



УКРАЇНА

(19) UA (11) 13436 (13) U
(51) МПК (2006)
F01C 3/00
F02B 33/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СФЕРИЧНИЙ РОТОРНИЙ ДВИГУН ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

1

(21) 2004020770

(22) 03.02.2004

(24) 17.04.2006

(46) 17.04.2006, Бюл. № 4, 2006 р.

(72) Ничипоров Анатолій Кирилович, Ничипоров Дмитро Анатолійович, Ничипоров Олексій Анатолійович, Доможиров Микола Іванович

(73) Доможиров Микола Іванович, Ничипоров Анатолій Кирилович, Ничипоров Дмитро Анатолійович, Ничипоров Олексій Анатолійович

(57) Сферичний роторний двигун внутрішнього згоряння, що містить корпус, який має внутрішню сферичну поверхню з впускним і випускним вікнами, в якому встановлені з можливістю обертання корпусний роторний елемент і два поршневих елементи, розташовані у взаємно перпендикулярних площинах, оснащені опорним і вихідним валами і шарнірно з'єднані з корпусним роторним елементом, чотири робочі камери змінних об'ємів, утворені між плоскими бічними поверхнями поршневих і корпусного роторного елементів і внутрішньою сферичною поверхнею корпуса і з'єднані з впускним і випускним вікнами, форсункою подачі палива і свічками запалювання, осі поршневих елементів розташовані під кутом, який **відрізняється** тим, що кут між осями поршневих елементів складає 7,5 - 65 градусів, корпусний роторний елемент виконаний у вигляді диска з торцевою сферичною і плоскими бічними поверхнями, кут

2

нахилу плоских бічних поверхонь до осьової площини корпусного роторного елемента складає 3-30 градусів, поршневі елементи виконані у вигляді сферичного сектора з плоскими бічними поверхнями і містять вали ковзання, порожнини валів ковзання і кульові фіксатори для шарнірного з'єднання з корпусним роторним елементом, плоскі бічні поверхні поршневих елементів розташовані під кутом до його осьової площини, кут між бічною поверхнею поршневого елемента і його осьовою площиною складає 10-45 градусів, поршневі елементи, розташовані у взаємно перпендикулярних площинах, шарнірно з'єднані з корпусним роторним елементом за допомогою валів ковзання, порожнин валів ковзання, кульових фіксаторів і розміщені у внутрішній сферичній поверхні корпуса, чотири робочі камери змінних об'ємів утворені між плоскими бічними поверхнями поршневих і корпусного роторного елементів і внутрішньою сферичною поверхнею корпуса з можливістю циклічного з'єднання з впускним вікном, форсункою подачі палива в робочі камери змінних об'ємів, свічками запалювання і випускним вікном для сферичного роторного двигуна, що працює на легкому паливі, а також з впускним вікном, форсунками подачі палива в робочі камери змінних об'ємів і випускним вікном для сферичного роторного двигуна, що працює на дизельному паливі.

Корисна модель відноситься до роторних машин чи двигунів, а також до двигунів внутрішнього згоряння і може використовуватися як багато паливний двотактний двигун внутрішнього згоряння.

В якості найближчого аналога прийнятий роторно-поршневий двигун внутрішнього згоряння, що описаний у бюлетені "Промислова власність" № 2 2001 роки, патент UA №34704 А пункт 3 від 15.03.2001. Роторно-поршневий двигун внутрішнього згоряння містить корпус, що має внутрішню сферичну поверхню з впускним і випускним вікнами, в середині якої розташований роторно-поршневий компресор і робоча машина з ротора-

ми (поршневими елементами) у вигляді сферичних сегментів з опорним і вихідним валами, встановлених у корпусі з можливістю обертання, і з кішками, що мають можливість сполучатися з впускним вікном і каналом, а також з випускним вікном і каналом, осі роторів (поршневих елементів) розташовані під кутом, площина симетрії одного ротора (поршневого елемента) перпендикулярна площині симетрії іншого ротора (поршневого елемента), а між роторами (поршневими елементами) розміщений диск (корпусний роторний елемент), шарнірно з'єднаний з роторами (поршневими елементами), що розділяє внутрішній об'єм

