на вал, при незмінному тиску газів на поршень, неможливо досягнути збільшення крутильного моменту на валу і, як наслідок, підвищення коефіцієнта питомої ваги,

2 При передачі енергії від вала на поршень (механізм для стиснення газу або перекачування рідини) неможливо зменшити енерговитрати на здійснення вказаної роботи,

3 Неможливість змінення радіусу колінчатого вала в залежності від повороту

Найближчим до заявленого колінчатого вала є конструкція, яка описана у міжнародній заявці №PCT/UA 00/00026, що опублікована 19.04.2001р). Колінчатий вал має шатунну шийку, корінні шийки і щоки. Шатунна шийка забезпечена опорно-підпорними підшипниками, вісь котрих зміщена відносно осі корінних шийок. Крім того, колінчатий вал містить опорні шийки і повзуні, виконані суцільними з шатунною і опорними шийками і рухомими відносно осі корінних шийок. Опорно-підпорні підшипники містять внутрішні і зовнішні обойми. В зовнішніх обоймах розміщені підшипники опорних шийок, котрі виконані суцільними з зовнішніми обоймами опорно-підпорних підшипників. В щоках виконані направляючі для повзунів.

Дана конструкція обрана прототипом! Прототип співпадає з винаходом, що заявляється, у наявності спільних ознак

корінні шийки,
опорні шийки,
шатунна шийка, котра забезпечена опорно-підпорними підшипниками,
опорно-підпорні підшипники мають внутрішні і зовнішні обойми,

в зовнішніх обоймах опорно-підпорних підшипників розміщені підшипники опорних шийок,
підшипники опорних шийок виконані суцільними з зовнішніми обоймами опорно-підпорних підшипників

Але колінчатий вал, описаний в міжнародній заявці PCT/UA 00/00026, має невеликий коефіцієнт питомої ваги

Це пояснюється тим, що в ньому внутрішні обойми опорно-підпорних підшипників розміщені на корпусі двигуна, що внаслідок сили тертя при роботі підшипника, створює додатковий до корінних підшипників опір обертанню вала і приводить до втрати енергії

Крім того, внутрішні обойми опорно-підпорних підшипників мають діаметр обов'язково більший ніж діаметр корінних шийок. Ліміт найменшого діаметра опорно-упорних підшипників обумовлює неможливість зниження маси останніх

Одночасно конструкція описаного колінчатого вала не дозволяє регулювати кутові швидкості окремо шатунних і корінних шийок на протязі робочих циклів двигуна, що призвело б до вирівнювання швидкостей деталей руху на окремих ділянках робочих циклів, рівномірної роботи двигуна і зниженню вібрації

В основу винаходу поставлено задачу створити удосконалену конструкцію колінчатого вала, в котрому за рахунок введення другої шатунної шийки, підшипників шатунних шийок, місця їх розміщення, іншого розміщення опорних шийок і внутрішніх обойм (у винаході, що заявляється, це шийки) опорно-підпорних підшипників, заміни повзунів та їх направляючих в щоках на підшипники, внутрішніми обоймами котрих є шийки вала, установлені з ексцентриситетом по відношенню до корінних шийок, забезпечити збільшення коефіцієнта питомої ваги за рахунок відсутності зв'язку механізму переміщення шатунних шийок з корпусом двигуна, заміну зворотного-поступового руху на обертальний, зміни співвідношення кутових швидкостей шатунних і корінних шийок для рівномірної роботи на протязі робочих циклів і більш вигідного використання динамічних зусиль, які виникають при роботі двигуна, а також зменшення сил тертя і зниження маси колінчатого вала

Поставлена задача вирішена групою винаходів, поєднаних єдиним винахідницьким задумом, що включає чотири варіанти колінчатого вала

В першому варіанті поставлена задача вирішена в колінчатому валі, що містить корінні, опорні шийки і шатунну шийку, котра забезпечена опорно-підпорними підшипниками, в зовнішніх обоймах котрих розташовані підшипники опорних шийок тим, що він забезпечений другою шатунною шийкою і підшипниками шатунних шийок, що розташовані в сергах, при цьому шатунні шийки, установлені взаємно співвісно, нерухомо сполучені з центральною кріпильною шийкою, яка жорстко і нерухомо сполучена з шатуном опорні шийки виконані суцільними з шатунними шийками і розміщені аксіально з ексцентриситетом до шатунних шийок, а зовнішні обойми опорно-підпорних підшипників установлені на шийках вала опорно-упорних підшипників співвісних з корінними шийками, крім того серги за допомогою підшипників установлені на шийках вала, котрі мають ексцентриситет по відношенню до осі корінних шийок, а ексцентриситети шийок вала серьог і опорних шийок, мають різні величини і розташовані під кутом один до одного