U
(13)

13436
(11)

UA
(19)

двигуна на холодний і гарячий об'єм, між бічними поверхнями роторів (поршневих елементів), диска (корпусного роторного елемента) і внутрішньою сферичною поверхнею корпуси утворюються чотири робочі камери перемінних об'ємів, дві з яких утворюють холодний об'єм, а інші дві - гарячий об'єм, камера згоряння розміщена в корпусі окремо від об'ємів компресора і робочої машини і сполучається з об'ємом компресора впускним каналом, а з об'ємом робочої машини - випускним каналом, при цьому об'єм камери згоряння більше, ніж десята частина від об'єму двигуна.

Ознаками найближчого аналога, що збігаються з істотними ознаками винаходу, є наявність у сферичному роторному двигуні внутрішнього згоряння корпуса, що має внутрішню сферичну поверхню з впускним і випускним вікнами, у якому встановлені з можливістю обертання корпусний роторний елемент у вигляді диска і два поршневих елементи у вигляді сферичного сектора з плоскими бічними поверхнями, розташовані у взаємно перпендикулярних діаметральних площинах, поставлені опорним і вихідним валами і шарнірно з'єднані з корпусним роторним елементом, між бічними поверхнями поршневих і корпусного роторного елементів та внутрішньою сферичною поверхнею корпусу утворені чотири робочі камери перемінних об'ємів, що циклічно з'єднуються з впускним і випускним вікнами, осі поршневих елементів розташовані під кутом.

Технічним результатом винаходу є зниження матеріалоемності сферичного роторного двигуна внутрішнього згоряння, збільшення робочого об'єму двигуна в два рази і його потужності приблизно в 3,6 рази при тій самій діаметрі внутрішньої сферичної поверхні, спрощення конструкції і технології виготовлення корпуса і поршневих елементів сферичного роторного двигуна, підвищення його енергетичних характеристик.

Причинами, що перешкоджають одержанню технічного результату при використанні найближчого аналога є: виконання камери згоряння в корпусі окремо від об'ємів камер перемінних об'ємів збільшує матеріалоемність роторно - поршневого двигуна, ускладнює конструкцію і технологію виготовлення його корпуса, погіршує енергетичні характеристики двигуна через втрати тепла і втрати при заповненні камери згоряння через впускний канал і видаленні продуктів згоряння через випускний канал. При цьому роторно - поршковий двигун працює як чотиритактний, що приводить до втрати потужності двигуна приблизно в 1,8 рази, у порівнянні з двотактним двигуном внутрішнього згоряння. Конструктивне виконання роторів з кішенями для газорозподільних функцій ускладнює їхню конструкцію і технологію виготовлення. Використання двох камер перемінних об'ємів, в якості компресора приводить до зменшення робочого об'єму роторно-поршневого двигуна внутрішнього згоряння в два рази при тій самій діаметрі внутрішньої сферичної поверхні.

Технічною задачею винаходу є розробка сферичного роторного двигуна внутрішнього згоряння малої матеріалоемності, технологічного у виготовленні, з істотним збільшенням робочого об'єму

двигуна і його потужності при тій самій діаметрі внутрішньої сферичної поверхні, що працює по двотактному циклі.

Технічна задача вирішується тим, що сферичний роторний двигун внутрішнього згоряння містить корпус, що має внутрішню сферичну поверхню з впускним і випускним вікнами, у якому встановлені з можливістю обертання корпусний роторний елемент і два поршневих елементи, розташовані у взаємно перпендикулярних площинах, оснащені опорним і вихідним валами і шарнірно з'єднані з корпусним роторним елементом, чотири робочі камери перемінних об'ємів, утворені між плоскими бічними поверхнями поршневих і корпусного роторного елементів і внутрішньою сферичною поверхнею корпуса і з'єднані з впускним і випускним вікнами, форсунками подачі палива і свічками запалювання, осі поршневих елементів розташовані під кутом, згідно винаходу, кут між осями поршневих елементів складає 7,5-65 градусів, корпусний роторний елемент виконаний у вигляді диска з торцевою сферичною і плоскими бічними поверхнями, кут нахилу плоских бічних поверхонь до осевої площини корпусного роторного елемента складає 3-30 градусів, поршнєві елементи виконані у вигляді сферичного сектора з плоскими бічними поверхнями і містять вали ковзання, порожнечі валів ковзання і кульові фіксатори для шарнірного з'єднання з корпусним роторним елементом, плоскі бічні поверхні поршневих елементів розташовані під кутом до його осевої площини, кут між бічною поверхнею поршневого елемента і його осевою площиною складає 10-45 градусів, поршнєві елементи, розташовані у взаємно перпендикулярних площинах, шарнірно з'єднані з корпусним роторним елементом за допомогою валів ковзання, порожнеч валів ковзання, кульових фіксаторів і розміщених у внутрішній сферичній поверхні корпуса, чотири робочі камери перемінних об'ємів утворені між плоскими бічними поверхнями поршневих і корпусного роторного елементів і внутрішньою сферичною поверхнею корпуса з можливістю циклічного з'єднання:

- з впускним вікном, форсункою подачі палива в робочі камери перемінних об'ємів, свічками запалювання для його запалення і випускним вікном для сферичного роторного двигуна, що працює на легкому паливі;

- з впускним вікном, форсунками подачі палива в робочі камери перемінних об'ємів і випускним вікном для сферичного роторного двигуна, що працює на дизельному паливі.

Між сукупністю істотних ознак винаходу і технічним результатом, що досягається, існує такий причинно-наслідковий зв'язок: виконання, згідно винаходу, поршневих елементів без кішень спрощує їхню конструкцію і технологію виготовлення, а розміщення камери згоряння безпосередньо в робочих камерах перемінних об'ємів дозволяє виконувати роботу сферичного роторного двигуна по двотактному циклі, що дає збільшення потужності двигуна приблизно в 1,8 рази, у порівнянні з чотиритактним двигуном, при однакових розмірах і обертах двигуна, виключає необхідність виконання впускного і випускного каналів, спрощує конструк-

цію і технологію виготовлення корпусу сферичного роторного двигуна внутрішнього згоряння, виключає втрати в цих каналах при заповненні камери згоряння і видаленні продуктів згоряння, що поліпшує енергетичні характеристики двигуна. При цьому всі чотири камери перемінних об'ємів використовуються як робочі камери двигуна внутрішнього згоряння, що збільшує робочий об'єм сферичного роторного двигуна внутрішнього згоряння в 2 рази, а з урахуванням того, що сферичний роторний двигун працює по двотактному циклі, його потужність збільшується приблизно в 3,6 рази, при однаковому з найближчим аналогом, діаметрі внутрішньої сферичної поверхні. Торцева сферична поверхня корпусного і сферична поверхня поршневих елементів дозволяє встановити ущільнення. Розмір кута між осями поршневих елементів α сферичного роторного двигуна визначається такими параметрами: найбільший розмір кута α визначається припустимими умовами роботи одного шарніра Гука (коефіцієнт нерівномірності обертання опорного вала $\delta < 2$) і складає 65 градусів, найменший розмір кута α вибирається з умов економічності роботи сферичного роторного двигуна. При розмірі кута α , рівному 7,5 градусам робочий об'єм сферичного роторного двигуна складає близько 20 % від його найбільшого значення. Таким чином, розмір кута α між осями поршневих елементів сферичного роторного двигуна складає 7,5-65 градусів. У зв'язку з тим, що при розмірі кута $\alpha > 40$ градусів зростає нерівномірність обертання поршневого елемента з опорним валом, оптимальний розмір кута α між осями поршневих елементів складає 30-40 градусів.

Розмір кута нахилу плоских бічних поверхонь корпусного роторного елемента до його осьової площини β обирається виходячи з умов виготовлення валів ковзання і порожнеч валів ковзання, розташованих на його бічних поверхнях у взаємно перпендикулярних діаметральних площинах, швидкості обертання вихідного вала, забезпечення міцності і мінімальної маси корпусного роторного елемента і складає 3-30 градусів. Кут $\beta < 3$ градусів нездійснений з технологічних розумів, а $\beta < 30$ градусів не прийнятний через значне збільшення маси корпусного роторного елемента і сил інерції. Оптимальне значення кута $\beta = 20$ градусів.