В другому варіанті поставлена задача вирішена в колінчатому валі, що містить корінні, опорні шийки і шатунну шийку, котра забезпечена опорно-підпорними підшипниками, в зовнішніх обоймах котрих розташовані підшипники опорних шийок тим, що він забезпечений другою шатунною шийкою і підшипниками шатунних шийок, що розташовані в сергах, при цьому шатунні шийки установлені взаємно співвісно, нерухомо сполучені з центральною кріпильною шийкою, яка жорстко і нерухомо сполучена з шатуном, опорні шийки виконані суцільними з шатунними шийками і розміщені аксіально з ексцентриситетом до шатунних шийок, а зовнішні обойми опорно-підпорних підшипників установлені на шийках вала опорно-упорних підшипників, котрі установлені з ексцентриситетом по відношенню до корінних шийок, крім того серги за допомогою підшипників установлені на шийках вала, котрі мають ексцентриситет по відношенню до осі корінних шийок, а ексцентриситети шийок вала серьог і опорних шийок мають різні величини і розташовані під кутом один до одного

В третьому варіанті поставлена задача вирішена в колінчатому валі, що містить корінні, опорні шийки і шатунну шийку котра забезпечена опорно-підпорними підшипниками, в зовнішніх обоймах котрих розташовані підшипники опорних шийок тим, що він забезпечений другою шатунною шийкою і підшипниками шатунних шийок, що розташовані в сергах, при цьому шатунні шийки установлені взаємно співвісно, нерухомо сполучені з центральною кріпильною шийкою, яка жорстко і нерухомо сполучена з шатуном опорні шийки виконані суцільними з шатунними шийками і розміщені аксіально з ексцентриситетом до шатунних шийок, а зовнішні обойми опорно-підпорних підшипників установлені на шийках вала опорно-упорних підшипників, причому шийки вала опорно-підпорних підшипників виконані суцільно і нерухомо з зовнішніми обоймами опорно-підпорних під-

шипників і рухомо установлені на підшипниках в тілі корінних шийок і шийок серег, крім того серги за допомогою підшипників установлені на шийках вала, котрі мають ексцентриситет по відношенню до осі корінних шийок, а ексцентриситети шийок вала серьог і опорних шийок мають різні величини і розташовані під кутом один до одного

В четвертому варіанті поставлена задача вирішена в колінчатому валі, що містить корінні, опорні шийки і шатунну шийку, котра забезпечена опорно-підпорними підшипниками, в зовнішніх обоймах котрих розташовані підшипники опорних шийок тим, що він забезпечений другою шатунною шийкою і підшипниками шатунних шийок, що розташовані в сергах, при цьому шатунні шийки виконані суцільно і нерухомо із сергами і рухомо установлені на підшипниках в тілі опорних шийок і центральної кріпильної шийки шатуна, при цьому опорні шийки розміщені аксіально з ексцентриситетом до шатунних шийок, а зовнішні обойми опорно-підпорних підшипників установлені на шийках вала опорно-упорних підшипників співвісних з корінними шийками, крім того серги за допомогою підшипників установлені на шийках вала, котрі мають ексцентриситет по відношенню до осі корінних шийок, а ексцентриситети шийок вала серег і опорних шийок мають різні величини і розташовані під кутом один до одного Новим у винаході, що заявляється, є

наявність другої додаткової шатунної шийки з підшипником,

розміщення підшипників шатунних шийок в сергах,

розміщення серег за допомогою підшипників на шийках вала, котрі мають ексцентриситет до корінних шийок,

жорстке і нерухоме сполучення опорних шийок з шатуном,

розміщення шатунних шийок взаємно співвісно і аксіально з ексцентриситетом по відношенню до взаємно співвісних опорних шийок,

розміщення зовнішніх обойм опорно-підпорних підшипників за допомогою підшипників на шийках вала,

наявність різниць величин ексцентриситетів опорної шийки і шийки вала серги, розміщення їх під кутом

Забезпечення підвищення питомої ваги та зниження маси колінчатого вала можна пояснити таким чином

В конструкції заявлюваного колінчатого вала опорно-підпорні підшипники не зв'язані з корпусом, тому, що внутрішні обойми є частиною вала, тобто їх шийками Крім того, в запропонованому винаході опорно-підпорний підшипник обертається відносно ішки, яка є частиною вала

На відміну від заявлюваного, в конструкції прототипу опорно-підпорний підшипник обертається синхронно з валом