Розмір кута камери згоряння γ обирається з умов забезпечення необхідного ступеня стиску 4-12 для двигуна на легкому паливі і складає 6-14 градусів і необхідного ступеня стиску 12-20 для дизельного двигуна і складає 4-6 градусів. Оптимальне значення кута $\gamma = 10$ градусів для двигуна на легкому паливі, $\gamma = 5$ градусів для двигуна на дизельному паливі.

Розмір кута θ між бічною поверхнею поршневого елемента і його осьовою площиною складає 10-45 градусів і обирається в залежності від розміру кута α між осями поршневих елементів, кута нахилу бічних поверхонь корпусного роторного

елемента до його осьової площини β та розміру кута камери згоряння γ для досягнення максимального робочого об'єму двигуна і необхідного ступеня стиску. Остаточні розміри кутів $\alpha, \beta, \gamma, \theta$ визначаються з конструктивних міркувань відповідно до співвідношення $\alpha + \beta + \gamma + \theta = 90$ градусів. Наприклад:

- для сферичного роторного двигуна внутрішнього згоряння, що працює на легкому паливі, розмір кутів $\alpha = 30$ градусів, $\beta = 20$ градусів, $\gamma = 10$ градусів, $\theta = 30$ градусів,

- для сферичного роторного двигуна внутрішнього згоряння, що працює на дизельному паливі, розмір кутів $\alpha = 35$ градусів, $\beta = 20$ градусів, $\gamma = 5$ градусів, $\theta = 30$ градусів.

Корисна модель ілюструється графічним матеріалом, де:

- на фігурі 1 - зображена аксонометрична проекція частин сферичного роторного двигуна внутрішнього згоряння;

- на фігурі 2 - вид збоку з розміром 30м;

- на фігурі 3 - вид зверху з розміром 30м;

- на фігурі 4 - вид А;

- на фігурі 5 - корпусний роторний елемент, загальний вид;

- на фігурі 6 - корпусний роторний елемент, розріз по Б-Б;

- на фігурі 7 - корпусний роторний елемент, розріз по В-В.

Сферичний роторний двигун внутрішнього згоряння містить корпус 1, що має внутрішню сферичну поверхню 2, у якому встановлені з можливістю обертання поршневі елементи 3 і 4, виконані у вигляді кульового сектора з торцевою сферичною поверхнею 5, вихідним валом 6 і опорним валом 7 і плоскими бічними поверхнями 8, що розташовані під кутом $\theta = (10 - 45)$ градусів, наприклад 30 градусів до осьової площини поршневого елемента. Поршневі елементи 3 і 4 мають вали ковзання 9, порожнечі валів ковзання 10, кульові фіксатори 11 з пружинами 12 для шарнірного з'єднання з корпусним роторним елементом 13. Корпусний роторний елемент 13 виконаний у вигляді диска з торцевою сферичною поверхнею 14 і плоскими бічними поверхнями 15, 16, 17, 18, що розташовані під кутом $\beta = (3 - 30)$ градусів, наприклад 20 градусів, до його осьової площини. На стиках бічних поверхонь 15 і 16, 17 і 18 корпусного роторного елемента 13 виконані порожнечі валів ковзання 19, вали ковзання 20 і западини кульових фіксаторів 21, з розташуванням їхніх осей у взаємно перпендикулярних діаметральних площинах. Поршневі елементи 3 і 4 з'єднані з корпусним роторним елементом 13 за допомогою шарнірного з'єднання валів ковзання 9, 20, кульових фіксаторів 11, що входять, відповідно, у порожнечі валів ковзання 19, 10 і в западини кульових фіксаторів 21. Шарірно з'єднані з корпусним роторним елементом 13, поршневі елементи 3 і 4 конструктивно розташовані у взаємно перпендикулярних площинах, а їхні осі розташовані під кутом $\alpha = (7,5 - 65)$ градусів,

наприклад 30 градусів, для сферичного роторного двигуна, що працює на легкому паливі і 35 градусів, для сферичного роторного двигуна, що працює на дизельному паливі. Розмір кута камери згоряння γ вибирається з умов забезпечення необхідного ступеня стиску 4-12 для двигуна на легкому паливі і складає 6-14 градусів, наприклад $\gamma = 10$ градусів і необхідного ступеня стиску 12-20 для дизельного двигуна і складає 4-6 градусів, наприклад $\gamma = 5$ градусів. Вихідний 6 і опорний 7 вали поршневих елементів 3 і 4 встановлені в підшипниках 22. На сферичній поверхні 5 поршневих елементів 3, 4 і на сферичній торцевій поверхні 14 корпусного роторного елемента 13 встановлені ущільнення (на фігурах не показані). Для впуску повітря і випуску продуктів згоряння використовуються впускне 23 і випускне 24 вікна. Для сферичного роторного двигуна, що працює на легкому паливі, подача палива в робочі камери здійснюється через форсунку 25, а його запалення - свічками запалювання 26 і 27. Для сферичного роторного двигуна, що працює на дизельному паливі, форсунка 25 не встановлюється, а замість свіч запалювання 26 і 27 встановлюються форсунки подачі дизельного палива 28 і 29. Між плоскими бічними поверхнями 8 поршневих елементів 3 і 4, корпусного роторного елемента 15, 16, 17, 18 і внутрішньою сферичною поверхнею 2 корпусу 1 утворюються чотири робочі камери перемінних об'ємів 30, 31, 32, 33, що циклічно з'єднуються:

- з впускним вікном 23, форсункою подачі палива 25 у робочі камери перемінних об'ємів 30, 31, 32, 33, свічками запалювання 26 і 27 і випускним вікном 24 для сферичного роторного двигуна, що працює на легкому паливі,

- з впускним вікном 23, форсунками подачі палива 28 і 29 у робочі камери перемінних об'ємів 30, 31, 32, 33 і випускним вікном 24, для сферичного роторного двигуна, що працює на дизельному паливі.

Сферичний роторний двигун внутрішнього згоряння діє в такий спосіб. При обертанні шарнірне з'єднаних корпусного роторного елемента 13 і поршневих елементів 3 і 4, між їх плоскими бічними поверхнями 8 і 15; 8 і 16; 8 і 17; 8 і 18 і внутрішньою сферичною поверхнею 2 корпусу 1 утворюються чотири робочі камери перемінних об'ємів 30, 31, 32, 33, що циклічно з'єднуються:

- з впускним вікном 23, форсункою подачі палива 25 у робочі камери перемінних об'ємів 30, 31, 32, 33, свічками запалювання 26 і 27 і випускним вікном 24 для сферичного роторного двигуна, що працює на легкому паливі,

- з впускним вікном 23, форсунками подачі палива 28 і 29 у робочі камери перемінних об'ємів 30, 31, 32, 33 і випускним вікном 24, для сферичного роторного двигуна, що працює на дизельному паливі.

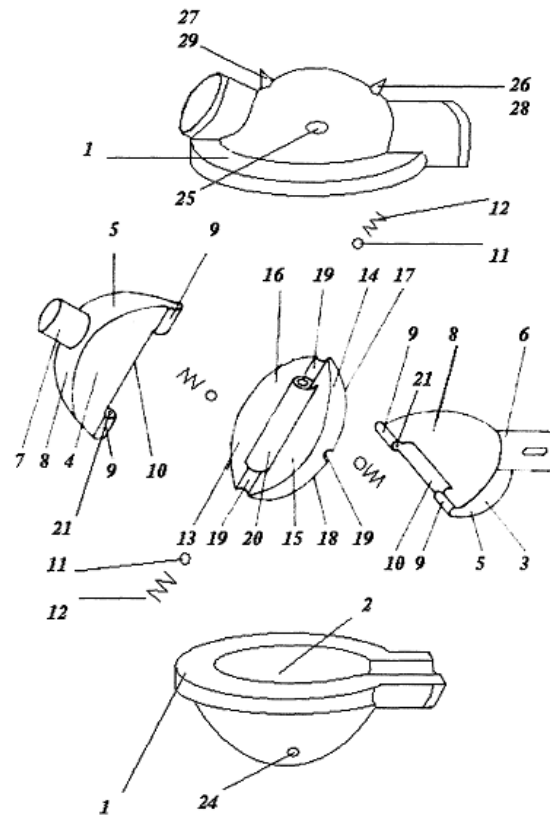
Для зазначеного напрямку обертання вихідного валу 6 робочий цикл у камерах перемінних