В заявлюваній конструкції пара "повзун-направляючі шок" замінена на підшипник, розміщений на шийці вала, тобто, зворотно-поступовий рух змінено на обертальний, що значно зменшує енерговитрати на переміщення шатунних шийок і збільшує коефіцієнт питомої ваги

В конструкції заявлюваного колінчатого вала

зв'язок шатунних і корінних пишок здійснюється через серги і підшипники ексцентрично розташованих шийок вала, які здійснюють обертально-копивальний рух, конкретно одно коливання за один поворот вала, що обумовлено різницею ексцентриситетів шатунні-опорні шийки" і "корінні шийки-шийка серег", а також наявністю певного кута між ними

Наведене свідчить, що шатунні і корінні шийки вала на різних фазах циклу мають різні кутові швидкості. Шляхом вибору необхідного кута "заклинювання" ексцентриситетів, тобто їх величин і кута між ними можна регулювати швидкості деталей руху і відповідно динамічні навантаження в бік рівномірної роботи двигуна, зменшення вібрації і збільшення коефіцієнта питомої ваги

Заявлювана сукупність ознак дозволяє зменшити енерговитрати на переміщення шатунних шийок,

зменшити сили тертя,

змінити співвідношення кутових швидкостей корінних і шатунних шийок протягом циклу,

конструкційно спростити колінчатий вал, підвищити технологічність його виготовлення і надійність роботи,

забезпечити взаємозамінюваність заявлюваного вала з класичним на конкретному двигуні

На кресленні зображена конструкція заявлюваного колінчатого вала

фіг 1 - загальний вигляд колінчатого вала,

фіг 2 - схема роботи кривошипа,

фіг 3 - переріз А - А, вигляд серги,

фіг 4 - переріз В - В, вигляд опорно-підпорного підшипника,

фіг 5 - схема нерухомого сполучення шатуна з центральною кріпильною шийкою,

фіг 6 - варіант виконання колінчатого вала зі зміщеною шийкою вала опорно-підпорного підшипника,

фіг 7 - варіант виконання колінчатого вала з нерухомими по відношенню до відповідних шийок вала зовнішніх обойм опорно-підпорних підшипників і рухомими до корінних шийок і шийок серег,

фіг 8 - варіант виконання колінчатого вала з нерухомими по відношенню до серег шатунними шийками

Колінчатий вал містить корінні шийки 1, шатунні шийки 2 (їх по дві на один циліндр), що сполучені між собою за допомогою серег 3, опорно-підпорні підшипники 4 і центральну кріпильну шийку 5 шатуна 14. Центральна кріпильна шийка 5 нерухомо сполучена з шатунними шийками 2. В сергах 3 виконані підшипники 6 шатунних шийок 2. Шатунні шийки 2 виконані суцільними з опорними шийками 7 з ексцентриситетом "e₁" (фіг 3). Шатунні шийки 2 за допомогою серег 3 і підшипників 8 сполучені з шийками вала 9 серег 3, розташованими з ексцентриситетом "e₂" до корінних шийок 1 (фіг 3) і за допомогою опорних шийок 7 - з зовнішніми обоймами 13 опорно-підпорних підшипників 4 через підшипники опорних шийок 10.

Зовнішні обойми 13 опорно-підпорних підшипників 4 за допомогою підшипників 11 сполучені з відповідними шийками 12 серег 3, які співвісні з корінними шийками 1. Ексцентриситети "e₁" і "e₂" мають різні величини і розташовані під кутом "α"

друг до друга

На фіг 2 зображена принципова циклічна схема-діаграма роботи кривошипа

показані положення шатунних шийок у верхній мертвій точці, нижній мертвій точці, при максимальному і мінімальному віддаленні від осі корінних шийок,

показані положення ексцентриситетів шийок вала серег, які відповідні положенням шатунних шийок на певних кутах розвороту колінчатого вала на протязі циклу

Робота колін вала здійснюється таким чином

Сила тиску газів в циліндрі двигуна через поршень (на кресленні не показано), шатун 14 з нерухомо сполученою з ним кріпильною шийкою 5 діє тиск на шатунні шийки 2 і далі на серги 3, котрі за допомогою підшипників 8 сполучені з відповідними шийками вала 9. Ця сила перетворюється в обертальний рух серег 3 навколо шийок вала 9. Шийки вала 9 розміщені з ексцентриситетом "e₂" по відношенню до корінних шийок 1. Шатунні шийки 2 нерухомо з'єднані з опорними шийками 7 з ексцентриситетом "e₁". Опорні шийки 7, нерухомо зв'язані з шатуном 14, обертаючись в підшипниках 10 і маючи опору на вал у вигляді зовнішніх обойм 13 опорно-підпорних підшипників 4, за рахунок ексцентриситету "e₁" циклічно віддаляють і наближають шатунну пшику 2 до осі корінних шийок 1. За рахунок різниці величин ексцентриситетів "e₁" і "e₂", а також їх взаємного розміщення під кутом обумовлює їх "заклинювання" на окремо узятих точках циклу. Це забезпечує передачу обертаючого моменту від серег 3 шийкам вала 9 і нерухомо з'єднаними з ними корінним шийкам 1. Віддалення і наближення шатунних шийок 2 до осі корінних шийок 1 обумовлює циклічну зміну кута "заклинювання" ексцентриситетів, що призводить до циклічної зміни співвідношення кутових швидкостей корінних 1 і шатунних 2 шийок. Таким чином, в процесі руху кривошипа від верхньої мертвої точки (ВМТ) до нижньої мертвої точки (НМТ) (фіг 2) шатунні шийки 2, що нерухомо сполучені з кріпильною шийкою 5 шатуна 14, обертаючись в підшипниках 6 серег 3 за рахунок ексцентриситету "e₁" через опорні шийки 7 і зовнішні обойми 13 опорно-підпорних підшипників 4 разом з сергами 3 одержують силу, котра переміщує їх в сторону, протилежну осі корінних шийок 1, збільшуючи радіус кривошипа і силу, що обертає їх відносно осі вала, за рахунок ексцентриситету "e₂" відмінного від величини "e₁" і кутового "заклинювання" передається шийкам вала 9 серег 3 і корінним шийкам 1. При цьому збільшення радіуса кривошипа призводить до збільшення крутильного моменту (M_{кр}) і навпаки, в процесі руху кривошипа від НМТ до ВМТ шатунні шийки 2 наближаються до осі корінних шийок 1, зменшуючи радіус колінчатого вала, що зменшує витрати енергії на стискування повітря або пвотгряно-паливної суміші в циліндрі двигуна. Конструктивне виконання шийок вала 9 серег 3 з певним значенням "e₂" відмінність його величини від "e₁" і кутового розміщення по відношенню до "e₁" визначає різницю кутових швидкостей корінних 1 і шатунних 2 шийок на протязі циклу й, як наслідок, динамічну балансировку двигуна та прохо-

дження робочих процесів в циліндрі

Робота колінчатого вала по другому, третьому і четвертому варіантах виконання (фиг 6, 7, 8) відбувається аналогічно тому, як описано вище. Конструктивні відмінності варіантів впливають на технологічність його виготовлення, використовуємі матеріали, його технологічне обслуговування та ін.