об'ємів здійснюється в наступній послідовності: 30; 32; 31; 33, і відбувається за один оберт вала, зі зрушенням однойменних тактів на 90 градусів. Таким чином, сферичний роторний двигун працює за циклом двотактного двигуна внутрішнього згоряння і за один оберт вихідного валу 6 відбувається чотири робочих ходи, що підвищує плавність його обертання і рівномірність обертаючого моменту. Впускне 23 і випускне 24 вікна конструктивно розташовані таким чином, щоб визначений проміжок часу кожна з робочих камер 30; 31; 32; 33 була з'єднана одночасно з впускним і випускним вікнами, що дає можливість організувати прямоточну продувку робочої камери свіжим повітрям, звільнити її від залишків продуктів згоряння за допомогою нагнітача повітря - механічного наддування або турбонаддуву (на фігурах не показані). Після закриття випускного вікна 24 робоча камера залишається з'єднаною з впускним вікном 23, при цьому в ній створюється надлишковий тиск свіжого повітря за рахунок наддування. При подальшому обертанні вихідного валу 6 впускне вікно 23 перекривається і починається стиск повітря в робочій камері.

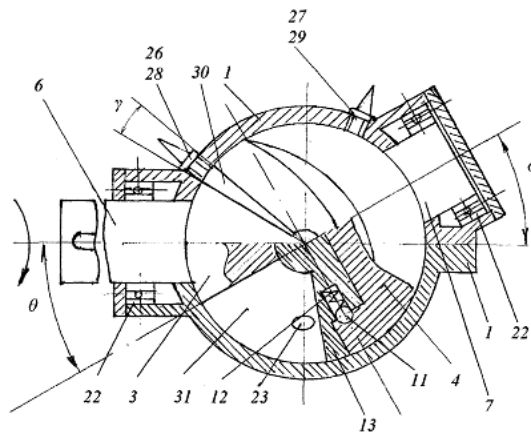
Подача палива в камери перемінних об'ємів здійснюється за допомогою упорскування його через форсунку, як для дизельного, так і для легкого палива, що виключає втрати палива, забезпечує точність дозування його в залежності від споживаної потужності і підвищує економічність сферичного роторного двигуна. Для сферичного роторного двигуна, що працює на легкому паливі, подача палива здійснюється на початку такту стиску повітря в робочій камері перемінного об'єму, а для сферичного роторного двигуна, що працює на дизельному паливі, його подача здійснюється наприкінці такту стиску повітря в робочій камері перемінного об'єму.

Вибір розміру кута γ у (т.т. об'єму камери згоряння) і ступеню стиску сферичного роторного двигуна внутрішнього згоряння здійснюється в залежності від виду палива, яке використовується (легке, дизельне або інше паливо).

При зміні кута між осями поршневих елементів α у невеликих межах (3,5 градуси) ступінь стиску змінюється для двигуна на легкому паливі від 4 до 12 і для двигуна на дизельному паливі від 12 до 20, що дозволяє використовувати сферичний роторний двигун на будь-якому виді палива і для переходу з одного палива на інше достатнє регулювання в невеликих межах кута між осями поршневих елементів. Конструктивно регулювання кута між осями поршневих елементів і відповідно ступеню стиску двигуна може здійснюватися механічно або за допомогою електромеханічного чи гідралічного виконавчого механізму (на фігурах не показані), що дозволить автоматично регулювати ступінь стиску двигуна і обирати її оптимальне значення в залежності від виду і якості палива, яке використовується.