Варіанти зміни вузлів колінчатого вала (фіг 6,

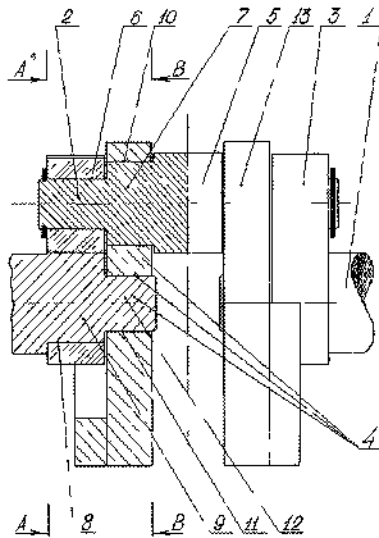


Fig.1

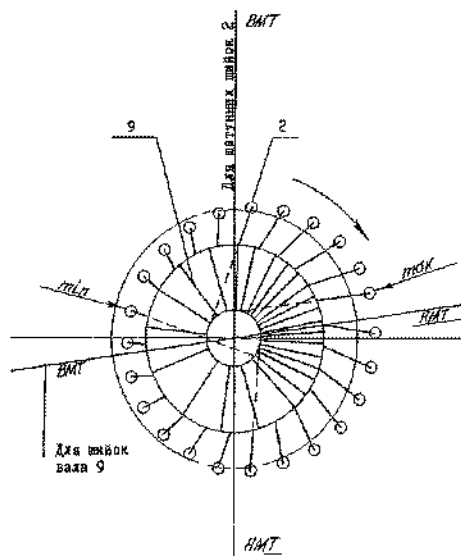


Fig.2

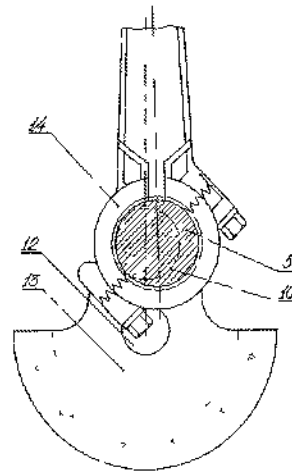


Fig.5

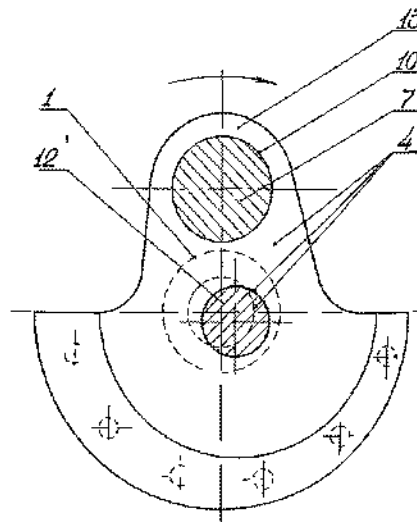


Fig.6

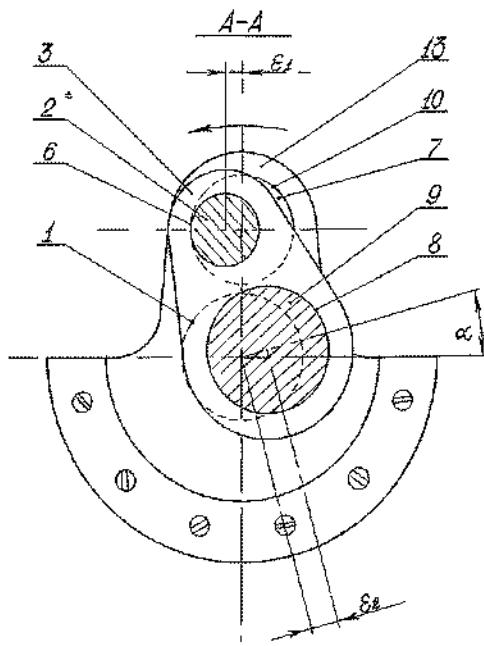


Fig. 3

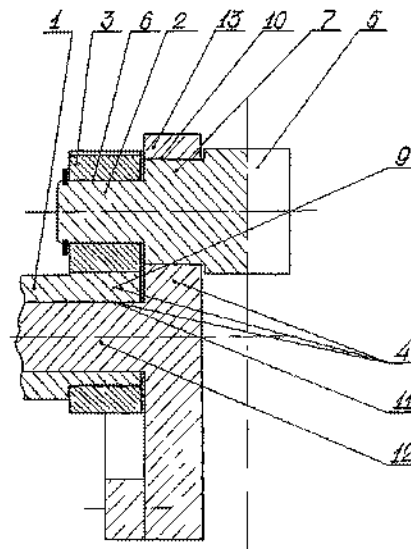


Fig. 7

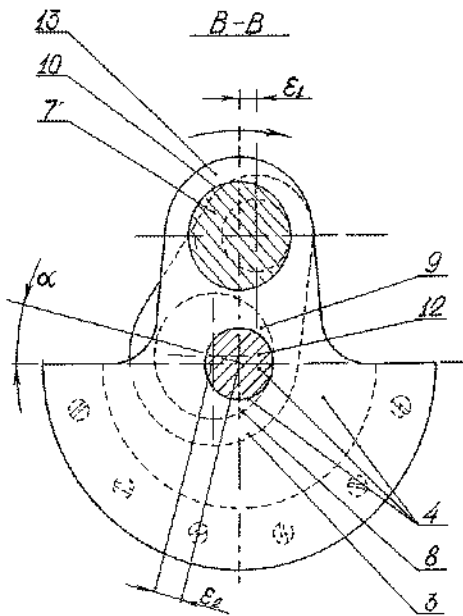


Fig. 4

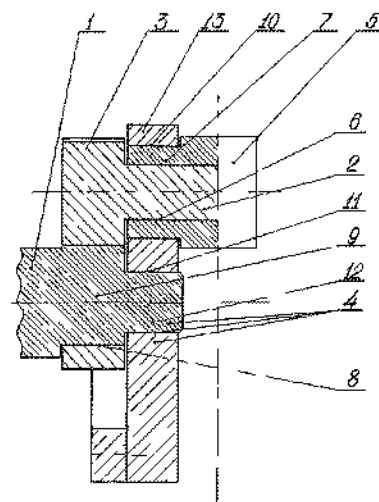


Fig. 8