Фиг. 1



Фиг. 2

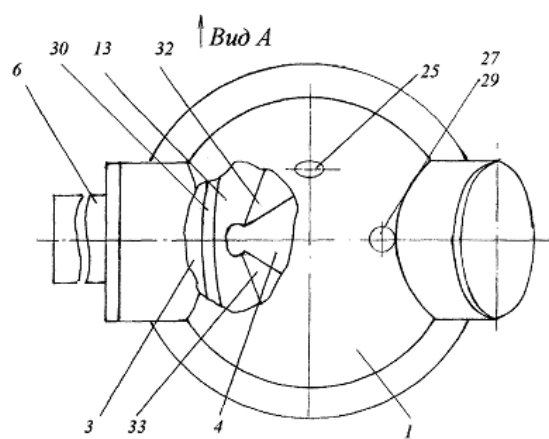


Fig. 3

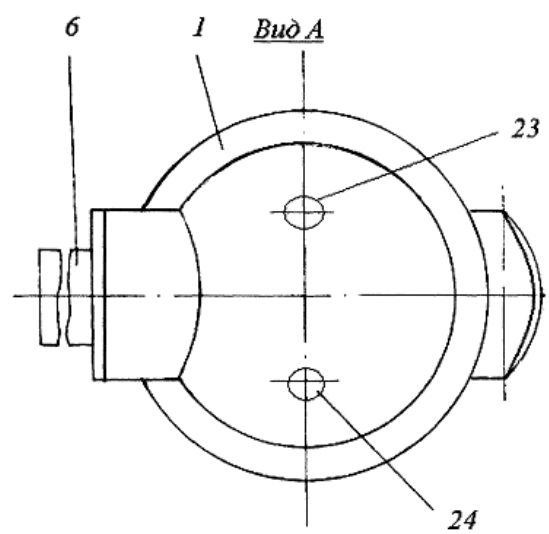


Fig. 4

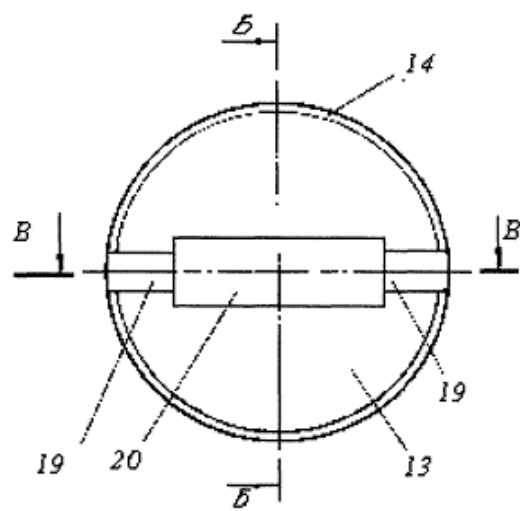


Fig. 5

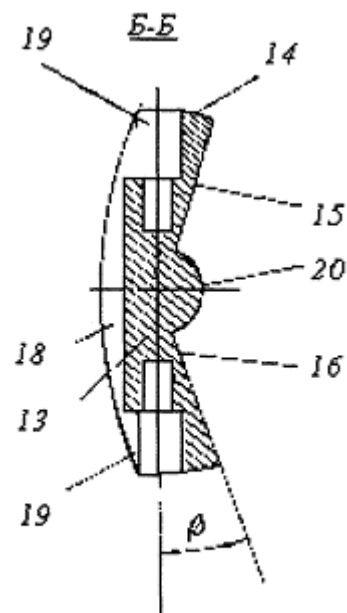


Fig. 6

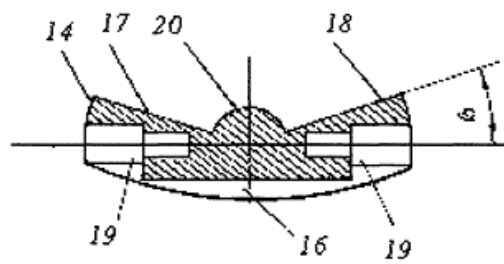


Fig. 7